

68
Lej



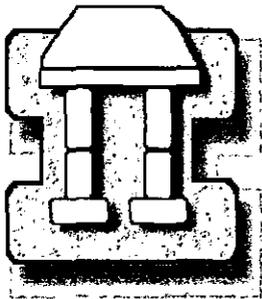
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
Campus Iztacala

**OBSERVACIONES SOBRE LA
BIOLOGIA REPRODUCTIVA DE LA
CORNUDA BARROSA *Sphyrna lewini*
(Griffith y Smith, 1834) (PISCES:
SPHYRNIDAE) EN AGUAS DEL
NOROESTE DE MEXICO.**

T E S I S
que para obtener el grado de
BIOLOGO
presenta:

ANA MARIA TORRES HUERTA



IZTACALA

Enero de 1999.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

271152



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



A MIS PADRES

Por haberme inculcado los verdaderos valores y principios como el respeto a la dignidad de la persona y el amor a la familia.

A MIS HERMANOS Y AMIGOS

Por el amor, respeto y confianza, ustedes son mi mejor ejemplo y mi más valioso tesoro.

AGRADECIMIENTOS

La realización de este y otros trabajos no sería posible llevar a cabo sin toda esa gente que utiliza como medio de sustento el mar, es por esto, que quiero expresar un especial agradecimiento a los pescadores ribereños de Puerto Viejo, San Francisquito, El Barril, Bahía Kino, Altata, Playa Sur, Teacapán, Boca de Camichín y El Quelele por sus finas atenciones y por estar siempre dispuestos a colaborar para la obtención de la información.

A Carlos J. Villavicencio Garayzar por la oportunidad de realizar este trabajo, gracias por la confianza!

Al M. en C. David Corro E. del Subprograma de Tiburón del Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Mazatlán por permitirme utilizar y procesar la información de los campos pesqueros de Sinaloa y Nayarit.

Al Ing. César López y María Esther Marqués del Sistema de Información Geográfica de la U.A.B.C.S. por la ayuda para la realización de los mapas batimétricos.

Al M. en C. Felipe Galván Magaña por sus comentarios tan acertados y su gran amistad.

Al comité tutorial: Dr. Norma Navarrete Salgado, M. en C. Jonathan Franco López, Biol. Mar. Carlos J. Villavicencio Garayzar y Biol. Rafael Chavez López por sus comentarios que sirvieron para mejorar el trabajo.

A Everardo, Caroline y Niki por compartir conmigo sus conocimientos y experiencia.

A mis amigos Maribel, Vanny, Oscar, Celia, Erika y Rocio (pocas personas tienen tan claro el concepto de la amistad como ustedes) gracias por el apoyo y los grandes momentos.

A mis amigos en La Paz, B.C.S.: Erika, Poli, Mimi, Ever, Caro, Quique, Martha, Marcos, Fredy, Nash, Ofelia y Nay, por todo su cariño y ayuda que me han brindado, gracias por hacer agradable mi estancia en esta ciudad.

A la Familia Canceco Huerta, Fam. Montes de Oca, Fam. Chavez Castillo y Fam. Solorzano Rojas, gracias por permitirme formar parte de su familia.

A mis padres, Ma. del Carmen Huerta y Francisco Torres, y mis hermanos (Uli, Ali, Paco, Boli y Pita) simplemente gracias por todo!, por que si no fuera por todo lo que he vivido con ustedes no disfrutaria tanto cada cosa que hago en la vida.

A todos ustedes mi cariño y respeto.

CONTENIDO

Indice de Tablas y Figuras.....	i
Resumen.....	iv
INTRODUCCION	
Importancia económica.....	1
Identidad.....	3
ANTECEDENTES	
Distribución, hábitat y biología.....	5
JUSTIFICACION.....	7
OBJETIVO.....	8
AREA DE ESTUDIO	
Localización.....	9
Clima.....	9
Corrientes y vientos.....	11
MATERIALES Y METODOS	
Descripción de la captura.....	13
Recolecta.....	14
Asignación del estado de madurez.....	16
Procesamiento de datos	
Estructura poblacional.....	16
Biología reproductiva.....	19
RESULTADOS	
Distribución temporal.....	21
Composición de tallas y proporción de sexos....	26
Relación longitud total-peso.....	34

Madurez sexual	
Machos.....	37
Hembras.....	39
Fecundidad.....	39
Ciclo reproductivo.....	42

DISCUSION

Distribución temporal.....	47
Composición de tallas y proporción de sexos....	50
Relación longitud total-peso.....	52
Madurez sexual	
Machos.....	52
Hembras.....	53
Fecundidad.....	53
Ciclo reproductivo.....	54

CONCLUSIONES.....	57
RECOMENDACIONES.....	60
BIBLIOGRAFIA.....	61
ANEXO.....	69

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

No.	Descripción	Página
1.	Campos pesqueros visitados para este estudio con sus respectivas zonas de captura y el período en el cual se obtuvieron registros de la cornuda barrosa.....	2
2.	Proporción sexual en neonatos de <i>Sphyrna lewini</i> . Se muestra el número de hembras por macho, y el resultado de la prueba de hipótesis.....	32
3.	Proporción sexual en organismos adultos. Se muestra el número de hembras por macho, y el resultado de la prueba de hipótesis.....	32
4.	Proporción sexual en organismos juveniles. Se muestra el número de hembras por macho, y el resultado de la prueba de hipótesis.....	33
5.	Resultados de la relación longitud-peso aplicada a hembras, machos y sexos combinados.....	34
6.	Diámetro promedio de los ovocitos en hembras capturadas en la zona A.....	40

FIGURAS

No.	Descripción	Página
1.	Capturas anuales de tiburón en México durante el período de 1947 a 1994 (Compagno, 1990; INEGI, 1996).....	2
2.	Vista lateral de un ejemplar de <i>Sphyrna lewini</i> . a) Vista ventral de la cabeza. b) Diente de la mandíbula superior e inferior.....	4

3.	Área de estudio. Localización de los campos pesqueros y zonas de captura de los organismos examinados en este estudio.....	10
4.	Variación estacional de la cornuda barrosa en la zona A, F y G. Los histogramas indican la frecuencia relativa estacional y la línea el promedio de la temperatura superficial del mar, tomada de Robinson (1973).....	24
5.	Variación estacional de la cornuda barrosa en la zona C, D y E. Los histogramas indican la frecuencia relativa estacional y la línea la temperatura promedio a 60 m de profundidad, tomada de Robinson (1973).....	25
6.	Distribución de frecuencias de tallas registradas en cada zona de captura.....	30
7.	Diferencias estacionales en longitud. Se muestra la amplitud de la longitud total y la media \pm 1ds en hembras y machos de cada zona de captura.....	31
8.	Curva de la relación longitud total-peso de hembras y machos de <i>Sphyrna lewini</i> en el Golfo de California.....	36
9.	Relación entre la longitud total y la longitud de los gonopterigios de machos capturados en el Golfo de California.....	38
10.	Relación entre la fecundidad (número de embriones) y la LT de hembras de <i>Sphyrna lewini</i>	41
11	Crecimiento mensual de ovocitos y embriones de la cornuda barrosa en la zona A, indicado por (a) cambios en el diámetro del ovocito de mayor tamaño y (b) promedio de la LT embrionaria.....	44
12.	Relación de la temperatura superficial del agua (tomada de Robinson, 1973), con la frecuencia mensual de hembras y machos sexualmente maduros de la región central del Golfo de California....	45

13.	Relación de la temperatura superficial del agua (tomada de Robinson, 1973), con la frecuencia mensual de hembras y machos sexualmente maduros de la región suroriental del Golfo de California.....	46
14.	Batimetría de la zona central de el Golfo de California, los círculos indican la zona de captura de los campos pesqueros El Barril (zona A), y Bahía Kino (zona B).....	70
15.	Batimetría de la costa norte de Sinaloa, señalando con el círculo la zona de captura de los pescadores de Altata.....	71
16.	Batimetría de la costa sur de Sinaloa, mostrándose las zonas de captura de los campos pesqueros Playa Sur (zona D, Teacapán y Boca de Camichín (zona E).	72
17.	Batimetría de bahía de La Paz, indicándose con el círculo la zona de captura F.....	73
18.	Bahía Almejas, zona de captura (G) del campo pesquero Puerto Viejo.....	74

RESUMEN

De un total de 1740 organismos de *Sphyrna lewini* se obtuvieron datos morfométricos durante el período de 1985 a 1996 en nueve campos pesqueros del Golfo de California y Bahía Almejas. La longitud total (LT) tuvo una amplitud en hembras de 41 a 363 cm, mientras que en machos fue de 43 a 290 cm de LT. Los machos y hembras alcanzan la talla de primera madurez a los 173 cm y 232 cm LT, respectivamente. El período de gestación tiene una duración aproximada de 11 meses; la fecundidad máxima fue de 32 embriones. El nacimiento ocurre en junio con una talla entre 41 y 49 cm LT. La proporción de sexos en embriones, neonatos y juveniles fue de 1:1. En organismos adultos la proporción sexual difiere durante la época reproductiva, siendo mayores en número las hembras en la región central del Golfo de California y los machos en la región sur. Los organismos juveniles permanecen durante todo el año en aguas costeras del noroeste de México, presentándose en mayor abundancia en la costa suroriental del Golfo de California durante otoño e invierno y en primavera en la costa suroccidental y en Bahía Almejas. Los adultos realizan movimientos migratorios en primavera a la zona central y suroriental del Golfo de California en busca de una zona de reproducción.

INTRODUCCION

Importancia económica

Con el inicio de la segunda guerra mundial en 1939, los pescadores noruegos y japoneses suspenden la pesca de tiburón y México se convierte en el proveedor número uno de aceite de hígado, único órgano que era aprovechado por su alto contenido de vitamina A y D; mientras que miles de pieles y toneladas de carne se dejaban pudrir en las playas (Hernández-Carvallo, 1976; Applegate et al., 1993).

Sin embargo, no es sino hasta la década de los 60's, cuando el aprovechamiento de tiburón en México empieza a experimentar dramáticos incrementos en sus capturas (Fig. 1) debido a la demanda interna de carne fresca y salada-seca por sus precios relativamente bajos (Hernández-Carvallo, 1976; Bonfil et al., 1990). Actualmente las capturas de tiburón se mantienen en niveles de producción de 35,000 toneladas anuales, y México aporta el 5.0% de la producción total, que registró 698 mil toneladas, ubicando a nuestro país en el cuarto lugar en volúmenes de captura en 1990 (Bonfil et al., 1990; INEGI, 1997).

La actividad se realiza en ambos litorales mexicanos durante todo el año, registrándose la mejor temporada entre marzo y octubre, meses en los que normalmente la temperatura del agua se incrementa (Castro-Aguirre, 1967; Applegate et al., 1979; Castillo, 1992). La recepción del recurso se realiza en pequeños campamentos rústicos levantados a orillas de la costa, con las mayores capturas registradas en la zona noroeste del país (en los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y

Nayarit), con una producción de 7,956 ton durante 1996 (INEGI, 1997). Las especies de tiburón de mayor importancia comercial en esta zona pertenecen a las familias Triakidae, Carcharhinidae (en especial *Carcharhinus* y *Rhizoprionodon*), y las cornudas (Sphyrnidae) así como también los zorros (Alopiidae), los jaquetones y marrajos (Lamnidae, especialmente *Isurus*), y los peces ángel (Squatinae) (Castro-Aguirre, 1967; Compagno et al., 1995).

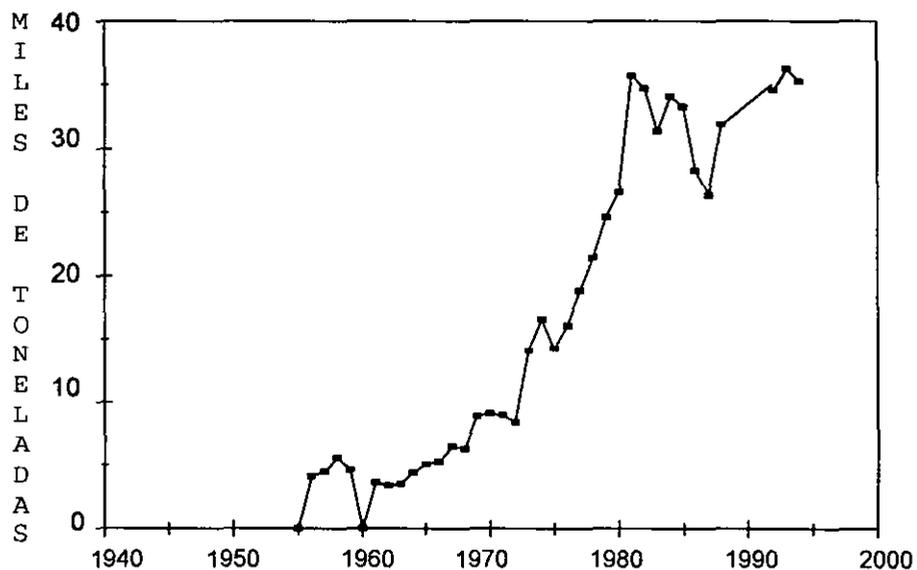


Figura 1. Capturas anuales de tiburón en México durante el período de 1947 a 1994 (Compagno, 1990; INEGI, 1996).

Hoy en día al tiburón se le dá un aprovechamiento casi íntegro, de tal manera que, la carne se comercializa congelada o salada-seca; las aletas secas se exportan al mercado oriental para la preparación de sopas; los intestinos se utilizan como carnada del propio tiburón y a las mandíbulas se les dá un uso ornamental (Castillo, 1992; Compagno, et al. 1995), mientras que productos como el aceite de hígado del cual se obtiene la vitamina A y D,

utilizada en la industria químico-farmacéutica; la piel para la elaboración de artículos de peletería y las vísceras para elaborar harinas se desperdician al no existir en México una industria interesada en su aprovechamiento.

Identidad

La cornuda barrosa o tiburón martillo, *Sphyrna lewini*, pertenece al orden Carcharhiniformes, familia Sphyrnidae. El género *Sphyrna* está representado por 8 especies, limitadas en su distribución a aguas insulares y continentales de regiones templadas y tropicales. Junto con *S. corona*, *S. media*, *S. tiburo*, *S. mokarran* y *S. zygaena* se distribuye en aguas del Pacífico nor-oriental. Por su parte *S. tudes* está limitada a aguas del Atlántico occidental y *S. couardi* al Atlántico nor-oriental (Compagno, 1984).

Las especies del género se distinguen por presentar la región de la cabeza fuertemente achatada y expandida lateralmente a modo de hacha o martillo, variando entre especies su anchura y longitud, con los ojos situados en los bordes externos. La cornuda barrosa por su parte, presenta como característica distintiva el borde anterior de la cabeza formando un arco interrumpido por una escotadura poco profunda pero bien evidente en la línea media y otra, redondeada y profunda, frente a cada orificio nasal, expansiones laterales de la cabeza muy prominentes, anchas transversalmente y angostas en sentido antero-posterior (Fig. 2a). Además de presentar dientes triangulares, profundamente escotados posteriormente, de bordes lisos o finamente aserrados, los dientes superiores centrales son rectos y subsecuentemente tienden a ser oblicuos (Fig. 2b). Primera aleta dorsal alta, moderadamente falciforme (Compagno et al., 1995) con el origen por detrás de las

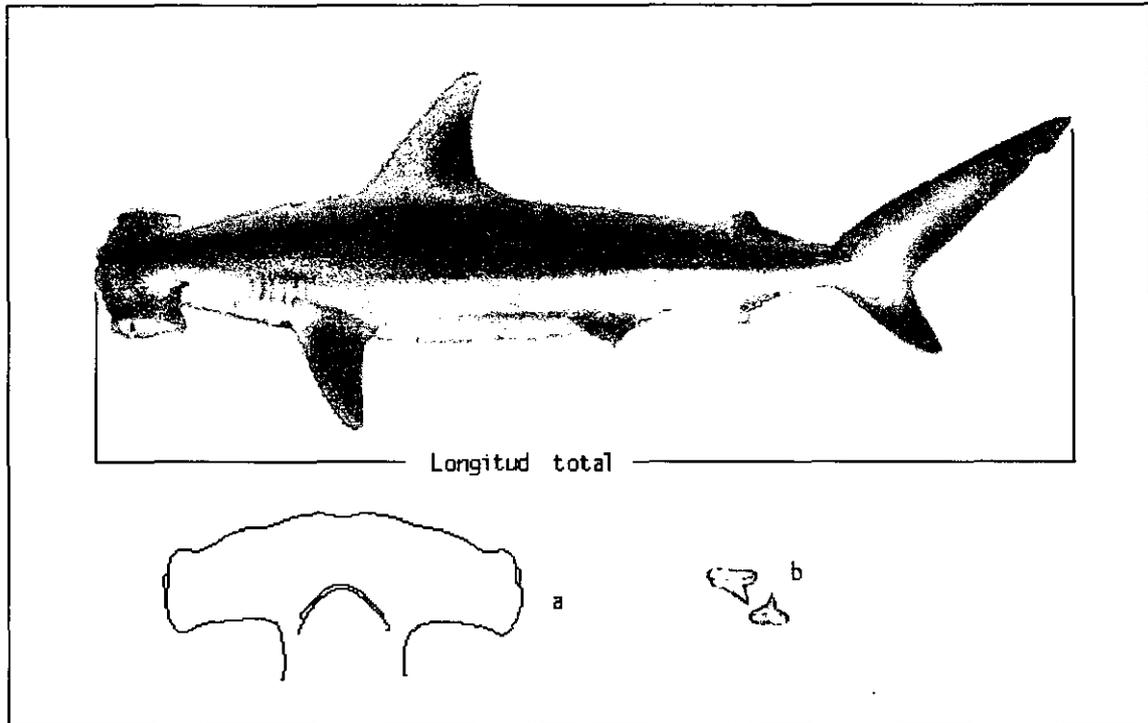


Figura 2. Vista lateral de un ejemplar de *Sphyrna lewini*.
a) Vista ventral de la cabeza. b) Diente de la
mandíbula superior e inferior.

inserciones de la pectoral y su extremo posterior libre quedando frente a los orígenes de la pélvica (Castro, 1996); segunda aleta dorsal pequeña, su altura menos de la mitad de la primera, su extremo posterior libre muy alargado, extendiéndose casi hasta el origen dorsal de la aleta caudal, su borde posterior levemente cóncavo; aletas pectorales cortas y anchas, no falcadas; aletas pélvicas de borde posterior casi recto (Compagno et al., 1995). La coloración del dorso es gris uniforme, gris marrón o aceitunado, variando al blanco ventralmente; aletas pectorales de ápices de color gris o negro ventralmente (Compagno et al., 1995; Castro, 1996).

ANTECEDENTES

Distribución, hábitat y biología

Sphyrna lewini es una especie de aguas estuarinas y marinas costeras, se distribuye a lo largo de las costas del Pacífico oriental, desde el sur de California y Golfo de California hasta Panamá y Ecuador (Compagno, 1984b). De la distribución temporal y abundancia en aguas mexicanas, se tiene conocimiento que en la región sur del Golfo de California está presente durante todo el año, registrándose la mayor abundancia en la costa oriental durante los meses fríos (Saucedo *et al.*, 1982; Saucedo, 1983) y en la costa occidental en los meses de verano (Galván-Magaña *et al.*, 1989). De las seis especies de tiburón martillo del Pacífico nororiental mexicano, es la especie que aporta el mayor volumen de captura en el Golfo de California y permanece regularmente en la temporada de pesca, siendo junto con *S. zygaena*, *C. limbatus* y *M. lunulatus* las especies de tiburón más capturadas en la pesca comercial (Díaz *et al.*, 1982; Saucedo *et al.*, 1982; Galván-Magaña *et al.*, 1989; Saucedo, 1992).

Los juveniles viven principalmente en áreas costeras; llegando a formar agrupaciones en el Golfo de California con predominancia de hembras (Klimley, 1981; Klimley *et al.*, 1981), y los adultos se les encuentra viviendo solitarios o en grupos menores (Compagno *et al.*, 1995). Los estudios realizados sobre hábitos alimenticios en esta misma zona, indican que los juveniles se alimentan principalmente de peces bentónicos y neríticos (macarela, scorpénidos y haemúlidos, entre otros) y los adultos de

peces neríticos y epipelágicos (dorado, carángidos y sierra) así como, cefalopodos (calamar), rayas, langostas, camarones y cangrejos (Klimley, 1982; Saucedo, 1983; Castro, 1996; Compagno et al., 1995).

Es una especie vivípara placentaria con sólo un ovario funcional. Los ovocitos son fertilizados internamente y durante el desarrollo los embriones forman una placenta con el útero materno para el traspaso de sustancias nutritivas, una vez que la reserva de vitelo se agota (Wourms, 1977; Wourms, 1981; Pratt, 1988). La talla de nacimiento, talla de primera madurez, fecundación, así como el período de gestación es desconocido para el Golfo de California, sin embargo, existe una zona de expulsión de crías en el sur de Sinaloa, en donde se han observado hembras grávidas con un avanzado desarrollo embrionario (Saucedo, 1983). Otras zonas de crianza detectadas se localizan desde la parte central de Florida al sur de Carolina (Castro, 1993); en Bahía Kaneone, Islas Hawaianas (Clarke, 1971) y al noroeste de Taiwan (Che-Tsung et al., 1988). Sobre edad y crecimiento se realizó un trabajo en el Golfo de México para la cornuda barrosa en donde se determinó que las hembras maduran aproximadamente a los 250 cm LT, y 15 años de edad y los machos en aproximadamente 180 cm, a los 10 años de edad (Branstetter, 1987).

JUSTIFICACION

En comparación con los peces óseos, los tiburones no alcanzan índices de fecundidad elevados, además de presentar bajas tasas de crecimiento; factores que pueden determinar el agotamiento del recurso en áreas de intensa explotación (Holden, 1974). El aprovechamiento del tiburón como una buena opción de alimento, toma cada vez más importancia en México al igual que la necesidad de crear metodologías para el manejo de la pesquería basadas en el conocimiento científico. La dificultad de su estudio radica principalmente en la disponibilidad del recurso que es altamente sensible a la variabilidad ambiental y exhibe movimientos migratorios, lo que obliga primero a conocer la biología básica de las especies que sostienen esta actividad y en segundo término a determinar la posible sobreexplotación del recurso, por lo cual se debe profundizar en el conocimiento de la dinámica poblacional, antes de proponer un manejo de la pesquería.

OBJETIVO GENERAL

Contribuir al conocimiento de la biología reproductiva de *Sphyrna lewini* en el noroeste de México, con la finalidad de entender parte de su dinámica poblacional.

Objetivos particulares

- Determinar la distribución temporal de los diferentes estados de madurez en la región central, suroccidental y suroriental del Golfo de California y Bahía Almejas.

Determinar parte de su biología poblacional mediante:

- Composición de tallas.
- Relación longitud-peso.
- Proporción de sexos en embriones, juveniles y adultos.

así como, aspectos de la biología reproductiva mediante:

- Talla de primera madurez en hembras y machos
- Talla y época de nacimiento
- Fecundidad y período de gestación
- Ciclo reproductivo

AREA DE ESTUDIO

Localización

El Golfo de California y Bahía Almejas se localizan en las costas del noroeste de México entre los 20° 00' y 32° 00' LN y los 105° 00' y 115° 15' LW (Fig. 3). El primero, es un mar marginal con aproximadamente 1000 km de longitud y 150 km de ancho (Alvarez-Borrego, 1983) se encuentra situado entre la Península de Baja California en el oeste y los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit hacia el este, abriendo en su porción sur al Océano Pacífico.

Bahía Almejas forma parte del complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas, en la costa occidental de Baja California Sur, se sitúa entre la costa de la Península y las islas Santa Margarita por el oeste y Creciente por el sur, comunicándose con Bahía Magdalena por un canal de 2.5 km de ancho y 30 m de profundidad (Alvarez-Borrego, 1975).

Clima

El Golfo de California posee características climáticas más continentales que oceánicas debido al menor efecto del clima del Océano Pacífico, el cual se reduce por la presencia en la Península de Baja California de una cadena montañosa de 1 a 3 km de alto, influyendo en los intervalos amplios de temperatura tanto diurnos como anuales. En invierno la temperatura ambiental baja hacia el interior del Golfo; existiendo pequeñas diferencias entre el Golfo y la costa occidental de Baja California, y durante el verano se incrementa hacia el interior del Golfo, llegando a presentarse diferencias mayores a 10°C entre la costa oriental y

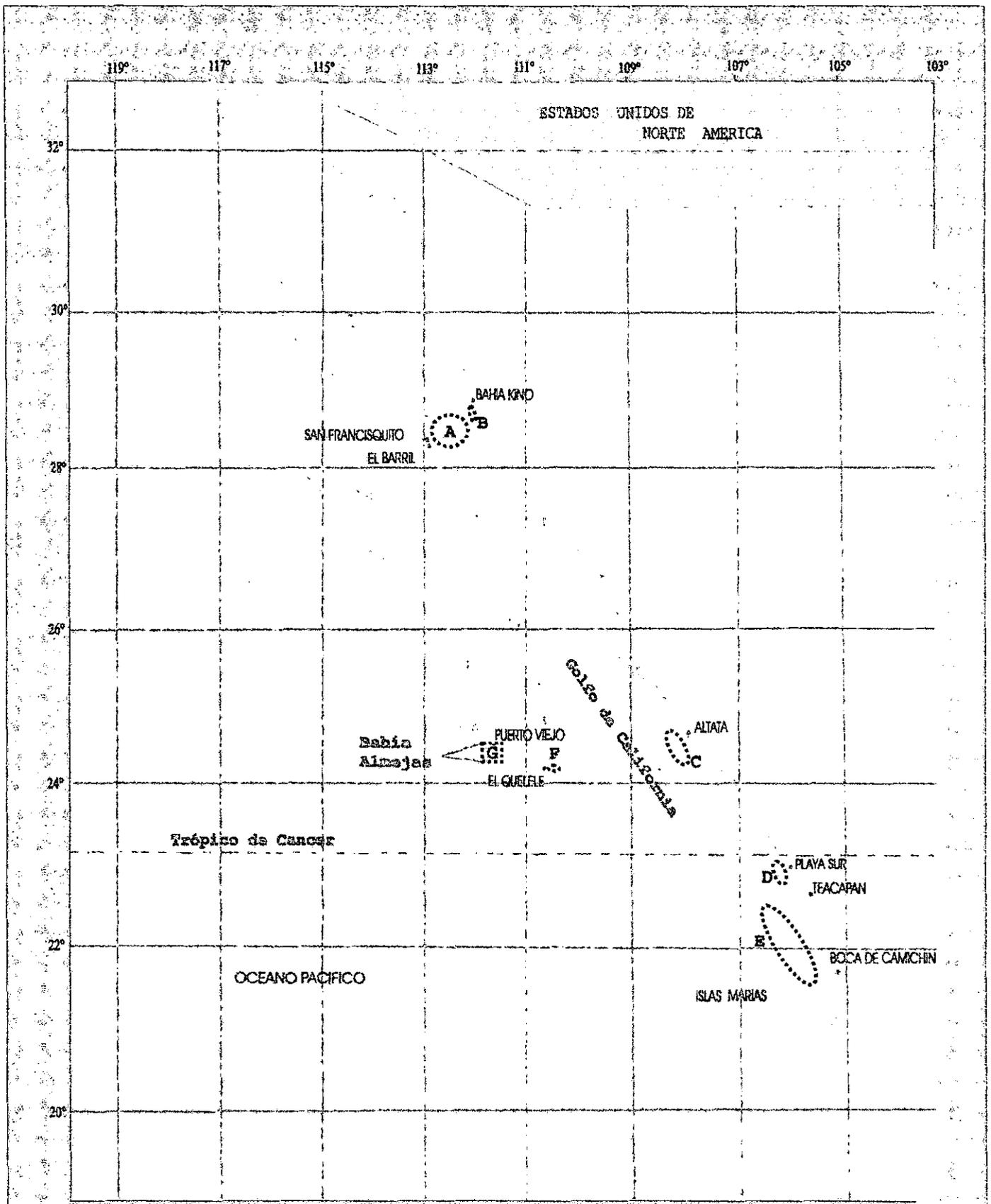


Figura 3. Area de estudio. Localización de los campos pesqueros y zonas de captura visitados para la realización de este estudio.

la occidental de la península de Baja California. La precipitación es mayor en el lado oriental que en el occidental del Golfo. La parte norte del Golfo es seca y semi-desértica, con una precipitación anual de 100 mm. En la costa sureste, la precipitación anual llega a incrementarse a 1000 mm. Las lluvias al sur de las islas Tiburón y Angel de la Guarda ocurren entre junio y octubre, y hacia el norte durante invierno (Alvarez-Borrego, 1983).

Bahía Almejas está dentro de una región con clima seco y desértico, del tipo BWh' (h)w(x')(e). Estas características de bajos niveles de precipitación, junto con una oscilación térmica extrema, determinan que el sistema lagunar se comporte como un estuario negativo; con salinidades internas más elevadas que las del océano abierto durante todo el año y valores que varían poco estacionalmente. Las más elevadas (34.5-36‰) se presentan a finales de verano, y los mínimos (34-34.5‰) durante el invierno. Las temperaturas más elevadas se registran a finales de verano y a principios de otoño (23-27°C), mientras que las mínimas (16-21°C) se registran a finales de primavera (Lluch, 1995).

Corrientes y Vientos.

El Golfo de California presenta influencia de todas las corrientes del Pacífico oriental que provienen del norte y sur:

- la Corriente de California proveniente del norte toca la entrada del Golfo por su margen occidental en enero,
- la Corriente del Golfo de California inicia un lento flujo hacia el exterior, mezclándose con la primera. En marzo aumenta la fuerza de salida, en abril desciende el flujo y en la entrada del golfo no hay el acceso de otras masas de agua y no es sino hasta noviembre cuando nuevamente empieza a intensificarse en la parte norte y fluye hacia el Pacífico

prevaleciendo esta condición hasta diciembre, cuando la Corriente del Golfo de California empieza a entrar nuevamente,

- la Corriente de Costa Rica proveniente del sur del Pacífico penetra en mayo, introduciéndose cada vez más en junio y julio, desapareciendo en agosto,
- la Corriente Norecuatorial, se dirige hacia el norte durante agosto-septiembre, desplazando a la anterior y disminuyendo su intensidad en octubre, mes en el que se registra un estado de calma en el patrón superficial de las corrientes (De la Lanza, 1991).

El patrón de circulación de las corrientes está relacionado con el sistema de vientos locales, los cuales durante el invierno tienen una dirección de norte a sur con propiedades principales de ser fríos y secos, mientras que en verano estos van de sur a norte (Roden y Groves, 1959; Barrientos-MacGregor, 1986 *En*: De la Lanza, 1991).

MATERIAL Y METODOS

Descripción de la captura

La captura de tiburón en esta zona se realiza en embarcaciones tipo panga con casco de fibra de vidrio de 23 a 26 pies de eslora con motores fuera de borda de 75 a 150 HP. Las diferentes formas de captura que se utilizan para el tiburón, son:

- Las redes agalleras de deriva de monofilamento y multifilamento con una abertura de malla de 10" y 12" son utilizadas para capturar los tiburones de mayor tamaño. Se utilizan tanto en bahías como a 20 o 30 millas náuticas alejadas de la costa, utilizándose carnada muy específica como: barrilete, macarela y ocasionalmente marlín. La captura es nocturna, las redes se tienden por al atardecer y diariamente por la mañana se revisan y se coloca carnada fresca.

- Las redes agalleras de monofilamento y multifilamento con una abertura de malla de 3.5", se utilizan para capturar sierra, mojarra y tiburones de tamaño pequeño, principalmente neonatos (o tripas como le nombran los pescadores). Se tienden entre 4 y 5 millas náuticas alejadas de la costa a una profundidad aproximada de 5 m, la captura es por la mañana con un tiempo aproximado de operación de las redes en el agua de 3 a 4 horas.

- Las cimbras o palangres son utilizadas para capturar tiburón y baqueta; varían en longitud desde 50 hasta 200 anzuelos del No. 2 y 4, cada panga lleva dos o tres cimbras que se tienden a una profundidad entre 60 y 100 m. Durante la temporada de captura de camarón los pescadores obtienen pescado de la fauna acompañante en los barcos camaroneros para utilizarlos como carnada. Durante la veda del camarón ellos mismos capturan culebra marina y bagre, por medio de cimbras con anzuelos del No. 6 a una profundidad entre 40 y 50 m. La captura con cimbra es nocturna, tendiéndose al atardecer para levantarse por la mañana del día siguiente y colocando nuevamente carnada fresca. Después de la captura los organismos son trasladados a los respectivos campos pesqueros para su procesamiento.

Recolecta

El trabajo de campo comprendió el período de 1992 y 1994-96 en nueve campos pesqueros dedicados a la captura comercial de tiburón en el Golfo de California y Bahía Almejas. En la Figura 3 se muestra la ubicación de los campos pesqueros y las zonas de captura y la Tabla 1 muestra el período de registro para cada campo.

Una vez en tierra cada organismo capturado fué colocado en línea recta para determinar la longitud total (LT), midiendo con una cinta métrica desde la punta del morro hasta la punta del lóbulo superior de la aleta caudal (Compagno, 1984) (Fig. 2); asimismo, se determinó el sexo, diferenciándose los machos de las hembras en presentar en las aletas pélvicas los gonopterigios (órganos copuladores). El peso se obtuvo en el caso de los organismos menores a 15 kg con una balanza de resorte y los

organismos con pesos superiores con una balanza comercial, en el caso en que en el campo de recepción se contara con una.

CAMPO PESQUERO	ESTADO	ZONA DE CAPTURA	PERIODO
GOLFO DE CALIFORNIA			
1. San Francisquito	B. C.	A	1994-96
2. El Barril	B. C.	A	1994-96
3. Bahía Kino	Sonora	B	Julio de 1996
4. Altata	Sinaloa	C	1994-96
5. Playa Sur	Sinaloa	D	1994-96
6. Teacapán	Sinaloa	E	1994-96
7. Boca de Camichín	Nayarit	E	1994-95
8. El Quelele	B. C. S.	G	1992
BAHIA ALMEJAS			
9. Puerto Viejo	B. C. S.	H	1992

Tabla 1. Campos pesqueros visitados para este estudio con sus respectivas zonas de captura (ver Fig. 3) y el período en el cual se obtuvieron registros de la cornuda barrosa.

En machos, se determinó la longitud de los gonopterigios midiendo desde la parte posterior de la cloaca hasta la parte distal de éstos, así como el grado de calcificación de éstos, considerándose sexualmente maduros los machos con gonopterigios calcificados. En las hembras fué necesario hacer una incisión ventral, partiendo desde la cloaca hasta la región anterior de la cavidad abdominal con la finalidad de extraer del ovario el ovocito más grande y medir su diámetro con un vernier (Pratt, 1979). En el caso de las hembras grávidas se registró: el número de embriones por hembra, sexo y longitud total de cada embrión.

Además de obtenerse por medio de los pescadores la información del arte de pesca utilizado, profundidad y zona de captura.

Asignación del estado de madurez

El estado de madurez en hembras y machos fué categorizado como adultos, juveniles y neonatos:

* las hembras se consideraron adultas al presentar ovocitos maduros en el ovario o huevos y/o embriones en el oviducto (Springer, 1960, Pratt, 1979).

* los machos fueron considerados adultos al presentar rígida la parte proximal de los gonopterigios, debido a la calcificación de los cartílagos que sirven de soporte y cuando la base de estos gira fácilmente y pueden ser dirigidos anteriormente (Clark et al., 1965).

* Se consideraron neonatos a todos aquellos ejemplares que aún presentaban la cicatriz umbilical (Castro, 1996).

Procesamiento de datos

Estructura poblacional

El número de organismos capturados en cada estación del año y en cada zona de captura fueron cuantificados para obtener las frecuencias relativas; asimismo, se obtuvieron de Robinson (1973) las temperaturas superficiales del agua, para las zonas en donde la captura de los organismos se realizó con redes agalleras a profundidades no mayores a 10 m y las temperaturas promedio a 60 m de profundidad para los organismos capturados con cimbra, esto con la finalidad de determinar la distribución temporal de cada zona

de captura y el rango de temperaturas en las que se encuentran las mayores y menores abundancias. Por otra parte, se obtuvieron por medio del Sistema de Información Geográfica ILWIS los mapas batimétricos de las zonas de captura para ubicar las características geográficas de cada zona.

Los datos de tallas obtenidos en cada campo pesquero fueron agrupados en tablas de frecuencias con intervalos de 27 cm (calculado con la regla de Sturges, en: Daniel, 1983), para posteriormente construir los histogramas de frecuencia para sexos combinados. Para cada sexo se obtuvo estacionalmente en cada zona de captura las tallas promedio ± 1 desviación estandar con la finalidad de observar las diferencias en tallas.

La proporción de sexos se estableció para cada estado de madurez, dividiendo el número total de hembras entre el número total de machos y expresando las proporciones sexuales con un número 1 a la derecha, que corresponde a un macho y a la izquierda la proporción de hembras por cada macho. Una vez obtenidas las proporciones se analizaron bajo la hipótesis nula de que existe una proporción 1:1, es decir:

$$H_0: p = .50$$

$$H_A: p \neq .50$$

la estadística de prueba utilizada fue,

$$z = \frac{P - p}{\frac{\sqrt{pq}}{n}}$$

donde:

P= estimador (dado por la hipótesis nula)
p= proporción de hembras
q= proporción de machos
n= tamaño de muestra

La regla de decisión se realizó con una confianza del 95%, rechazando la hipótesis H_0 , a menos que, $-z < z_{calculada} < +z$ (Daniel, 1983).

Los datos de peso total y longitud total se utilizaron para estimar la relación longitud-peso, mediante la regresión de tipo potencial:

$$W = q \cdot L^b$$

Donde:

W= peso total del organismos (kg)
L= Longitud total del organismos (cm)
q= constante de proporcionalidad
b= exponente
a= constante

La estimación de la pendiente y de la ordenada al origen se realizó a través de una regresión lineal, para lo cual los datos de longitud total y peso se transformaron a logaritmos de base 10,

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

ajustándose a una línea recta (Ricker, 1979) siendo los parámetros:

q= antilogaritmo a

b= constante b

La relación longitud-peso se determinó para sexos combinados, y para machos y hembras, posteriormente se aplicó una prueba estadística de F (distinción entre dos pendientes) para determinar si existen diferencias en el crecimiento debido al sexo (Zar, 1997).

Biología reproductiva

Los datos de longitud total de las hembras grávidas y el conteo de los embriones que portaban en su interior se utilizaron para estimar la relación que existe entre las variables mediante una regresión de tipo lineal:

$$N = a + b LT$$

Donde:

N = Número de embriones por hembra

LT = Longitud total de las hembras grávidas

a = Constante

b = Pendiente

en caso de presentarse un coeficiente de determinación bajo será necesario aplicar un análisis de varianza para comprobar si existe relación entre las variables la longitud total y longitud de los gonopterigios, y la longitud total de hembras grávidas y el número de embriones (Daniel, 1993).

Con el crecimiento mensual de los ovocitos y embriones, determinados por el diámetro y la longitud total promedio embrionaria, respectivamente, se obtuvo el ciclo reproductivo de la especie. La talla de nacimiento se determinó mediante la talla observada del embrión más grande y el neonato de menor tamaño capturados en un mismo tiempo y lugar (Pratt, 1990).

RESULTADOS

Distribución temporal

Zona A

La examinación durante el período de 1994-96 de la captura comercial de El Barril y San Francisquito muestra una presencia de la cornuda barrosa desde mediados de primavera hasta principios de otoño; ausentándose de la captura durante el invierno. Un total de 90 organismos (57 adultos y 33 juveniles) fueron capturados en aguas circundantes a Isla San Pedro Mártir, y al sur de las Islas Tiburón, San Lorenzo y San Esteban; la captura se realizó con redes agalleras de deriva en aguas con profundidades que van desde 200 hasta 800 m (Fig. 14). La frecuencia relativa de cada zona fué comparada con la temperatura del agua en la profundidad a la que fueron encontrados los organismos, obtenida de Robinson (1973). Observándose en la zona A que la abundancia aumenta de primavera (cuando las temperaturas oscilan entre 16 y 21 °C) hacia el verano (al presentarse las temperaturas más altas, entre 25 y 30 °C), tendiendo a disminuir a principios de otoño al iniciarse los descensos en las temperaturas (Fig. 4).

Zona B

Se realizó una visita a el campo pesquero Bahía Kino en julio de 1996, en donde fueron examinados 68 neonatos. Los organismos fueron capturados en aguas costeras del sur de Sonora (Fig. 14) con redes agalleras de 3.5" de abertura de malla a aproximadamente 6 m de profundidad, en una zona donde la profundidad no rebasa los 20 m.

Zona C y D

Durante el período de 1994-96 se examinaron las cornudas en los campos pesqueros de Altata y Playa Sur, la captura fué realizada con cimbras a profundidades que van desde 45 a 100 m en aguas costeras de Sinaloa (Fig. 15 y 16). En ambas zonas la especie estuvo presente en la captura comercial durante el período de invierno a primavera. En Altata se registró un total de 131 organismos juveniles y 10 neonatos, y en Playa Sur 187 organismos juveniles; los juveniles se capturaron en ambas estaciones y los neonatos a finales de la primavera. Las mayores abundancias se observaron durante invierno (cuando las temperaturas promedio a 60 m de profundidad oscilan entre 16 y 18°C) (Fig. 5). En ambas zonas el recurso estuvo ausente de la captura comercial en verano y otoño.

Zona E

Durante el período de 1994-96 se observó la presencia de la cornuda barrosa durante todo el año en los campos pesqueros de Teacapán y Boca de Camichín, registrándose un total de 1144 organismos (77 adultos, 471 juveniles y 596 neonatos). Los organismos juveniles se presentaron durante todo el año, mientras que los adultos y neonatos fueron capturados solo en verano. La captura de juveniles y adultos se realizó por medio de cimbras a profundidades entre 45 y 85 m en aguas localizadas entre Teacapán e Isla Isabel (Fig. 16); los neonatos se capturaron por medio de redes agalleras de 3.5" de abertura de malla a aproximadamente 4 o 5 millas náuticas alejadas de la costa, frente al Cerro de las Cabras. Las mayores frecuencias se presentaron durante verano y otoño, temporadas en las que se registran la mayor temperatura promedio entre 19 y 24°C a 60 m de profundidad y, entre 28 y 30°C en la superficie del agua (Fig. 5).

Zona F

La captura comercial de 1992 de El Quelele muestra la presencia durante todo el año de la cornuda. Un total de 67 ejemplares juveniles y 2 neonatos fueron examinados; los juveniles se capturaron con redes agalleras de 10" de abertura de malla durante todo el año y los neonatos con red de 3.5" durante el verano, ambos fueron capturados en la zona sur de bahía de La Paz (Fig. 17). La mayor frecuencia se presentó en primavera (cuando las temperaturas superficiales del agua oscilan entre 20 y 24°C) y las menores frecuencias en invierno, verano y otoño (Fig. 4).

Zona G

En Puerto Viejo se observó la cornuda barrosa durante todo el año (56 organismos; 2 adultos, 49 juveniles y 5 neonatos). Los neonatos y adultos se observaron durante el verano, mientras que los juveniles durante todo el año. Tanto juveniles como adultos fueron capturados con redes agalleras de 10" de abertura de malla y los neonatos de 3.5", todos frente a Isla Margarita (Fig. 18). La mayor abundancia fue registrada durante la época de primavera (al presentarse temperaturas superficiales del agua más bajas durante el año, entre 18 y 19°C%), disminuyendo consecutivamente en verano, otoño e invierno (Fig. 4).

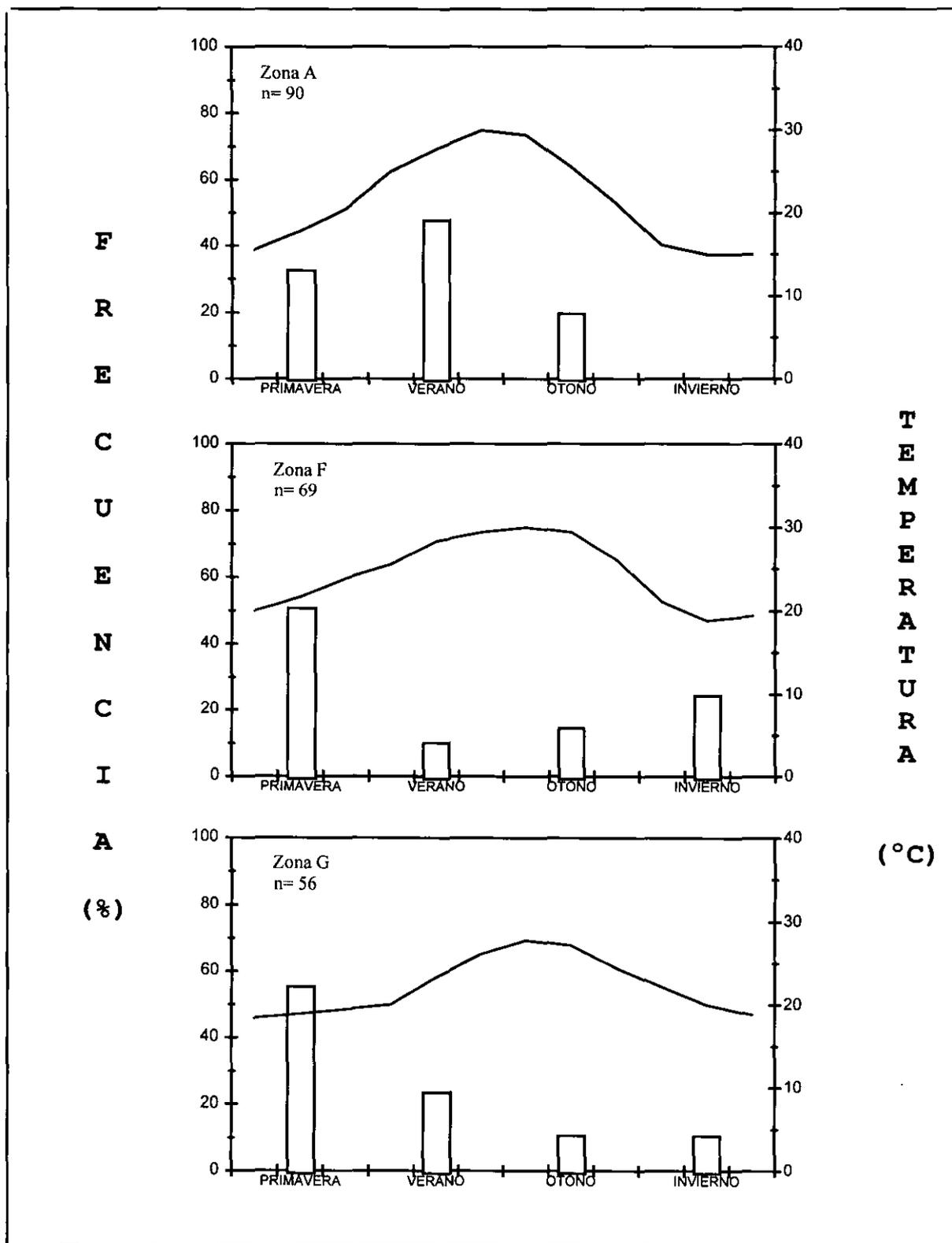


Figura 4. Variación estacional de la cornuda barrosa en la zona A, F y G. Los histogramas indican la frecuencia relativa estacional y la línea el promedio de la temperatura superficial del mar, tomada de Robinson (1973).

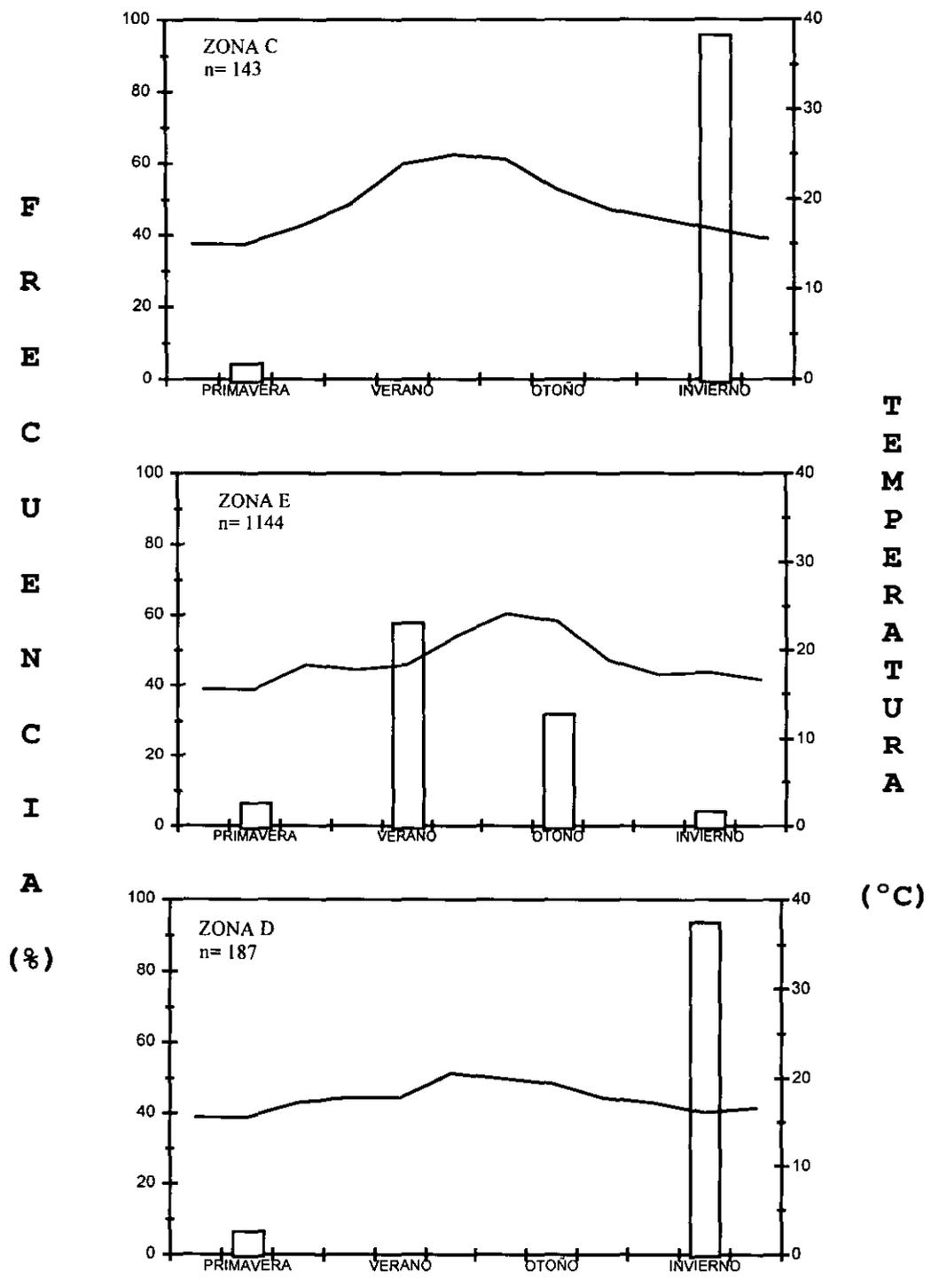


Figura 5. Variación estacional de la cornuda barrosa en la zona C, D y E. Los histogramas indican la frecuencia relativa estacional y la línea la temperatura promedio aproximadamente a 60 m de profundidad, tomada de Robinson (1973).

Composición de tallas y proporción de sexos

La distribución de frecuencias de tallas indica un desplazamiento de los grupos modales hacia tallas juveniles entre 67 y 121 cm LT en las zonas C, D, E y F. En la región norte (zona A y B), el principal grupo modal se localiza en tallas juveniles entre 67 y 94 cm LT y un segundo grupo se detecta en tallas adultas entre 229 y 283 cm LT. El intervalo más amplio del grupo modal se observó en Puerto Viejo, entre 94 y 175 cm LT (Fig. 6), asimismo, en cada zona se detectaron diferencias estacionales de la longitud total.

Zona A

La longitud de 64 hembras tuvo una amplitud de 105 a 287 cm en primavera, de 48 a 288 cm durante verano y de 61 a 307 cm LT en otoño (Fig. 7). Las hembras adultas presentaron tallas de 232 a 307 cm, y las hembras juveniles de 105 a 230 cm LT. En 26 machos examinados la longitud tuvo una amplitud de 140 a 249 cm en primavera, en verano de 49 a 248 cm y en otoño de 66 a 260 cm. Los machos adultos tuvieron tallas de 186 a 260 cm y los juveniles de 74 a 168 cm LT. La proporción de hembras por macho en adultos y juveniles fué de 2:1 y 3.71:1, respectivamente; comprobándose con la prueba de hipótesis que la proporción de hembras es mayor a la de los machos (Tabla 3 y 4).

Zona B

Las tallas de los neonatos capturados en julio de 1996 fueron de 48 a 66 cm y de 51.5 a 65 cm LT para hembras y machos, respectivamente. La proporción de sexos fué de 1.06:1 hembras por macho, la prueba de hipótesis indicó que

no existen diferencias entre las proporciones de neonatos (Tabla 2).

Zona C y D

La longitud total para hembras y machos se mantuvo en un intervalo de 61 a 65 cm en primavera y de 61 a 96 cm LT durante el invierno; algo similar ocurrió en la zona D donde la longitud total para hembras y machos en primavera e invierno se mantuvo en un intervalo de tallas juveniles de 72 a 100 cm, respectivamente (Fig. 7). La proporción sexos fue de 0.98:1 y 1.17:1 hembras por cada macho, respectivamente; con la prueba de hipótesis se comprobó que en ambos lugares no existen diferencias en las proporciones (Tabla 4).

Zona E

En la zona de captura de Teacapán se registró un total de 578 hembras, con una amplitud de tallas de 78 a 165 cm en primavera, 41 a 363 cm en verano, 50 a 88 cm en otoño y de 70 a 210 cm LT en el invierno. Las hembras adultas y los neonatos se presentaron sólo en verano con tallas de 234 a 363 cm y de 41 a 62 cm LT, respectivamente; mientras que las hembras juveniles, registradas durante todo el año, presentaron tallas de 70 a 210 cm. La longitud total de 566 machos varió de 82 a 220 cm en primavera, 43 a 290 cm en verano, 54 a 88 cm en otoño y de 82 a 220 cm en invierno. Los machos adultos se observaron en invierno, primavera y verano con tallas de 173 a 290 cm y los neonatos sólo en verano con tallas de 45 a 58 cm LT.

La proporción de sexos en organismos neonatos y juveniles fue de 0.96:1 y 1.20:1 y la prueba de hipótesis indicó que no existen diferencias entre las proporciones (Tabla 2 y 4), por el contrario en organismos adultos la proporción de sexos fue 0.6:1 hembras por macho y la prueba de hipótesis indicó que la proporción de machos por cada hembra es mayor (Tabla 3).

Zona F

La longitud total de 37 hembras tuvo un intervalo de 75 a 135 cm en primavera, de 45 a 115 cm en verano, de 88 a 186 cm durante otoño y de 80 a 115 cm en invierno. Mientras que en 32 machos, los intervalos de tallas fueron entre 83 a 127 cm en primavera, 102 a 108 cm en verano, 111 a 152 cm en otoño y de 74 a 106 cm en invierno. Correspondiendo las tallas de ambos sexos a organismos juveniles, con excepción de dos neonatos hembras en verano de 45 y 50 cm LT. La proporción de sexos en organismos juveniles fue 1.69:1 hembras por macho, demostrando por medio de la prueba de hipótesis que no existen diferencias entre las proporciones (Tabla 4).

Zona G

En lo que se refiere a Puerto Viejo, 28 hembras con una talla entre 52 a 153.5 cm fueron capturadas en primavera, 49.5 a 280 cm en verano, 64 a 69.5 cm en otoño y de 91 a 96 cm LT en invierno (Fig. 7). Las hembras juveniles se registraron durante todo el año y en el verano dos hembras adultas de 278 y 280 cm LT. En 28 machos las tallas variaron de 90 a 154 cm en primavera, 51 a 110 cm en

verano, 70.5 a 73 cm en otoño y de 76 a 94 cm LT durante el invierno. Los intervalos de los machos juveniles se mantuvieron entre los 51 a 154 cm LT durante todo el año, con las tallas mínimas en verano. En el verano se observaron 2 hembras y 3 machos neonatos con tallas entre 49 y 57 cm LT, por otra parte, en ésta zona no hubo observaciones de machos adultos.

La proporción de sexos en organismos juveniles fué 0.96:1 hembras por cada macho, la prueba de hipótesis indicó que no hay diferencias entre las proporciones (Tabla 4).

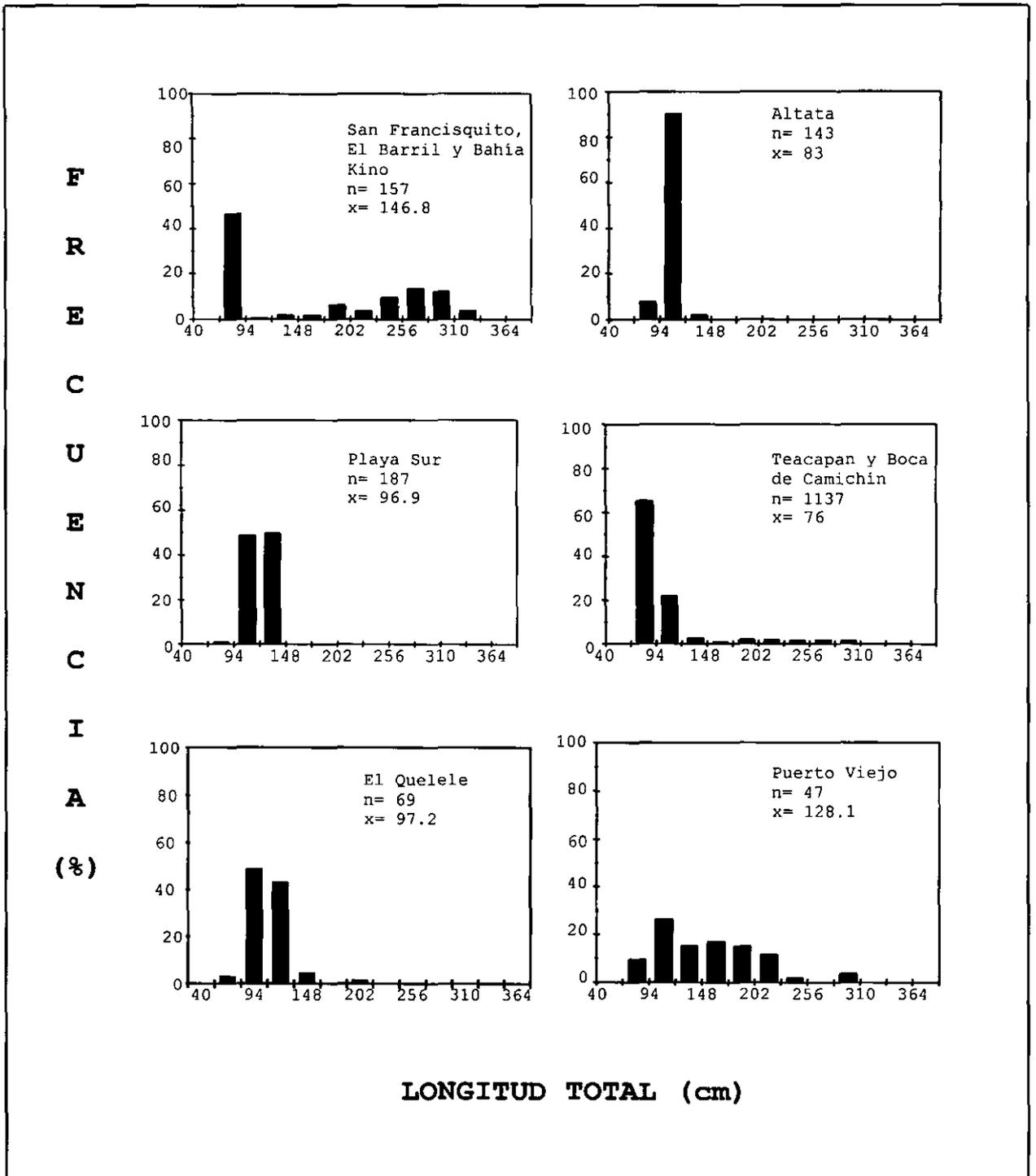


Figura 6. Distribución de frecuencias de tallas registradas en cada zona de captura.

LONGITUD TOTAL (cm)

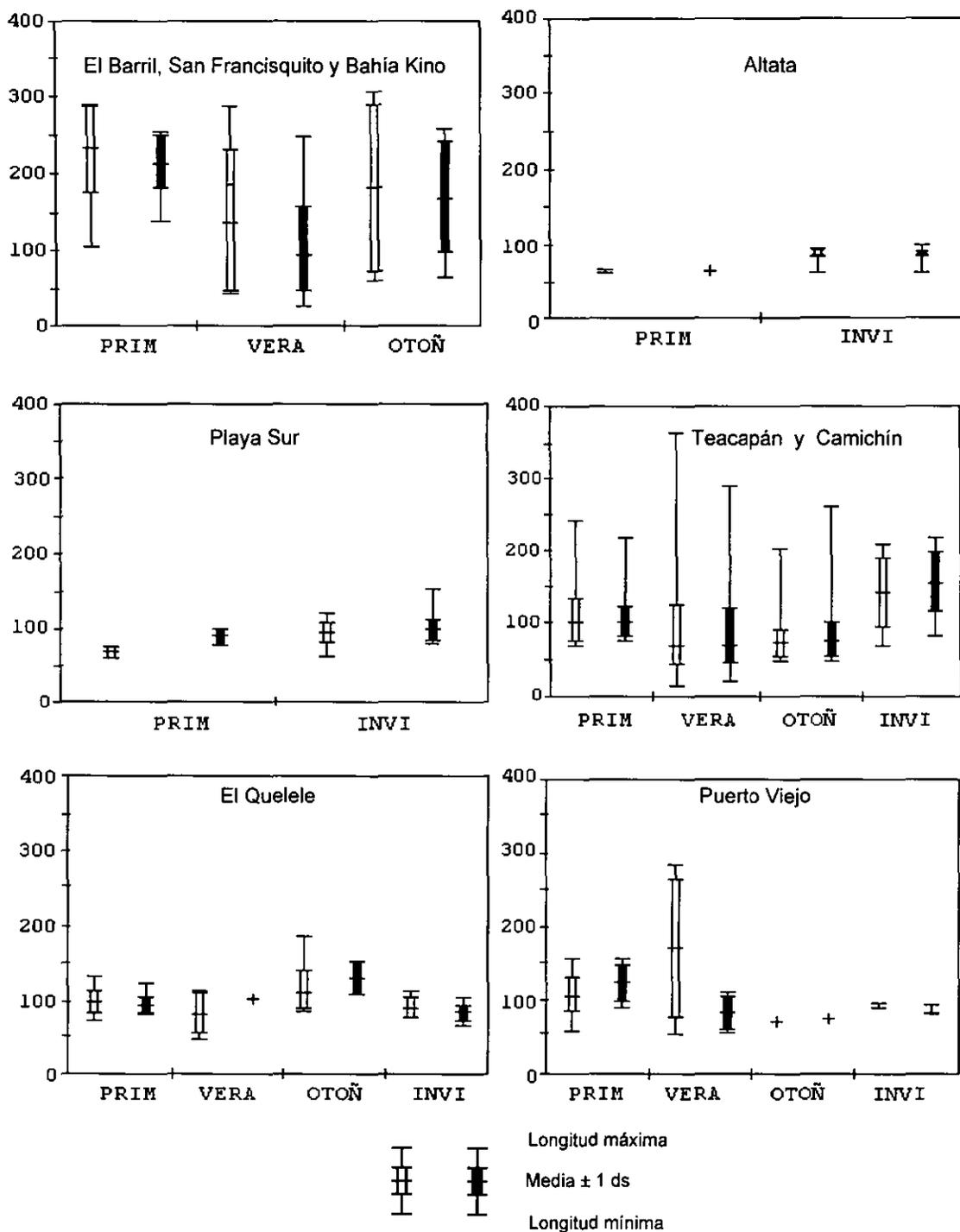


Figura 7. Diferencias estacionales en longitud. Se muestra la amplitud de la longitud total y la media ± 1 ds en hembras y machos de cada zona de captura.

	N	PROPORCION SEXUAL	DECISION ESTADISTICA
Zona B	68	1.06:1	-1.99 < 0.16 < +1.99
Zona E	596	0.96:1	-1.96 < -0.50 < +1.96

Tabla 2. Proporción sexual en neonatos de *Sphyrna lewini*. Se muestra el número de hembras por macho, y el resultado de la prueba de hipótesis.

	N	PROPORCION SEXUAL	DECISION ESTADISTICA
Zona A	57	2:1	2.51 > +2
Zona E	77	0.6:1	-2.19 < -1.99

Tabla 3. Proporción sexual en organismos adultos. Se muestra el número de hembras por macho, y el resultado de la prueba de hipótesis.

	N	PROPORCION SEXUAL	DECISION ESTADISTICA
Zona A	33	3.71:1	3.29 > 2.04
Zona C	131	0.98:1	-1.99 < 0.36 < +1.99
Zona D	187	1.17:1	-1.97 < 1.11 < +1.97
Zona E	471	1.20:1	-1.96 < 1.95 < +1.96
Zona F	67	1.09:1	-2 < 0.36 < +2
Zona G	49	0.96:1	-2 < -0.14 < +2

Tabla 4. Proporción sexual en organismos juveniles. Se muestra el número de hembras por macho, y el resultado de la prueba de hipótesis.

Relación longitud total-peso

Se obtuvieron un total 138 de registros de pesos de las cornudas capturadas en el Golfo de California, este número tan bajo fué debido a que no se contaba con balanzas para pesos superiores a 15 kg; los 22 datos obtenidos de los organismos con pesos mayores a 50 kg se lograron obtener en El Barril, en donde se cuenta con una báscula comercial.

En la Tabla 5 se muestra un resumen de las relaciones longitud-peso encontradas para sexos combinados, machos y hembras. En la tabla se observa que los valores estimados para el parámetro de alometría "b" son muy cercanos a 3 en todos los casos, lo que nos indica que el crecimiento de ésta especie es o está muy cerca de ser isométrico. El valor del coeficiente de determinación r^2 en las relaciones fué muy alto, lo que significa que los valores de peso y longitud están estrechamente relacionados.

	COMBINADOS	MACHOS	HEMBRAS
a	2.92 E-06	8.29 E-06	1.69 E-06
b	3.10	2.88	3.21
n	138	63	75
r^2	0.97	0.93	0.99

Tabla 5. Resultados de la relación longitud-peso aplicada a sexos combinados, machos y hembras.

Al comparar las relaciones longitud-peso por sexos, se observó que existen diferencias a partir de los 135 cm LT

las hembras tienden a ser más pesadas que los machos de su misma talla y conforme los organismos alcanzan tallas mayores ésta diferencia se va incrementando (Fig. 8). La prueba de F respalda este hecho evidente, ya que el valor estimado de $F_{calculada}$ resultó ser menor que el valor de F teórico a un 95% de confianza (Zar, 1997). Por lo que las pendientes son diferentes, es decir que la relación de peso y longitud para machos es diferente a la de las hembras.

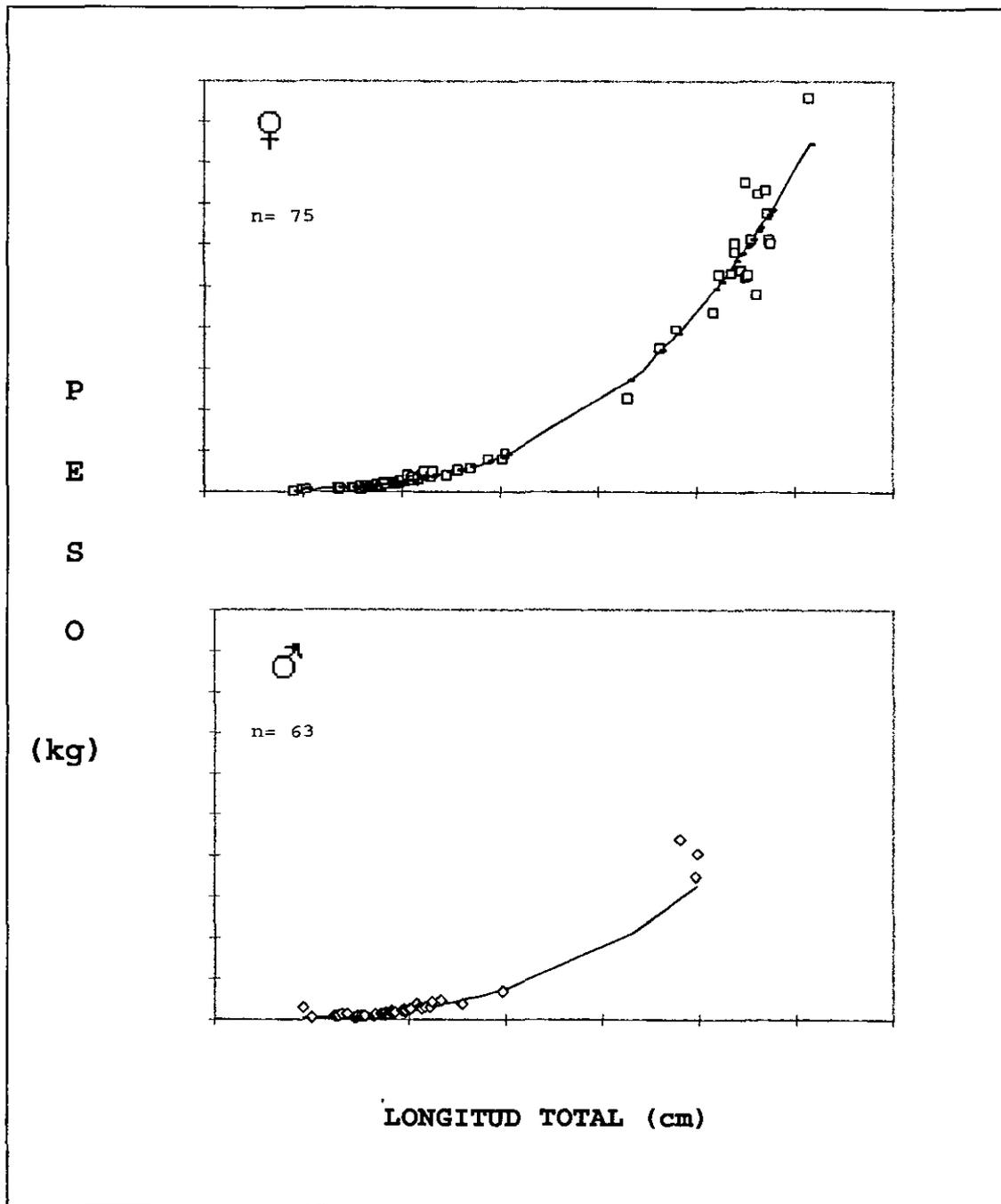


Figura 8. Curva de la relación longitud total-peso de hembras y machos de *Sphyrna lewini* en el Golfo de California.

Madurez sexual

Machos

Con base en el crecimiento y calcificación de los gonopterigios se observó que en el Golfo de California (Fig. 9):

- ◆ Todos los machos con tallas menores a 113 cm LT presentaron los gonopterigios sin calcificar, representando estos aproximadamente el 4.8% de la LT (entre 1.4 y 8.1 cm).
- ◆ El 56% de los machos examinados con tallas entre 140 y 170 cm LT fueron machos adolescentes con gonopterigios sin calcificar. El proceso de maduración sexual se inicia en estos organismos a una longitud aproximada de 150 cm LT, con un crecimiento acelerado de los órganos intromitentes.
- ◆ Todos los machos con tallas mayores a 173 cm LT presentaron gonopterigios calcificados, representando el 10% de la LT (entre 17 y 27 cm). El macho maduro más grande fué de 290 cm LT.

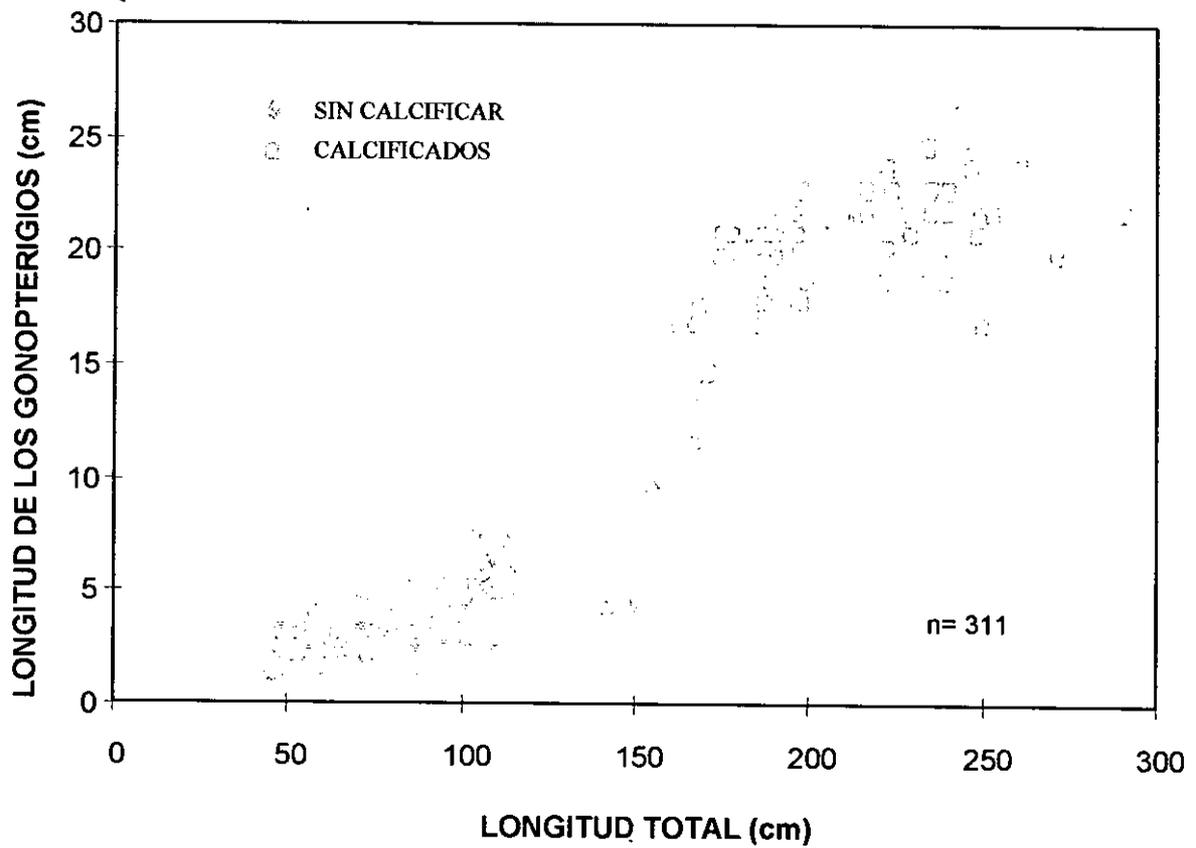


Figura 9. Relación entre la longitud total y la longitud de los gonopterigios de machos capturados en el Golfo de California.

Hembras

En ocasiones el desviceramiento y procesamiento del tiburón fué tan rápido que no fué posible examinar internamente a todas las hembras, es por esto que la talla de primera madurez no pudo ser determinada debido a que el número de hembras examinadas fué bajo.

Se observó que las hembras del Golfo de California con tallas menores a 210 cm presentaron ovarios sin desarrollar y ovocitos indiferenciados. En 29 hembras capturadas en la zona A, entre los meses de mayo y octubre, 14 con tallas entre 105 y 210 cm LT tenían ovarios sin desarrollar, mientras que 15 hembras con tallas entre 212 y 307 cm Lt presentaron ovarios desarrollados y ovocitos diferenciados, estos últimos con diámetros entre 8.3 y 38 mm (Tabla 5). Sin embargo, sólo las hembras con tallas superiores a los 232 cm LT presentaron en su interior huevos fecundados y embriones en desarrollo.

Fecundidad.

A partir del conteo de embriones realizado a 17 hembras grávidas con tallas de entre 239 y 307 cm LT en el Golfo de California (Zona A y E) y Bahía Almejas (zona G), se encontró un amplio intervalo en la fecundidad, de 19 a 32 embriones.

De la regresión lineal realizada a la relación número total de embriones y talla materna, se obtuvo un coeficiente de determinación muy bajo $r^2 = 0.20$, lo que indica que no existe una relación entre la talla materna y el número de embriones (Fig. 10). Debido a este número tan bajo se aplicó un análisis de varianza, el cual demostró que efectivamente no existe una relación lineal entre las dos variables (ANOVA, F 3.73; df 1; 15; P 4.52). Sin embargo, se observó que debido al stress que provoca la captura, las hembras grávidas tienden a expulsar un gran número

de embriones. Siendo causa esto de la variación en la fecundidad ya que sólo se contaron los embriones que no eran expulsados por la hembra.

CAMPO PESQUERO	FECHA	LT (CM)	DIAMETRO DEL OVOCITO MAYOR (MM)
San Francisquito	19/05/94	282	22.2
San Francisquito	18/06/94	276	23.3
San Francisquito	13/07/94	251	21
San Francisquito	8/09/94	253	15
San Francisquito	7/09/94	250	8.3
San Francisquito	20/05/95	224	12
San Francisquito	20/05/95	262	22.5
San Francisquito	29/06/95	218	15
San Francisquito	29/06/95	222	20
San Francisquito	22/07/95	259	23.8
El Barril	18/10/95	212	15
El Barril	18/10/95	240	10
El Barril	16/05/95	307	28
El Barril	17/05/96	286	20
El Barril	17/05/96	281	20

Tabla 6. Diámetro promedio de los ovocitos en hembras capturadas en la zona A.

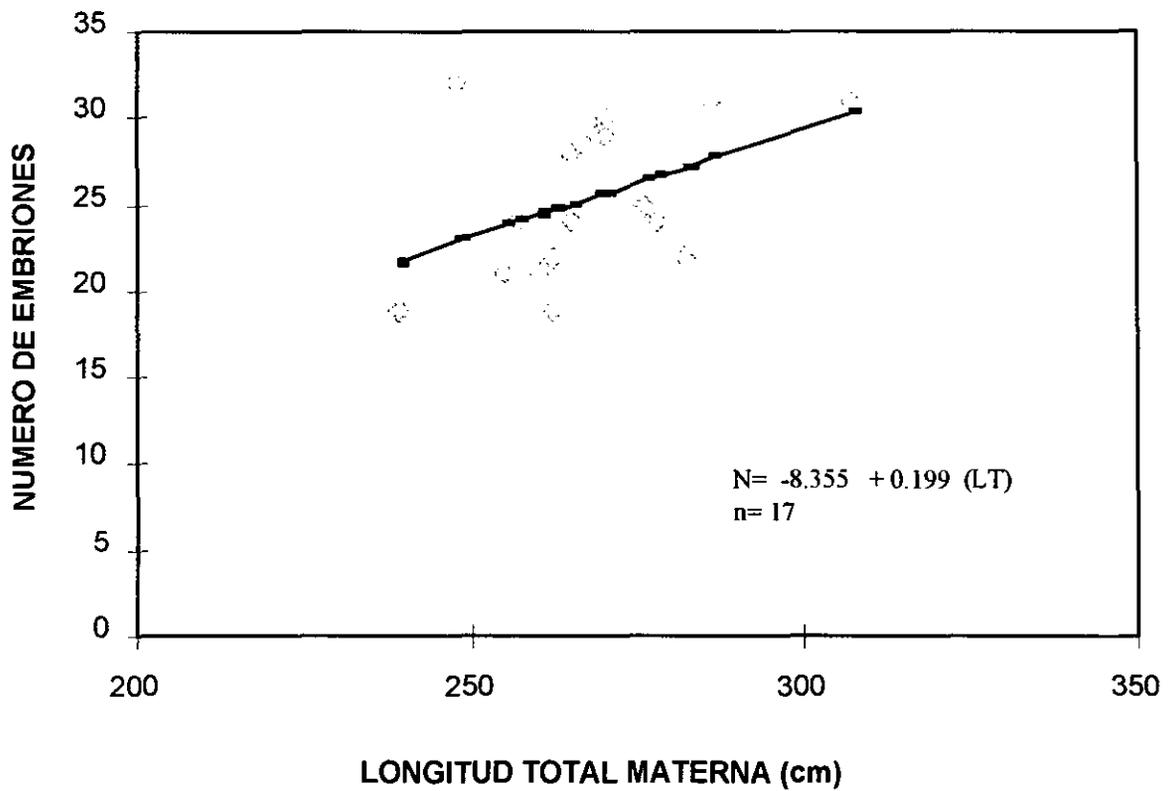


Figura 10. Relación entre la fecundidad (número embriones) y la LT de hembras de *Sphyrna de lewini*.

Ciclo reproductivo

Hembras

A partir del examen interno de las hembras grávidas de la zona A, se estableció el crecimiento mensual de ovocitos y embriones. Las hembras fueron registradas a partir de mayo, mes en el cual los embriones se encontraban en la fase final de su desarrollo, siendo copias exactas de la madre, con un promedio de 45.5 cm LT. En junio se detectó el mayor promedio de 47 cm LT (Fig. 11a), en julio no hubo registros de hembras grávidas y por el contrario los neonatos se capturaron en una zona costera poco profunda de la misma región. La mínima talla de neonatos fue de 41 cm LT, por lo que la talla de nacimiento para la zona central del Golfo de California se estima entre 41 y 47 cm LT.

En septiembre se vuelven a tener registros, en este caso dos hembras grávidas de 250 y 253 cm de LT, con una longitud promedio de los embriones de 10.3 y 1 cm, respectivamente.

El crecimiento de los ovocitos ocurrió a la par con el de los embriones, los cuales alcanzaron diámetros de hasta 22 mm durante mayo y junio, siendo liberados del ovario entre julio y agosto, encontrándose ovocitos en el oviducto con diámetros de 23 mm (Fig. 11b). En las hembras de septiembre y octubre los ovocitos presentaron diámetros promedio de 11.5 y 12.5 mm, respectivamente.

En la zona de captura de Teacapán se registraron en junio y julio tallas embrionarias promedio de 47 cm LT, el nacimiento en esta zona se observó durante estos meses. En Bahía Almejas sólo se registraron 2 hembras grávidas en julio con embriones con una longitud de 44 cm.

La presencia de machos adultos de la zona A (Fig. 12) coincide con las frecuencias altas de hembras en los meses con la mayor temperatura superficial de la zona (mayo y junio), observándose semen al presionar la cintura pélvica. Durante julio y octubre los machos adultos no presentaron semen. Las mayores frecuencias en la zona E de machos y hembras adultos coincide durante junio y julio al registrarse máximas temperaturas promedio a 60 m de profundidad de la zona; la presencia de machos se observó en menor frecuencia durante enero y mayo, y las hembras durante agosto (Figura 13).

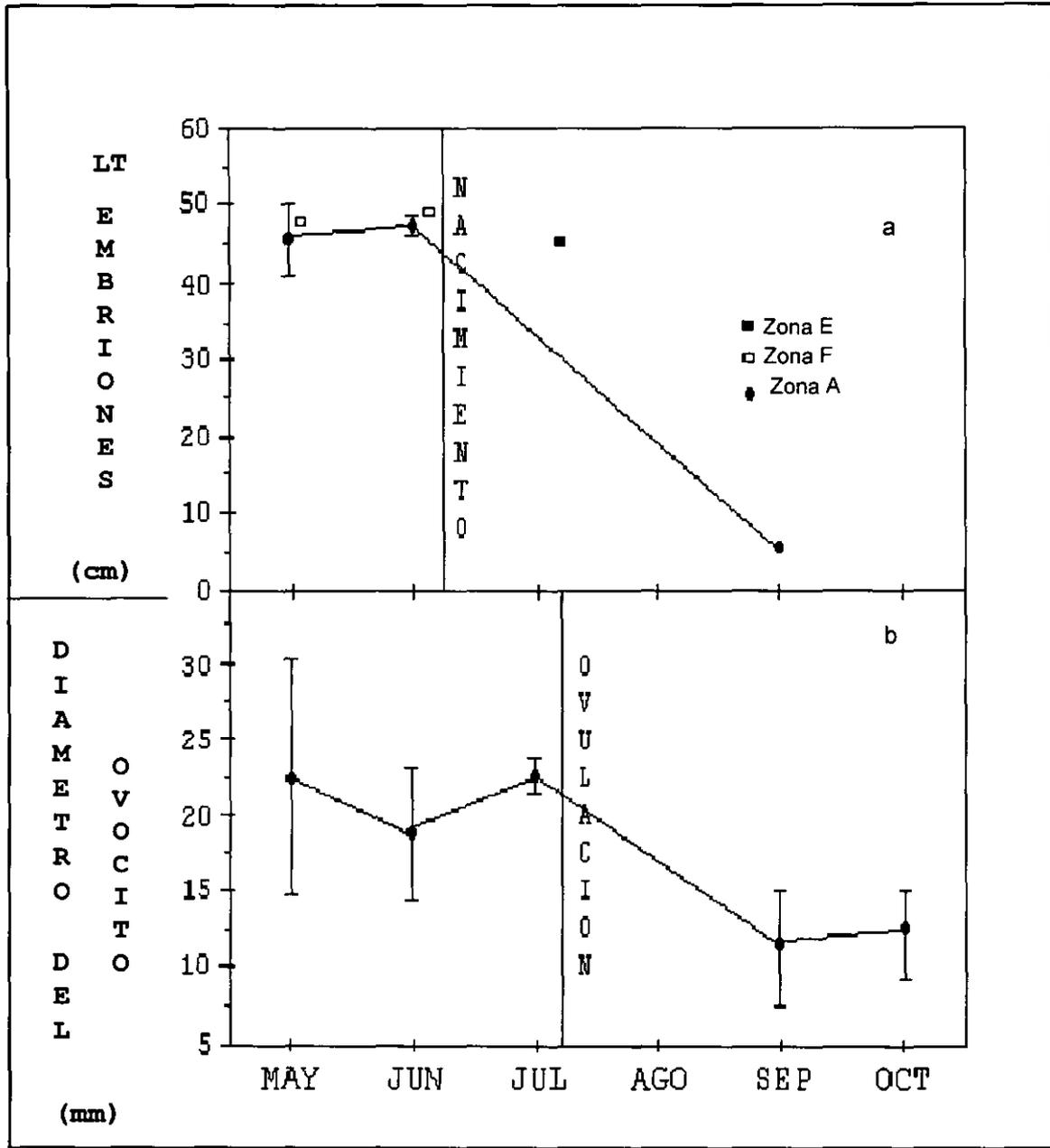


Figura 11. Crecimiento mensual de ovocitos y embriones de la cornuda barrosa en la zona A, indicado por (a) cambios en el diámetro del ovocito de mayor tamaño y (b) promedio de la LT embrionaria.

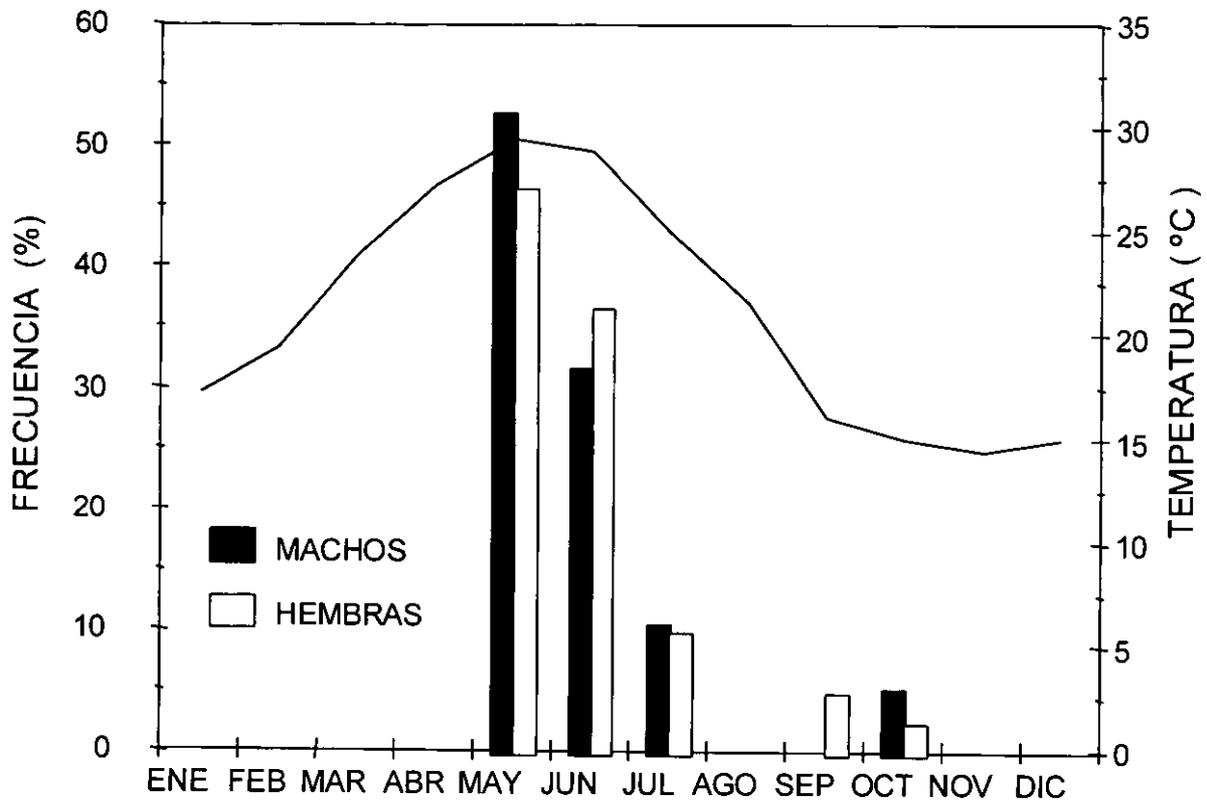


Figura 12. Relación de la temperatura superficial del agua (tomada de Robinson, 1973) con la frecuencia mensual de hembras y machos sexualmente maduros de la región central del Golfo de California.

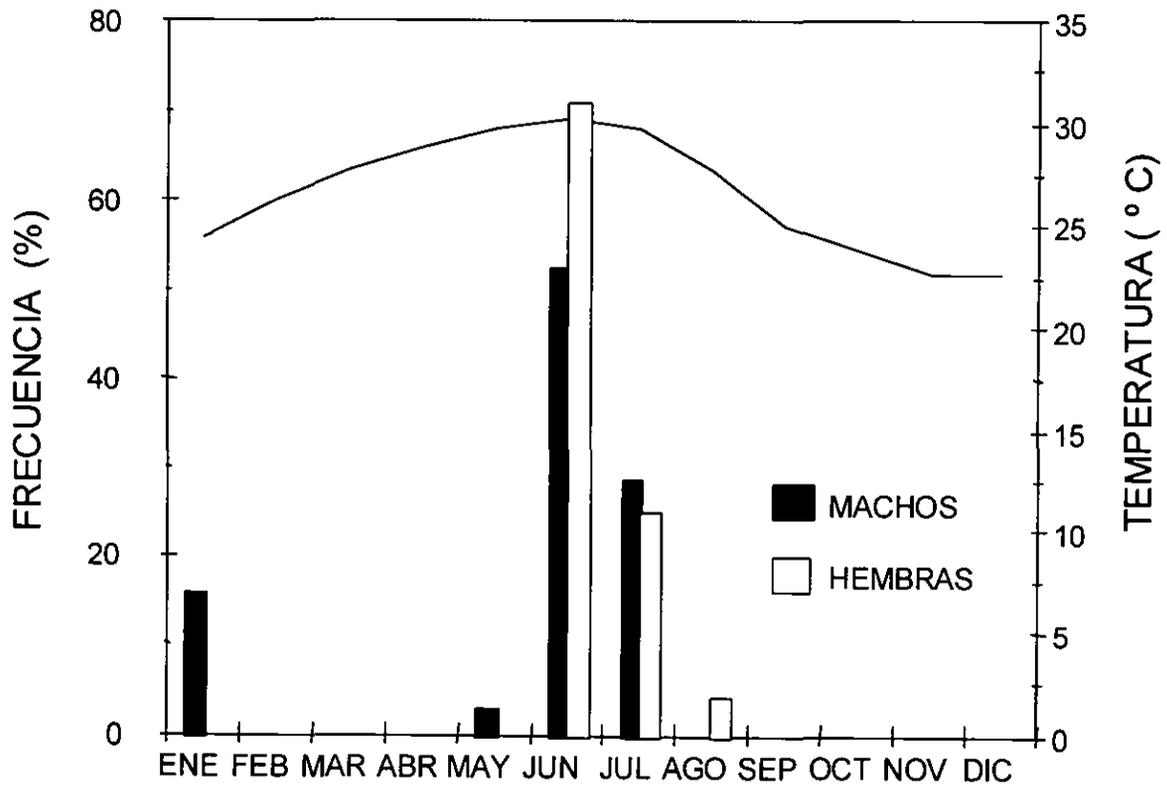


Figura 13. Relación de la temperatura superficial del agua (tomada de Robinson, 1973) con la frecuencia mensual de hembras y machos sexualmente maduros de la región suroriental del Golfo de California.

DISCUSION

Distribución temporal

Los resultados revelan que los organismos juveniles permanecen durante todo el año en aguas costeras del noroeste de México; con mayor abundancia en la costa suroriental del Golfo de California durante otoño e invierno, y en primavera en la costa sur-occidental del golfo y Bahía Almejas. Los neonatos y adultos fueron registrados en primavera y verano en la zona central y suroriental del Golfo de California y en Bahía Almejas.

La captura de neonatos se realizó a principios de verano (junio y julio) con redes agalleras de 3.5", a una profundidad aproximada de 5 m en zonas costeras que no sobrepasan los 20 m de profundidad y con temperaturas entre 26 y 29°C; con excepción de Bahía Almejas en donde las temperaturas entre 20 y 23°C y donde sólo se registraron dos neonatos. Este tipo de redes se utiliza principalmente para capturar mojarra, sierra y liseta, sin embargo, la cornuda barrosa es capturada en grandes números debido a su alta susceptibilidad a las redes por la expansión lateral de la cabeza. De 681 neonatos examinados, el 98.99% correspondió a organismos de la costa oriental del Golfo de California (zona B, C y E) y el resto de la costa sur-occidental del golfo y Bahía Almejas (zona F y G, respectivamente). Las diferencias en la distribución al parecer están relacionadas a las características geográficas y climáticas de cada zona. Por una parte, la costa oriental del golfo presenta en comparación con la costa occidental, una mayor extensión de la plataforma continental, la línea batimétrica de los 60 m se extiende por toda la costa

oriental, mientras que la costa occidental se caracteriza por presentar zonas más profundas. Esto podría ser junto con la alimentación un condicionante de supervivencia de los neonatos. Al igual que estas observaciones, Clarke (1971) menciona que los neonatos de *S. lewini* se distribuyen en Bahía Kaneone, Hawaii, en aguas que no sobrepasan los 19 m de profundidad dentro de la bahía.

En otoño se registró un mínimo porcentaje de neonatos (menos al 1%) en la costa suroriental del golfo, y para invierno y primavera no hubo registro de neonatos en la captura con redes agalleras; sin embargo, los juveniles capturados durante otoño e invierno con cimbras a profundidades entre 50 y 60 m presentaron la marca de la cicatriz umbilical muy difusa, lo cual puede indicar que sólo permanecen en zonas menores a 10 m de profundidad durante un período no superior a 5 meses, para después desplazarse a aguas más profundas, donde las temperaturas se mantienen en un intervalo de 16 y 24°C.

Por otra parte, los juveniles se desplazan a zonas más profundas al presentarse las temperaturas superficiales altas, así tenemos que, los juveniles son capturados entre 45 y 60 m de profundidad en invierno y principios de la primavera en la costa de Sinaloa (zona C y D) cuando las temperaturas se mantienen entre 16 y 21°C, y entre 50 y 100 m de profundidad durante el verano con temperaturas entre 18 y 23°C. Estas abundancias concuerdan con las obtenidas en la costa sur de Sinaloa por Saucedo *et al.* (1983); Rodríguez (1986) y Righetty *et al.* (1990), quienes registran las mayores frecuencias entre invierno y principios de la primavera. Por otra parte, en la Bahía de La Paz los juveniles permanecieron durante todo el año con mayores abundancias durante la primavera cuando las temperaturas superficiales oscilan entre

20 y 24°C. En esta zona Galván *et al.* (1989), han establecido su presencia por fuera de la bahía de primavera a otoño, con mayor abundancia durante el verano; mientras que Klimley (1981) y Klimley *et al.* (1981) reportan a la especie formando grandes cardúmenes durante el verano en Las Arenitas, El Bajo Espíritu Santo e Isla Las Animas. También durante el invierno las mayores abundancias de los juveniles se registraron en la costa sur-occidental del golfo (zona E) en los meses más cálidos (con temperaturas promedio a 60 m de profundidad entre 19 y 24°C), en esta zona Saucedo (1992) registra la presencia de la especie durante todo el año, con una mayor abundancia a finales de otoño.

Con la mayor abundancia de juveniles durante la primavera en la costa sur-occidental del Golfo de California (Bahía de La Paz) y su ausencia en la costa suroriental (zona C y D) durante el período de verano y otoño, se coincide con Díaz *et al.* (1982) en indicar que los movimientos migratorios de la especie son hacia el norte del Golfo. Los cambios en la temperatura superficial del agua se asocian con la entrada al golfo de la corriente de Costa Rica; sugiriéndose al igual que Klimley (1989) en que los organismos que llegan a la costa occidental del golfo están asociados a la entrada de masas de agua caliente del sur y posiblemente se trate de los de la costa oriental.

El menor número de juveniles se registraron en Bahía Almejas (caracterizada por presentar profundidades menores a 30 m), esta baja abundancia de la cornuda barrosa probablemente se deba a las temperaturas bajas de la bahía, ya que Gilbert (1967) y Castro (1996) han determinado que la especie aparentemente no frecuenta aguas frías.

La presencia de los adultos está también influenciada en gran

medida por los cambios estacionales en la temperatura; de tal manera, que las mayores abundancias en la parte central y en la costa suroriental del Golfo de California se registran desde finales de la primavera hasta principios del otoño. La captura de estos organismos en la zona A se realizó con redes de deriva en zonas de hasta 800 m de profundidad y en la zona E con cimbras a 100 m de profundidad. En la zona A cuando la temperatura superficial del agua tiende a incrementarse entre 25 hasta 30°C y al descender las temperaturas por debajo de los 20°C se ausentan de la zona. En la zona E cuando la temperatura promedio a 60 m de profundidad está entre 28 y 30°C. Ambas zonas, una ubicada en la zona templada y la otra en la tropical se mantienen en el mismo intervalo de temperaturas frecuentadas por hembras y machos adultos de *Sphyrna lewini*, por lo que pueden considerarse zonas de expulsión de crías y copulación durante verano.

Composición de tallas y proporción de sexos

Las tallas juveniles de 67 a 121 cm LT fueron las más abundantes y por lo tanto son junto con tallas juveniles de otras especies las que sostienen la pesquería de tiburón en la zona, y en menor abundancia hembras adultas entre 232 y 363 cm LT y machos de 173 a 290 cm LT. La talla media presenta variaciones estacionales, observándose las menores durante verano con 137 cm en hembras y 93 cm en machos de la región central del golfo, y de 70 cm en hembras y 71 cm en machos en la zona sur-occidental del golfo (zona E). Lo anterior a que es la época en la que el número de neonatos es mayor a la de adultos y juveniles, tendiendo a aumentar la talla media en las siguientes estaciones cuando los adultos se alejan de estas zonas, quedando los neonatos y juveniles. Galván et al. (1989) determinaron un incremento de la longitud total promedio de 152 cm en primavera a 241 cm en verano en aguas circundantes a Isla Cerralvo.

Con la tendencia de los neonatos a desplazarse a mayores profundidades al incrementar su talla como fue mencionado anteriormente, se puede suponer que las tallas preadultas (entre 121 y 170 cm LT) que fueron las menos abundantes sobre todo fuera de la época reproductora, deben estar distribuidas en zonas con profundidades mayores a 200 m. Anteriormente esto ha sido señalado por Saucedo *et al.*, (1982) en las costas de Sinaloa, sugiriéndose dos posibles causas: primero, la necesidad de condiciones diferentes para alcanzar la madurez sexual, ya que se trata de tallas en las que se inicia el proceso de maduración y segundo, la distribución de estos organismos en la columna de agua puede ser diferente a las tallas adultas por lo cual no son capturadas. Klimley *et al.* (1993) han determinado que la especie ciertamente realiza movimientos horizontales y verticales, estos últimos en busca de alimentación.

Aproximadamente igual número de machos y hembras nacen en las zonas de nacimiento detectadas (zona central y costa suroriental del Golfo de California). Esta proporción en organismos juveniles se mantiene, a excepción de la zona central del golfo donde la proporción de hembras por macho es mayor. Sin embargo, esto puede deberse a que es una zona de reproducción y las tallas registradas son de hembras preadultas muy próximas a la madurez. Similares datos han registrado Klimley *et al.* (1981) en zonas del golfo como El Bajo Espíritu Santo (3.8:1, hembra por macho), Isla Las Animas (3.1:1) y Las Arenitas (1.16:1). En los adultos la proporción de hembras continua siendo mayor en la región central, esto puede deberse a que efectivamente las hembras son más numerosas que los machos o que posiblemente son más vulnerables a la pesca como lo define Che-Tsung *et al.* (1988), y en esta área muy particularmente a las redes agalleras de deriva. Por el contrario en la costa

suroriental donde se capturó a la especie a mayores profundidades los machos tienden a ser más numerosos, esta proporción aumenta considerablemente por el hecho de que se acercan a la costa fuera del período reproductivo, al igual que en aguas del estado de Chiapas donde también se ha observado la presencia de machos durante el invierno (Villavicencio, com. pers.)¹.

Relación longitud total-peso

La relación longitud-peso encontrada para machos y hembras indica que el crecimiento de ésta especie es isométrico, observándose que a partir de los 135 cm LT, las hembras tienden a ser más pesadas que los machos de similar talla, incrementándose esta diferencia conforme alcanzan tallas mayores. Esto concuerda con Righetty et al. (1990), quienes determinaron un crecimiento isométrico en la zona sur de Sinaloa.

Madurez sexual

Machos

Con los datos de crecimiento de gonopterigios en el Golfo de California se determinó que el proceso de madurez sexual en machos inicia alrededor de los 142 cm LT, alcanzando la madurez a los 173 cm LT. Esto concuerda con Clark et al. (1965) y Klimley (1987) quienes encontraron espermátóforos en los ductos deferentes en machos con tallas de 177 cm en Florida y 163 cm LT en el Golfo de California, respectivamente. Al parecer los machos del Pacífico oriental maduran a una talla menor que en el occidente, donde la talla de primera madurez ha sido establecida por Che-Tsung et al. (1988) en 198 cm LT.

¹Carlos J. Villavicencio-Garayzar. Lab. Elasmobranquios, UABCS.
e-mail: cvilla@calafia.uabcs.mx

Hembras

Las hembras examinadas a partir de los 212 cm LT presentaron ovarios desarrollados, observándose que no es sino hasta los 232 cm LT cuando las hembras ovulan. Al parecer las características del hábitat influyen de manera diferente en las hembras, ya que a diferencia de los machos, las hembras del Pacífico oriental alcanzan la madurez a mayor talla que en el Pacífico occidental. Che-Tsung et al. (1988) determinaron la talla de primera madurez en 212 cm LT. Asimismo Bass et al. (1975) reportan hembras inmaduras de 212 cm LT en la costa este de Sudáfrica.

Fecundidad

La cornuda barrosa es una especie de fecundidad intermedia (hasta 32 embriones), comparada con otros tiburones de alta fecundidad, que llegan a tener hasta 100 embriones, como *Prionace glauca* (Pratt, 1979) ó hasta 82 embriones como *Galeocerdo cuvier* (Compagno et al., 1995). Sin embargo, es más elevada que las especies del genero *Alopias* que por lo general tienen dos embriones ó él genero *Carcharhinus* cuya fecundidad se mantiene en un intervalo de 1 a 20 embriones (Compagno et al., 1995).

Aparentemente la fecundidad no está relacionada con la talla de la hembra, ya que una de las hembras grávidas de menor talla (248 cm LT) tuvo 32 crías y otra una de mayor talla (307 cm LT) presentó 31 embriones. La mayor fecundidad encontrada en este estudio es menor a la mencionada por Che-Tsung et al. (1988) quienes reportan hasta 38 embriones, ellos también obtienen un coeficiente de determinación muy bajo que indica que no existe relación entre la longitud total de las hembras y el número de embriones.

Ciclo reproductivo

Durante el período en que se realizó este estudio, las hembras adultas llegaron cada año a zonas específicas para el nacimiento de las crías. Una de estas áreas se localiza en la región central del Golfo de California, en ésta zona las hembras llegaron durante mayo y dieron a luz entre junio y julio, registrándose los neonatos en aguas costeras menos profundas del estado de Sonora. Otra área de nacimiento se localizó en aguas costeras de la región suroriental del Golfo de California, específicamente al sur de Sinaloa, en donde las hembras grávidas se observaron durante junio, a partir de entonces se registró la mayor frecuencia de neonatos. La época de nacimiento para la especie ha sido establecida también en verano por Castro (1996) en aguas de Norteamérica, por Che-Tsung et al. (1988) en Taiwan y Clarke (1971) en Hawaii.

La mayor frecuencia tanto de hembras como de machos sexualmente maduros en la región central y la costa suroriental del Golfo de California coincide con las mayores temperaturas promedio de la profundidad de captura. A medida que la temperatura desciende, los organismos tienden a salir de estas zonas, ausentándose al presentarse las temperaturas más bajas de cada zona, por lo tanto el periodo reproductivo se considera de mayo a julio; cuando tanto hembras como machos se presentan con mayor frecuencia. *Sphyrna lewini* al igual que otros tiburones como *Carcharhinus limbatus*, *Sphyrna zygaena* y *Rhizoprionodon longurio*, utilizan las aguas del noroeste de México como zona de nacimiento y crianza (Saucedo et al., 1982; Anónimo, 1985; Compagno et al. 1995 y Villavicencio-Garayzar, 1996).

Al llegar las hembras adultas a las zonas de nacimiento los embriones se encontraban en la última etapa de su desarrollo, a su

vez en el ovario los ovocitos de mayor diámetro, se preparaban para la ovulación y su posterior fecundación, siendo esto el indicador de un ciclo reproductivo anual. A pesar de que en agosto no se examinaron hembras adultas de la especie, con las 2 hembras observadas durante septiembre y octubre se determinó que durante esta época se realizó la fecundación, iniciándose el crecimiento de embriones y ovocitos para el siguiente ciclo reproductivo. El crecimiento de los embriones y los ovocitos se realizó en aproximadamente 11 meses, siendo liberados estos últimos en el oviducto después del nacimiento. El ciclo anual es registrado en las especies migratorias de tiburones más grandes (Wourms, 1977 y 1981); en la cornuda fue establecido anteriormente por Che-Tsung et al. (1988) en aguas al noreste de Taiwan con un período de gestación de aproximadamente 10 meses y por Branstetter (1987) en 12 meses al noroeste del Golfo de México.

La talla observada de nacimiento, entre 41 y 49 cm LT en este estudio, es muy similar a las encontradas en otras regiones como la reportada por Applegate et al. (1979) entre 40 y 45 cm LT en aguas del Pacífico mexicano, Branstetter (1987) de 49 cm en el noroeste del Golfo de México, Che-Tsung et al. (1988) en 47 cm en aguas al noreste de Taiwan, Compagno et al. (1995) alrededor de 50 cm en el Pacífico Central Oriental y Castro (1996) entre 38 y 45 cm LT en aguas de Norteamérica.

La llegada de los machos ocurre al igual que las hembras en mayo y junio en la zona central y sur-occidental del Golfo de California, respectivamente; sólo durante este período los machos adultos presentan semen en los ductos deferentes y aunque llegan a acercarse a estas zonas durante invierno no tienen almacenado en su interior semen. Asimismo, los neonatos sólo se observan durante el verano, realizando movimientos a aguas más profundas después de

permanecer los primeros 5 meses de vida en aguas poco profundas, para entonces la cicatriz umbilical ha desaparecido quedando solo una marca poco visible a simple vista, considerándose a partir de este momento la etapa juvenil. Durante esta etapa los organismos permanecen durante todo el año en aguas costeras del noroeste de México, presentándose en mayor abundancia en la costa suroriental del Golfo de California durante otoño e invierno. En esta zona realizan movimientos migratorios locales, permaneciendo durante invierno y principios de primavera a profundidades de entre 45 y 60 m y durante verano a profundidades de entre 50 y 100 m, al parecer estos organismos presentan un intervalo de temperatura muy estrecho que determina su distribución ya que en ambos casos la temperatura a estas profundidades se mantiene entre 16 y 24°C.

CONCLUSIONES

Las observaciones sobre la biología reproductiva y la distribución de la cornuda barrosa en el noroeste de México, permiten establecer que:

- Los organismos juveniles permanecen durante todo el año en la parte inferior del Golfo de California, realizando movimientos migratorios durante los meses cálidos a la costa occidental y en los meses fríos a la costa oriental del Golfo de California. Los neonatos y adultos se presentan principalmente en primavera y verano en la parte central y suroriental del Golfo de California y en Bahía Almejas.
- Los movimientos migratorios que realizan los adultos a las zonas de reproducción están también influenciados por los cambios estacionales de la temperatura; de tal manera, que la presencia de estos se observa desde finales de la primavera hasta principios del otoño en la parte central y en la costa suroriental del Golfo de California, con el fin de dar a luz y copular para reiniciar el ciclo reproductivo.

La especie presenta una segregación por tallas, al parecer determinada por características geográficas y climáticas, en donde:

- Los neonatos con tallas entre 41 y 63 cm LT se localizan durante un tiempo no mayor de 5 meses en las

zonas costeras que no sobrepasan los 40 m de profundidad, y con temperaturas entre 26 y 29°C en la costa oriental del Golfo de California.

- La parte inferior del Golfo de California es una zona de cianza de *S. lewini*, en donde los juveniles con tallas entre 70 y 121 cm LT son organismos costeros que se desplazan a profundidades superiores a 60 m, pero siempre en aguas en las que se registran un intervalo de temperatura entre 19 y 24°C.

- Los adultos se distribuyen en mayor abundancia en zonas de hasta 800 m de profundidad durante el período reproductivo, realizando movimientos migratorios a estas zonas durante las estaciones cálidas del año.

- Las tallas juveniles de 67 a 121 cm LT son las más abundantes y en menor abundancia las hembras entre 232 y 363 cm LT, y los machos de 173 a 290 cm LT. A diferencia de los machos, las adquieren mayores longitudes y un mayor peso a partir de los 135 cm LT.
- Los machos alcanzan la madurez sexual a partir de los 173 cm LT y la menor talla observada de una hembra adulta fue de 232 cm LT.
- Aproximadamente un igual número de machos y hembras nacen en el Golfo de California, manteniendose esta proporción en organismos juveniles. Esta proporción cambia en adultos, cuando las hembras tienden a ser mayores durante la época reproductiva en la región central y menores en la costa suroriental del Golfo de

California.

- La especie presenta un ciclo reproductivo anual con un período de gestación de 11 meses, una fecundidad máxima de 32 embriones y una talla de nacimiento entre 41 y 49 cm LT en el Golfo de California.

RECOMENDACIONES

Debe considerarse necesario continuar la investigación sobre la pesquería y biología de *Sphyrna lewini*, considerada la especie de tiburón más abundante y explotada dentro de la pesca comercial de esta zona, con el propósito de ampliar la información acerca de la abundancia relativa de las zonas de captura tanto de neonatos, juveniles y adultos, para determinar el grado de explotación. La distribución espacio-temporal en la costa occidental del Golfo de California complementaria los conocimientos sobre los movimientos migratorios de esta especie. Adicionalmente, estudios de hábitos alimenticios, edad y crecimiento ayudarían a fortalecer una metodología para un mejor aprovechamiento de esta especie. De igual importancia resultan estudios para otras especies de tiburones que utilizan el Golfo de California como zonas de nacimiento y reproducción durante el verano.

BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ-BORREGO, S.; L. A. GALINDO y A. C. BARRAGAN.** 1975. Características hidroquímicas de Bahía Magdalena B.C.S. *Ciencias Marinas* 2(2):94-110.
- ALVAREZ-BORREGO, S.** 1983. Gulf of California. *En:* B.H. Ketchum. *Ecosystems of the world. Vol. 26, Estuaries and enclosed seas.* Elsevier Publishing Co., New York, 427-449 p.
- ANONIMO.** 1985. Abundancia de algunas especies de tiburón de las Familias Carcharhinidae y Sphyrnidae en la costa del estado de Nayarit. *Secretaria de Pesca.* 38 p.
- APPLEGATE, S. P.; L. ESPINOSA-ARRUBARRENA, L. B. MANCHACA-LOPEZ & F. SOTELO-MACIAS.** 1979. Tiburones Mexicanos. *Subsecretaria de Educación e Investigación Tecnológica, México, D.F.,* 146 p.
- APPLEGATE, S. P.; F. SOTELO-MACIAS & L. ESPINOSA-ARRUBARRENA.** 1993. An overview of mexican shark fisheries, with suggestions for shark conservation in Mexico. *En:* *Conservation biology of Elasmobranchs.* (S. Branstetter, editor), U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 115, 31-37.
- BASS, A. J., J. D. D'AUBREY & N. KISTNASAMY.** 1975. Sharks of the east coast of southern Africa III. The families Carcharhinidae (excluding *Mustelus* and *Carcharhinus*) and Sphyrnidae. *South Afr. Ass. Mar. Biol. Res., Oceanogr. Res.*

Inst., Invest. Rept. No. 38, 100 p.

- BULLIS, H. R., Jr.** 1967. Depth segregations and distribution of sex-maturity groups in the marbled catshark, *Galeus arae*. En: P. W. Gilbert, R. F. Mathewson & D. P. Rall (editores), Sharks, skates and rays, John Hopkins Press, Baltimore. 141-148 p.
- BRANSTETTER, S.** 1987. Age, growth and reproductive biology of the silky shark, *Carcharhinus falciformis*, and the scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini*, from the northwestern Gulf of Mexico. *Envir. Biol. Fish.* (19) 3:161-173.
- BONFIL, R. S.; D. DE ANDA F. & R. MENA A.** 1990. Sharks fisheries in Mexico: The case of Yucatan as an example. En: Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, sistematics and the status of the fisheries (H. L. Pratt, Jr., S. H. Gruber & T. Taniuchi, eds.), U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 90, 427-441 p.
- CASTILLO-GENIZ, J. L.** 1992. Diagnóstico de la pesquería de tiburón en México. Secretaria de Pesca. 72 p.
- CASTRO-AGUIRRE, J. L.** 1967. Contribución al estudio de los tiburones de México. Tesis profesional. Instituto Politécnico, México D. F., 257 p.
- CASTRO, J. I.** 1989. The biology of the golden hammerhead, *Sphyrna tudes*, off Trinidad. *Envir. Biol. Fish.* (24)1:3-11.
- CASTRO, J. I.** 1993. The shark nursery of Bull Bay, South Carolina, with a review of the shark nurseries of the southeastern

coast of the United States. *Envir. Biol. Fish.* 38:37-48.

CASTRO, J. I. 1996. *The Sharks on the North American Waters.* Texas A. & M. Univ. Press, College Station. 180 p.

CLARK, E. & K. VON SCHMIDT. 1965. Sharks of central gulf coast of Florida. *Bull. Mar. Sci.* 15: 13-83.

CLARKE, T. A. 1971. The ecology of the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*, in Hawaii. *Pac. Sci.*, 25(2):133-144.

CHE-TSUNG, C.; L. TZYH-CHANG & J. SHOOU-JENG. 1988. Notes on reproduction in the scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini*, in northeastern Taiwan waters. *Fish. Bull.*, 86(2):389-393.

COMPAGNO, L. J. V. 1984. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. Part II, Carchariniformes. *FAO Fish Synop.*, (125) 4:251-665.

COMPAGNO, L. J. V. 1990. Sharks exploitation and conservation. *En: Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics and the status of the fisheries* (H. L. Pratt, Jr., S. H. Gruber, and T. Taniuchi, eds.), U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS, 90, 427-441 p.

COMPAGNO, L.J.V.; F. KRUPP & W. SCHNEIDER. 1995. Tiburones. *En: Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental* (W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter and V. H. Niem, eds.), Vol. II: 648-743 p.

DANIEL, W. W. 1983. *Bioestadística: Base para el análisis de las*

Ciencias de la Salud. Edit. Limusa, México. 485 p.

DE LA LANZA, G. E. 1991. Oceanografía de mares mexicanos. AGT editor. México. 525 p.

DIAZ, R., X. TENCATL & E. ZUÑIGA. 1982. Variación estacional de los tiburones en la región de Teacapán, México. V Congr. de Zool., Mazatlán, México.

GALVAN-MAGAÑA, F., H. J. NIENHUIS & A.P. KLIMLEY. 1989. Seasonal abundance and feeding habits of sharks of the lower Gulf of California, Mexico. Calif. Fish and Game, 75(2):74-84.

GILBERT, C. R. 1967. A taxonomic synopsis of the hammerhead sharks Family Sphyrnidae) En: Sharks, skates and rays (P.W. Gilbert, R. F. Mathewson and D. P. Rall, eds) John Hopkins Press, Baltimore. 69-77 p.

GILBERT, C. R. 1967. A revision of the hammerhead sharks (Family Sphyrnidae) Proc. U.S. Nat. Mus., 119 (3539):1-88.

HERNANDEZ-CARVALLO, A. 1967. Observations on the hammerhead sharks (*Sphyrna*) in waters near Mazatlan, Sinaloa, Mexico. En: Sharks, skates and rays (P.W. Gilbert, R. F. Mathewson and D. P. Rall, eds) John Hopkins Press, Baltimore. 79-84 p.

HERNANDEZ-CARVALLO, A. 1976. La pesquería del tiburón en México. Técnica Pesquera, 99:9-12.

HOLDEN, M. J. 1974. Problems in the rational exploitation of elasmobranch populations and some suggested solutions. En: F. R. Harden Jones (editor), Sea fisheries research, J. Willey

and Sons, N. Y., 117-137 p.

INEGI. 1996. Anuario Estadístico Pesquero 1995. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, D. F. INEGI.

_____. 1997. Biossa: Boletín de información oportuna del sector alimentario. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. No. 141.

KLIMLEY, A. P. 1981. Grouping behavior in the scalloped hammerhead. *Oceanus*, 24(4): 65-71.

KLIMLEY, A. P. 1982. Social organization of schools of the scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini* (Griffith and Smith), in the Gulf of California. Doctoral Dissertation, University of California, San Diego, La Jolla, 341 p.

KLIMLEY, A. P. 1987. The determinants of sexual segregation in the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*. *Envir. Biol. Fish.*, 18(1): 27-40.

KLIMLEY, A. P. 1989. Los determinantes ambientales de los movimientos de un tiburón pelágico. Resumen de los estudios del crucero al Golfo de California. (manuscrito) 30 p.

KLIMLEY, A. P., I. CABRERA-MANCILLA & L. CASTILLO-GENIZ. 1993. Descripción de los movimientos horizontales y verticales del tiburón martillo *Sphyrna lewini*, del sur del Golfo de California, México. *Ciencias Marinas*, 19(1): 95-115.

KLIMLEY, A.P. & D.R. NELSON. 1981. Schooling of the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*, in the Gulf of California.

Fish. Bull., 79(2): 356-360.

LLUCH, D. B. C. 1995. Aspectos reproductivos de la cabrilla arenera, *Paralabrax maculatofaciatus* (Pisces: Serranidae) en Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría en Ciencias. CICIMAR. Instituto Politécnico Nacional, B.C.S. México. 75 p.

PRATT, H.L., Jr. 1979. Reproduction in the blue shark, *Prionace glauca*. Fish. Bull., U.S. 77:445-470.

PRATT, H.L., Jr. 1988. Elasmobranch gonad structure: A description and survey. Copeia (3):719-729.

PRATT, H.L., Jr. and T. OTAKE. 1990. Recommendations for work needed to increase our knowledge of reproduction relative to fishery management. En: Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, sistematics, and the status of the fisheries (H. L. Pratt, Jr., S. H. Gruber, and T. Taniuchi, eds.), U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 90, 509-510 p.

RAMIREZ, E. A. F. 1994. Evaluación preliminar de la pesquería del tiburón su regulación en Baja California. Trabajo para obtener el diplomado en Oceanografía costera. UABC. 42 p.

RICKER, W. E. 1979. Growth rates and models. En: Hoar, W. S.; D. J. Randall y J. R. Brett (eds), Fish Physiology. Vol. 8. Bioenergetics and growth. Academic Press, Inc. Orlando, Florida, USA. Cap. 11:677-743.

RIGHETTY, B.R. & F. J. CASTRO M. 1990. Estudio de algunos aspectos

biológicos pesqueros del tiburón, en la región de Mazatlán, Sinaloa. Memoria para obtener el título de Biólogo Pesquero. Escuela de Ciencias del Mar. U.A.S. 77 p.

ROBINSON, M. K. 1973. Atlas of monthly mean sea surface and subsurface temperatures in the Gulf of California, Mexico. San Diego Soc. Nat. Hist., Mem. 5: 1-97.

RODRIGUEZ, H. G. 1986. Contribución al estudio de la pesquería del tiburón en la zona sur del estado de Sinaloa. Memoria para obtener el título de Biólogo Pesquero. Escuela de Ciencias del Mar. U.A.S. 90 p.

SAUCEDO, C. J. B.; G. COLADO U.; J. G. MARTINEZ A.; S. BURGOS Z.; J. G. CHACON C. & J. ESPINOZA F. 1982. Contribución al estudio de la pesquería del tiburón en la zona del estado de Sinaloa. Memoria de Servicio Social. Escuela de Ciencias del Mar. U.A.S. 60 p.

SAUCEDO, C. J. B. 1983. El tiburón: Contribución al estudio de la pesquería de la zona sur de Sinaloa, México. Ciencias del Mar, 2:14-29.

SAUCEDO, C. J. B. 1992. Análisis de la composición específica de la captura comercial de peces (pesca artesanal) en el sur de el estado de Sinaloa. Tesis de Maestría en Ciencias. CICIMAR. Instituto Politécnico Nacional, México, 89 p.

SPRINGER, S. 1967. Social organization of shark populations. En: P. W. Gilbert, R. F. Mathewson, and D. P. Rall (editores), Sharks, skates and rays, John Hopkins Press, Baltimore. 149-174 p.

WOURMS, J. P. 1977. Reproduction and development in chondrichthyan fishes. *Amer. Zool.* 17:379-410.

_____. 1981. Viviparity: The maternal-fetal relationship in fishes. *Ibid.* 21:473-515.

VILLAVICENCIO-GARAYZAR, C. J. 1996. Reproducción de *Carcharhinus obscurus* (Pisces: Carcharhinidae), en el Pacífico nororiental. *Rev. Biol. Trop.*, 44(1):287-289.

ZAR, J. H. 1997. Biostatistical analysis. Third edition. Prentice Hall, Inc. Englewood. Cliffs, New Jersey. 718 p.

ANEXO

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

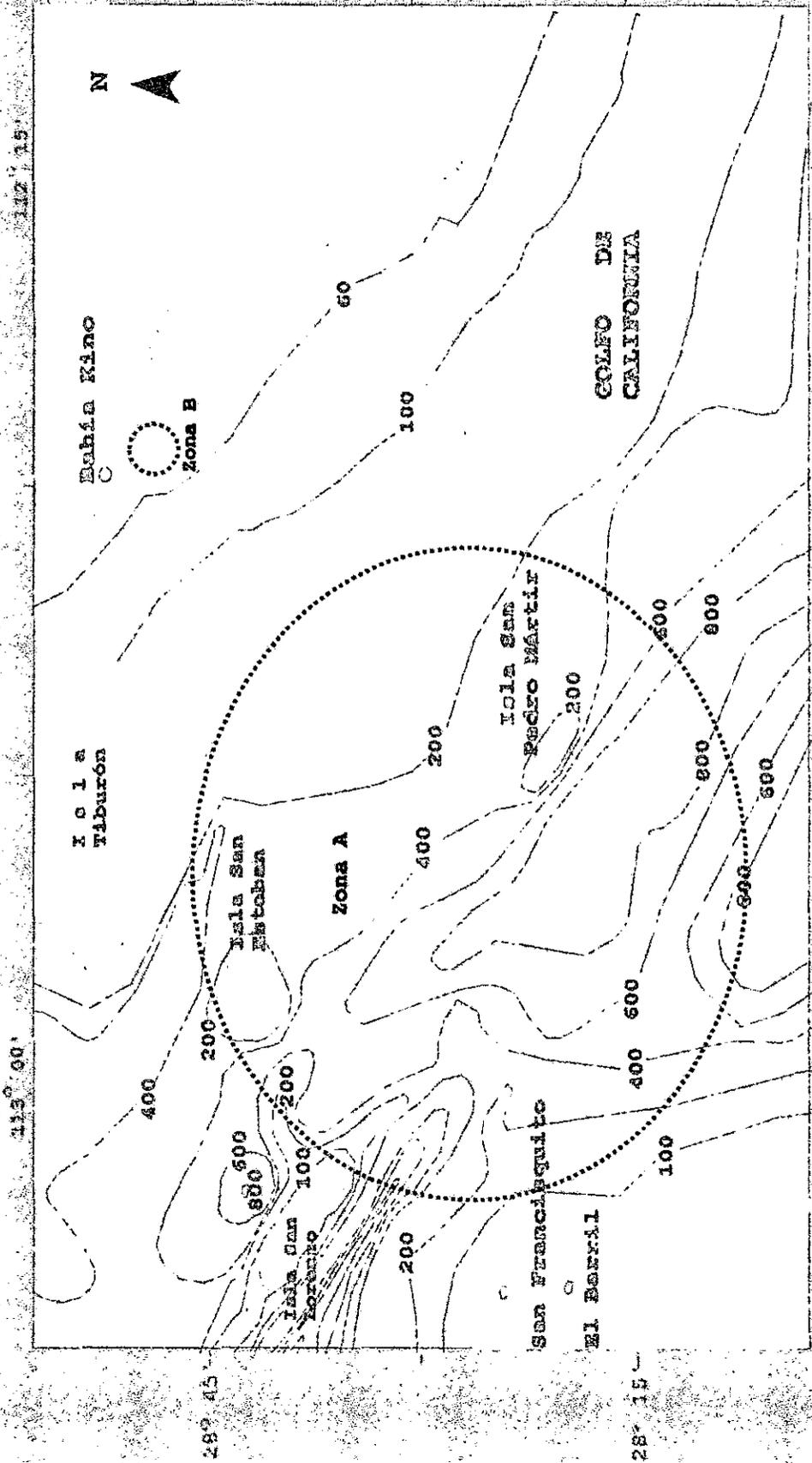


Figura 14. Batimetría de la zona central del Golfo de California. Los círculos indican la zona de captura de los campos pesqueros El Barril y San Franciscoquito (zona A), y Bahía Kino (zona B).

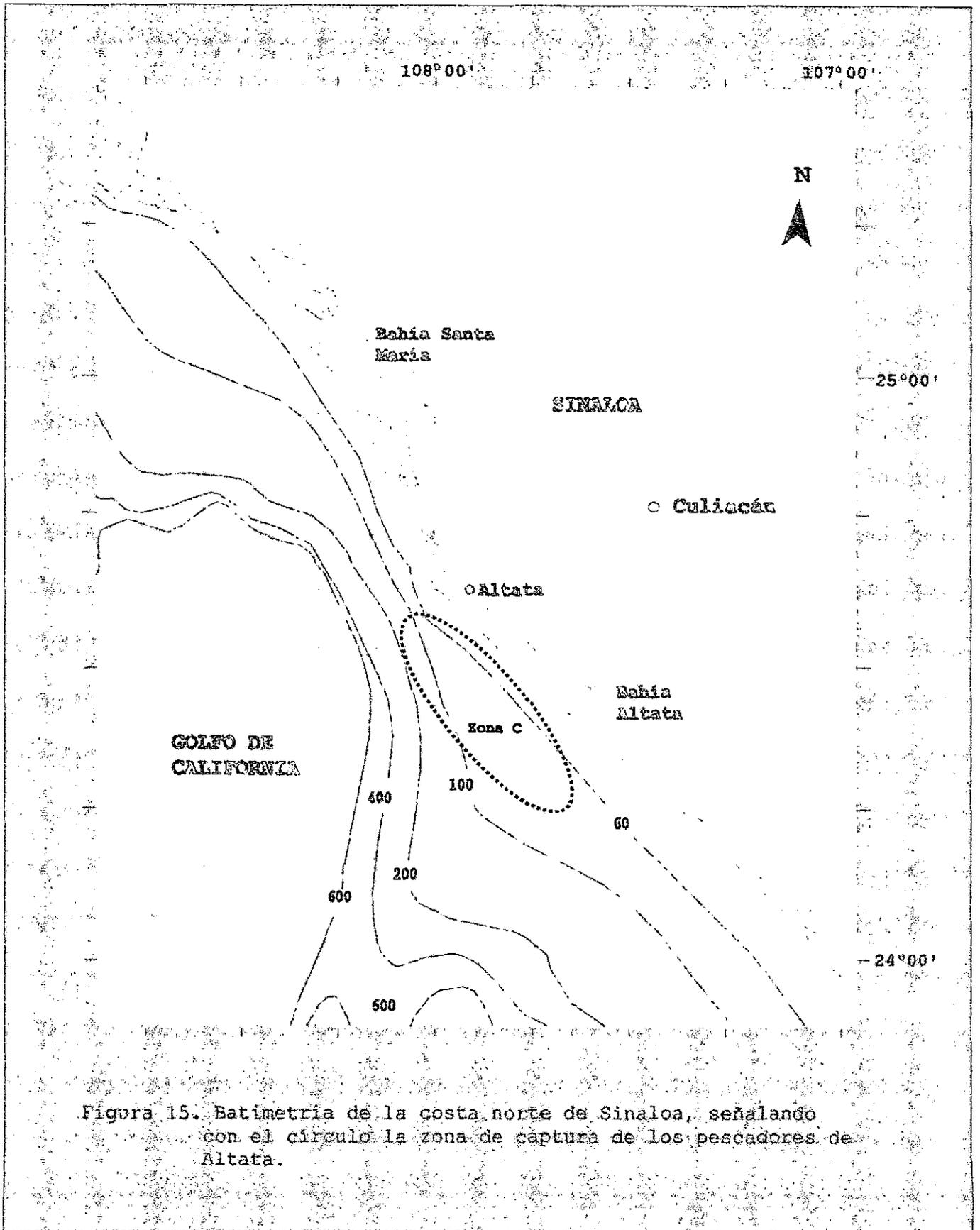


Figura 15. Batimetría de la costa norte de Sinaloa, señalando con el círculo la zona de captura de los pescadores de Altata.

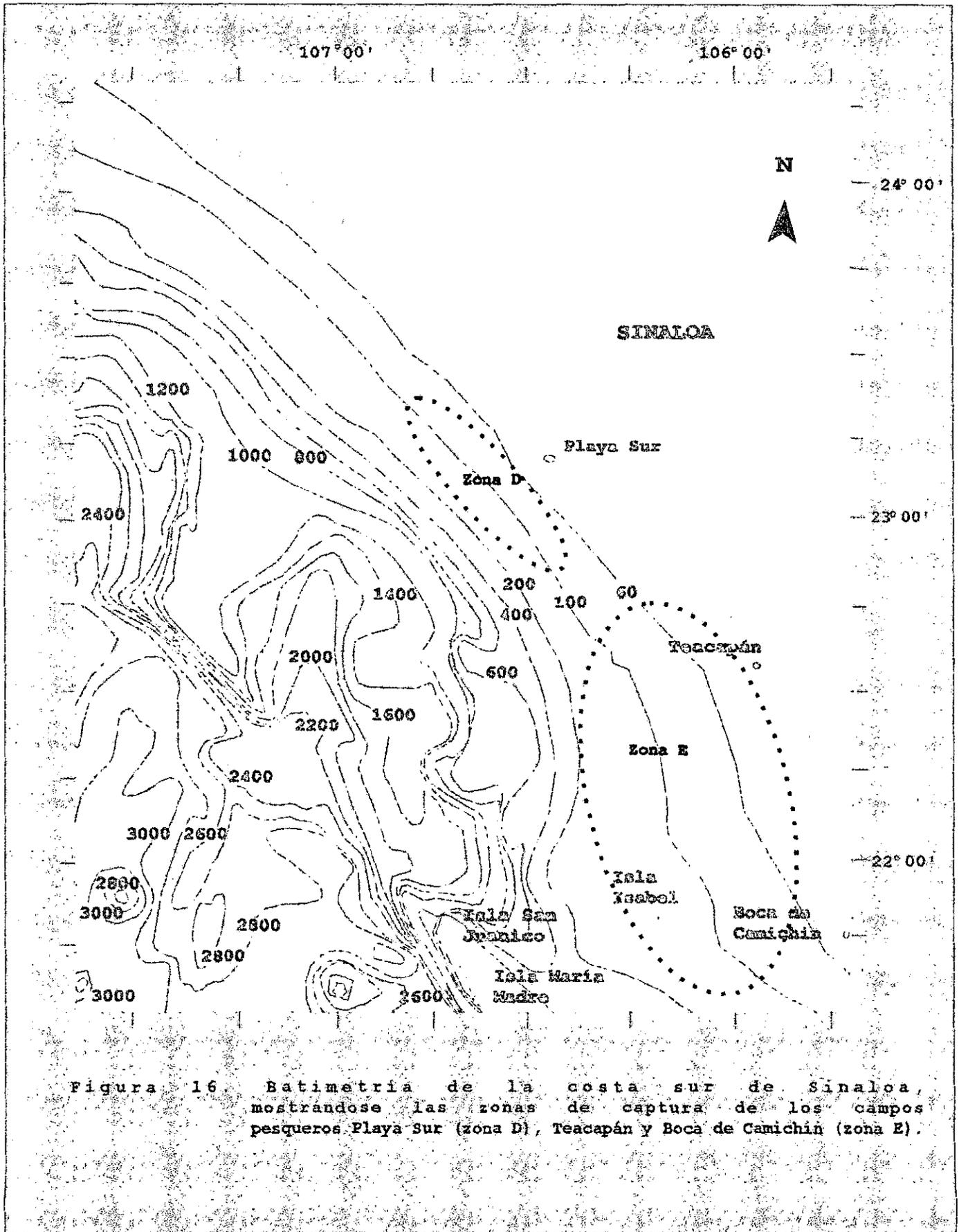


Figura 16 Batimetría de la costa sur de Sinaloa, mostrándose las zonas de captura de los campos pesqueros Playa Sur (zona D), Teacapan y Boca de Camichin (zona E).

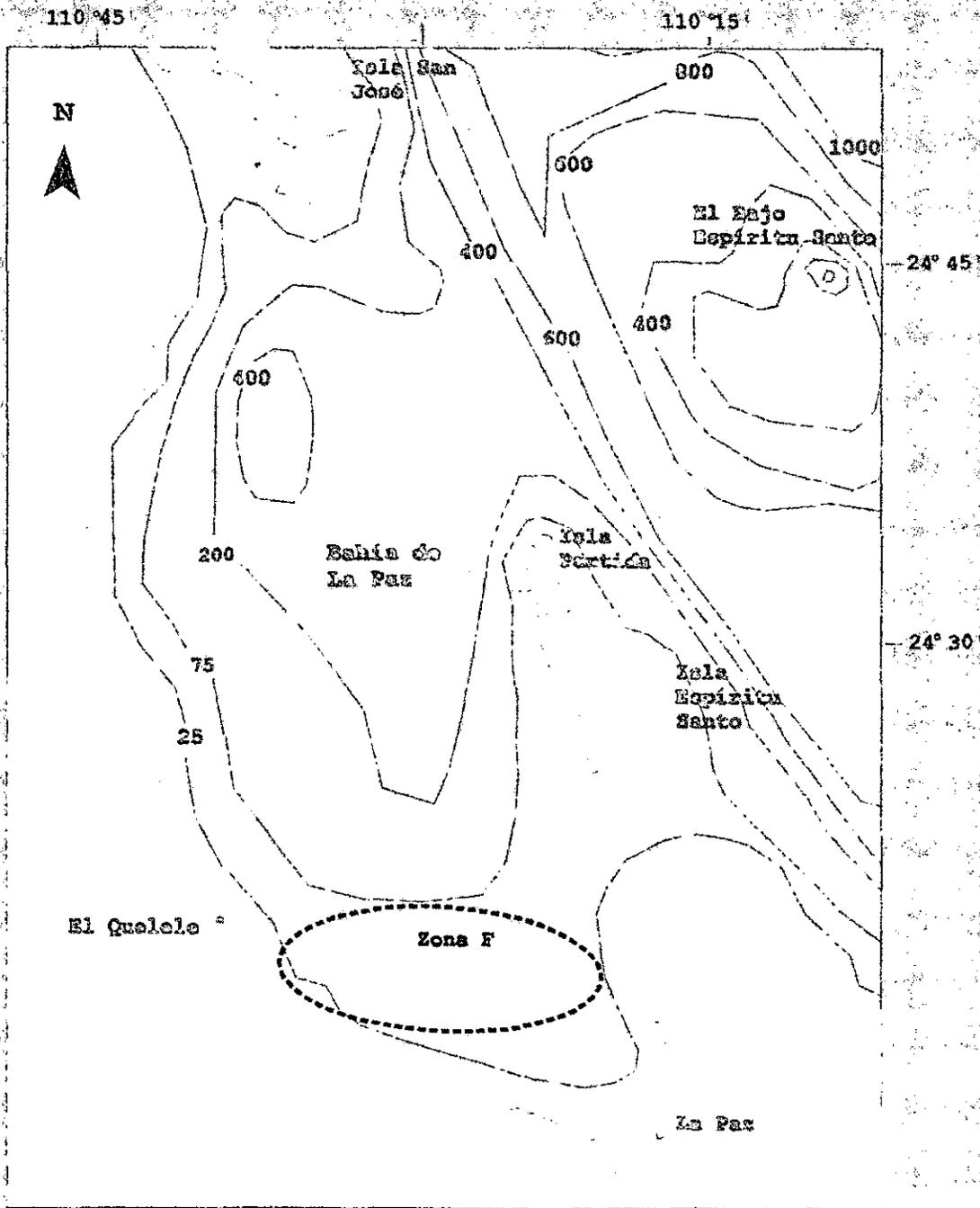


Figura 17: Batimetría de Bahía de La Paz, indicándose con el círculo la zona de captura F.

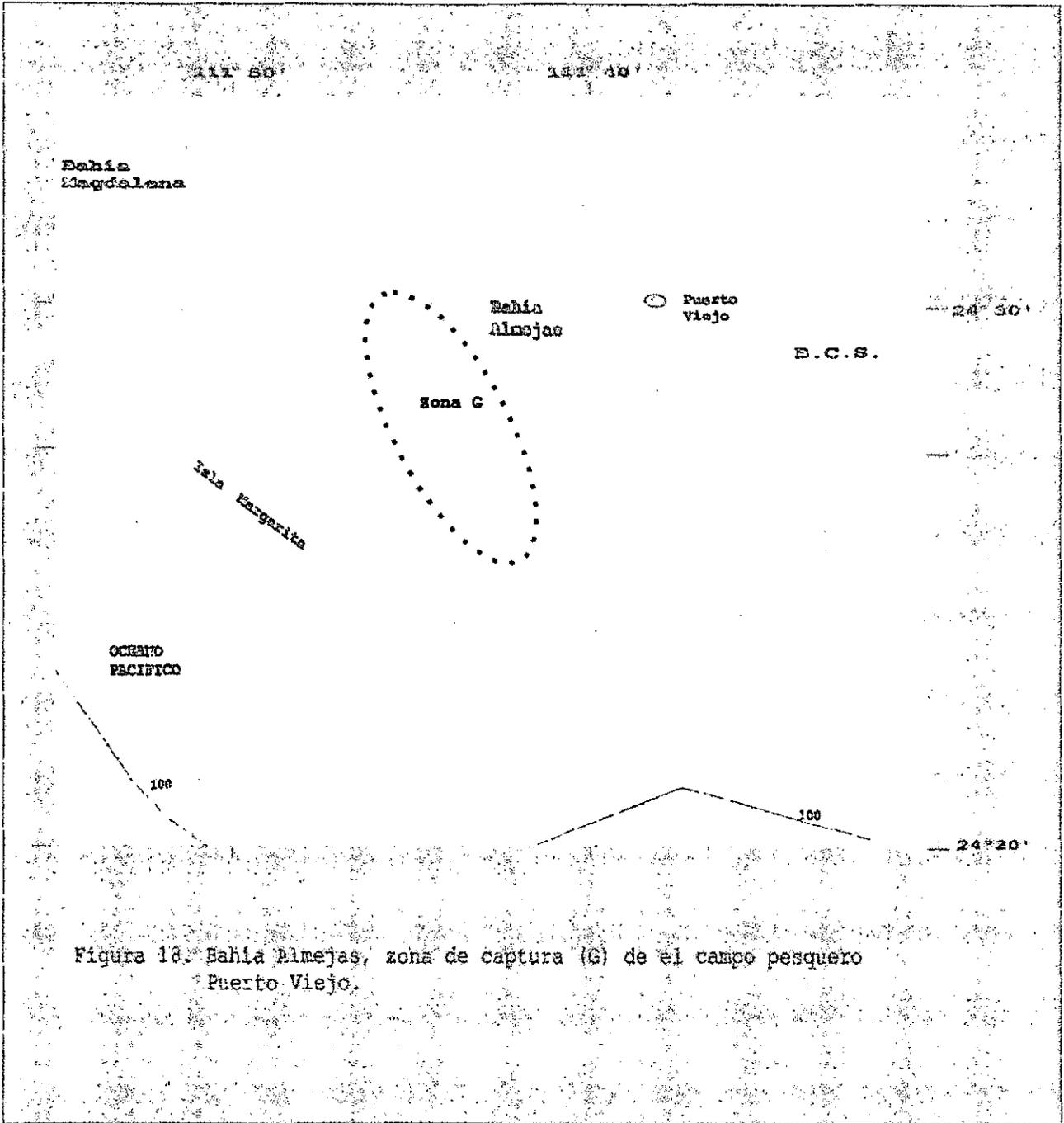


Figura 18. Bahía Almejas, zona de captura (G) de el campo pesquero Puerto Viejo.