

00361
20
20y



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

“BIOLOGIA REPRODUCTIVA, CRECIMIENTO,
MORTALIDAD Y DIAGNOSTICO DE Alopias vulpinus
(TIBURON ZORRO) Y Carcharhinus limbatus (TIBURON
VOLADOR); DE LA BOCA DEL GOLFO DE CALIFORNIA
AL GOLFO DE TEHUANTEPEC.”
(PERIODO 1986 - 1987)

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE
MAESTRIA EN CIENCIAS (BIOLOGIA)
P R E S E N T A :
DAVID MENDIZABAL Y ORIZA
DIRECTOR DE TESIS: DOCTOR EN CIENCIAS CESAR FLORES COTO

MEXICO, D. F.

1995

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 está 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.

AGRADECIMIENTOS

AL JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE: DR. CESAR FLORES COTO
Instituto de Ciencias del Mar y
Limnología
U.N.A.M.

Por la dirección y revisión.

PRIMER VOCAL: DR. ADOLFO GRACIA GASCA

SEGUNDO VOCAL: DR. VIRGILIO ARENAS FUENTES

TERCER VOCAL: M.en C. FAUSTINO ZAVALA GARCIA
Instituto de Ciencias del Mar y
Limnología
U.N.A.M.

SECRETARIO: M.en C. SILVIA TORAL ALMAZAN
Secretaría de Marina
Dirección de Oceanografía

SUPLENTE: M.en C. JONATHAN FRANCO LOPEZ
Depto de Ecología
U.N.A.M. Campus Iztacala

SUPLENTE: DR. JAIME GONZALEZ CANO
Instituto Nacional de la Pesca
Secretaría del Medio Ambiente,
Recursos Naturales y Pesca.

Por la asesoría y revisión.

AL INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA POR LAS FACILIDADES PARA
EL TRABAJO DE CAMPO, LABORATORIO, PROCESAMIENTO Y
PRESENTACION DE LA INFORMACIÓN

AL L.A.R.M. FERNANDO MARQUEZ FARIAS POR SU AYUDA EN EL
PROCESAMIENTO Y PRESENTACION DE LA INFORMACION

AL M.EN C. RAFAEL VELEZ MARIN POR SU APORTACION
BIBLIOGRAFICA Y RECOMENDACIONES

AL TEC. PESQ. JAVIER VALDEZ FLORES POR SU APOYO EN EL
TRABAJO DE CAMPO

A MIS PADRES

Y

A MIS HERMANOS

POR SU CONSTANTE ESTIMULO

Y APOYO EN MI SUPERACION ACADEMICA

CON

CARIÑO, ADMIRACION Y RESPETO

A OFELIA

Y

A MIS HIJOS

CON

AMOR

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	1
INTRODUCCION	3
ANTECEDENTES	6
OBJETIVOS	11
AREA DE ESTUDIO	12
TAXONOMIA	16
MATERIALES Y METODOS	17
RESULTADOS	23
<u>Tiburón zorro</u>	
- Distribución de las hembras grávidas	23
- Fecundidad y crecimiento del embrión	24
- Proporción de preñez	25
- Período de nacimiento	25
- Período de apareamiento	26
- Edad y crecimiento	27
- Mortalidad y tasa de explotación	27
- Diagnósis de la población y natalidad	28
<u>Tiburón volador</u>	
- Distribución de las hembras grávidas	29
- Fecundidad y crecimiento del embrión	30
- Proporción de preñez	31
- Período de nacimiento	31
- Período de apareamiento	32
- Edad y crecimiento	33
- Mortalidad y tasa de explotación	33
- Diagnósis de la población y natalidad	34
DISCUSION	
- Tiburón zorro	36
- Tiburón volador	39
- General	42
CONCLUSIONES	45
LITERATURA CITADA	49
TABLAS	55
FIGURAS	82
FOTOGRAFIAS	122

RESUMEN

Se realizaron seis cruceros de pesca con un total de 137 lances durante un ciclo anual de septiembre-octubre de 1986 a julio-agosto de 1987 desde la boca del Golfo de California al Golfo de Tehuantepec, a bordo de un barco palangrero de 120 toneladas de bodega, con 1376 anzuelos promedio por lance de captura (día de pesca). Se determinó la profundidad y temperatura de la termoclina durante 115 lances, se tomó la posición geográfica del calado de cada lance, capturándose : 4494 ejemplares de Alopias vulpinus, tiburón zorro midiéndose al azar la longitud furcal de 2406, 2639 ejemplares de Carcharhinus limbatus, tiburón volador midiéndose la longitud furcal de 695. Aproximadamente un 10% de los ejemplares medidos fueron seleccionados para un muestreo biológico.

El tiburón zorro presentó la mayor abundancia de hembras preñadas de octubre de 1986 a marzo de 1987 entre Manzanillo y la boca del Golfo de California, particularmente al frente y norte de Mazatlán. La fecundidad fue de dos embriones por hembra preñada y se observaron desde 140 a 200 cm. El principal período de apareamiento corresponde al período posterior a su reproducción de noviembre a abril. El apareamiento se inicia entre 120 y 140 cm, el crecimiento del embrión indica un ritmo acelerado en las últimas semanas de su desarrollo de 65 a 80 cm cuando alcanzan pesos de 4 a 6 kg, su relación peso-longitud correspondió a un modelo exponencial $P = bL^a$ donde $a = 0.185534$ y $b = 0.042838$. El período de reproducción inicia en noviembre hasta abril. Este lapso de tiempo corresponde a la máxima abundancia de hembras preñadas, presentándose la menor temperatura.

Los parámetros de la ecuación del crecimiento son: en longitud furcal infinita 220 cm, coeficiente del crecimiento k de 0.213, tiempo cero de -2.190 y peso entero infinito de 141.5 kg. Comienzan a madurar a una edad de 2 años y a reproducirse a los 3 años alcanzando el 50% de preñez en talla entre los 4 años y los 4.5 años. Respecto a la biomasa máxima en el estado actual de explotación o edad de maduración

masiva. La población (1986-1987) se encuentra en fase de sobreexplotación. Las hembras con coeficiente de mortalidad natural (M_0) de 0.352, pesca (F) de 1.197, factor de capturabilidad de 0.07327, reducción de la natalidad en 66%, esfuerzo de pesca (f) de 16.5 barcos palangreros y tasa de explotación (E) de 0.4159 de la población total.

El tiburón volador presentó la mayor abundancia de hembras preñadas de mayo a junio de 1987 entre Zihuatanejo y el Golfo de Tehuantepec, particularmente al frente y sur de Salina Cruz; la fecundidad fue de 2 a 12 embriones por hembra preñada y se observaron desde 130 a 180 cm. El principal período de apareamiento corresponde con los mayores porcentajes de madurez gonádica avanzada, así como al período posterior a su reproducción de mayo a agosto, el apareamiento comprende a las tallas de reproducción, el crecimiento del embrión indica un ritmo acelerado en las últimas etapas de su desarrollo de 56 a 68 cm cuando alcanzan pesos de 1.0 a 2.7 kg, su relación peso-longitud correspondió a un modelo exponencial $P = bL^a$, donde $a = 0.111334$ y $b = 0.041462$. El principal período de reproducción corresponde de mayo a agosto, este período de máxima abundancia de hembras preñadas corresponde con el de mayor temperatura.

Los parámetros del crecimiento son: en longitud furcal infinita 210 cm, coeficiente del crecimiento k de 0.235, tiempo cero de -1.970 y peso entero infinito de 100.7 kg. Los juveniles comienzan a madurar y a reproducirse a partir de los 2 años de edad alcanzando el 50% de preñez en tallas entre los 3 años y los 4 años; respecto a la biomasa máxima en el estado actual de explotación o edad de maduración masiva, la población (1986-1987) se encuentra en fase de sobreexplotación, las hembras con coeficiente de mortalidad natural (M_0) de 0.6401, pesca (F) de 0.2839, factor de capturabilidad de 0.01715, reducción de la natalidad en 60%, esfuerzo de pesca (f) de 16.5 barcos palangreros y tasa de explotación (E) de 0.1853 de la población total.

INTRODUCCION

México es uno de los principales productores de tiburón ocupando el lugar número 5 a nivel mundial (FAO, 1988). A nivel nacional la producción de tiburón ocupa el cuarto lugar de los recursos de escama y el sexto de la pesquería nacional en volumen de captura con un promedio anual de 30,000 toneladas (Castillo, 1990). En el Pacífico Mexicano de 1976 a 1987 fueron capturados en promedio anual 11,500 toneladas de tiburón y 7,000 de cazón (tiburón de menor talla); llegando a su nivel más alto de 1981 a 1982 con 14,800 y 11,100 toneladas respectivamente aportando más del 60 por ciento de la producción nacional (Macías, 1994) (Castillo, op.cit.)

Los barcos palangreros tiburoneros cuentan con capacidad de bodega de 120 a 200 toneladas de 39 a 45 m de eslora y utilizan una línea madre de 90 a 110 km de longitud con 1600 a 2000 anzuelos por día de pesca, el porcentaje de captura es de 7 por ciento en promedio, de acuerdo a Velez et al. (1989). Este tipo de embarcaciones opera por afuera de las 50 millas náuticas de la costa por lo que queda excluida el área del Golfo de California, las principales zonas de pesca corresponden a Bahía Magdalena en Baja California Sur, Norte de Islas Revillagigedo, frente a Mazatlán en la boca del Golfo de California, alrededor de Islas Mariás, al frente y sur de Manzanillo y Golfo de Tehuantepec (Santana, 1988) (Velez, op.cit.). Las especies de mayor captura para la flota de Ensenada, B.C.N. fueron: marlin rayado (Tetrapturus audax), pez vela (Istiophorus platypterus), pez espada (Xiphias gladius), tiburón zorro (Alopias vulpinus), tiburón ojo grande (Alopias superciliosus) y tiburón mako (Isurus oxyrinchus), ocupando los tiburones el 33 por ciento en peso de la captura palangrera (Holt's, 1988). Las especies para la flota de Manzanillo, Colima que cubre el área desde la boca del Golfo de California al Golfo de Tehuantepec fueron: tiburón zorro 45% en peso, pez vela 25%, tiburón volador (Carcharhinus limbatus) 13% y marlin rayado 5%.

En Agosto de 1987 el Diario Oficial de la Federación establece el acuerdo que regula el aprovechamiento de picudos (marlin, pez vela y pez espada) en la zona económica exclusiva del litoral del Océano Pacífico declarando zonas de protección, respetando la franja de 50 millas así como la zona comprendida por el Golfo de California, parte occidental de Baja California Sur, boca del Golfo hasta las Islas Mariás inclusive y Golfo de Tehuantepec; los permisos se expedirán de acuerdo a un esfuerzo de pesca acumulado que no exceda de 6,250,000 anzuelos anuales. Los permisos para la captura de tiburón se han visto afectados debido a la captura multiespecífica quedando recientemente condicionados a realizar pruebas de selectividad mediante el tamaño de la carnada y la profundidad de operación del equipo.

Holts (op.cit.) describe la pesquería de México e indica que el esfuerzo de pesca oceánico anual de 1980 a 1984 fue de 14 barcos palangreros con capacidad de 200 toneladas de bodega que operaron frente a costas de Baja California con puerto base en Ensenada, más 3 que operaron con puerto base en Mazatlán y 1 en Manzanillo; éstos últimos con capacidad de 120 toneladas de bodega.

A partir de 1984 (Secretaría de Pesca, 1987) se otorgan 2 permisos, para 1985 se contaban con 13 barcos, para 1986 con 18 y para 1987 con 15 barcos en operación. Mendizábal et al. (1990a) en su análisis sobre la flota de Manzanillo de 4 embarcaciones de 120 toneladas de bodega, que de 1984 a 1987 descargaron en promedio anual 1300 toneladas llegando a 1670 toneladas de peso eviscerado durante 1986; de 1988 a 1993 solo se realizaron algunos viajes esporádicos anualmente, durante 1994 el barco "Tiburón III" realizó 6 cruceros con un total de 136 días efectivos de pesca.

Entre las experiencias internacionales de historia del manejo de pesquerías que han tenido marcadas disminuciones en abundancia tenemos la pesquería con redes agalleras a la deriva, que se comienza a desarrollar en 1977 con 15 embarcaciones pequeñas frente

a California del Sur mediante la captura del tiburón zorro que para 1979 fue estimulada por la valuable captura de pez espada; utilizando luz de malla que normalmente es de 14 a 16 pulgadas (36 a 41 cm) o de 18 a 22 (46 a 51 cm) con longitud máxima de la red de 1700 m, la captura es abundante en aguas costeras. En 1980 la legislación establece designar un límite para el número de participantes y cantidades de longitud de red utilizada, registrando 200 permisos e iniciándose el programa de monitoreo de la pesquería por parte del National Marine Fisheries Service; en 1982 se cierra la temporada de la pesquería de febrero a abril y se registra la mayor captura de 1059 toneladas de tiburón zorro; en 1985 se determina un fuerte impacto sobre la población disminuyendo la captura por unidad de esfuerzo así como la abundancia de la porción media de la distribución de la frecuencia en talla; cerrando el área de 75 millas náuticas (135 km) de la costa de junio a agosto reduciendo la longitud de red a 500 m por embarcación y prohibiendo la luz de malla por debajo de 14 pulgadas. Finalmente para 1990 se cierra la temporada de mayo por lo que queda prácticamente sin captura el principal período de abundancia que es en primavera (Cailliet y Bedford, 1983) (Holts, op. cit) (Stick, 1990).

La contribución de este trabajo es corroborar de acuerdo a Cailliet (1992) que el análisis demográfico puede ser útil en el manejo de pesquerías de elasmobranquios que requieren de estimaciones válidas de edad, mortalidad y tasas de natalidad, así como información adicional de distribución, abundancia, hábitos y reproducción de la población para producir estimaciones confiables del crecimiento de la población.

ANTECEDENTES

Generales:

Los tiburones de acuerdo a Dingerkus (1987) se encuentran distribuidos virtualmente en todos los océanos, son nadadores activos y llevan a cabo migraciones estacionales siguiendo las corrientes de agua, así como los cambios de temperatura; mucho de su distribución puede ser explicada en términos de temperatura, en el invierno se acercan al ecuador y en el verano se alejan de él.

Stevens (1987) ha publicado una revisión sobre la biología de los tiburones en la que señala que el apareamiento normalmente precede a la ovulación por alrededor de un mes y el esperma es depositado durante este período en la glándula oviducal de la hembra donde la fertilización se lleva a cabo. Esta glándula oviducal secreta una membrana correa de colágeno con forma de envase para el huevo que se reduce a una membrana como celofán que envuelve al embrión en especies vivíparas como en el tiburón volador, contenidos en compartimentos separados en el útero. Los óvulos a los 5 mm de diámetro en reposo se incrementan a 30 ó 40 mm durante la ovulación en especies ovovivíparas, algunos tiburones como los tiburones zorro practican la ovofagia, el primer grupo de embriones sobrevive en la cámara del pseudótero alimentándose de sucesivas hornadas de óvulos que la hembra ovula a través de la gestación, los ovarios recuerdan aquéllos de los peces óseos por contener miles de pequeños óvulos en especies ovíparas los huevos son depositados en el fondo y su eclosión depende de la temperatura del agua. Algunas especies se reproducen todo el año mientras que otras tienen ciclos estacionales con apareamiento, ovulación y nacimiento ocurriendo en ciertos meses. El autor refiere que los tiburones presentan formas de segregación por sexo y tamaño, así los jóvenes recién nacidos ocurren en áreas específicas de criadero, separadas de la población adulta. Algunos realizan extensas migraciones asociadas con sus necesidades reproductivas y requerimientos alimenticios.

Luer y Gilbert (1991) informan que en elasmobranchios con tipo de reproducción ovovivípara o vivípara aplacentaria como en el tiburón zorro, el saco vitelino se absorbe totalmente y los embriones eclosionan dentro del útero en los primeros meses de desarrollo, continuando su crecimiento a través de la ovofagia o ingestión de óvulos, sin tener una conexión maternal directa. En la reproducción vivípara placentaria como en el tiburón volador, la dependencia del vitelo termina muy temprano en el desarrollo, después de lo cual los remanentes del saco vitelino forman una conexión placentaria a la pared uterina de la madre formándose un cordón umbilical que conecta al embrión con el útero, sujetando al embrión y transportándole oxígeno y material nutritivo permitiendo el intercambio de los desperdicios respiratorios a través del sistema sanguíneo maternal. Todas las rayas y algunos tiburones poseen el tipo de reproducción ovípara considerado el más primitivo, consiste en la deposición de huevos sobre el fondo rocoso o coral, no requieren cuidado parental y cuentan con una envoltura correaosa y resistente, la mayoría poseen prolongaciones en forma de espiral.

Springer (1967) indica que en la conducta social de tiburones en las poblaciones con más alto desarrollo, los segmentos de las poblaciones están compuestos por hembras sexualmente maduras, machos sexualmente maduros y tiburones inmaduros de ambos sexos que se encuentran separados durante la mayor parte de su ciclo de vida, cada uno ocupa distintos límites de habitat y posición geográfica; presentan la tendencia de asociarse en grupos de individuos de la misma talla, la segregación de los adultos en cardúmenes de un mismo sexo parecen ser características de poblaciones altamente migratorias.

Las migraciones de acuerdo con Springer (op. cit.) están influenciadas principalmente por cambios estacionales en temperatura del agua, transportándose a lugares específicos o ambientes donde las hembras dan nacimiento a sus jóvenes, libres de tiburones grandes y después a otras áreas específicas donde ocurra el apareamiento. El autor realiza el valor de las áreas de crianza por el hábito de las hembras de

algunas especies de suspender su alimentación en la época de parto dentro de las áreas de crianza hasta liberar sus jóvenes y salir de esa área de baja profundidad; durante la época de apareamiento, los machos sexualmente maduros se presentan agresivos induciendo a la hembra a cooperar, durante el cortejo activo los machos no se alimentan. Mylberg (1987) observa que las jerarquías sociales de los tiburones son altamente dependientes de la talla, esto es, que los individuos pequeños se mueven lejos de los individuos grandes.

Anderson (1990) sugiere que debido a la baja fecundidad, el potencial reproductivo de elasmobranchios parece ser mucho mayor en o cerca del nivel de la población virgen y decrece conforme la población decrece. La mortalidad natural y la longevidad son inversamente proporcionales, consecuentemente como regla general poseen tasas más bajas que la mayoría de los teleosteos.

Walker (1992) describe que la tasa de cambio del tamaño de una población animal depende de la tasa poblacional de mortalidad y su tasa de reproducción, pero para que el tamaño de la población permanezca constante en estado de equilibrio, entonces la tasa de mortalidad debe ser igual a la tasa neta de reproducción y cambian de acuerdo a las variaciones poblacionales en número o biomasa, bajo las menores condiciones extremas, de tal manera que un ajuste a través de una retroalimentación negativa proporciona una regulación densodependiente. Holden (1973) comenta cuando el tamaño de la población es reducida, que decrementos compensatorios en la mortalidad natural pueden resultar en decrementos de predación, canibalismo, competencia o muertes y en incrementos compensatorios que ocurren cuando el alimento está más disponible induciendo madurez temprana, mayor fecundidad y decrementos en la mortalidad fetal. Indica que una pesquería sostenible sería posible si se controla el reclutamiento de acuerdo a la biología de las especies explotadas.

Hoenig y Gruber (1990) señalan que como en la mayoría de los peces la tasa de crecimiento de un tiburón decrece continuamente conforme alcanza mayor edad, su coeficiente de crecimiento "k" tiende a ser de los valores más bajos en comparación con cualquier pez, el crecimiento debe por lo tanto considerarse bastante lento, por lo que existen muchos individuos viejos de lento crecimiento y entonces la producción en biomasa de la población tiende a ser baja.

De acuerdo a Dingerkus (op. cit.) el tiburón volador es considerado como tropical habitando en aguas con temperaturas mayores de 21°C y el tiburón zorro como de aguas templadas con temperaturas entre 10 y 21°C, localizándose frecuentemente en áreas tropicales donde existen especies templadas y frías al mismo tiempo a diferentes profundidades de acuerdo a la temperatura del agua.

Particulares:

A pesar de la importancia pesquera de los tiburones en el país, pocos estudios se han hecho para conocer su biología. Cabe citar los trabajos de movimientos migratorios de tiburón volador en el Pacífico mexicano por Kato et al. (1967) y Castro (1965), sobre taxonomía Applegate et al. (1979), Castro (1967), Hernández (1971) sobre distribución y abundancia Santana (op. cit.), Vélez (op. cit.), Márquez (1991), sobre estadísticas de captura Vélez (op. cit.) y Mendizábal (op. cit.), 1990b. Se carece de información de una serie de aspectos de la biología reproductiva del tiburón zorro y del tiburón volador, que como se mencionó antes, son las especies más importantes de la pesca oceánica de tiburón al sur del Golfo de California.

Es importante citar los trabajos de tiburón volador en el Golfo de México, E.U.A. con respecto a la interpretación de la edad mediante bandas de anillos de crecimiento en vértebras, para la obtención de la edad y crecimiento los de Killam y Parsons (1989), Branstetter y McEachran (1986) y Branstetter (1987); este último incluye relaciones

de la edad con su biología reproductiva. Referente a las áreas de crianza, el de Castro (1993).

De tiburón zorro en aguas de California, E.U.A. sobre crecimiento e interpretación de la edad en vértebras los de Cailliet et al. (1983) y sobre pesquería y biología reproductiva, los de Cailliet y Bedford (op. cit.) y Holts (op. cit.).

OBJETIVOS

General:

Conocer la biología reproductiva y tasas de crecimiento, mortalidad y natalidad de Alopias vulpinus (tiburón zorro) y Carcharhinus limbatus (tiburón volador); obtener el nivel actual de la abundancia de la población y hacer un diagnóstico preliminar de la captura máxima sostenible para recomendar el esfuerzo pesquero y la reglamentación más adecuada.

Particulares:

- Determinar la distribución e índices de abundancia de hembras preñadas.
- Determinar la fecundidad de las hembras y crecimiento de los embriones.
- Calcular la proporción de preñez por talla.
- Identificar el principal período de reproducción (nacimiento).
- Inferir el período de apareamiento.
- Calcular la edad y el crecimiento.
- Calcular la tasa de mortalidad y explotación.
- Obtener el diagnóstico y tasa de natalidad poblacional al nivel actual de captura, selectividad y bajo diferentes esfuerzos de pesca.

AREA DE ESTUDIO

El área de operación de la flota palangrera de Manzanillo comprende desde la boca del Golfo de California al Golfo de Tehuantepec, siendo las principales zonas de pesca alrededor de la boca del Golfo de Tehuantepec, al norte, sur y oeste de Islas Mariás y Golfo de Tehuantepec, por fuera de las 50 millas náuticas de la costa y a profundidades menores de las 2000 brazas del fondo marino, operando el equipo de pesca en la superficie marina a profundidades menores a los 100 metros dentro de la zona fótica y el medio ambiente marino epipelágico (Hedgepeth, 1957).

En la temporalidad de la captura se reconocen tres regiones geográficas; norte de Mazatlán a Puerto Vallarta, del sur de Puerto Vallarta a Acapulco y del sur de Acapulco al Golfo de Tehuantepec. La primera región estuvo bien representada durante todo el periodo anual, la segunda comprendió también todo el periodo anual estando mejor representada durante el cuatrimestre enero-abril y la tercera región bien representada pero solamente durante el cuatrimestre mayo-agosto.

La ubicación geográfica de cada lance de captura se representa para las tres regiones geográficas mediante un vector (flecha), indicando el inicio del lanzamiento del equipo de pesca y el término de éste mediante la punta del vector, que corresponde en este caso a la posición del cobrado del equipo e inicio de los muestreos biológicos o presencia de hembras preñadas y se esquematizan en mapas con una cuadrícula imaginaria de 7 divisiones por cada cinco grados de latitud norte y longitud oeste y poder precisar su abundancia relativa promedio por lance por cada cuadrícula y así detectar su presencia cerca de la costa (Figura 1 a 3d), se presentan todas las regiones en conjunto mostrando el área de estudio para su fácil localización (Figura 3e).

Topografía y batimetría

Rusnak et al. (1964) definen la entrada al Golfo de California como triangular, limitada por la costa de Mazatlán, Sin. y Cabo Corrientes, Jal. y por dos líneas imaginarias que se unen a Cabo San Lucas. La plataforma continental se amplía a 85 km a lo largo de la costa de Sinaloa y Nayarit recortándose frente a Puerto Vallarta, Jal. Los perfiles topográficos del talud varían de mayor a menor de norte a sur, desde 30 km al sur de Topolobampo, Sin. hasta Mazatlán, el talud posee una pendiente moderada entre los 80 y 700 m. Tovilla (1991) señala que al sur de Mazatlán la plataforma continental alcanza su máxima amplitud frente a las Islas Mariás con 82 km y el talud por el lado occidental de éstas desciende abruptamente desde 180 a 2550 m. de profundidad al norte de la depresión de las Tres Mariás que es la más profunda con 4142 m. Existe otra depresión o cuenca al norte de Mazatlán limitada por la isobata de 2800 m. y desde ahí hasta la cuenca de Farallón el talud se interrumpe entre los 720 y 1500 m., cayendo hasta la máxima profundidad. Shepard (1964) indica que el relieve del extremo de la península forma una serie de cañones submarinos desde Punta Pescadero hasta Cabo Falso.

En el Pacífico tropical mexicano de Cabo Corrientes a la frontera con Guatemala, la plataforma continental comenta Flamand (1991) en la parte norte tiene una amplitud de 10 a 15 km., produciéndose ampliaciones de algunos kilómetros en bahías de Manzanillo, Petacalco y frente a Punta Maldonado en Oaxaca donde alcanza 21 km. Lugo (1985) señala que la menor amplitud es de 4 a 6 km. al oriente de Punta Galera en Oaxaca, donde se inicia una ampliación que alcanza hasta 50 km. en el Golfo de Tehuantepec, frente a costas de Chiapas se amplía hasta 80 km. El talud continental con amplitud de 25 a 50 km y profundidad de 2500 a 3000 m es más o menos uniforme, con laderas escarpadas frente a Michoacán y Oaxaca. La trinchera mesoamericana es la región de máxima profundidad del territorio mexicano, paralela al continente se inicia desde Cabo Corrientes hasta Panamá y se divide en dos:

La Trinchera de México a 100 km de la costa de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca terminando frente a Puerto Angel y consta de la fosa de Manzanillo con profundidades máximas de 5122 m., la fosa de Petacalco con isobata de 4500 m, y la fosa de Acapulco con la mayor profundidad al oeste con 5700 m.

La trinchera de Guatemala se inicia frente a Puerto Angel, destacándose la fosa de Tehuantepec donde se alcanza la máxima profundidad de 6493 m.

Cañones submarinos se observan frente a Manzanillo, Bahía de Petacalco, Bahía de Papanoa y Laguna de Coyuca y otros menores frente a la costa de Chiapas. Las islas dentro del área de estudio abarcan la Isla Isabela y el Archipiélago de las Islas Marias formado por la Isla Madre, María Magdalena y María Cleofas frente al estado de Nayarit.

Oceanografía física.

La entrada del Golfo de acuerdo a Cano (1991) es considerada como una zona de mezcla de corrientes; el flujo saliente de la del Golfo de California con agua caliente de 18°C que se encuentra con la Corriente de California que transporta hacia el sur agua fría de 15-20°C a la altura de Cabo San Lucas formando frentes termohalinos. La corriente norecuatorial con agua caliente de 26°C se mezcla en la misma área.

La corriente del Golfo acarrea agua de alta salinidad, la de California de baja salinidad y la Norecuatorial más ligera y fluye sobre las demás formando tres masas de agua.

La corriente de California conforme a Pacheco (1991), de agosto a diciembre no ha alcanzado los 20°N, en enero y febrero fluye hasta los 18°N, y de marzo a junio alcanza los 15°N.

La corriente Norecuatorial inicia en noviembre con máximo en enero y termina en mayo. Cromwell y Bennett (1959) comentan que en ausencia de esta corriente la deriva de superficie adyacente a la costa ocurre hacia el noroeste de los 15° hasta los 20°N, con máximo en Julio.

La corriente costera de Costa Rica penetra al Golfo de Tehuantepec en abril y mayo, en junio y julio llega hasta Cabo Corrientes, alejándose de la costa de agosto a diciembre pasando a introducirse en la corriente norecuatorial.

Provincias biogeográficas.

Castro (1978) relaciona la región zoogeográfica litoral templado-cálido con temperaturas de 10° a 15° C con la provincia californiana y límites de 42°N a 23°N y la región tropical subtropical con temperaturas de 18° a más de 25°C con la provincia panámica y límites de 23°N a 5°S.

TAXONOMIA

Las categorías taxonómicas utilizadas fueron de phylum a superorden, siguiendo la revisión sistemática de Nelson (1984) y de orden a especie, la realizada por Compagno (op. cit.) y Eschmeyer (1983).

Tiburón volador:

Phylum Chordata
Subphylum Vertebrata
Superclase Gnathostomata
Grado Pisces
Clase Chondrichthyes
Subclase Elasmobranchii
Superorden Selachimorpha
Orden Carcharhiniformes
Familia Carcharhinidae
Genero Carcharhinus
Especie Carcharhinus limbatus (Valenciennes, 1839)

Tiburón zorro:

Phylum Chordata
Subphylum Vertebrata
Superclase Gnathostomata
Grado Pisces
Clase Chondrichthyes
Subclase Elasmobranchii
Superorden Selachimorpha
Orden Lamniformes
Familia Alopiidae
Género Alopias
Especie Alopias vulpinus (Bonnaterre, 1788)

MATERIALES Y METODOS

Como parte de los trabajos realizados en el proyecto de pelágicos mayores, actualmente proyecto tiburón en el Centro Regional de Investigación Pesquera en Manzanillo de la Secretaría de Pesca se iniciaron los estudios sobre prospección y pesca explotaria de recursos pesqueros en la zona económica exclusiva del Oceano Pacifico a bordo de un barco palangrero tiburonero "Tiburón II" con fines comerciales con bodega de 120 toneladas y 1600 anzuelos utilizados por día de pesca o lance de captura. Cada campaña correspondió a un viaje comercial a las zonas de captura más productivas en las distintas temporadas anuales, realizando un total anual de seis cruceros organizados en periodos bimestrales pero que en días de pesca efectiva cubrieron un total de 137 y por crucero de 16 a 31 días (Tabla 13). El período estudiado fue organizado en cuatrimestres de septiembre a diciembre y de enero a abril se cubrió el área de Mazatlán y Acapulco, y de mayo a agosto toda el área de estudio hasta el Golfo de Tehuantepec.

Se registraron todos los organismos capturados procurando medir en longitud furcal el mayor número de ejemplares posible sin interrumpir las maniobras de pesca y procesamiento del producto; se separó alrededor del 10% de los ejemplares medidos para realizar un muestreo biológico que consiste en determinar el sexo, peso total mediante un dinamómetro marca DETECTO con capacidad de 200 kg, estado de desarrollo gonádico (madurez gonádica), hembras preñadas y fecundidad (número de embriones por hembra), colectando algunas muestras de gónadas maduras, huevos y embriones congeladas a bordo y preservadas en el laboratorio con formaldehído al 8%.

En cada lance de captura se registraron las posiciones geográficas directamente del puente de mando mediante un navegador por satélite Omega marca FURUNO. La temperatura (°C) y profundidad (m) de la parte superficial de la termoclina se obtuvieron mediante un

batitermógrafo marca CALSICO lanzado al inicio de la deriva del palangre.

En el laboratorio se midió la longitud, peso de los embriones, peso de las gónadas maduras, el tamaño (longitud y ancho), y peso de los óvulos y huevos. Los embriones más grandes se pesaron en una balanza de reloj (DETECTO) con capacidad de 30 kg y los pequeños en una balanza de plato (OHAUS) con capacidad de 2610 g.

Se calculó la relación peso entero (W) y longitud furcal (L) de las hembras grávidas y de los embriones de cada especie con el objeto de comparar si las hembras grávidas son más o menos pesadas con respecto a su talla que todas las hembras de las diferentes fases gonádicas y si los embriones tienen un crecimiento isométrico o alométrico durante su gestación. El índice gonádicosomático nos representa el porcentaje en peso de la gónada en el peso total de la hembra que en los peces óseos se eleva antes de la reproducción.

La distribución y abundancia de las hembras grávidas se presenta, conjuntando cada dos campañas en mapas cuadrículados a modo de cubrir la menor área y detectar cuando las hembras se acercan a la costa con fines de dar nacimiento a sus crías; siete por siete cuadrículas por cada 5 grados de tal forma que si la flecha de cada lance abarcaba una cuadrícula, el número de hembras por crucero se representó en captura promedio de hembras por lance considerando solamente los lances positivos que obtuvieron captura y que nos representaban su presencia en el área.

Determinación de la madurez gonádica y proporción de preñez

La madurez gonádica se determinó empleando el cuadro de clasificación de Finnucane y Collins (1984) para peces. Sin embargo, trabajando con tiburones nunca se encontró la fase I, ni hembras en la fase V (desovadas); por lo que en virtud de estas observaciones y de los registros en la literatura pertinente, principalmente Dodd (1983), Stevens (op. cit.), Parsons (1983) y Olsen (1984), se elaboró un

cuadro de madurez gonádica para tiburones empleado en el presente trabajo, que describe las fases de madurez gonádica (I-IV) y las hembras preñadas (V):

MACHOS		HEMBRAS	
I	<ul style="list-style-type: none"> - CLASPERS CORTOS Y SUAVES. - TESTICULOS DELGADOS SUB-CILINDRICOS E INCOLOROS. - CONDUCTOS DEFERENTES RECTOS. 	I	<ul style="list-style-type: none"> - OVARIO PEQUEÑO LISO E INCOLORO, CON OVIDUCTOS DELGADOS Y RECTOS.
II	<ul style="list-style-type: none"> - CLASPERS CORTOS Y SUAVES. - TESTICULOS CON VASCULARIZACION. - CONDUCTOS DEFERENTES RECTOS. 	II	<ul style="list-style-type: none"> - OVARIO CON MUCHOS FOLICULOS SIN DESARROLLAR (GRANULADO) COLOR PALIDO. - GLANDULA OVIDUCAL Y UTERO NO DIFERENCIADO DEL OVIDUCTO
III	<ul style="list-style-type: none"> - CLASPERS ELONGADOS Y RIGIDOS POR CALCIFICACION. - TESTICULOS DESARROLLADOS, CONDUCTOS DEFERENTES EN ESPIRAL COLOR CREMA. 	III	<ul style="list-style-type: none"> - OVARIO CON FOLICULOS AMARILLETOS HASTA DE 5 MM DE DIAMETRO. - UTERO Y GLANDULA OVIDUCAL EN FORMA DE CORAZON, DIFERENCIADOS POR EL DIAMETRO MAYOR DEL OVIDUCTO.
IV	<ul style="list-style-type: none"> - CLASPERS ELONGADOS Y RIGIDOS POR CALCIFICACION. - TESTICULOS ENGROSADOS, CONDUCTOS DEFERENTES EN ESPIRAL, COLOR CREMA Y VESICULA SEMINAL TURGENTE CON ESPERMA. 	IV	<ul style="list-style-type: none"> - UTERO LARGO Y FLACIDO, GLANDULA OVIDUCAL GRANDE EN FORMA DE CORAZON. - OVARIO CON OVULOS DESARROLLADOS COLOR AMARILLENTO. - T. ZORRO, OVULOS DE 7-10 MM DE DIAMETRO C/S FOLICULOS. - T. VOLADOR, OVULOS DE 30-40 MM, DIAMETRO.
		V	<ul style="list-style-type: none"> - EMBRIONES EN EL UTERO O HUEVOS (OVULOS FERTILIZADOS) EN LA GLANDULA OVIDUCAL (NIDAMENTARIA) O EN EL UTERO.

I.-INMADURO II.-DESARROLLO III.-MADURANDO IV.-MADURO V.-PREÑADA

La proporción de preñez se calcula en base al porcentaje de hembras preñadas sobre el total de las hembras muestreadas por clase de talla a partir de la talla mínima de preñez.

Edad y Crecimiento

Para la determinación de la edad se siguió la metodología aplicada en el trabajo sobre evaluación de recursos pesqueros de Sparre y Venema (1993), que recomiendan el método gráfico de Bhattacharya (1967) como el de menos decisiones subjetivas de entre los métodos indirectos para separación de distribuciones normales de grupos de edad a partir de una distribución compuesta utilizando logaritmos de las frecuencias de talla por crucero bimestral para sexos combinados, obteniendo mediante dicho análisis y selección de los componentes modales, un promedio anual de talla e incrementos por edad para determinar el crecimiento en talla y en peso e integrar la relación peso-longitud en la ecuación y gráfico de Von Bertalanffy (1934) para ambos sexos y por sexos separados, donde $L_t = L_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]$ utilizando la mayor longitud observada L_{∞} . La clave edad-longitud se formuló mediante la ecuación inversa de Von Bertalanffy (op.cit.) separando la frecuencia por clase de acuerdo a la probabilidad de frecuencia de organismos por edad según lo recomendado por Doi (1975), de la misma forma se formularon las correspondientes a los organismos sexados.

Tasa de mortalidad y Explotación

El cálculo de la mortalidad total (Z) se estimó a partir de la clave edad-longitud mediante el método gráfico de curva de captura linealizada mediante logaritmos de la composición por edades, y la mortalidad natural (M_0) utilizando la fórmula de Rikhter y Efanov (1976) con el método de la edad de la maduración masiva que requiere de la frecuencia y del peso medio para calcular la biomasa relativa por edad, definiendo la edad óptima cuando la biomasa de una cohorte es máxima (T_{m50}) donde $M_0 = (1.521/T_{m50}^{0.720}) - 0.155$.

En el análisis de la población virtual se obtiene la mortalidad por pesca (F) por sustracción en $Z = M_0 + F$; los valores de F corresponden al máximo esfuerzo de pesca (f) de 18 y 15 barcos durante 1986 y 1987 respectivamente en el Pacífico mexicano de acuerdo a $F = qf$. La tasa de explotación (E) se calcula substituyendo valores en $E = F/M_0 + F [1 - e^{-(M_0 + F)}]$. La mortalidad natural es considerada constante en todas las clases de edad y la mortalidad por pesca es el producto de la capturabilidad (q), esfuerzo de pesca y selectividad del arte de pesca por edad.

Diagnóstico de la población y natalidad.

Debido a que el tamaño de una población está determinado por el equilibrio entre su mortalidad y su reproducción básicamente, el análisis se determinó en base a la población de hembras.

La selectividad de la captura por edad se calculó en base a la distribución de frecuencias por edad de las hembras en la clave edad-longitud; a partir de la edad de reclutamiento se considera la sobrevivencia de la población (estock) virgen (S_0) y se calcula el número de organismos a la edad anterior, obteniendo la diferencia con el número de capturados a esa edad, se determina el porcentaje de la fracción capturada por edad y así sucesivamente.

La proporción de preñez por talla se convirtió a edad utilizando la ecuación de crecimiento, la fecundidad fue calculada por edad de acuerdo a la regresión lineal en talla asumiendo una tasa reproductiva anual.

La abundancia relativa en número de la población virgen se calcula para las hembras a partir de un número relativo (1000) para la edad uno y de acuerdo al valor de la sobrevivencia (S_0) correspondiente a la mortalidad natural (M_0) según $S_0 = e^{-M_0}$ para las siguientes edades; la frecuencia calculada así para cada edad se multiplica por el valor correspondiente de la proporción de preñez y estas hembras

preñadas por su fecundidad obteniendo el valor de la natalidad por edad y el total de todas las edades. El cálculo de la abundancia de la población actualmente explotada se calcula de la misma manera, incluyendo la fracción capturada por edad con sobrevivencia (S_z) correspondiente a la mortalidad total (Z) y la fracción no capturable con sobrevivencia de la población virgen (S_0). La abundancia bajo diferente esfuerzo de pesca (f) se considera variando la mortalidad por pesca ($F=qf$) según $S_z = e^{-(M_0 + F)}$, calculando la sobrevivencia correspondiente y siguiendo el mismo procesamiento ya descrito.

El análisis entre el equilibrio de la tasa de natalidad y la mortalidad por pesca se determina de acuerdo al análisis de la población virtual anteriormente descrito por Doi (op.cit.) y Doi y Mendizábal (1978), en donde el rendimiento máximo sostenible comunmente es cercano a la mitad de la abundancia de la población virgen (en este análisis corresponde a su natalidad) y nunca por debajo de un tercio.

RESULTADOS

Un total de 4,494 especímenes de Alopias vulpinus, tiburón zorro y de 2,639 de Carcharhinus limbatus, tiburón volador fueron capturados. Para el análisis de talla (longitud furcal), se seleccionaron 2,406 (53.5%) ejemplares del primero y 695 (26.3%) del segundo. De los ejemplares medidos, el 9% de tiburón zorro y el 7% de tiburón volador fueron empleados para determinar su peso, estado de madurez gonádica y preñez, y del total capturado el 40% y el 20% fueron sexados respectivamente.

Se registraron muestreos biológicos del tiburón zorro en 216 machos y 288 hembras de las cuales 125 estaban preñadas (embriones y huevos fértiles). Del tiburón volador: 84 especímenes fueron machos y 96 hembras, 18 de las cuales estaban preñadas.

Alopias vulpinus:

Distribución de las hembras grávidas

El análisis de la distribución de las hembras preñadas se hizo en términos relativos en virtud que no pudo cubrirse toda el área de estudio aún cuando para su análisis los resultados se agruparon por cuatrimestres. La única zona durante los tres cuatrimestres fué la porción norte del área de estudio comprendida desde la boca del Golfo de California hasta la zona frente al puerto de Manzanillo. Por otro lado el único periodo en el que se cubrió toda el área de estudio fué el de mayo-agosto, aunque en la porción media del área frente a Manzanillo solo se realizó un lance (Figuras 1 a 3d).

La mayor abundancia de hembras preñadas ocurrió de octubre de 1986 a marzo de 1987 en la porción norte del área de estudio entre Manzanillo y la boca del Golfo de California, particularmente al frente y norte de Mazatlán (Figura 4a, 4b y Tabla 9a).

La menor abundancia se presentó en el cuatrimestre enero-abril al sur de Manzanillo frente a Zihuatanejo. Durante el cuatrimestre mayo-agosto no se registraron hembras preñadas del sur de Manzanillo al Golfo de Tehuantepec (Figura 4c, 4d).

El análisis de la abundancia de hembras preñadas parece mostrar un ciclo anual en el que la menor abundancia ocurre en el período cálido de mayo a octubre, mostrando un incremento a partir de noviembre que corresponde al inicio del descenso de la temperatura de la termoclina en el área; y la mayor abundancia en el cuatrimestre de enero a abril que es el período de menor temperatura en el área (Tabla 1a, 9a).

Fecundidad y crecimiento del embrión

Se obtuvieron 125 hembras preñadas, con registro de longitud (118 con registro de peso) pero de solo 10 de ellas se hicieron registros del número de embriones (7 de ellas con registro de peso).

La fecundidad fué de dos embriones por camada durante 1986 a 1987, excepto en una hembra con uno solo.

Los embriones de tiburón zorro alcanzan la talla de 15 cm en longitud furcal durante noviembre-diciembre, en julio-agosto 45 cm y nacen con alrededor de 75 cm en septiembre-octubre después de un período probable de 12 meses de gestación, continuando los nacimientos hasta enero-febrero.

La relación peso (P) - longitud (L) de los 8 embriones recolectados, obtuvo una alta correlación ($r^2 = 0.91$) y se ajustó a un modelo exponencial $P = b L^a$ donde $a = 0.185534$, $b = 0.042838$ (Figura 11). El ajuste a un modelo exponencial de los embriones parece indicar un crecimiento acelerado en peso entre 65 y 80 cm cuando alcanzan de 4 a 6 kg (Tabla 6), mediante el ajuste potencial la correlación fue menor ($r^2 = 0.79$).

La proporción de sexos de los embriones fue de 0.6 machos por una hembra. Los juveniles se integran a la población y a la pesquería de marzo a junio a los 85 cm (Figura 6).

Proporción de preñez

Es un índice que refleja el porcentaje de hembras preñadas en la estructura de la población en talla, que muestra valores bajos en las tallas más pequeñas de 140 a 150 cm, incrementándose al 24% de 150 a 160 cm, aumentando al 78% de 160 a 170 cm y proporcionalmente llega al 100% a partir de 190 cm de longitud furcal en adelante (Tabla 10a, Figura 15).

La relación peso(P) - longitud(L) de las hembras grávidas (Figura 13) se ajustó a un modelo potencial $P = aL^b$, como ocurre en la mayoría de los peces en virtud de su crecimiento alométrico donde $a = 0.000056$, $b = 2.72$, $r^2 = 0.99$.

Periodo de nacimiento

La distribución de la abundancia de las hembras preñadas de tiburón zorro a través del período de muestreo en el área de estudio muestra que se reproduce (nace) todo el año; sin embargo, puede establecerse que existe un período máximo que inicia en noviembre y se extiende hasta abril.

Esto puede deducirse de una serie de aspectos concurrentes, como lo es que los embriones más grandes se registraron en septiembre-octubre, en tanto en diciembre aparecen sólo embriones pequeños, lo que podría indicar el inicio de los nacimientos. Otro aspecto es que la proporción de hembras preñadas fue mínimo en noviembre-diciembre, incrementándose hasta marzo-abril, en tanto que aquellas hembras con etapas de madurez III y IV decrecieron del 75% en noviembre-diciembre a un 41% en marzo-abril (Gráfica 8).

Un tercer aspecto es que aunque el número de hembras siempre fue mayor en las áreas menores de 1000 brazas de profundidad, el mayor número de ellas se capturó de noviembre a abril, como se aprecia de los valores de hembras por lance total (h/l) para los cuatrimestres mayo-agosto, septiembre-diciembre y enero-abril fueron para las áreas mayores de 1000 brazas 0.1, 0.2 y 1.2 y para las áreas de menor profundidad 0.8, 1.1 y 1.8 respectivamente (Tabla 11 y 13). Esta metodología ha sido utilizada en pesca palangrera por Miyabe y Bayliff (1987).

El período de máxima reproducción (nacimientos) iniciando en noviembre y continuando hasta abril puede también deducirse de la proporción de tallas (Figura 6). Así, estableciendo la talla de 140 cm como talla mínima de preñez, se tiene que los mayores porcentajes de organismos de estas tallas y más grandes ocurren en noviembre-abril (Tabla 1a y 2a).

La proporción de sexos durante el período de máxima reproducción (enero-abril) fue de dos hembras por macho; la proporción anual fue de 2 hembras por 1 macho (Tabla 5, Figura 9).

Período de apareamiento

El apareamiento o cópula en el tiburón zorro probablemente ocurra cuando los organismos se encuentran en las últimas etapas de madurez gonádica (Fase IV). Los mayores porcentajes de la etapa IV sobre el resto ocurrieron de septiembre-octubre a marzo-abril; durante noviembre-diciembre el número de hembras preñadas (Fase V) disminuye, lo cual corresponde con las observaciones de movimientos migratorios hacia áreas de crianza y con las gónadas maduras de hembras con embriones observadas en el laboratorio (Figura 8, Tabla 8). Por lo que el inicio del principal período ocurra en noviembre-diciembre y continúe hasta marzo-abril.

La talla mínima con estadios de mayor madurez gonádica para machos

y hembras (Fase IV) fue de 120 cm. Por otro lado, la hembra más pequeña con embriones o huevos (Fase V) midió 142 cm. Puede establecerse que las tallas en las que se inicia el apareamiento en el tiburón zorro sean entre 120 y 140 cm en un porcentaje muy bajo (Tabla 3a, 3b).

Edad y crecimiento

La determinación de la edad se ajusta a un método indirecto; se ilustra la distribución de frecuencia por talla para poder elegir con mayor certeza los puntos correspondientes a grupos de edad, cuando no se sujetaba al método o se incrementaba más de lo esperado en talla de una edad a otra, se indicó con una interrogación (Figuras 17 a 19).

Se presentan los promedios anuales en talla de las edades determinadas y sus correspondientes incrementos que se ajustaron a partir del valor de la primera edad para calcular el crecimiento en longitud y en peso de acuerdo a la máxima observada en talla (L_{∞}) de 220 cm L.F. y en peso (W_{∞}) de 141.5 kg (Tabla 14, Figura 23). Las ecuaciones de crecimiento son:

$$L(t) = 220 [1 - e^{-0.213 (t + 2.190)}]$$

$$W(t) = 141.5 [1 - e^{-0.213 (t + 2.190)}]^3$$

La relación potencial peso (W) - longitud (L) de 528 organismos es de $W = 0.0000148L^{2.98}$ con un factor de correlación de 0.98 para ambos sexos.

Mortalidad y Tasa de explotación

La clave edad-longitud se establece por sexo y para ambos sexos en base a la distribución por edades de la frecuencia en talla (Figura 25); la mayor abundancia en frecuencia se sitúa a la edad de 4 y 5, decreciendo a partir de la edad 7 (Tabla 16 a 18).

Estos datos de composición por edades se utilizan en el método gráfico de curva de captura linearizada para obtener el coeficiente de mortalidad total (Z) que corresponde a una sobrevivencia (S_z) de la población del 30%; el coeficiente de mortalidad natural de la población sin esfuerzo de pesca, se estima mediante el cálculo de la biomasa por edad (Tabla 22) que equivale a una sobrevivencia (S_0) del 70%, la diferencia entre estas mortalidades es el resultado de la presión de pesca o coeficiente de mortalidad por pesca F , calculando así una tasa de explotación que equivale al 37% de captura de la población total en el mar (Tabla 24).

Diagnosic de la población y natalidad

La selectividad se calcula tomando en cuenta la edad de completo reclutamiento de las hembras al arte de pesca (palangre); corresponde a la edad cinco, a la cuatro se estima un reclutamiento del 59%, a la tres de 28%, a la dos de 13% y a la uno de 2%.

La proporción de preñez comienza a la edad tres con un 6%, a la cuatro alcanza el 51%, a la cinco el 79%, a la seis el 93% y desde la ocho el 100%. La fecundidad fue constante de dos embriones a partir de la edad tres.

La abundancia relativa de hembras totales y hembras preñadas se calcula en número en la población virgen mediante valores relativos a la sobrevivencia natural de 70% y en la población actual capturada de 21% (Tabla 25) y bajo distintas presiones de pesca con valores de 10 a 60% (Tablas 27 y 29, Figuras 29 y 31).

El decremento de la natalidad de la población explotada con respecto a la población virgen es de 66% que equivale a una tercera parte del nivel original de la población virgen, por lo cual se encuentra a un nivel de sobre-explotación con un coeficiente de mortalidad por pesca (F) de 1.209, esfuerzo de pesca (f) de 16.5 embarcaciones palangreras que de acuerdo a $F = qf$, el factor de capturabilidad (q) es de 0.07327. El rendimiento máximo sostenible o nivel de equilibrio se

sitúa al 50% de decremento de la natalidad con un coeficiente F de 0.564, lo cual reduce el esfuerzo de pesca al 53% y a una f correspondiente a 7.5 barcos en el área total de operación de la flota, que además del área de estudio comprende el área norte de las Islas Revillagigedo y frente a la costa oeste de la península de Baja California Sur.

Carcharhinus limbatus

Distribución de las hembras grávidas

El análisis de la distribución de las hembras preñadas se realizó en términos relativos como se señala en la sección anterior.

La mayor abundancia de hembras preñadas ocurrió de mayo a junio de 1987, en la porción sur del área de estudio entre Zihuatanejo y el Golfo de Tehuantepec, siendo importantes durante agosto frente a Puerto Vallarta (Figura 5c, 5d, 5e y Tabla 9a).

La menor abundancia se presentó en el cuatrimestre enero a abril al frente y al norte de Mazatlán. Durante diciembre a febrero no se registraron hembras preñadas de la boca del Golfo de California a Zihuatanejo (Figura 5a y 5b).

El análisis de la abundancia de hembras preñadas parece mostrar un ciclo anual en el que la menor abundancia ocurre en el período frío de diciembre a abril mostrando un incremento a partir de mayo que corresponde al inicio del aumento de la temperatura de la termoclina en el área; y la mayor abundancia en el cuatrimestre mayo-agosto que es el período de mayor temperatura en el área (Tabla 3a, 3b, 3c y 9a).

Fecundidad y crecimiento del embrión

Se obtuvieron 18 hembras preñadas con registro de longitud y peso, pero de solo 9 de ellas se hicieron registros del número de embriones.

La fecundidad fué de 2 a 6 embriones por camada durante 1986 a 1987, dentro de las campañas realizadas para el estudio de tiburones en 1989-1990 en nuestra área de estudio se puso énfasis para el registro del número de embriones, encontrándose hembras grandes de 175 a 195 cm con 7 a 12 embriones. Conjuntándose los datos promedio por clase de talla se calcula una regresión lineal simple entre el número de embriones calculados y la talla, resultando un valor de $a = -18.874$, $b = 0.145$ y un factor de correlación $r = 0.910$ ($r^2 = 0.828$).

Los embriones de tiburón volador alcanzan la talla de 15 cm en longitud furcal durante septiembre-octubre, en noviembre-diciembre miden 25 cm, en enero-febrero 45 cm y nacen entre 45 a 60 cm en mayo-junio después de un período probable de 12 meses de gestación a partir de la cópula, continuando los nacimientos de noviembre a febrero.

La relación peso (P) - longitud (L) de los 36 embriones recolectados, obtuvo baja correlación ($r^2 = 0.55$) y se ajustó a un modelo exponencial $P = b \cdot e^{aL}$ donde $a = 0.111334$, $b = 0.041462$ (Figura 12). El ajuste a un modelo exponencial de los embriones parece indicar un crecimiento acelerado en peso entre los 56 y 68 cm cuando alcanzan de 1.0 a 2.7 kg (Tabla 6); mediante el ajuste potencial la correlación fue menor ($r^2 = 0.45$).

La proporción de sexos de los embriones fue de 0.4 machos por una hembra. Los juveniles se integran a la población y a la pesquería de mayo a agosto a los 85 cm (Figura 7).

Proporción de preñez

Es un índice que refleja el porcentaje de hembras preñadas en la estructura de la población en talla que muestra valores bajos en las tallas más pequeñas de 130 a 140 cm, incrementándose paulatinamente hasta los 150 a 160 cm, aumentando al 67% de 160 a 170 cm, a 80% de 170 a 180 cm, llegando al 100% a partir de los 180 cm de longitud furcal en adelante (Tabla 10b, Figura 16).

La relación peso-longitud de las hembras grávidas (Figura 14) se ajustó a un modelo potencial $P = aL^b$, como ocurre en la mayoría de los peces por su crecimiento alométrico donde $a = 0.000194$, $b = 2.43$, $r^2 = 0.99$.

Período de nacimiento

La distribución de la abundancia de las hembras preñadas de tiburón volador a través del período de muestreo en el área de estudio muestra que se reproduce casi todo el año, sin embargo, puede establecerse que existe un período máximo correspondiente al cuatrimestre mayo-agosto como puede deducirse tanto de la mayor abundancia de hembras capturadas por lance en ese período como por una mayor proporción de ellas ocurriendo en áreas mayores a 1000 brazas de profundidad (Tabla 12 y 13).

Los valores de hembras por lance total (h/l) para los cuatrimestres mayo-agosto, septiembre-diciembre y enero-abril fueron para las áreas mayores de 1000 brazas 0.44, 0 y 0.13, y para áreas menores 0.29, 0 y 0, respectivamente, lo que muestra valores siempre menores en las áreas de menor profundidad.

Aunque esto nos indica una preferencia por las áreas de mayor profundidad, durante el período de mayo-agosto en la zona del Golfo de Tehuantepec se observa una distribución casi homogénea desde las zonas de mayor hasta las de menor profundidad, lo cual coincide con lo reportado por Compagno (op.cit.) en que las hembras preñadas se mueven sobre la plataforma para liberar a sus jóvenes.

El período de máxima reproducción o nacimiento iniciando en marzo-abril con mayor abundancia en el cuatrimestre mayo-agosto, puede también deducirse de la proporción de tallas en las capturas (Figura 7). Así estableciendo la talla de 128 cm como la mínima de preñez, se tiene que durante mayo a diciembre la proporción de adultos (mayores de 128 cm) fue de 47.9%, en enero-febrero disminuyó al 27.3% y en marzo-abril alcanzó hasta el 84.6% (Tabla 1b y 2b).

La proporción de sexos durante el período de máxima reproducción (mayo a agosto) fue de una hembra por un macho; la proporción anual fue de 1 hembra por 1 macho (Tabla 5, Figura 10).

Período de apareamiento

El apareamiento o cópula en el tiburón volador probablemente ocurra cuando los organismos se encuentran en las últimas etapas de madurez gonádica (Fase IV). Los registros de madurez gonádica de machos y hembras muestran que la etapa IV fue porcentualmente más alta durante marzo a junio; durante mayo a agosto el número de hembras preñadas disminuye, lo cual corresponde con las observaciones de movimientos migratorios hacia áreas de crianza y con las gónadas maduras de hembras con embriones observadas en el laboratorio (Figura 8, Tabla 8), por lo que el inicio del principal período ocurrirá en mayo-junio y continúe hasta julio-agosto.

La talla mínima de madurez gonádica para machos y hembras (Fase IV) fue de 128 cm. Por otro lado, la hembra más pequeña con embriones o huevos (Fase V) midió 130 cm. Puede establecerse que las tallas en las que se inicia el apareamiento corresponden a las tallas de reproducción (Tabla 4a, 4b).

Edad y crecimiento

La determinación de la edad se ajusta a un método indirecto; se ilustra la distribución de frecuencia por talla para poder elegir con mayor certeza los puntos correspondientes a grupos de edad. Cuando no se sujetaba al método o se incrementaba más de lo esperado en talla de una edad a otra, se indicó con una interrogación (Figuras 20 a 22). Se presentan los promedios anuales en talla de las edades determinadas y sus correspondientes incrementos que se ajustaron a partir del valor de la primera edad para calcular el crecimiento en longitud y en peso de acuerdo a la máxima observada en talla (L_{∞}) de 210 cm L.F. y en peso (W_{∞}) de 100.7 kg (Tabla 15, Figura 24). Las ecuaciones de crecimiento son :

$$L(t) = 210 [1 - e^{-0.235 (t + 1.970)}]$$

$$W(t) = 100.7 [1 - e^{-0.235 (t + 1.970)}]^3$$

La relación potencial peso (W) - longitud (L) de 239 organismos es de $W = 0.00000318L^{3.23}$ con un factor de correlación de 0.98 para ambos sexos.

Mortalidad y Tasa de explotación

La clave edad-longitud se establece por sexo y para ambos sexos en base a la distribución por edades de la frecuencia en talla (Figura 26); la mayor abundancia en frecuencia se sitúa de la edad 2 a la 4, decreciendo a partir de la edad 6 a la 7. (Tabla 19 a 21).

Estos datos de composición por edades se utilizan en el método gráfico de curva de captura linearizada para obtener el coeficiente de mortalidad total (Z) que corresponde a una sobrevivencia (S_z) de la población del 40%; el coeficiente de mortalidad natural de la población sin esfuerzo de pesca se estima mediante el cálculo de la biomasa por edad (Tabla 23), que equivale a una sobrevivencia (S_o) del 60%, la diferencia entre estas mortalidades es el resultado de la presión de pesca o coeficiente de mortalidad por pesca F , calculando así una tasa de explotación que equivale al 17% de captura de la población total en el mar (Tabla 24).

Diagnosís de la población y natalidad

La selectividad se calcula tomando en cuenta la edad de completo reclutamiento de las hembras al arte de pesca (palangre); corresponde a la edad dos, a la uno se estima un reclutamiento del 18%.

La proporción de preñez comienza a la edad dos con un 2%, a la tres alcanza el 17%, a la cuatro el 42%, a la cinco el 77%, a la seis 91% y desde la siete el 100%. La fecundidad varió de 1 a 9 ejemplares a partir de la edad dos a la ocho.

La abundancia relativa de hembras totales y hembras preñadas se calcula en número en la población virgen mediante valores relativos a la sobrevivencia natural de 53% y en la población actual capturada de 40% (Tabla 26) y bajo distintas presiones de pesca con valores de 10 a 50% (Tablas 28 y 30, Figuras 30 y 32).

El decremento de la natalidad de la población explotada con respecto a la población virgen es de 60% que equivale a poco más de una tercera parte del nivel original de la población virgen, por lo cual se encuentra a un nivel de sobre-explotación con un coeficiente de mortalidad por pesca (F) de 0.283, esfuerzo de pesca (f) de 16.5 embarcaciones palangreras que de acuerdo a $F = qf$, el factor de capturabilidad (q) es de 0.01715.

El rendimiento máximo sostenible o nivel de equilibrio se sitúa al 50% de decremento de la natalidad con un coeficiente F de 0.208, lo cual reduce el esfuerzo de pesca al 27% y a una f correspondiente a 12.1 barcos en el área total de operación de la flota, que además del área de estudio comprende el área norte de las Islas Revillagigedo y frente a la costa oeste de la península de Baja California Sur.

DISCUSION

Alopias vulpinus:

Distribución de las hembras grávidas

La mayor abundancia coincidió con el inicio del descenso de la temperatura de la termoclina en el área norte frente a Mazatlán principalmente desde fines del otoño al invierno y corresponde con la idea que los tiburones en el invierno se acercan al ecuador y en el verano se alejan de él. (Dingerkus, op. cit.). Aunque sin la certeza de que pueda corresponder a la misma población cabe señalar que Holts (op. cit.) refiere que la población de tiburón zorro de California, E.U.A. se mueve hacia el sur comenzando la primavera para el nacimiento y apareamiento por lo que no concuerda con el período observado frente a Mazatlán. De acuerdo a Holden (1974) las hembras después de la cópula se mueven fuera de la plataforma así como en las etapas iniciales de preñez, lo que se observa durante el mes de marzo en que la mayoría de las hembras preñadas se localizan sobre una profundidad del fondo marino hasta de 1400 brazas.

Fecundidad y crecimiento del embrión

De acuerdo a Cailliet y Bedford (1983) en la población de tiburón zorro de California, E.U.A. el número de embriones es de 4. Compagno (1984) indica a nivel mundial que el número de jóvenes es de dos a cuatro por camada; generalmente dos.

Dentro de las campañas realizadas para el estudio de tiburones en 1989-1990 en nuestra área de estudio se puso énfasis para el registro del número de embriones, no habiéndose encontrado nunca más de dos.

Probablemente la talla mínima de nacimiento sea alrededor de 75 cm, como puede deducirse de que los embriones más grandes tuvieron

esta talla la que corresponde con la talla más pequeña de un ejemplar capturado.

Frente a costas de California del Sur, E.U.A. Cailliet y Bedford (op. cit) sugieren un período de gestación de 9 meses a menos de un año; el radio sexual de los embriones fue de uno a uno, distinto al encontrado en este estudio de dos hembras por un macho.

Proporción de preñez

El 50% de las hembras alcanzan la preñez alrededor de los 160 cm de longitud furcal y corresponde a la mayor abundancia de organismos adultos, su peso es de 55.4 kg, calculado mediante la relación peso-longitud de hembras grávidas.

Periodo de nacimiento

El descenso de temperatura en el área de estudio a partir de noviembre-diciembre como un fenómeno concurrente con el aumento de hembras hacia la zona somera, corresponde con la idea de que la migración de las hembras preñadas está influenciada por la temperatura (Springer, op. cit). El descenso continúa hasta marzo-abril, período en que se registró el mayor número de hembras en áreas de menor profundidad.

Esta relación temperatura-migración referida por Springer (op. cit.) además de las escasas hembras preñadas pensando en su migración hacia la plataforma en noviembre-diciembre, el registro de embriones grandes previos a este bimestre permite establecer que el período de máximo nacimiento inicia en noviembre-diciembre, continuando hasta abril.

Período de apareamiento

De acuerdo con Compagno (op. cit) y Olsen (op. cit) la cópula ocurre después del nacimiento. Los resultados de este trabajo

corresponden cercanamente con esta observación, pues aunque la cópula parece ocurrir todo el año, el principal período ocurre en noviembre-diciembre durante el período de máximo nacimiento. Puede establecerse que es un período donde nacimiento y cópula se traslapan a nivel poblacional, aunque individualmente la cópula ocurra después del nacimiento.

Edad y crecimiento

De acuerdo a los cálculos obtenidos del crecimiento, los juveniles maduran a partir de los 120 cm a una edad de 2 años y hasta los 142 cm se observa la talla mínima de preñez de 3 años; la talla de maduración masiva al 50% de preñez de 160 cm resulta ser de 4 años y de 4.5 años respecto a la biomasa máxima (Tabla No. 22). De acuerdo a Cailliet y Bedford (op. cit.) en California del Sur maduran a los 4 años de edad y el coeficiente de crecimiento k de 0.108 y una longitud máxima muy grande (320 cm L.F), la del Pacífico mexicano resultó ser de mayor crecimiento con k de 0.213 pero con menor longitud máxima (220 cm L.F.).

Lo anterior difiere de los resultados obtenidos en el área de estudio, aunque no se descarta la idea de una migración hacia el norte permanente de los organismos más grandes.

Mortalidad y tasa de explotación

No fue posible llegar a la abundancia en peso de la población en el mar (P) de acuerdo a $P = \text{captura}/E$ ya que no se cuenta con registros estadísticos por especie. Las hembras son más susceptibles que los machos a la explotación, 42% y 34% respectivamente y poseen menor mortalidad natural (mayor sobrevivencia).

Diagnosís de la población y natalidad

Siempre que el esfuerzo de pesca costero sea constante, no se modifiquen las artes de pesca y se evite la captura en las principales áreas de crianza en épocas de reproducción, el modelo será válido.

Diferencias en crecimiento máximo 324 cm L.F. mayor en el sur de California, E.U.A. número de embriones de 4 por hembra preñada, nacimiento en primavera-verano y proporción de sexos iguales, a diferencia del área de estudio, con menor crecimiento máximo 220 cm L.F., número de embriones de 2 por hembra preñada, nacimiento en otoño-invierno y proporción de sexos de 2 hembras por un macho, hacen suponer que el tiburón zorro del sur de California, E.U.A. y Baja California Norte no corresponda a la misma población de la boca del Golfo de California, Islas Revillagigedo y Baja California Sur en el océano Pacífico.

Carcharhinus limbatus

Distribución de las hembras grávidas

La mayor abundancia coincidió con el inicio del aumento de la temperatura de la termoclina en el área sur frente al Golfo de Tehuantepec y Zihuatanejo principalmente desde fines de primavera a mediados de verano. Este ciclo corresponde con la idea que los tiburones en el invierno tienden al ecuador y en el verano a estar lejos de él (Dingerkus, op. cit.). No se tiene la certeza de que corresponda a la misma población de juveniles que fueron marcados en San Blas, Nayarit y en Altata, Sinaloa; en la entrada del Golfo siguen el mismo patrón migratorio y comentan Kato (op. cit.) la influencia de hembras preñadas sobre la plataforma de fines de primavera a principios de verano. De acuerdo a Holden (op. cit.) las hembras después de la cópula se mueven fuera de la plataforma así como en las etapas iniciales de preñez.

Fecundidad y crecimiento del embrión

De acuerdo a Compagno (op. cit.) el número de jóvenes es de 1 a 10, usualmente 4 a 7 por camada.

El nacimiento parece ocurrir alrededor de 65 cm, como parece deducirse de que los embriones más grandes tuvieran esta talla, el ejemplar más pequeño capturado midió 75 cm.

Castro, J.I. (op. cit.) señala que el mayor incremento en longitud ocurre al principio de la gestación, mientras la periferia se incrementa en los últimos dos o tres meses.

Compagno (op. cit.) señala un período de gestación de 10 a 12 meses.

Proporción de preñez

El 50% de las hembras grávidas alcanzan la preñez alrededor de 160 cm de longitud furcal y no corresponde con la mayor abundancia de organismos adultos, su peso es de 44 kg calculado mediante la relación peso-longitud de hembras grávidas.

Período de nacimiento.

Los valores promedio de temperatura de la termoclina muestran un aumento a partir de la campaña mayo-junio hasta alcanzar las mayores en julio-agosto y septiembre-octubre; durante el bimestre mayo-junio los valores promedio de la termoclina fueron menores por fuera de las 1000 brazas (Tabla 9a y 9c). Este aumento de la temperatura en el área corresponde con la idea que la migración de las hembras preñadas está influenciada por la temperatura (Springer, op. cit.) pues justamente en mayo-junio, en que ocurre un fuerte aumento en el valor promedio de la termoclina es cuando se inicia el incremento de hembras preñadas, particularmente en la zona sur del área de estudio y el período de máxima abundancia corresponde con la mayor temperatura. Durante este período se observa la mayor abundancia de embriones de tallas grandes.

Período de apareamiento

Compagno (op. cit.) indica igual que Olsen (op. cit.) que el apareamiento ocurre rápidamente. Branstetter (op. cit.) precisa un período de parto-apareamiento durante mayo-junio a lo largo de las costas de Texas, E.U.A. lo que coincide con el período de mayo-agosto inferido en el área de estudio.

Edad y crecimiento

De acuerdo a los cálculos obtenidos del crecimiento, los juveniles de tallas inferiores a 128 cm a la talla de mínima madurez y preñez correspondieron hasta los 2 años de edad, la talla de maduración masiva al 50% de preñez de 160 cm resulta ser de 4 años y de 3 años respecto a la biomasa máxima (Tabla No. 23). De acuerdo a Branstetter (op. cit.) en Texas, E.U.A. las hembras maduran de 7 a 8 años y el coeficiente de crecimiento "k" de 0.274 muy semejante a la calculada en este trabajo de 0.235. De acuerdo a Killam y Parsons (op. cit.) en la costa oeste de Florida, E.U.A. las hembras maduran de 4 a 5 años de edad con un parámetro "k" de 0.276 para machos y de 0.197 para hembras. La longitud máxima observada en ambos casos está por abajo de la obtenida en el área de estudio.

Mortalidad y tasa de explotación

No fue posible llegar a la abundancia en peso de la población en el mar (P) de acuerdo a $P = \text{captura}/E$ ya que no se cuenta con registros estadísticos por especie. Los machos son más susceptibles que las hembras a la explotación, 27% y 19% respectivamente y poseen menor mortalidad natural (mayor sobrevivencia).

Diagnosís de la población y natalidad

Siempre que el esfuerzo de pesca costero sea constante, no se modifiquen las artes de pesca y se evite la captura en las principales áreas de crianza en épocas de reproducción, el modelo será válido.

La población en estudio corresponde con la captura al sur del océano Pacífico mexicano durante el invierno, lo que lo identifica como un recurso compartido.

Discusión general

La parte norte del área de estudio está considerada como frontera de la provincia panámica al sur y la provincia californiana al norte, las especies también están determinadas como tropical el tiburón volador y de aguas templadas el tiburón zorro. En esta región geográfica o boca del Golfo de California existe la mezcla de tres corrientes, la del Golfo, la de California y la norecuatoriana con salinidades de altas a bajas correspondientemente; las diferentes densidades originan la formación de distintas masas de agua, lo cual permitiría la existencia de ambas especies al mismo tiempo a diferentes profundidades. La estacionalidad o variación de la temperatura así como las corrientes son factores que afectan su distribución, acercándose al ecuador en el invierno y alejándose de él en el verano. La principal área de distribución en el Pacífico este ha sido señalada por Compagno (op.cit.) siendo para el tiburón volador desde Baja California Sur a Perú e Islas Revillagigedo y Galápagos y para el tiburón zorro desde Columbia Británica a la parte central de Baja California, Panamá y Chile. Este tipo de migraciones parece coincidir con lo reportado por Velez et al. (op. cit.) y Mendizábal et al. (op. cit.) para toda la población capturada en el mismo período de estudio en que el porcentaje de captura por anzuelo fue mayor, así como los lances con mayor captura se presentaron para el tiburón volador durante julio-agosto frente a Puerto Vallarta, los menores valores se observaron durante enero-abril de la boca del Golfo de California al

sur de Manzanillo, correspondiendo al desplazamiento en latitud norte y a la disminución respectivamente de la isoterma de los 29°C para las mismas fechas del período de estudio, según lo reportado por la N.O.A. (1986-1987). Para el tiburón zorro los mayores valores se presentan durante septiembre a diciembre frente a Mazatlán, siguiendo su distribución hasta Zihuatanejo con menores valores en enero-abril, relacionándose el desplazamiento en latitud sur de la isoterma de los 28°C y 27°C respectivamente.

El área de reproducción (nacimiento) y crianza parece corresponder con la presencia y distribución de la isoterma de 29°C para el tiburón volador de mayo-agosto entre el Golfo de Tehuantepec y Zihuatanejo y con la isoterma de 27°C para el tiburón zorro de noviembre-abril entre la boca del Golfo de California y Manzanillo. Hay que considerar que durante el período solo se presentó la isoterma de los 30°C en agosto como un pequeño foco al norte de Mazatlán, que para Septiembre de 1987 se distribuyó hasta el sur del estado de Guerrero.

Con respecto a sus hábitos alimenticios, Mendizábal (1992) reporta para el tiburón volador como principal alimento los peces 54% (atún aleta amarilla 22%, macarela 18% y sardina 7% principalmente) los crustáceos 15% (langostilla 10%) y los cefalópodos 31% (calamar gigante 23%) por lo que se le puede considerar más de hábitos alimenticios diurnos que nocturnos y para el tiburón zorro como principal alimento los cefalópodos (calamar gigante principalmente) los peces 26% (macarela 15%, sardina 6%) y los crustáceos langostilla (1%) consumiendo el 3% de su peso corporal por día, considerándose de hábitos nocturnos más que diurnos, concordando con Mann (1984) en colocarlos como carnívoros superiores.

La determinación del crecimiento se consideró mediante métodos indirectos, por lo que la separación de la distribución de frecuencias por edades es muy tajante, así como la primera edad reclutada al área de captura es poco representativa y de tallas elevadas, sin embargo los modelos de crecimiento resultaron en los rangos adecuados del coeficiente de crecimiento reportados para tiburones.

No se pudo inferir el tamaño de la población en el mar ya que no se cuenta con estadísticas de toda la flota por especie y poder calcular en forma más precisa el esfuerzo de pesca adecuado para el área de estudio, aunque se conoce que el rendimiento anual de tiburones para un barco palangrero de 120 toneladas de bodega operando en forma eficiente descarga 240 toneladas de tiburón eviscerado y sin cabeza que equivalen aproximadamente a 300 toneladas de peso entero.

CONCLUSIONES

TIBURON ZORRO:

La mayor abundancia de hembras preñadas ocurrió de octubre de 1986 a marzo de 1987 entre Manzanillo y la boca del Golfo de California, particularmente al frente y norte de Mazatlán.

La fecundidad fue de dos embriones por camada, las hembras preñadas se observaron desde 140 a 200 cm y la tasa de preñez al 50% en 160 cm en longitud furcal.

El principal período de apareamiento corresponde a los mayores porcentajes de la etapa IV de madurez gonádica así como al período posterior a su reproducción del bimestre septiembre-octubre al bimestre marzo-abril. La talla mínima de madurez gonádica (Fase IV) para machos y hembras fué de 120 cm, estableciéndose que las tallas en las que se inicia el apareamiento sean entre 120 y 140 cm en longitud furcal.

El crecimiento del embrión indica un ritmo acelerado en las últimas etapas de su desarrollo entre los 65 y 80 cm cuando alcanzan pesos de 4 a 6 kg. La relación peso (P) - longitud (L) se ajustó a un modelo exponencial $P = a L^b$ donde $a = 0.185534$, $b = 0.042838$.

La relación peso (P) - longitud (L) de las hembras grávidas se ajustó a un modelo potencial $P = a L^b$ donde $a = 0.000056$, $b = 2.72$.

El período máximo de nacimiento inicia en noviembre y se extiende hasta abril, tanto por la mayor abundancia de hembras capturadas por lance como por una mayor proporción de ellas en áreas con menos de 1000 brazas de profundidad, mostrando en el área de la boca del Golfo de California una distribución mayor en áreas de menor profundidad.

El incremento de hembras preñadas inicia con un fuerte descenso en el valor de la termoclina durante noviembre-diciembre y el periodo de máxima abundancia corresponde con el de menor temperatura, lo cual va de acuerdo con la idea de que la migración de hembras preñadas está influenciada por la temperatura.

La proporción de tallas de organismos mayores a la talla mínima de preñez de 140 cm alcanzó durante el periodo de máxima reproducción los valores más altos, llegando al 77% en enero-febrero y al 81.6% en marzo-abril. La proporción de sexos durante el periodo de máxima reproducción fue de dos hembras por un macho.

Los parámetros de la ecuación del crecimiento de Von Bertalanffy (op. cit.) son: en longitud furcal infinita 220 cm, coeficiente de crecimiento k de 0.213, tiempo cero de -2.190 y peso entero infinito de 141.5 kg. Los juveniles comienzan a madurar a una edad de 2 años y a reproducirse a los 3 años alcanzando el 50% de preñez en talla a los 4 años y a los 4.5 años respecto a la biomasa máxima en el estado actual de explotación o edad de maduración masiva.

La tasa de explotación para ambos sexos fue de $E = 0.519$, el decremento de la natalidad se obtuvo a partir de las hembras preñadas de la población explotada en relación a las de la población virgen, resultando ser mayor al 50% por lo que se encuentra en fase de sobreexplotación. El ajuste del esfuerzo de pesca ($F=qf$) para el rendimiento máximo sostenible se logró mediante una reducción del 53% de la mortalidad por pesca (F) para quedar al 50% del decremento de la natalidad y no alterar el mecanismo de la reproducción.

TIBURON VOLADOR

La mayor abundancia de hembras preñadas ocurrió de mayo a junio de 1987 entre Zihuatanejo y el Golfo de Tehuantepec, particularmente al frente y sur de Salina Cruz.

La fecundidad fue de dos a doce embriones por camada, las hembras preñadas se observaron desde 130 a 180 cm y la tasa de preñez al 50% en 160 cm en longitud furcal.

El principal período de apareamiento corresponde a los mayores porcentajes de la etapa IV de madurez gonádica así como al período posterior a su reproducción del bimestre mayo-junio al bimestre julio-agosto. La talla mínima de madurez gonádica (Fase IV) para machos y hembras fué de 128 cm, estableciéndose que las tallas en las que se inicia el apareamiento corresponden a las tallas de reproducción.

El crecimiento del embrión indica un ritmo acelerado en las últimas etapas de su desarrollo entre los 56 y 68 cm cuando alcanzan pesos de 1.0 a 2.7 kg. La relación peso(P) - longitud(L) se ajustó a un modelo exponencial $P = a L^b$ donde $a = 0.111334$, $b = 0.041462$.

La relación peso(P) - longitud(L) de las hembras grávidas se ajustó a un modelo potencial $P = aL^b$ donde $a = 0.000194$, $b = 2.43$.

El período máximo de reproducción corresponde al cuatrimestre mayo-agosto, tanto por la mayor abundancia de hembras capturadas por lance como por una mayor proporción de ellas ocurriendo en áreas mayores a 1000 brazas de profundidad, mostrando en el área del Golfo de Tehuantepec una distribución hacia las áreas de menor profundidad.

El período de máxima abundancia de hembras preñadas corresponde al aumento del valor de la termoclina durante mayo-junio hasta alcanzar los valores más altos de temperatura durante julio-agosto y septiembre-octubre, lo cual va de acuerdo con la idea de que la migración de hembras preñadas está influenciada por la temperatura.

La proporción de organismos mayores a la talla mínima de preñez de 130 cm alcanzó antes del período de máxima reproducción los valores más altos, llegando al 84.6% en marzo-abril, continuando en mayo-junio en el período de máxima reproducción hasta el 45.9%.

La proporción de sexos durante el periodo de máxima reproducción fué de una hembra por un macho.

Los parámetros de la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy (op. cit.) son: en longitud furcal infinita 210 cm, coeficiente de crecimiento k de 0.235, tiempo cero de -1.970 y peso entero infinito de 100.7 kg. Los juveniles comienzan a madurar y a reproducirse a partir de los 2 años de edad alcanzando el 50% de preñez en talla a los 4 años y a los 3 años respecto a la biomasa máxima en el estado actual de explotación o edad de maduración masiva.

La tasa de explotación para ambos sexos fue de $E = 0.287$, el decremento de la natalidad se obtuvo a partir de las hembras preñadas de la población explotada en relación a las de la población virgen, resultando ser mayor al 50% por lo que se encuentra en fase de sobreexplotación. El ajuste del esfuerzo de pesca ($F=qf$) para el rendimiento máximo sostenible se logró mediante una reducción del 27% de la mortalidad por pesca (F) para quedar al 50% del decremento de la natalidad y no alterar el mecanismo de la reproducción.

LITERATURA CITADA

Anderson, E.D. 1990. Fishery models as applied to elasmobranch fisheries. In H.L. Pratt Jr., S.H. Gruber and T.Taniuchi (Ed.) Elasmobranchs as living resources. N.M.F.S., 90: 473-484

Applegate, P.S., L. Espinosa, A., L.B. Menchaca.L., F. Sotelo.M. 1979 Tiburones Mexicanos. Sec. de Educación Pública, Dir. Gral. de Ciencia y Tec. del Mar, México, 70-71, 109-110

Bhattacharya, C.C. 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. Biometrics, 23:115-135

Branstetter, S. 1987. Age and Growth Estimates for Blacktip, Carcharhinus limbatus, and Spinner, C. brevipinna, Sharks from the Northwestern Gulf of Mexico. Copeia, Am. Soc. of Ichthyologists and Herpetologists. (4):964-974

_____, J.D. McEachran. 1986. Age and growth of four carcharhinid sharks common to the Gulf of Mexico. In. T. Uyeno, R.Arai, T.Taniuchi and K.Matsuura (Ed.) Indo-Pacific fish biology. Japan Ichthyological Society., 361-371

Cailliet, G.M., D.W. Bedford. 1983. The biology of three pelagic sharks from California waters, and their emerging fisheries: A Review. CalCOFI, XXIV:57-69

_____, L.K. Martin, J.T. Harvey, D.Kusher, B.A. Welden. 1983. Preliminary studies on the age and growth of the blue, prionace glauca, common thresher, Alopias vulpinus and shortfin mako, Isurus oxyrinchus, sharks from California waters. N.M.F.S., 8:157-165

_____, 1992. Demography of the Central California Population of the Leopard Shark (Triakis semifasciata). Aust. J. Mar. Freshwater Res., Australia, 43: 183-193.

Cano, P.F.A. 1991. Oceanografía física del Golfo de California. In. De la Lanza, E.G. (Ed.) Oceanografía de mares mexicanos. A.G.T. Editor, México, 453-495.

Castillo, G.J.L. 1990. Contribución al conocimiento de la biología y pesquería del cazón bironche, Rhizoprionodon longurio, (Jordan y Gilbert, 1882) (Elasmobranchii, Carcharhinidae), del sur de Sinaloa, México. Tesis profesional. Fac. de Ciencias, UNAM, México, 128 p.

Castro, A.J.L. 1965. Programa de marcado de tiburones en el Pacífico Mexicano. S.I.C., Inst. Nal de Inv. biológico pesqueras. México, 21 p.

_____ 1967. Contribución al estudio de los tiburones de México. Tesis profesional. Esc. Nal. de Ciencias Biológicas, I.P.N., México, 256 p.

_____ 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Depto. de Pesca, Inst. Nac. de la Pesca, México, Ser. Cient. 19: 298 p.

Castro, J.I. 1993. The shark nursery of Bulls Bay, South Carolina, with a review of the shark nurseries of the southeastern coast of the United States. Environmental biology of fishes. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, Canada, 12 p.

Compagno, L.J.V. 1984. Sharks of the World. FAO Fish. Synop., Roma, (125) 4, part 1 & 2: 655 p.

Cromwell, T. y E. Bennett. 1959. Cartas de la deriva de superficie para el Océano Pacífico Oriental Tropical. Bulletin Inter-American Tropical Tuna Commission. Vol. III (5) : 217-235.

Dingerkus, G. 1987. Sharks distribution. In Stevens, I.J.D. (Ed.). Sharks. Facts on File Publications. New York, 36-47.

Dodd, M.J. 1983. Reproduction in cartilaginous fishes (Chondrichthyes). In W.S. Hoar, D.J. Randall and E.M. Donaldson (Ed.) Fish physiology. Academic Press. Orlando, Florida, X:31-95

Doi, T. 1975. Análisis matemático de poblaciones pesqueras. Compendio para uso práctico. Inst. Nac. Pesca, 12:95 p.

_____, D. Mendizábal O. 1979. Evaluación preliminar de la población de sierra, Scomberomorus maculatus (Mitchill), frente a las costas de Veracruz. Proceedings of the Mackerel colloquium. Gulf States Mar. Fish. Comm., 4:43-55

Eschmeyer, W.N., E.S. Herald y H. Hamman. 1983. A field guide to Pacific coast fishes of North America, from the Gulf of Alaska to Baja California. Houghton Mifflin Company, Boston, 336 p.

FAO, Anuario estadístico de pesca, 1986.1988. Capturas y desembarques. Anu. Estad Pesca, (62):451 p

Finucane, J., A. Collins, 1984. Reproductive biology of cero, Scomberomorus regalis, from the coastal waters of South Florida. Northeast Gulf Science, U.S.A., 7(1):101-107

Flamand, S.C.L. 1991. Oceanografía geológica del Pacífico tropical mexicano. In De la Lanza, E.G. (Ed.) Oceanografía de mares mexicanos. A.G.T. Editor, México, 117-149.

Hedgepeth, J.W. 1957. Treatise on marine ecology and paleoecology. Mem. Geol. Soc. Amer. 67 p.

Hernández, C.E.A. 1971. Pesquerías de los tiburones en México. Tesis profesional. Esc. Nal de Ciencias Biológicas, I.P.N., México, 123 p

Holden, M.J. 1973. Are long term sustainable fisheries for elasmobranchs possible?. J. du Conseil. Rapports et Proces Verbaux. Reun. Cons. Int. Explor. Mer, 164:360-367

_____ 1974. Problems in the rational exploitation of elasmobranchs populations and some suggested solutions. In F.R. Harden-Jones (ed.), Sea Fisheries Research. John Wiley and Sons, New York, p. 117-137

Holts, B.D. 1988. Review of U.S. West coast commercial shark fisheries. Marine Fisheries Review. South west fisheries center. M.M.F.S., La Jolla, California, 50 (1):8 p

Kato, S., A. Hernández C. 1967. Shark tagging in the eastern Pacific Ocean, 1962,1965. In P.W. Gilbert, R.F. Mathewson, D.P. Rall (Ed.) Sharks, skates and rays. Johns Hopkins press, Baltimore, Maryland. 93-109

Luer, C.A., P.W. Gilbert. 1991. Elasmobranch fish: oviparous, viviparous and oviviparous. Oceanus Magazine, E.U.A., 47-53.

Lugo, J.H. 1985. Morfoestructuras del fondo oceánico mexicano. Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, 15: 9-40.

Macías, S.G. 1995. Análisis de la información estadística del recurso tiburón a nivel nacional e internacional (período 1978-1987). Tesis profesional. Fac. Ciencias Marinas de la Universidad de Colima, México.

Mann, C.R. 1984. Fish production in open ocean ecosystems. In M.J.R. Fasham (Ed). Flows of energy and materials in marine ecosystems. Plenum Press, New York, 435-458.

Márquez, F.F. 1991. Esfuerzo de pesca y distribución de las especies capturadas por el barco palangrero "Tiburón IV" en el Océano Pacífico Mexicano (Octubre-Noviembre 1988). Tesis profesional. Fac. de Ciencias Marinas de la Universidad de Colima. México., 86 p.

Mendizábal, O.D., R. Velez M., J. Valdez F., A. Ramírez M., E. Bejarano S, A. Vega H. 1990a. Información y representación gráfica de los datos estadísticos de captura y esfuerzo de la flota palangrera de Manzanillo, Colima (1983-1988). Inst. Nal. de la Pesca, C.R.I.P. Manzanillo, Col. México, 22p.

Mendizábal, O.D., R. Velez M., J. Valdez F. 1990b. Relación de la captura con la temperatura y profundidad de la termoclina durante la pesca comercial de picudos, tiburones y dorados en la Zona Oceánica del Pacífico Central Mexicano. In. M. Dailey and H. Bertsh (Ed.) Memorias del VIII Simposium de Biología Marina. Univ. Aut. de Baja Calif. Ensenada, México, 127-144

Mendizábal, O.D., R. Velez M., J. Valdez F. 1992. Distribución estacional e índices alimenticios de las especies forrajeras del tiburón zorro Alopias vulpinus y tiburón volador Carcharhinus limbatus en el Pacífico Central Mexicano. Período 1986-1987 y 1989-1990. In. David Alfaro Siqueiros Beltrones (Ed). MEM. IX Simp. Biol. Mar. U.A.B.C.S., La Paz, B.C.S., México, 123-131.

Miyabe, N. and W.H. Bayliff. 1987. A review of the japanese long line fishery for tunas and billfishes in the Eastern Pacific Ocean, 1971-1980. Bull. Inter.- Amer. Trop. Tuna Comm. La Jolla, California, 19 (1): 3-122.

Myrberg, A.A. 1987 Shark behaviour. In Stevens, I.J.D. (Ed.). Sharks. Facts on file publications. New York, 89-92.

Nelson, J.S. 1984. Fishes of the world. Wiley-Interscience publication, U.S.A., 523 p.

N.O.A.A. 1986. Oceanographic Monthly Summary. National Weather Service, Washington, D.C.

N.O.A.A. 1987. Oceanographic Monthly Summary. National Weather Service, Washington, D.C.

Olsen, M.A. 1984. Synopsis of biological data on the school shark Galeorhinus australis (Macleay 1881). FAO Fish. Synop., Roma, 139:42 p

Pacheco, S.P. 1991. Oceanografía física del Pacífico tropical mexicano. In De la Lanza, E.G. (Ed.) Oceanografía de mares mexicanos. A.G.T. Editor, México, 151-169.

Parsons, R.G. 1983. The reproductive biology of the Atlantic sharpnose shark Rhizoprionodon terranovae (Richardson). Fish. Bull. Dept. of Bio. Sci. Univ. South Alabama, Mobile 81 (1): 61-72

Rikhter, V.A., V.N.Efanov. 1976. On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. ICNAF Res.Doc., 12 p.

Rusnak, G.A., D.J. Shepard. 1964. Bathymetry and faults of Gulf of California. In T.H. van Andel and G.G. Shor Jr. (Eds.) A Symposium Marine Geology of the Gulf of California. University of California, Memoir 3:59-75.

Santana, H.H., R. Macías Z., J. Valdez F., J. López. 1988. Informe anual 1987. Proyecto de investigación del Recurso picudos y afines. Inst. Nal de la Pesca, CRIP-Manzanillo, Col., México, 30 p.

Secretaría de Pesca. 1987. Desarrollo pesquero mexicano. México, III: 7-27.

_____, 1987. Síntesis pesquera 1982-1987. México, 7-168.

Shepard, F.P. 1964. Sea-floor valleys of Gulf of California. T.H. van Andel and G.G. Shor Jr. (Eds), Scripps Institution of Oceanography University of California, Memoir 3: 157-192.

Sparre P., S.C. Venema. 1992. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper, 306.2, Rev. 2, 495 p.

_____, 1993. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 2. Ejercicios. FAO Fisheries Technical Paper, 306.2, Rev.1, 105 p.

Springer, S. 1967. Social organization of shark populations. In. P.W. Gilbert, R.F. Mathewson and D.P. Rall (Ed.) Sharks, skates and rays. The Johns Hopkins press. Baltimore, Maryland, 149-174.

Stick, K., Fleming, G., Millican, A., Hreha, L., Hanson, D. 1990. Interjurisdictional fishery management plan for thresher shark off the coasts of California, Oregon and Washington. Pacific States Marine Fisheries Service, Seattle, Washington, 28 p.

Stevens, I.J.D. 1987. Sharks biology. In Stevens, I.J.D. (Ed.) Sharks. Facts on file publications. New York, 70-75

Tovilla, H.C. 1991. Oceanografía geológica del Golfo de California. In De la Lanza, E.G. (Ed.) Oceanografía de mares mexicanos. A.G.T. Editor, México, 403-451.

Vélez, M.R., D. Mendizábal O., J. Valdéz F. y A. Venegas G. 1989. Prospección y pesca exploratoria de recursos pesqueros en la Zona Económica Exclusiva del Océano Pacífico. Inst. Nal. de Pesca, CRIP-Manzanillo, Col., México, 179 p.

Von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws, II). Hum.Biol., 10:181-213

Walker, T.I. 1992. Fishery simulation model for sharks applied to the gummy shark, Mustelus antarcticus Günther, from southern Australian waters. Aust. J. Mar. Freshwater Res., Australia, 43: 195-212.

TABLA 1a Número de organismos capturados y embriones por clase de talla de longitud furcal (cm) de tiburón zorro. 1986-1987. Machos y hembras.

LONG. F. (CM)	SEP-OCT	NOV-DIC	ENE-FEB	MAR-ABR	MAY-JUN	JUL-AGO	EMBRIONES
5							
15		6					
25							
35							
45			1			2	
55	2		1				
65	1						
75	4		1	1			
85	5	6	1	1	1		
95	3	9	6	6			
105	14	4	9	13	1	5	
115	31	21	12	17	6	22	
125	31	44	29	78	13	28	
135	36	27	25	77	11	40	
145	65	74	43	134	8	17	
155	130	82	98	317	17	11	
165	60	90	98	307	8	15	
175	14	24	23	80	1	6	
185	2		2	9		1	
195	1	1	3	8			
205		1					
215		1		1		1	
225							
TOTAL*	407	390	362	1049	66	140	

* TOTAL DE ORGANISMOS CAPTURADOS 2404
Alopias vulpinus (tiburón zorro)

TABLA 1b Número de organismos capturados y embriones por clase de talla de longitud furcal (cm) de tiburón volador. 1986-1987. Machos y hembras.

LONG. F. (CM)	SEP-OCT	NOV-DIC	ENE-FEB	MAR-ABR	MAY-JUN	JUL-AGO	EMBRIONES
5							
15	3						
25	1	6					
35					4	4	
45			7		7		
55					3		
65		1					
75			1				
85		1			8	2	
95	7				32	6	
105	30	1	1	1	42	23	
115	28	3	4		41	30	
125	23	4	2	1	37	51	
135	23	3	1	1	32	36	
145	23	5	2	7	44	23	
155	11	4		1	32	16	
165	5	1		2	17	12	
175	1				4	1	
185					4		
195	1				2		
205					1	1	
215							
225							
TOTAL*	136	29	10	13	310	205	

* TOTAL DE ORGANISMOS CAPTURADOS 695
Carcharhinus limbatus (tiburón volador)

TABLA 2a Proporción estacional (número-%) de organismos capturados, mayores y menores a la talla mínima de preñez. TIBURON ZORRO 1986-1987.

BIMESTRE	<140	%	>140	%	TOTAL
S-O	120	30.0	280	70.0	400
N-D	111	28.9	273	71.1	384
E-F	82	22.8	277	77.2	359
M-A	193	18.4	856	81.6	1049
M-J	32	48.5	34	51.5	66
J-A	95	65.1	51	34.9	146
ANUAL	633		1771		2404

Talla mínima de preñez 142 cm. de L.F. Alopias vulpinus (tiburón zorro)

TABLA 2b Proporción estacional (número-%) de organismos capturados, mayores y menores a la talla mínima de preñez. TIBURON VOLADOR 1986-1987.

BIMESTRE	<130	%	>130	%	TOTAL
S-O	88	57.9	64	42.1	152
N-D	9	40.9	13	59.1	22
E-F	8	72.7	3	27.3	11
M-A	2	15.4	11	84.6	13
M-J	160	54.1	136	45.9	296
J-A	112	55.7	89	44.3	201
ANUAL	379		316		695

Talla mínima de preñez 128 cm. de L.F. Carcharhinus limbatus (tiburón volador)

TABLA 5 Número de organismos sexados de tiburón zorro y tiburón volador en los distintos cruceros. 1986-1987

		SECO	S-O	M-D	E-F	M-A	M-J	J-A	ANUAL	
TIBURÓN ZORRO	M	68	249	123	59	9	28	258	TOTAL 842	
	H	73	131	235	183	12	38	584		
<i>Alopias vulpinus</i> (tiburón zorro)										
TIBURÓN VOLADOR	M	29	15	2	6	41	38	123	TOTAL 246	
	H	28	8	8	7	58	25	126		
<i>Carcharhinus limbatus</i> (tiburón volador)										

M = MACHOS

H = HEMBRAS

TABLA 6 Peso promedio de embriones de tiburón zorro y tiburón volador por clase de talla en longitud furcal (L.F.) 1986-1987

		T. ZORRO			T. VOLADOR		
		L.F.	PESO	N	L.F.	PESO	N
		(cm)	(kg)		(cm)	(kg)	
		16	.487	5	16		
		20	.543	1	20	.688	5
		24			24	.583	4
		28			28	.116	1
		32			32	.278	1
		36			36	.363	5
		40			40	.567	6
		44	.792	1	44	.747	8
		48	.933	2	48	.821	2
		52			52	.946	1
		56	1.63	2	56	1.888	2
		60	2.2	1	60		
		64			64		
		68	5.8	1	68	2.78	1
		72	4.61	1	72		
		76	5.55	2	76		
		80	6.8	2	80		
	TOTAL			18	TOTAL		36
	MIN.	15.8	0.465		MIN.	19.3	0.615
	FROM.	48.1	2.433		FROM.	37.1	0.688
	MAX.	79.8	6.888		MAX.	67.8	2.78

N = NUMERO DE EMBRIONES

Alopias vulpinus (tiburón zorro) *Carcharhinus limbatus* (tiburón volador)

TABLA 7 Peso promedio de hembras grávidas de tiburón zorro y tiburón volador por clase de talla en longitud furcal (L.F.) y número de embriones encontrados en algunas hembras disectadas. 1986-1987

T. ZORRO				
L.F	PESO	N	n	
(cm)	(kg)			
125				
135				
145	42.1	6		
155	58.3	31	2-2	
165	68.3	48	2-2-2	
175	72.6	32	1-2-2	
185	77.2	4		
195	91.5	2	2	
205		2	2	

TOTAL		125		
MIN	142	39		
PROM.	166.4	64.4		
MAX.	209	100		

T. VOLADOR				
L.F	PESO	N	n	
(cm)	(kg)			
125	26	1		
135				
145	33	3	1-3	
155	48	3	2	
165	49	8	6-3-2-5	
175	54	3	6-5	
185				
195				
205				

TOTAL		18		
MIN	128	26		
PROM.	158.9	44.3		
MAX.	179	46		

N = NUMERO DE HEMBRAS

n = NUMERO DE EMBRIONES

Alopias vulpinus (tiburón zorro)

Carcharhinus limbatus (tiburón volador)

TABLA 8 Peso de algunas gónadas de tiburón zorro y tiburón volador, peso y diámetro promedio de los óvulos, huevos e índice gonadosomático. 1986-1987

TIBURÓN ZORRO	GONADA	OVULOS			OVULOS MADUROS			HUEVOS			IGS
		S	S	MM	S	MM	S	MM LARGO	MM ANCHO	n	
17/OCT ¹	1887	0.15	6.8								2.99
3/NOV ¹	238	0.26	5.9								0.48
4/NOV ¹	295	0.46	7.2								0.45
15/DIC ¹							2.1	43.3	14.7	3	-

Alopias vulpinus (tiburón zorro) -----VACIOS N DIAMETRO

TIBURÓN VOLADOR	GONADA	OVULOS			OVULOS MADUROS			HUEVOS			IGS
		S	S	MM	S	MM	S	MM LARGO	MM ANCHO	n	
31/MAY ¹	188			15.6	35						0.28
DIC							5.5	40	16.5	6	

1- 10 OVULOS

1/CON EMBRIONES

Carcharhinus limbatus (tiburón volador)

T A B L A 9a Número de hembras grávidas (m) de tiburón zorro y tiburón volador campañas 1986-1987. Se anotan las fechas de colecta, profundidad (m), promedio y posición de los lances en los mapas.

PERIODO	FECHA		POSICION DE LOS MAPAS	T. ZORRO		T. VOLADOR		TERMOCLINA			
	T. ZORRO	T. VOLADOR		(n)	PROF. (bz)	(n)	PROF. (bz)	T. ZORRO		T. VOLADOR	
	T °C	P (m)		T °C	P (m)						
SEP-OCT	7/OCT		1-7A	2	>1000 (1600) ACANTILADO			24.0	45.0	-	-
	14	16/OCT	8-10A	3	1000	1	1000	25.0	60.0	25.0	50.0
	17,18,27,28		11-16A	7	1000			25.1	66.4	-	-
	1-6/NOV		22-27A	16	900			25.1	57.8	-	-
MEDIA								25.0	59.3	25.0	50.0
NOV-DIC		12/DIC	2B			1	1100	-	-	23.5	57.5
	14/DIC		4-5B	1	300			23.3	52.5	-	-
	19-20		6-10B	2	800			23.1	46.3	-	-
	25		11-13B	1	500			22.8	52.5	-	-
	26		14-15B	1	1000			22.3	52.5	-	-
MEDIA								22.9	50.0	23.5	57.5
ENE-FEB	8/ENE		2C	1	800			23.8	35.0	-	-
	9,11,12		3-6C	6	300			22.8	43.3	-	-
	16		7C	1	1000			22.0	47.5	-	-
	20,22		9-11C	3	1300			23.3	43.8	-	-
	23,24,25		12-14C	7	1000			23.5	42.5	-	-
	28		16C	1	1800			24.0	40.0	-	-
	29		17C	1	800			24.0	44.0	-	-
MEDIA								23.3	42.8	-	-
MAR-ABR	25/FEB		1D	1	500			-	-	-	-
	28		2-3D	1	700			24.0	40.0	-	-
	3/MAR		4D	2	1000			19.8	55.0	-	-
	7-11	6-9/MAR	6-12D	10	1000	2	1000	21.4	53.3	20.5	52.5
	12-18,20-22	13-19	13-23D	20	1300	2	1300	21.5	47.4	22.0	50.0
	24,25,26		24-27D	4	1200			21.9	40.0	-	-
	28		28D	2	1000			21.0	45.0	-	-
	29,30,31		29-31D	18	800			20.7	35.0	-	-
MEDIA								22.2	44.1	21.3	51.3
MAY-JUN	18/MAY		3E	2	1000			22.8	32.5	-	-
	21/MAY		4E			1	1300	-	-	23.8	42.5
	24		5E			1	1000	-	-	24.5	42.5
	31		12E			3	1300	-	-	24.3	50.0
	2/JUN		14E			1	1400	-	-	25.5	45.0
	8		20-24E			2	1000	-	-	24.8	55.0
	15		26-28E			2	900	-	-	24.8	60.0
MEDIA								22.8	32.5	24.6	51.0
JUL-AGO		2/AGO	2F			1	>1000 (1800) ACANTILADO	-	-	25.5	55.0
		13	3F			2	>1000 (2000) ACANTILADO	-	-	25.0	35.0
	14/AGO		4F	1	1300			24.5	37.5	-	-
	18		7F	1	1000			-	-	-	-
	19		8F	2	1000			-	-	-	-
	23-24		11-13F	4	800			-	-	-	-
MEDIA								24.5	37.5	25.2	41.7
ANUAL				121		18					
MINIMO					300		900	19.8	32.5	20.5	35.0
MEDIA					992		1133	23.2	47.6	23.9	49.9
MAXIMO					1800		1400	25.1	66.4	25.5	60.0

Alopias vulpinus (tiburón zorro)

Carcharhinus limbatus (tiburón volador)

T A B L A 9b Distribución estacional de la termoclina con hembras
grávidas capturadas sobre distintas profundidades
del fondo marino. TIBURON ZORRO 1986-1987.

BIMESTRE	<1000		1000.0		>1000	
	T °C	n	T °C	n	T °C	n
SEP-OCT	25.1	16	25.1	10	24.0	2
NOV-DIC	23.1	4	22.3	1	-	-
ENE-FEB	23.1	8	23.3	8	23.5	4
MAR-ABR	20.9	20	21.1	14	21.6	24
MAY-JUN	-	-	22.8	2	-	-
JUL-AGO	-	4	-	3	24.5	1
\bar{X} ANUAL	22.9	53	22.9	38	22.1	31

Alopias vulpinus (tiburón zorro)

T A B L A 9c Distribución estacional de la termoclina con hembras
grávidas capturadas sobre distintas profundidades
del fondo marino. TIBURON VOLADOR 1986-1987.

BIMESTRE	<1000		1000.0		>1000	
	T °C	n	T °C	n	T °C	n
SEP-OCT	-	-	25.0	1	-	-
NOV-DIC	-	-	-	-	-	-
ENE-FEB	-	-	-	-	-	-
MAR-ABR	-	-	20.5	2	22.0	2
MAY-JUN	24.8	2	24.7	3	24.4	5
JUL-AGO	-	-	-	-	25.2	3
\bar{X} ANUAL	24.8	2	23.4	6	24.2	10

Carcharhinus limbatus (tiburón volador)

TABLA 10a Número total de hembras, número de hembras preñadas y proporción de preñez por talla en longitud furcal.
TIBURON ZORRO 1986-1987.

LONG. FURCAL (cm)	95	105	115	125	135	145	155	165	175	185	195	205
TOTAL DE HEMBRAS	2	5	12	17	44	33	54	63	47	13	1	1
HEMBRAS PREÑADAS						2	13	49	41	12	1	1
PROPORCION DE PREÑEZ						0.06	0.24	0.78	0.87	0.92	1.00	1.00

Alopias vulpinus (tiburón zorro)

TABLA 10b Número total de hembras, número de hembras preñadas y proporción de preñez por talla en longitud furcal.
TIBURON VOLADOR 1986-1987.

LONG. FURCAL (cm)	85	95	105	115	125	135	145	155	165	175	185	195
TOTAL DE HEMBRAS		2	10	14	18	14	12	10	6	10	1	
HEMBRAS PREÑADAS						1	2	1	4	8	1	
PROPORCION DE PREÑEZ						0.07	0.17	0.10	0.67	0.80	1.00	

Carcharhinus limbatus (tiburón volador)

TABLA 11 Índices de captura estacional de hembras preñadas por lance positivo (con captura) y por lance efectivo de pesca (totales), capturadas sobre distintas profundidades del fondo marino. TIBURON ZORRO 1986-1987.

AREA	MAZATLAN - PTO. VALLARTA			MANZANILLO - ACAPULCO			GOLFO DE TEHUANTEPEC		
PROFUNDIDAD	< 1000	1000	> 1000	< 1000	1000	> 1000	< 1000	1000	> 1000
SEP-DIC									
Nº DE H.	20	10	2	-	1	-	-	-	-
LANCES CON H.	10	5	1	-	1	-	-	-	-
LANCES TOTALES	19	11	10	-	2	-	-	-	-
Nº H. X L. POSITIVO	2.0	2.0	2.0	-	1.0	-	-	-	-
Nº H. X L. TOTAL	1.1	0.9	0.2	-	0.5	-	-	-	-
ENE-ABR									
Nº DE H.	24	15	24	4	7	4	-	-	-
LANCES CON H.	6	5	13	4	3	3	-	-	-
LANCES TOTALES	8	11	15	7	3	5	-	-	-
Nº H. X L. POSITIVO	4.0	3.0	1.9	1.0	2.3	1.3	-	-	-
Nº H. X L. TOTAL	3.0	1.4	1.6	0.6	2.3	0.8	-	-	-
MAY-AGO									
Nº DE H.	4	5	1	-	-	-	-	-	-
LANCES CON H.	2	3	1	-	-	-	-	-	-
LANCES TOTALES	5	5	7	1	-	2	7	9	10
Nº H. X L. POSITIVO	2.0	1.7	1.0	0	-	0	0	0	0
Nº H. X L. TOTAL	0.8	1.0	0.1	0	-	0	0	0	0
ANUAL									
Nº DE H.	48	31	27	4	7	4	-	-	-
LANCES CON H.	18	14	15	4	3	3	-	-	-
LANCES TOTALES	32	27	32	8	5	7	7	9	10
Nº H. X L. POSITIVO	2.7	2.2	1.8	1.0	2.3	1.3	0	0	0
Nº H. X L. TOTAL	1.5	1.2	0.8	0.5	1.4	0.8	0	0	0

Alopias vulpinus (tiburón zorro)

H.= HEMBRAS PREÑADAS

X= POR

L.= LANCE

TABLA 12 Indices de captura estacional de hembras preñadas por lance positivo (con captura) y por lance efectivo de pesca (totales), capturadas sobre distintas profundidades del fondo marino. TIBURON VOLADOR 1986-1987.

AREA	MAZATLAN - PTO. VALLARTA			MANZANILLO - ACAPULCO			GOLFO DE TEHUANTEPEC		
	< 1000	1000	> 1000	< 1000	1000	> 1000	< 1000	1000	> 1000
SEP-DIC									
N° DE H.	-	1	-	-	-	-	-	-	-
LANCES CON H.	-	1	-	-	-	-	-	-	-
LANCES TOTALES	19	11	10	-	2	-	-	-	-
N° H. X L. POSITIVO	0	1.0	0	-	0	-	-	-	-
N° H. X L. TOTAL	0	0.09	0	-	0	-	-	-	-
ENE-ABR									
N° DE H.	-	2	2	-	-	-	-	-	-
LANCES CON H.	-	2	2	-	-	-	-	-	-
LANCES TOTALES	8	11	15	7	3	5	-	-	-
N° H. X L. POSITIVO	0	1.0	1.0	0	0	0	-	-	-
N° H. X L. TOTAL	0	0.18	0.13	0	0	0	-	-	-
MAY-AGO									
N° DE H.	-	-	3	-	-	1	2	3	4
LANCES CON H.	-	-	2	-	-	1	1	2	2
LANCES TOTALES	5	5	7	1	-	2	7	9	10
N° H. X L. POSITIVO	0	0	1.5	0	-	1.0	2.0	1.5	2.0
N° H. X L. TOTAL	0	0	0.43	0	-	0.50	0.29	0.30	0.40
ANUAL									
N° DE H.	-	3	5	-	-	1	2	3	4
LANCES CON H.	-	3	4	-	-	1	1	2	2
LANCES TOTALES	32	27	32	8	5	7	7	9	10
N° H. X L. POSITIVO	0	1.0	1.3	0	0	1.0	2.0	1.5	2.0
N° H. X L. TOTAL	0	0.11	0.16	0	0	0.14	0.29	0.30	0.40

Carcharhinus limbatus (tiburón volador)

H.= HEMBRAS PREÑADAS

X= POR

L.= LANCE

TABLA 13 Número de lances de captura por crucero, hembras preñadas y captura por lance. 1986-1987.

	S-O	N-D	E-F	M-A	M-J	J-A	ANUAL
LANCES	27	15	18	31	30	16	137
H. TIB. ZORRO	28	5	20	58	2	8	121
CAPTURA X L.	1.04	0.33	1.11	1.87	0.06	0.5	0.88
H. TIB. VOLADOR	1	0	0	4	10	3	18
CAPTURA X L.	0.04	0	0	0.13	0.33	0.19	0.13

Alopias vulpinus (tiburón zorro)

Carcharhinus limbatus (tiburón volador)

H.= HEMBRAS PREÑADAS X= POR L.=LANCER

TABLA 14

Edad promedio por talla, incrementos y crecimiento anual para la obtención de los parámetros del crecimiento. TIBURON ZORRO, 1986-1987.

EDAD t (años)	Longitud Furcal (cm)						PROMEDIO ANUAL	CALCULADO ANUAL
	SEP - OCT	NOV - DIC	ENE - FEB	MAR - ABR	MAY - JUN	JUL - AGO		
I	113.5	100.6	112.7	105.6	-	-	108.1	108.1
II	134.3	127.2	129.5	131.5	133.8	124.5	130.1	130.6
III	-	151.9	-	-	146.5	136.8	145.1	147.2
IV	-	166.8	-	-	158.8	-	162.8	160.8
EDAD t (años)	Incrementos						PROMEDIO ANUAL	
I - II	20.8	26.6	16.8	25.9	-	-		22.53
II - III	-	24.7	-	-	12.7	12.3	16.57	
III - IV	-	14.9	-	-	12.3	-	13.60	
IV - V	-	-	-	-	-	-	-	
Von Bertalanffy								
K	-	-	-	-	-	-	-	0.213
t ₀	-	-	-	-	-	-	-	-2,190
L _∞	-	-	-	-	-	-	-	220
$W = aL^b$ $a = 1.48E-5$ $b = 2.98$								
W ₀₀ (kg)								141.5
n	400	384	359	1049	66	146	2404	

Alopias vulpinus (tiburón zorro)

TABLA 15 Edad promedio por talla, incrementos y crecimiento anual para la obtención de los parámetros del crecimiento. TIBURON VOLADOR, 1986-1987.

EDAD t (años)	Longitud Furcal (cm)						PROMEDIO ANUAL	CALCULADO ANUAL
	SEP - OCT	NOV - DIC	ENE - FEB	MAR - ABR	MAY - JUN	JUL - AGO		
I	111	-	-	-	104.3	-	107.7	107.7
II	127.9	117.5	117.5	-	126.1	-	122.3	127.0
III	143.7	132.5	135	153.6	147.2	127.8	140.0	144.4
IV	-	-	-	-	-	140.5	140.5	157.1
V	-	-	-	-	-	152.5	152.5	169.1
VI	-	-	-	-	-	162	162	178.6
EDAD t (años)	Incrementos						PROMEDIO ANUAL	
I - II	16.9	-	-	-	21.8	-	19.35	
II - III	15.8	15	17.5	-	21.1	-	17.35	
III - IV	-	-	-	-	-	12.7	12.70	
IV - V	-	-	-	-	-	12	12.00	
V - VI	-	-	-	-	-	9.5	9.5	
								Von Bertalanffy
K	-	-	-	-	-	-	-	0.235
to	-	-	-	-	-	-	-	-1.970
Loo	-	-	-	-	-	-	-	210
$W = aL^b$ $a = 3.18E-6$ $b = 3.23$								
Woo (kg)								100.7
n	152	22	11	13	296	201	695	

Carcharhinus limbatus (tiburón volador)

TABLA 16 Clave Edad-Longitud de Tiburón zorro (Machos y hembras) 1986-1987

Talla (cm)	Edad													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
75														
80	1													
85	4													
90	10													
95	13													
100	11													
105	18													
110	5.6	22.4												
115		39												
120		70												
125		98												
130		112.5	112.5											
135			112											
140			104											
145			141	9										
150				191										
155				289										
160				263.5	102.5									
165					355									
170					226.4	4.6								
175						100								
180						47.6	10.4							
185							8							
190							1.7	4.3						
195								3	3					
200									3.1	3.9				
205										-	-	-		
210												0.36	0.4	0.24
215														
n	62.6	341.9	469.5	752.5	683.9	152.2	20.1	7.3	6.1	3.9	0	0.36	0.4	0.24

Alopias vulpinus (tiburón zorro)

TABLA 17 Clave Edad-Longitud de Tiburón zorro (Machos) 1986-1987

Talla (cm)	Edad											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
75												
85	1											
95	7											
105	6.8	1.2										
115		16										
125		63										
135			79									
145			26.3	67.7								
155				179								
165				5.5	44.5							
175					17.5	55.5						
185						1.8	8	1.2				
195								0.5	0.47	0.03		
205										0.77	0.68	0.55
215												
n	14.8	80.2	105.3	252.2	62	57.3	8	1.7	0.47	0.8	0.68	0.55

Alopias vulpinus (tiburón zorro)

TABLA 18 **Clave Edad-Longitud de Tiburón zorro (Hembras) 1986-1987**

Talla (cm)	Edad											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
75	1											
85	2											
95	14											
105	15.3	2.7										
115		41										
125		90										
135			109									
145			96.5	37.5								
155				228								
165				40.4	326.6							
175					38.2	120.8						
185						4.1	19	2.9				
195								1	0.94	0.06		
205										0.77	0.68	0.55
215												
n	32.3	133.7	205.5	305.9	364.8	124.9	19	3.9	0.94	0.83	0.68	0.55

Alopias vulpinus (tiburón zorro)

TABLA 19 Clave Edad-Longitud de Tiburón volador (Machos y Hembras) 1986-1987

Talla (cm)	Edad													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
75	1													
80	-													
85	2													
90	9													
95	14													
100	31													
105	30.6	20.4												
110		47												
115		60												
120		46												
125		67.6	1.4											
130			49											
135			43											
140			53											
145			21.6	27.4										
150				55										
155				35										
160				5.2	23.8									
165					21									
170					5.4	10.6								
175						4								
180						0.1	1.9							
185							0.8	1.2						
190								0.9	1.1					
195									0.3	0.7				
200											1	0.8	0.2	
205													0.36	0.36
210														
215														
n	87.6	241	168	122.6	50.2	14.7	2.7	2.1	1.4	0.7	1	0.8	0.56	0.36

Carcharhinus limbatus (tiburón volador)

TABLA 20 Clave Edad-Longitud de Tiburón volador (Machos) 1986-1987

Talla (cm)	Edad											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
75	1											
85	4											
95	12											
105	12.7	10.3										
115		26										
125		34	12									
135			35									
145			21	23.8								
155				31.3	5.9							
165					12.9	1.1						
175						0.77	0.23					
185							0.45	0.55				
195									0.4	0.34	0.26	
205												0.42
215												
n	29.7	70.3	68	55.1	18.8	1.87	0.68	0.55	0.4	0.34	0.26	0.42

Carcharhinus limbatus (tiburón volador)

TABLA 21

Clave Edad-Longitud de Tiburón volador (Hembras) 1986-1987

Talla (cm)	Edad											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
75												
85	2											
95	15											
105	21.4	17.6										
115		49										
125		46.6	16.4									
135			32									
145			17.9	20.1								
155				22.7	4.3							
165					23.9	2.1						
175						10	3					
185							0.45	0.55				
195									1.2	1	0.8	
205												-
215												
n	38.4	113.2	66.3	42.8	28.2	12.1	3.45	0.55	1.2	1	0.8	0

Carcharhinus limbatus (tiburón volador)

TABLA 22

Estimación natural (M_0) por el método de maduración masiva de Rikhter y Efanov, relación peso (W)-longitud (L). TIBURON ZORRO, 1986-1987.

Machos							
Edad	1	2	3	4	5	6	7
n	14.8	80.2	105.3	252.2	62	57.3	8
Peso medio (k)	17.3	29.6	43.1	56.6	69.4	81.0	91.2
Biomasa	255.6	2377.0	4540.5	14275.6	4300.2	4639.1	729.9

Edad media ponderada de máxima biomasa (4) =			4.0	$W = aL^b$, $a = 7.6 E-5$, $b = 2.68$ $r^2 = 0.92$, $n = 214$
$M_0 =$	0.4056			
$S_0 =$	0.667			

Hembras							
Edad	1	2	3	4	5	6	7
n	32.3	133.7	205.5	305.9	364.8	124.9	19
Peso medio (k)	10.1	17.3	25.1	33.0	40.4	47.2	53.2
Biomasa	325.3	2310.7	5167.1	10096.9	14753.9	5896.6	1010.8

Edad media ponderada de máxima biomasa (4 - 5) =			4.593	$W = aL^b$, $a = 7.6 E-5$, $b = 2.58$ $r^2 = 0.92$, $n = 275$
$M_0 =$	0.3525			
$S_0 =$	0.703			

Machos y Hembras							
Edad	1	2	3	4	5	6	7
n	62.6	341.9	469.5	752.5	683.9	152.2	20.1
Peso medio (k)	17.0	29.1	42.4	55.6	68.1	79.5	89.6
Biomasa	1062.1	9954.1	19886.7	41841.5	46594.6	12104.5	1801.4

Edad media ponderada de máxima biomasa (4 - 5) =			4.526	$W = aL^b$, $a = 1.48 E-5$, $b = 2.98$ $r^2 = 0.98$, $n = 528$
$M_0 =$	0.3579			
$S_0 =$	0.699			

Alopias vulpinus (tiburón zorro)

TABLA 23

Estimación natural (M_0) por el método de maduración masiva de Richter y Efanov, relación peso (W)-longitud (L). TIBURON VOLADOR, 1986-1987.

Machos							
Edad	1	2	3	4	5	6	7
n	29.7	70.3	68.2	55.1	18.8	1.87	0.68
Peso medio (kg)	11.5	20.3	29.7	39.0	47.5	55.1	61.6
Biomasa	342.2	1425.8	2026.7	2147.1	893.1	103.0	41.9

Edad media ponderada de máxima biomasa (3 - 4) =		3.51	$W = aL^b$, $a = 9.3 E-6$, $b = 3.01$ $r^2 = 0.98$, $n = 104$
$M_0 =$	0.4609		
$S_0 =$	0.631		

Hembras							
Edad	1	2	3	4	5	6	7
n	38.4	113.2	66.3	42.8	28.2	12.1	3.45
Peso medio (kg)	12.4	21.9	32.0	42.0	51.2	59.3	66.4
Biomasa	476.7	2473.5	2122.8	1796.9	1443.4	718.0	229.0

Edad media ponderada de máxima biomasa (2 - 3) =		2.462	$W = aL^b$, $a = 5.0 E-6$, $b = 3.14$ $r^2 = 0.99$, $n = 135$
$M_0 =$	0.6401		
$S_0 =$	0.527		

Machos y Hembras							
Edad	1	2	3	4	5	6	7
n	87.6	241	168	122.6	50.2	14.7	2.7
Peso medio (kg)	12.8	22.5	32.9	43.2	52.7	61.0	68.3
Biomasa	1118.6	5417.2	5533.4	5294.9	2643.2	897.4	184.3

Edad media ponderada de máxima biomasa (2 - 3) =		2.992	$W = aL^b$, $a = 3.18 E-6$, $b = 3.23$ $r^2 = 0.98$, $n = 239$
$M_0 =$	0.5359		
$S_0 =$	0.585		

Carcharhinus limbatus (tiburón volador)

TABLA 24

Obtención de la mortalidad por pesca (F) y tasa de explotación (E)

$Z = M + F$		Machos	Hembras	Machos y Hembras
	Z=	1.279	1.549	1.279
	M ₀ =	0.406	0.352	0.358
	F=	0.873	1.197	0.921
$E = F/M+F [1 - e^{- (M + F)}]$	E=	0.3377	0.4159	0.3696

Alopias vulpinus (tiburón zorro)

$Z = M + F$		Machos	Hembras	Machos y Hembras
	Z=	1.131	0.924	0.988
	M ₀ =	0.4609	0.6401	0.5359
	F=	0.6701	0.2839	0.4521
$E = F/M+F [1 - e^{- (M + F)}]$	E=	0.2649	0.1853	0.1680

Carcharhinus limbatus (tiburón volador)

TABLA 25 Tasa de decremento de las hembras preñadas y natalidad de Tiburón zorro (*Alopias vulpinus*)

Edad	% de Preñez	Stock Virgen					Fracción (%)		Stock Capturable		
		Sobrevivencia	Nº	Nº H. Preñadas	Fecundidad	Natalidad	Capturable	No Capturable	Nº	Nº H. Preñadas	Natalidad
							Sz= 0.21	So= 0.70			
1	0	So= 0.70	1000.0	0	2	0	2.2	97.8	1000.0	0	0
2	0	So= 0.70	702.9	0.0	2	0.0	12.7	87.3	689.2	0.0	0.0
3	5.7	So= 0.70	494.1	28.2	2	56.3	27.8	72.2	439.6	25.1	50.1
4	51.1	So= 0.70	347.3	177.5	2	355.0	59.0	41	247.8	126.6	253.3
5	79.4	So= 0.70	244.2	193.9	2	387.7	100.0	0	101.8	80.9	161.7
6	92.9	So= 0.70	171.6	159.4	2	318.9	100.0	0	21.4	19.9	39.7
7	97.9	So= 0.70	120.6	118.1	2	236.2	100.0	0	4.5	4.4	8.8
8	100	So= 0.70	84.8	84.8	2	169.6	100.0	0	0.9	0.9	1.9
Total			761.89			1523.78				257.75	515.49
Tasa de decremento										0.66	
Tasa de decremento de natalidad											0.66

Alopias vulpinus (tiburón zorro)

TABLA 26 Tasa de decremento de las hembras preñadas y natalidad de Tiburón volador (*Carcharhinus limbatus*)

Edad	% de Preñez	Stock Virgen					Fracción (%)		Stock Capturable		
		Sobrevivencia	Nº	Nº H. Preñadas	Fecundidad	Natalidad	Capturable	No Capturable	Nº	Nº H. Preñadas	Natalidad
							Sz= 0.40	So= 0.527			
1	0	So= 0.527	1000.0	0	0	0	17.9	82.1	1000.0	0	0
2	1.64	So= 0.527	527.3	8.6	1	9	100.0	0	503.7	8.3	8
3	17.2	So= 0.527	278.0	47.8	2.1	100.4	100.0	0	200.0	34.4	72.2
4	42.2	So= 0.527	146.6	61.9	4.1	253.6	100.0	0	79.4	33.5	137.4
5	77.34	So= 0.527	77.3	59.8	5.7	340.7	100.0	0	31.5	24.4	138.9
6	91.4	So= 0.527	40.7	37.2	6.9	257.0	100.0	0	12.5	11.4	78.9
7	100	So= 0.527	21.5	21.5	7.9	169.7	100.0	0	5.0	5.0	39.2
8	100	So= 0.527	11.3	11.3	8.7	98.6	100.0	0	2.0	2.0	17.2
Total			248.15			1228.7				118.91	492.12
Tasa de decremento de hembras preñadas										0.52	
Tasa de decremento de natalidad											0.60

Carcharhinus limbatus (tiburón volador)

TABLA 27

Sobrevivencia de hembras totales y hembras preñadas en número por edad a diferente esfuerzo de pesca ($F=qf$). TIBURON ZORRO, 1986-1987.

Sobrevivencia de Hembras en Número				
Edad	Stock Explotado			Stock Virgen
	Sz			So
	0.21	0.4	0.6	0.7
1	1000	1000	1000	1000
2	689	693	698	703
3	440	459	480	494
4	248	283	322	347
5	102	148	207	244
6	21	59	124	172
7	4	24	74	121
8	1	9	45	85

Sobrevivencia de Hembras Preñadas en Número				
Edad	Stock Explotado			Stock Virgen
	Sz			So
	0.21	0.4	0.6	0.7
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	25	26	27	28
4	127	145	165	177
5	81	118	164	194
6	20	55	115	159
7	4	23	73	118
8	1	9	45	85

Alopias vulpinus (tiburón zorro)

TABLA 28

Sobrevivencia de hembras totales y hembras
preñadas en número por edad a diferente
esfuerzo de pesca ($F = q f$). TIBURON VOLADOR,
1986-1987.

Sobrevivencia de Hembras en Número				
Edad	Stock Explotado			Stock Virgen
	Sz			So
	0.3	0.4	0.43	0.53
1	1000	1000	1000	1000
2	486	504	509	703
3	146	200	218	494
4	44	79	93	347
5	13	32	40	244
6	4	13	17	172
7	1	5	7	121
8	0	2	3	85

Sobrevivencia de Hembras Preñadas en Número				
Edad	Stock Explotado			Stock Virgen
	Sz			So
	0.3	0.4	0.43	0.53
1	0	0	0	0
2	8	8	8	9
3	25	34	37	48
4	18	34	39	62
5	10	24	31	60
6	4	11	16	37
7	1	5	7	21
8	0	2	3	11

Carcharhinus limbatus (tiburón volador)

TABLA 29 Tasa de decremento de las hembras preñadas y de natalidad a diferente esfuerzo de pesca ($F=qf$),
TIBURON ZORRO, 1986-1987.

Sz	Z	So	Mo	F	Tasa de Decremento	
					Hembras Preñadas	Natalidad
0.1	2.303	0.703	0.352	1.951	0.86	0.86
0.21	1.561	0.703	0.352	1.209	0.67	0.67
0.3	1.204	0.703	0.352	0.852	0.60	0.60
0.4	0.916	0.703	0.352	0.564	0.51	0.51
0.5	0.693	0.703	0.352	0.341	0.39	0.39
0.6	0.511	0.703	0.352	0.159	0.23	0.23
0.7	0.357	0.703	0.352	0.005	0.02	0.02

Tasa de decremento de "F" para R.M.S.	0.53
---------------------------------------	------

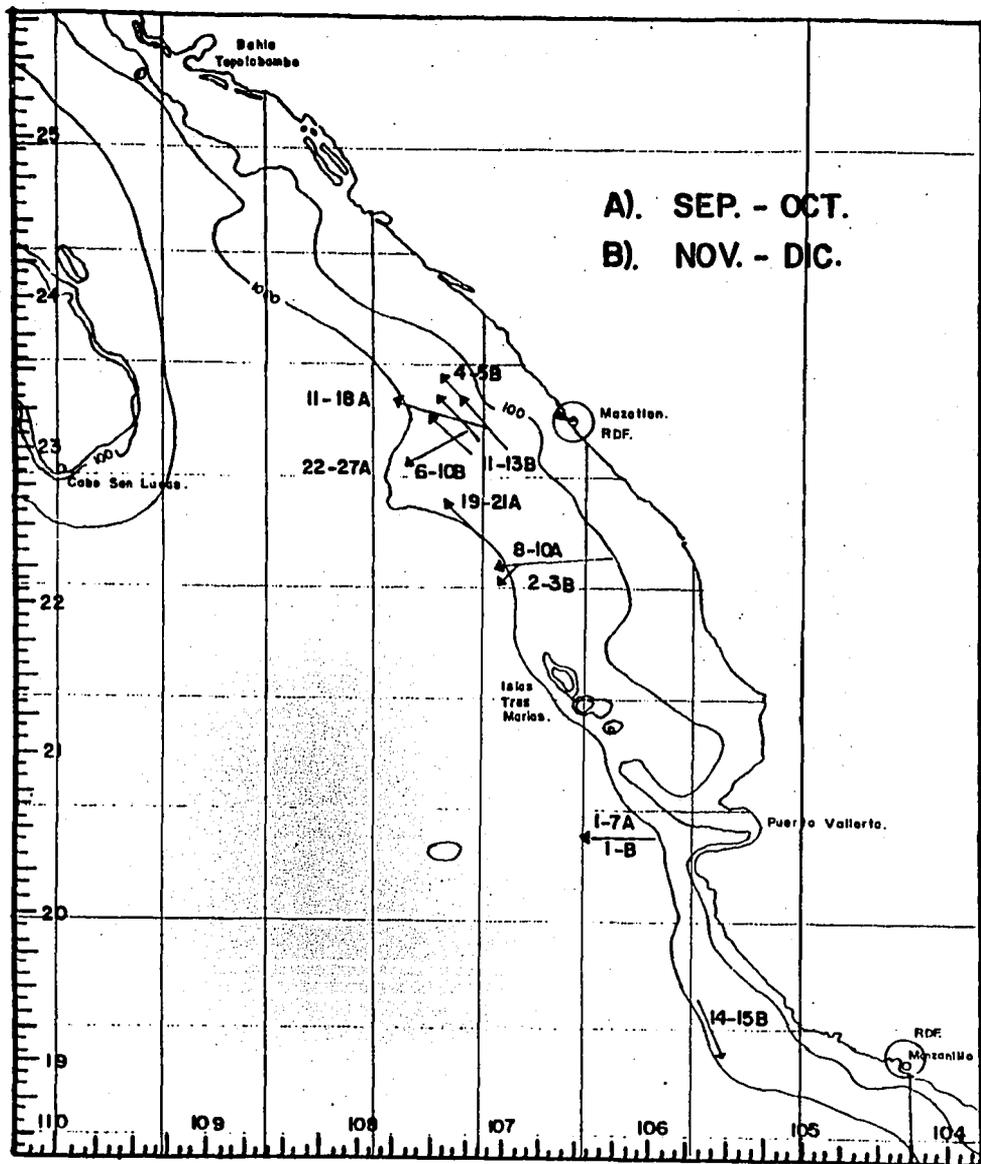
Alopias vulpinus (tiburón zorro)

TABLA 30 Tasa de decremento de las hembras preñadas y de natalidad a diferente esfuerzo de pesca ($F=qf$),
TIBURON VOLADOR, 1986-1987.

Sz	Z	So	Mo	F	Tasa de Decremento	
					Hembras Preñadas	Natalidad
0.1	2.303	0.527	0.641	1.662	0.93	0.97
0.2	1.609	0.527	0.641	0.969	0.86	0.92
0.3	1.204	0.527	0.641	0.563	0.73	0.81
0.4	0.924	0.527	0.641	0.283	0.52	0.60
0.43	0.849	0.527	0.641	0.208	0.43	0.50
0.53	0.641	0.527	0.641	0.000	0.0	0.0

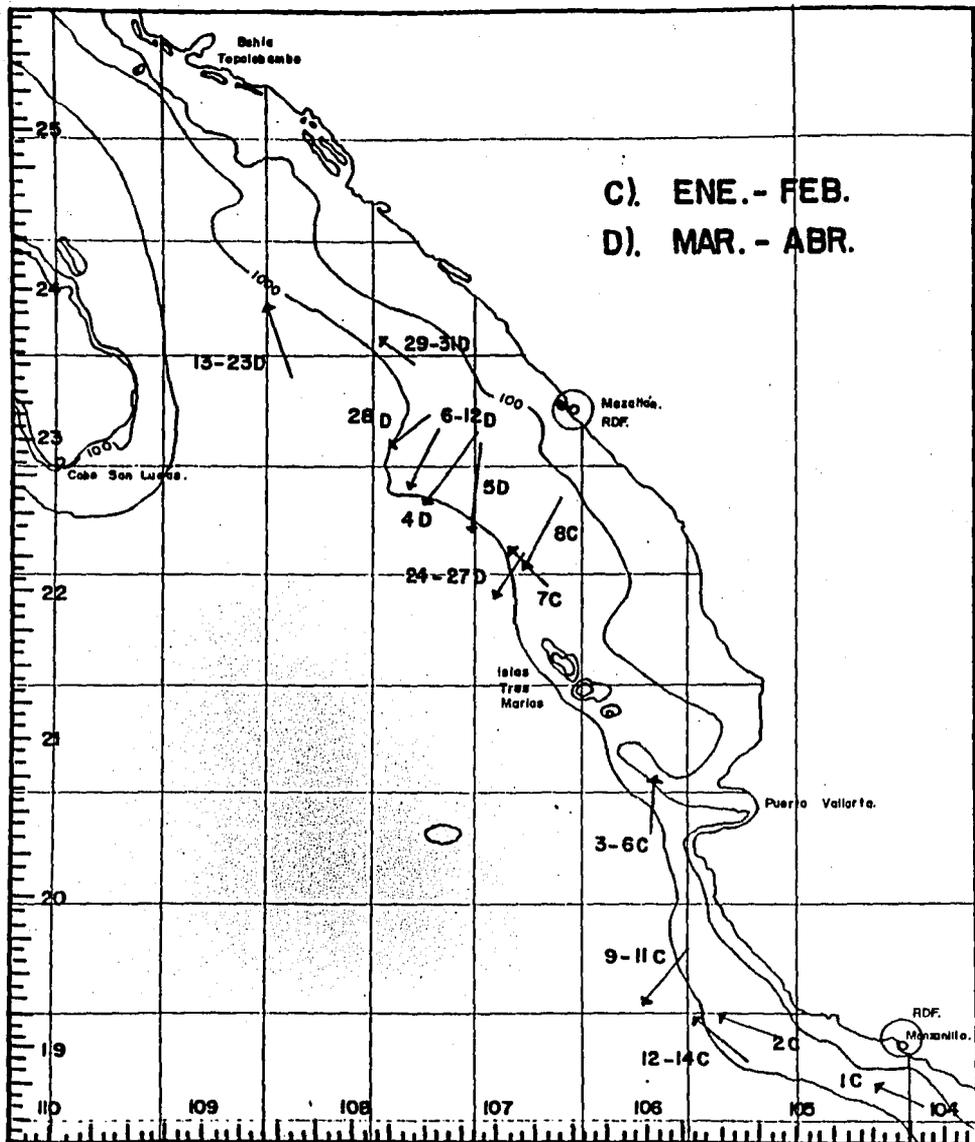
Tasa de decremento de "F" para R.M.S.	0.27
---------------------------------------	------

Carcharhinus limbatus (tiburón volador)



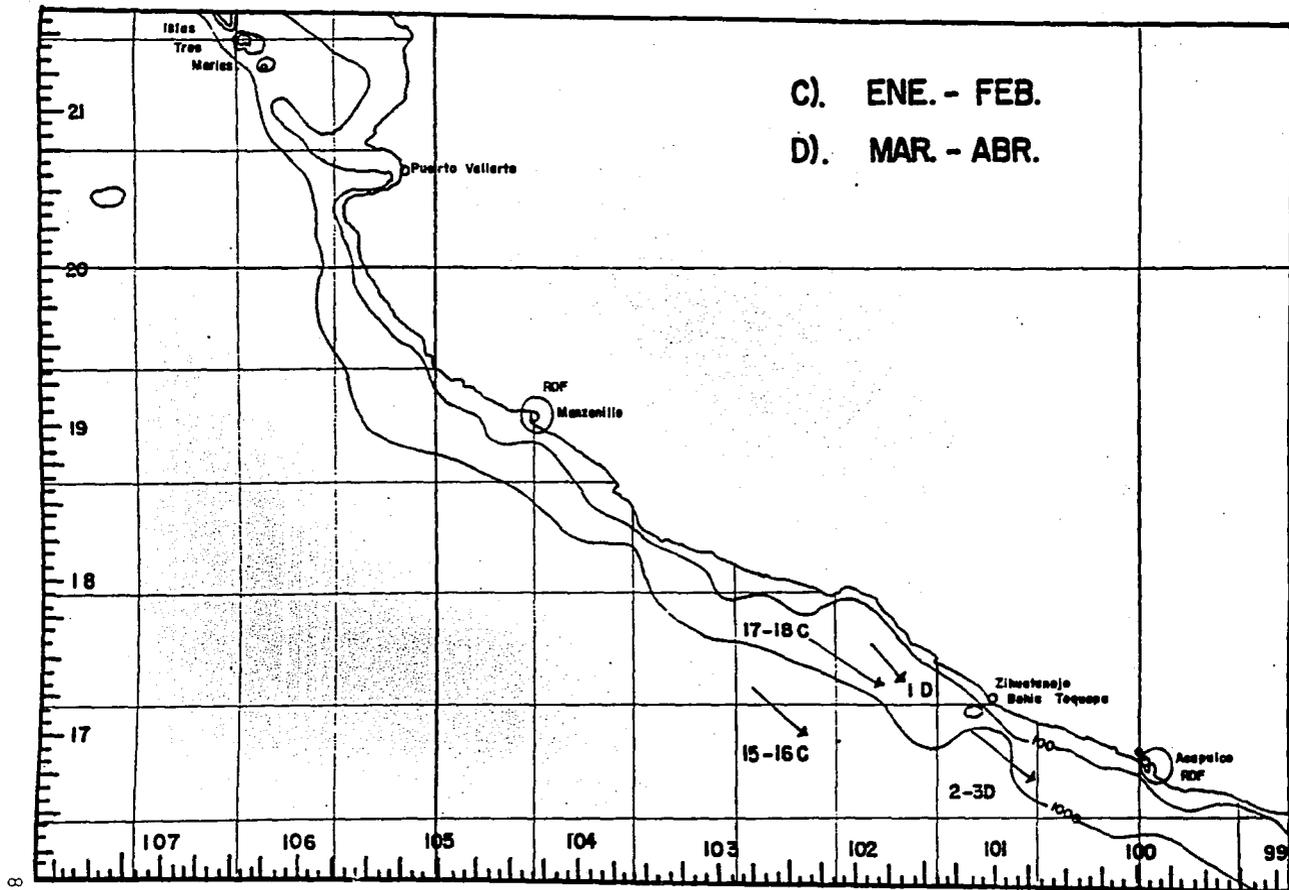
Los números refieren a las claves de los lances realizados. Cuando varios lances se hicieron en la misma posición se anotan separados por un guión el primero y el último.

FIGURA 1 POSICIONES DE LOS LANCES AL INICIO Y TERMINO DEL CALADO. SEP.-DIC. 1986. 82



Los números refieren a las claves de los lances realizados. Cuando varios lances se hicieron en la misma posición se anotan separados por un guión el primero y el último.

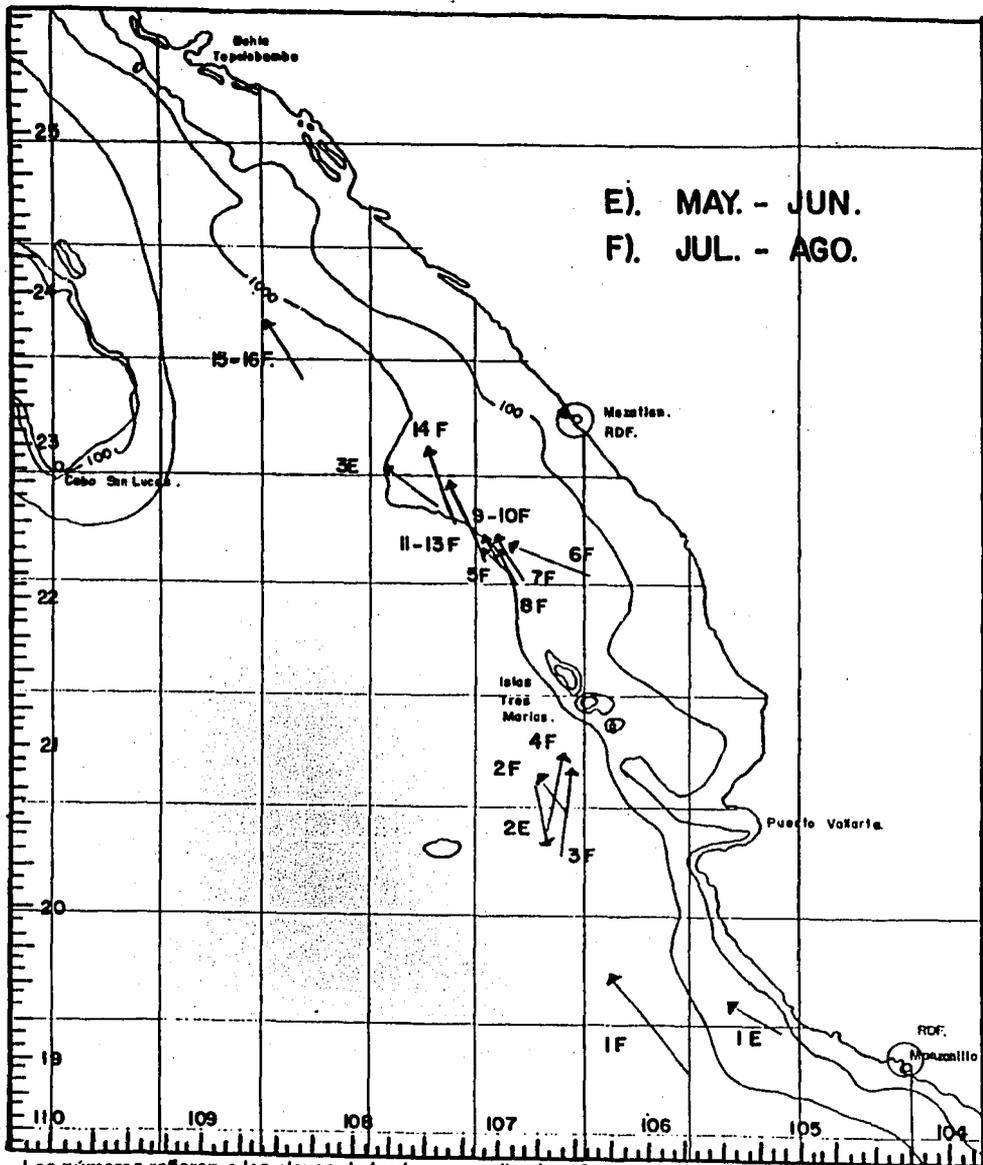
FIGURA 2a POSICIONES DE LOS LANCES AL INICIO Y TERMINO DEL CALADO. ENE. - ABR. 1987. 83



84 Los números refieren a las claves de los lances realizados. Cuando varios lances se hicieron en la misma posición se anotan separados por un guión el primero y el último.

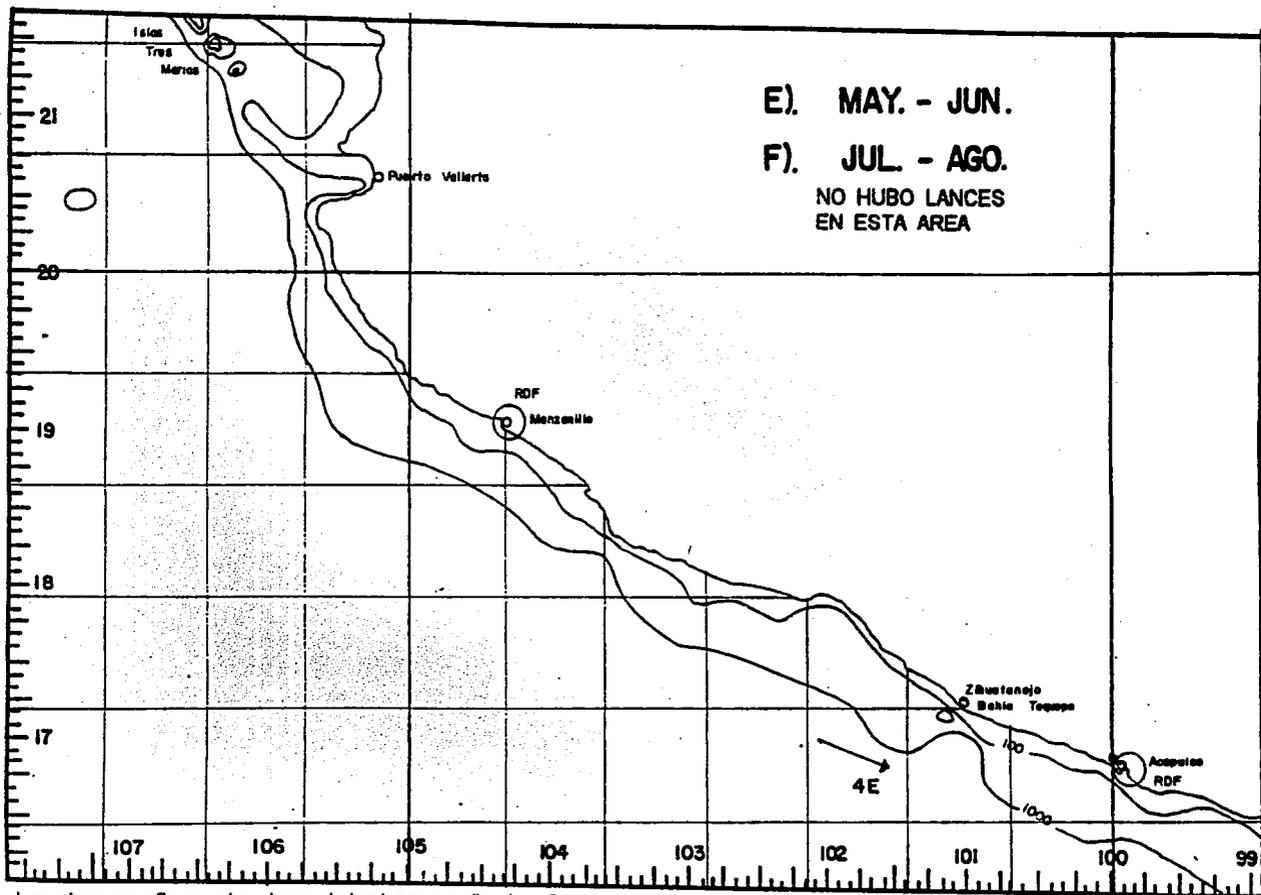
FIGURA 2b

**POSICIONES DE LOS LANCES AL INICIO Y
TERMINO DEL CALADO. ENE.- ABR. 1987**



Los números refieren a las claves de los lances realizados. Cuando varios lances se hicieron en la misma posición se anotan separados por un guión el primero y el último.

FIGURA 3a POSICIONES DE LOS LANCES AL INICIO Y
TERMINO DEL CALADO. MAY. - AGO. 1987. 85

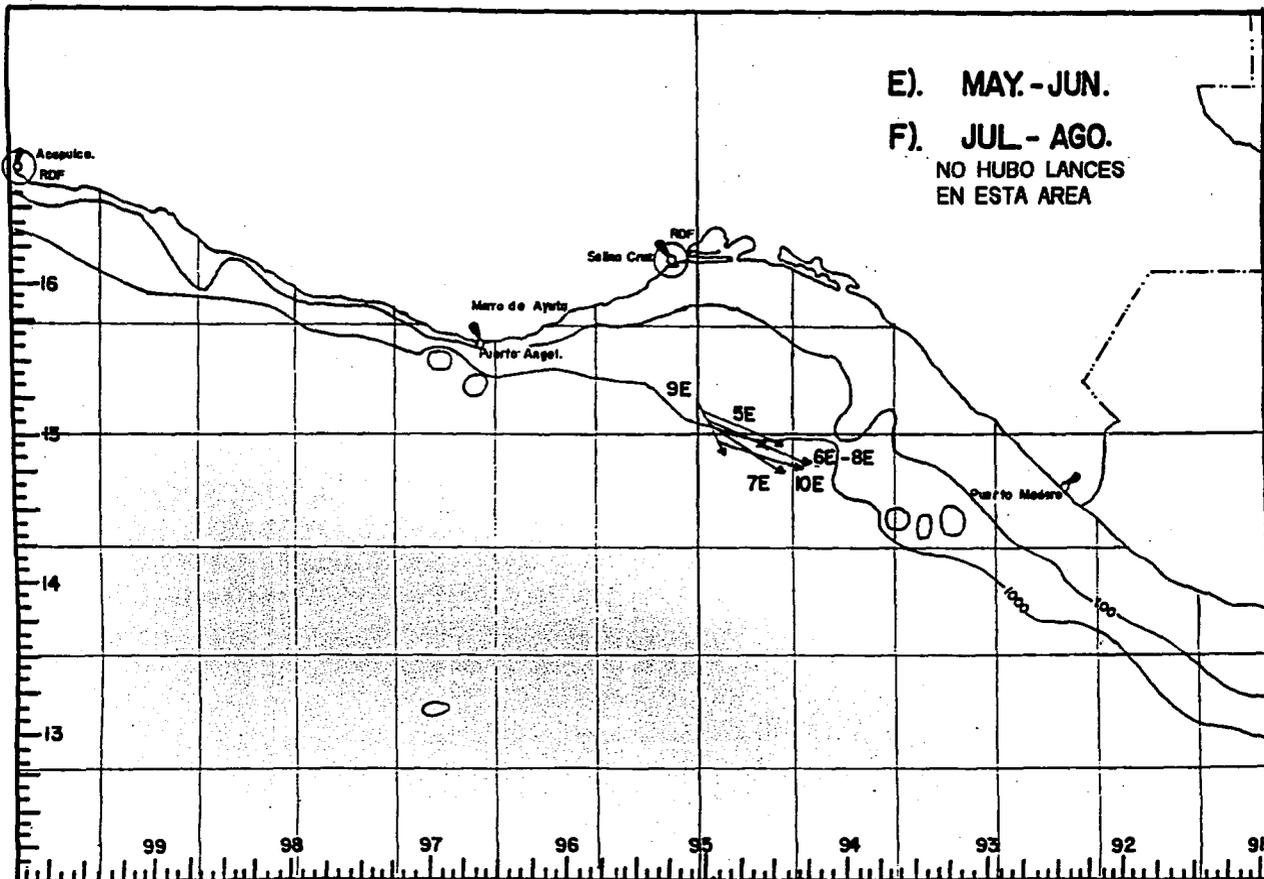


98

Los números refieren a las claves de los lances realizados. Cuando varios lances se hicieron en la misma posición se anotan separados por un guión el primero y el último.

FIGURA 3b

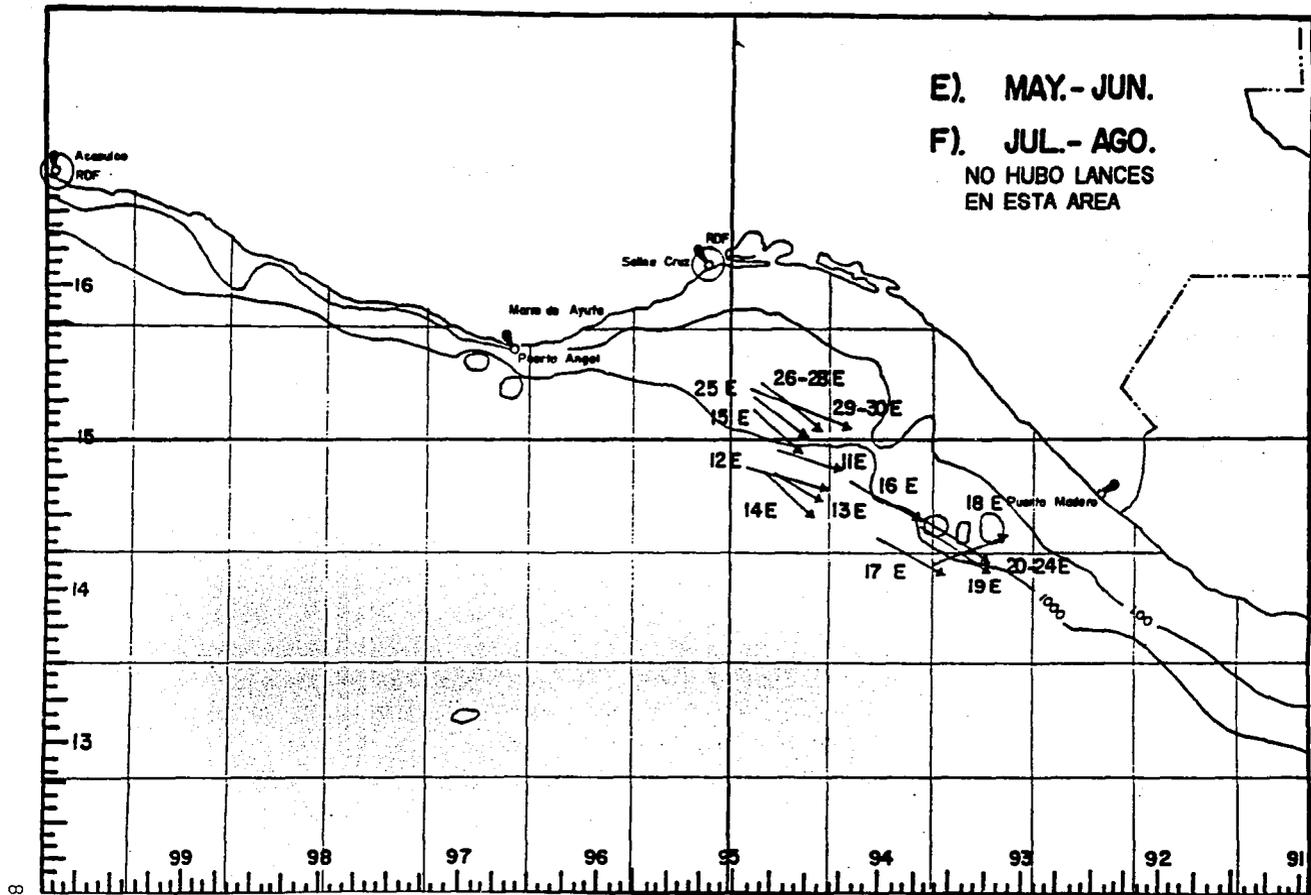
**POSICIONES DE LOS LANCES AL INICIO Y
TERMINO DEL CALADO. MAY. - AGO. 1987.**



Los números refieren a las claves de los lances realizados. Cuando varios lances se hicieron en la misma posición se anotan separados por un guión el primero y el último.

FIGURA 3c

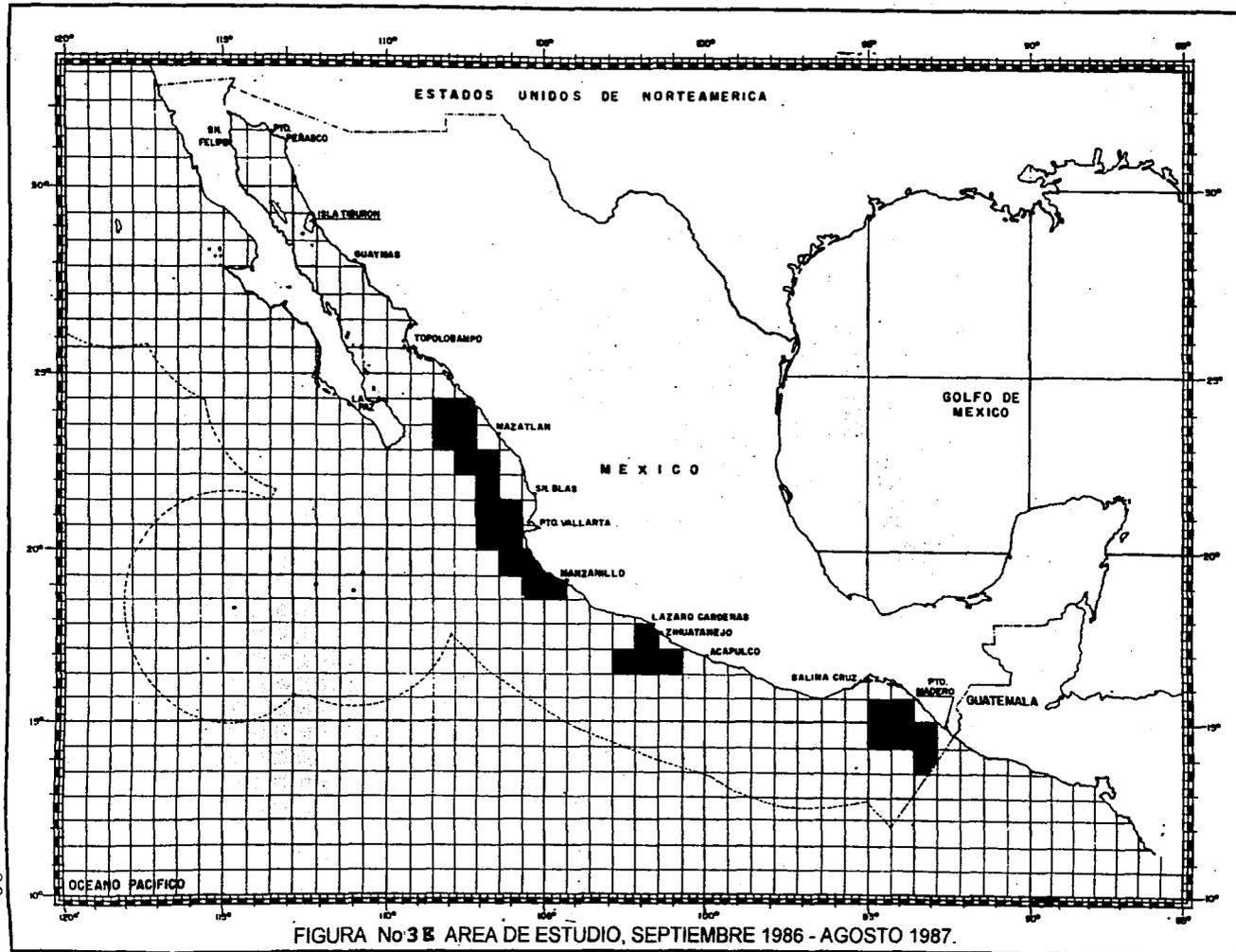
**POSICIONES DE LOS LANCES AL INICIO Y
TERMINO DEL CALADO. MAY.- AGO. 1987.**

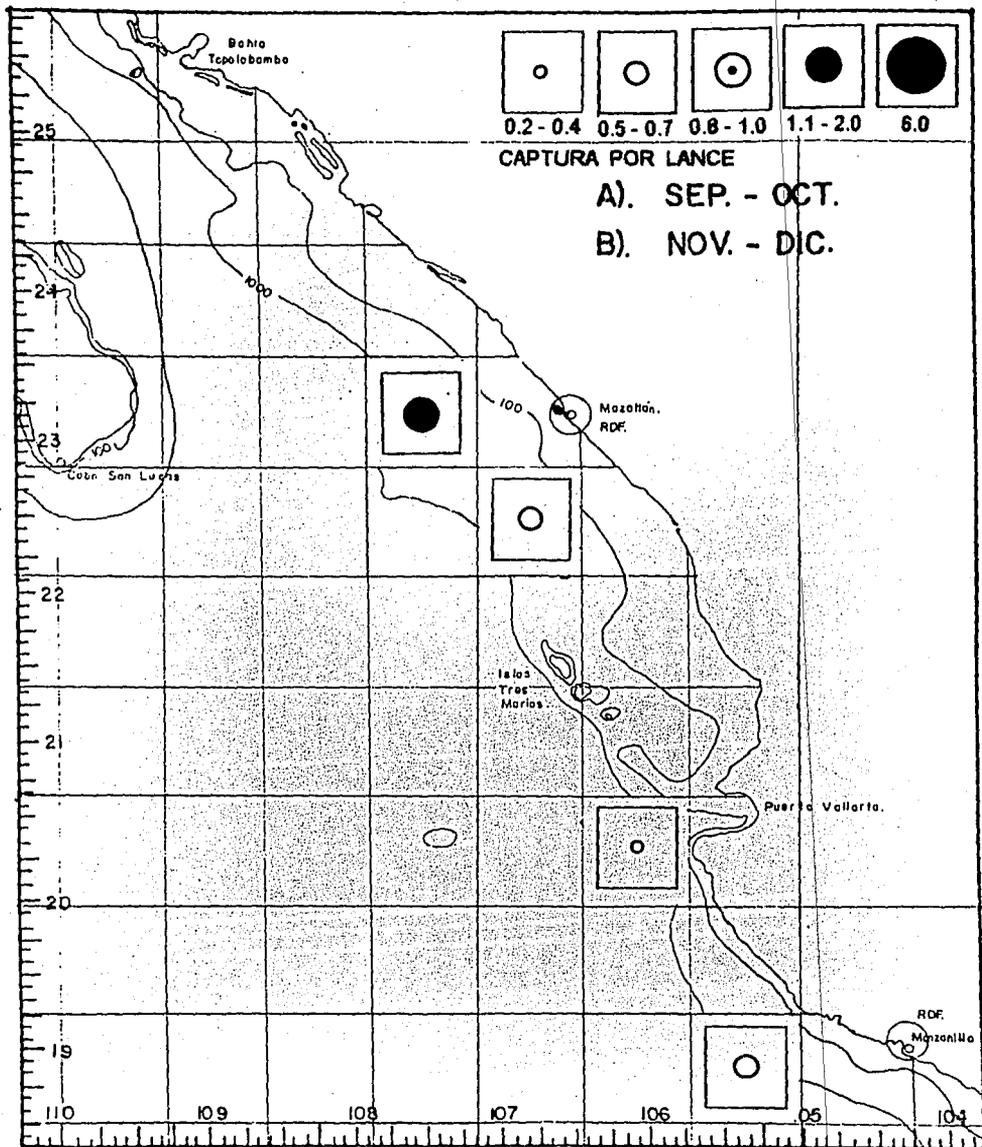


Los números refieren a las claves de los lances realizados. Cuando varios lances se hicieron en la misma posición se anotan separados por un guión el primero y el último.

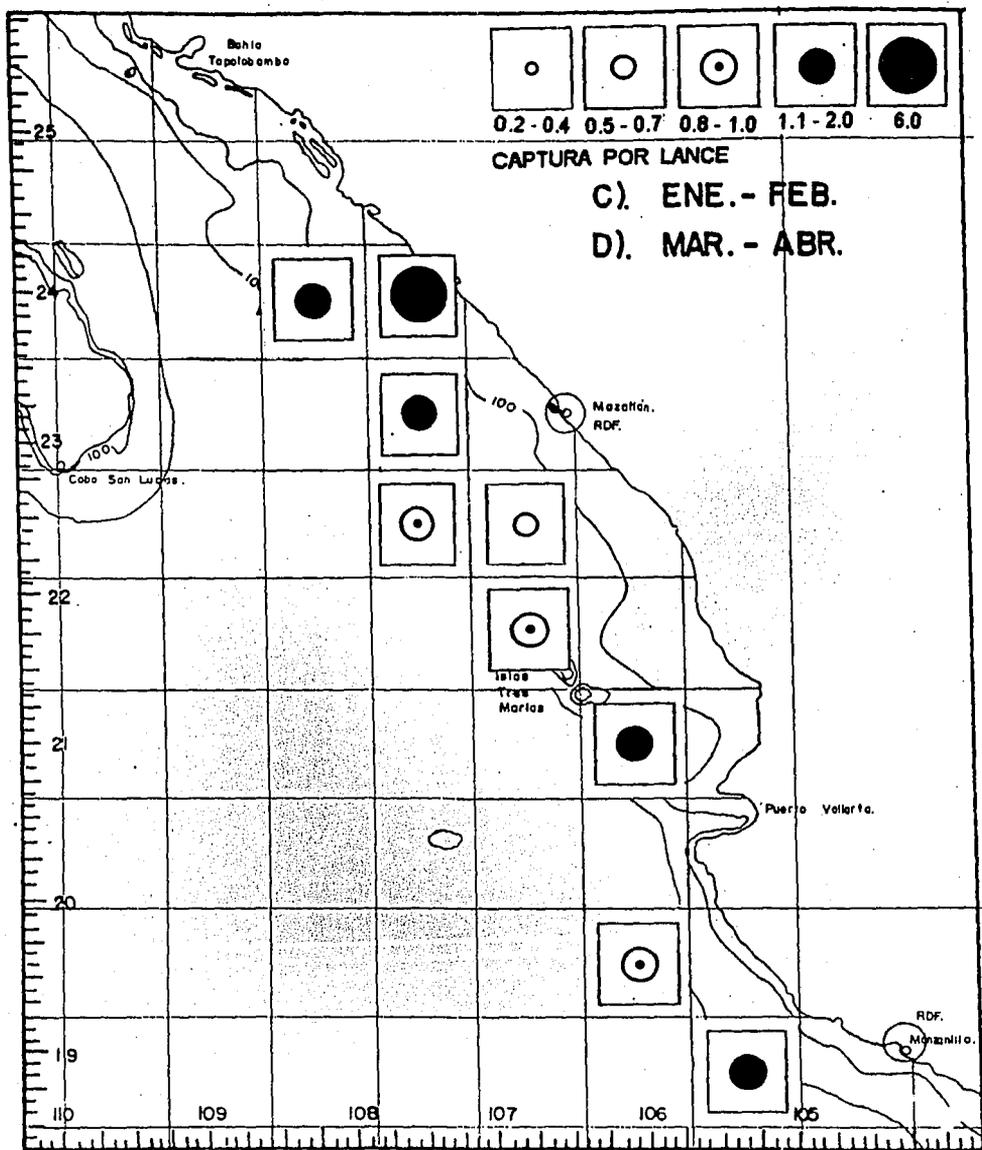
FIGURA 3d

**POSICIONES DE LOS LANCES AL INICIO Y
TERMINO DEL CALADO. MAY.-AGO. 1987.**





**FIGURA 4a ABUNDANCIA EN NUMERO DE HEMBRAS PREÑADAS
PROMEDIO POR LANCE DE TIBURON ZORRO. 1986**



**FIGURA 4b ABUNDANCIA EN NUMERO DE HEMBRAS PREÑADAS
 PROMEDIO POR LANCE DE TIBURON ZORRO. 1987**

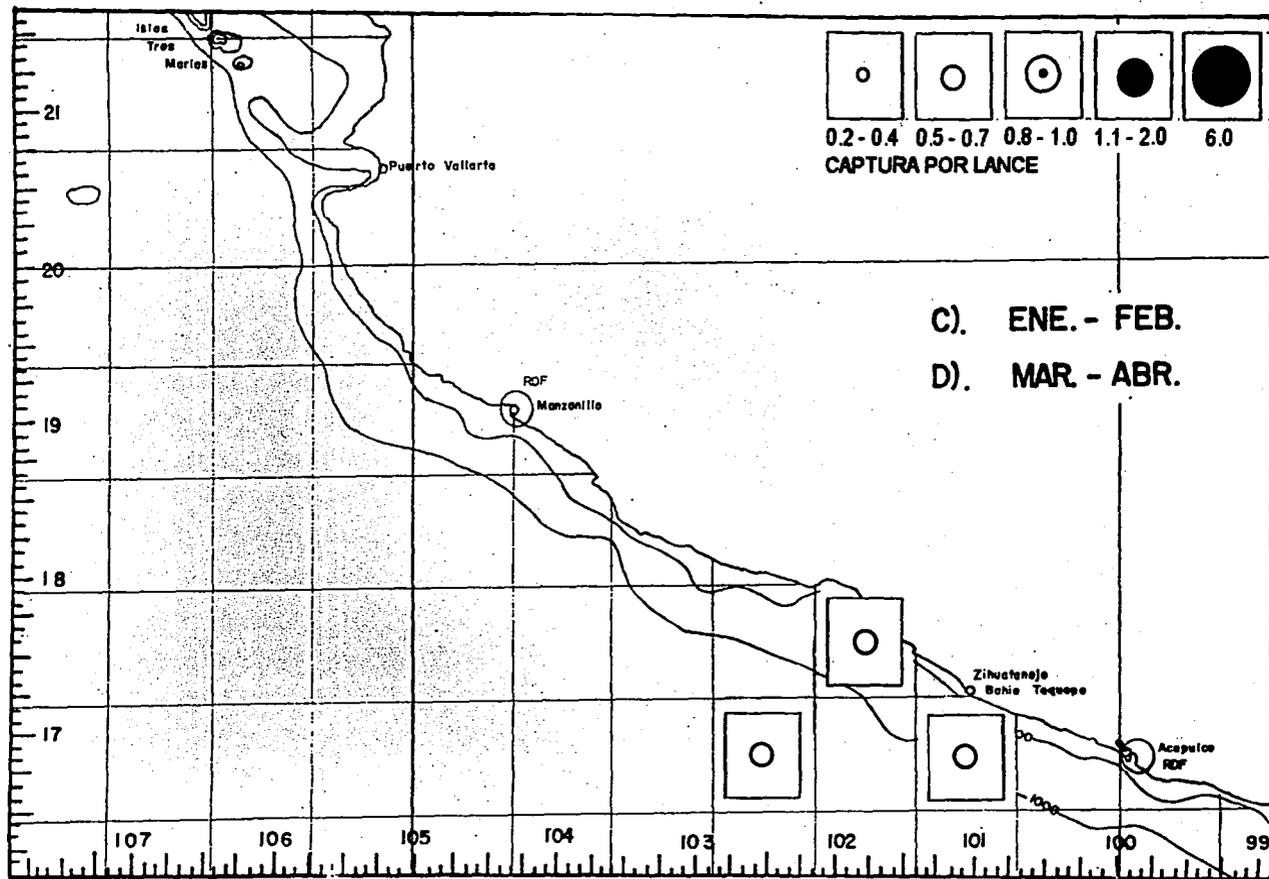


FIGURA 4c ABUNDANCIA EN NUMERO DE HEMBRAS PREÑADAS
 PROMEDIO POR LANCE DE TIBURON ZORRO. 1987

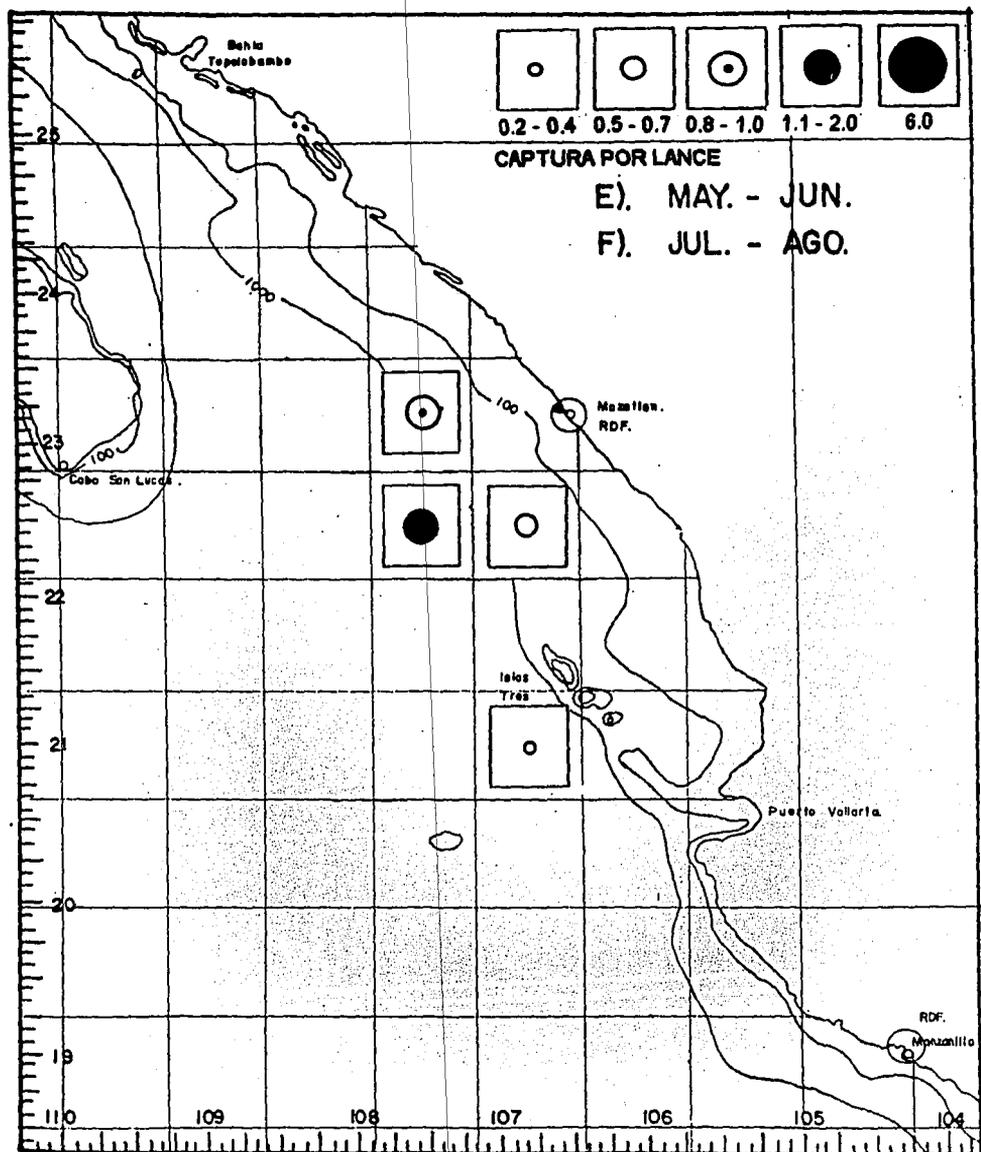


FIGURA 4d ABUNDANCIA EN NUMERO DE HEMBRAS PREÑADAS PROMEDIO POR LANCE DE TIBURON ZORRO. 1987

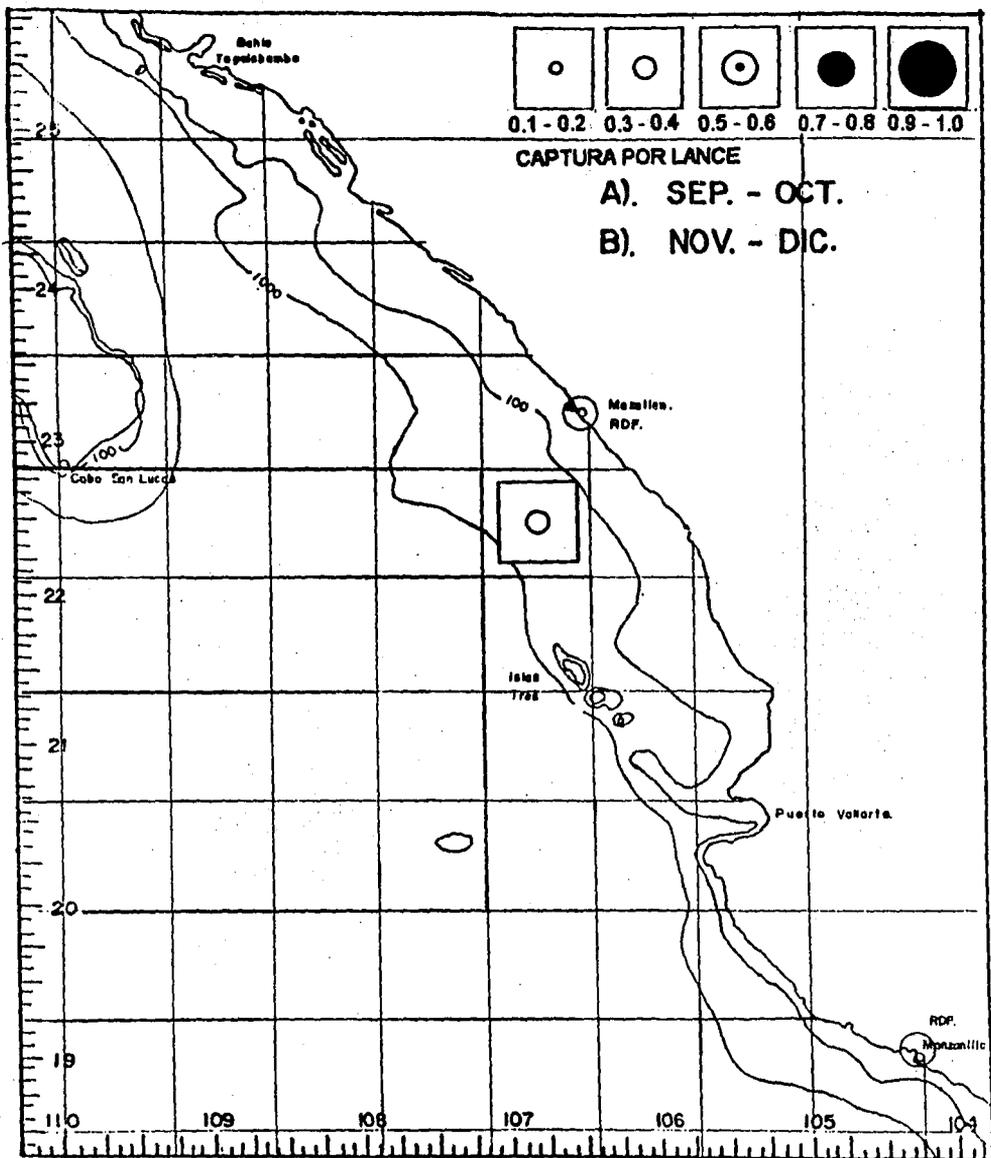


FIGURA 5a ABUNDANCIA EN NUMERO DE HEMBRAS PREÑADAS
 PROMEDIO POR LANCE DE TIBURON VOLADOR. 1986

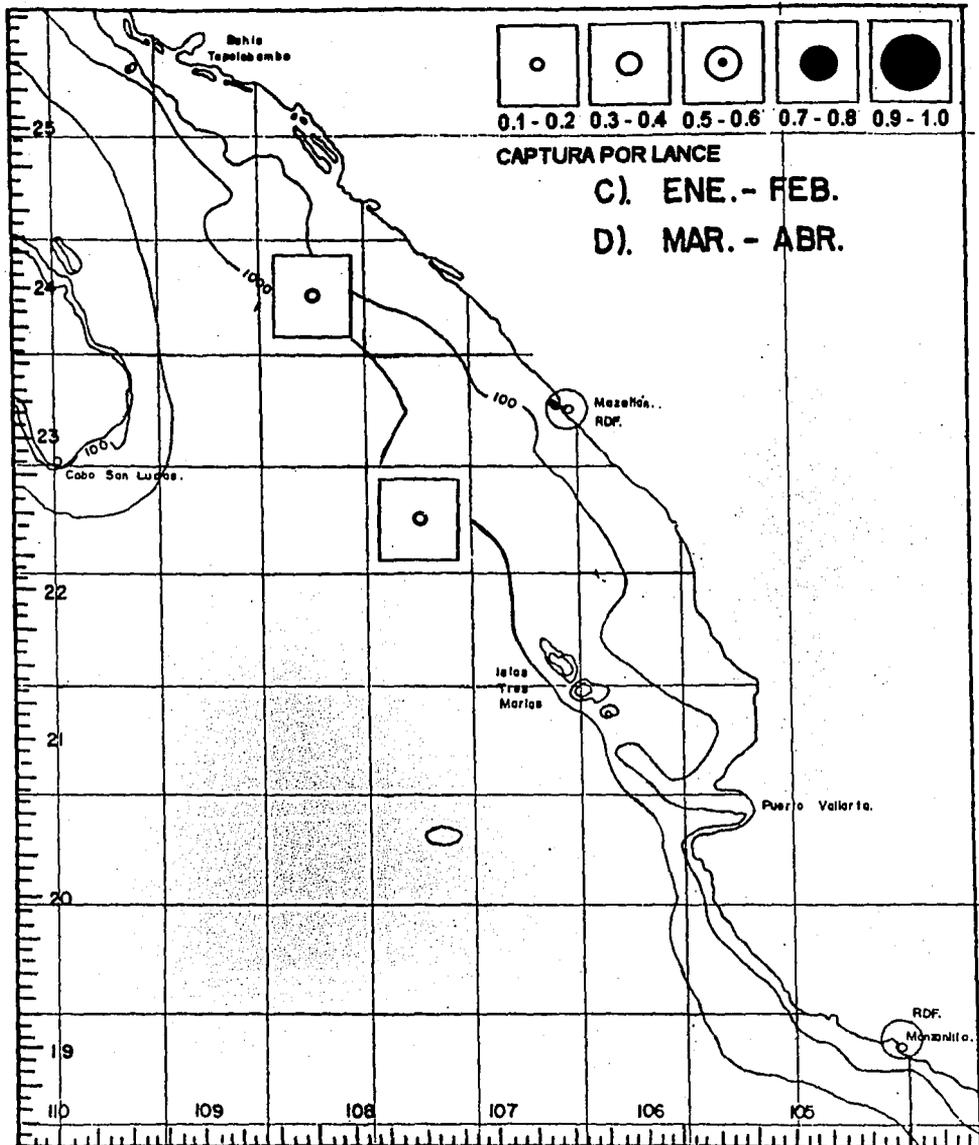


FIGURA 5b ABUNDANCIA EN NUMERO DE HEMBRAS PREÑADAS PROMEDIO POR LANCE DE TIBURON VOLADOR. 1987

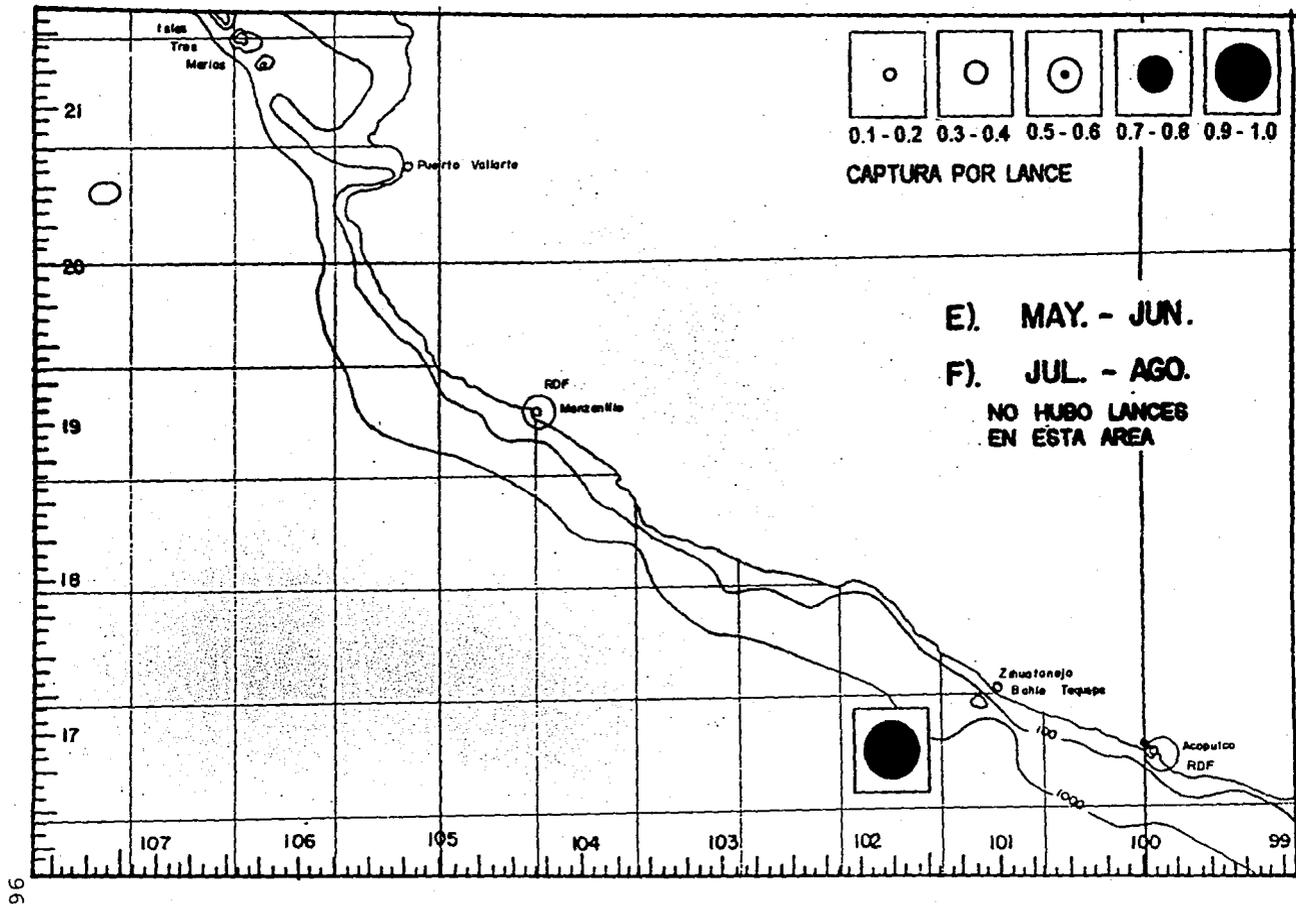


FIGURA 5c ABUNDANCIA EN NUMERO DE HEMBRAS PREÑADAS
 PROMEDIO POR LANCE DE TIBURON VOLADOR. 1987

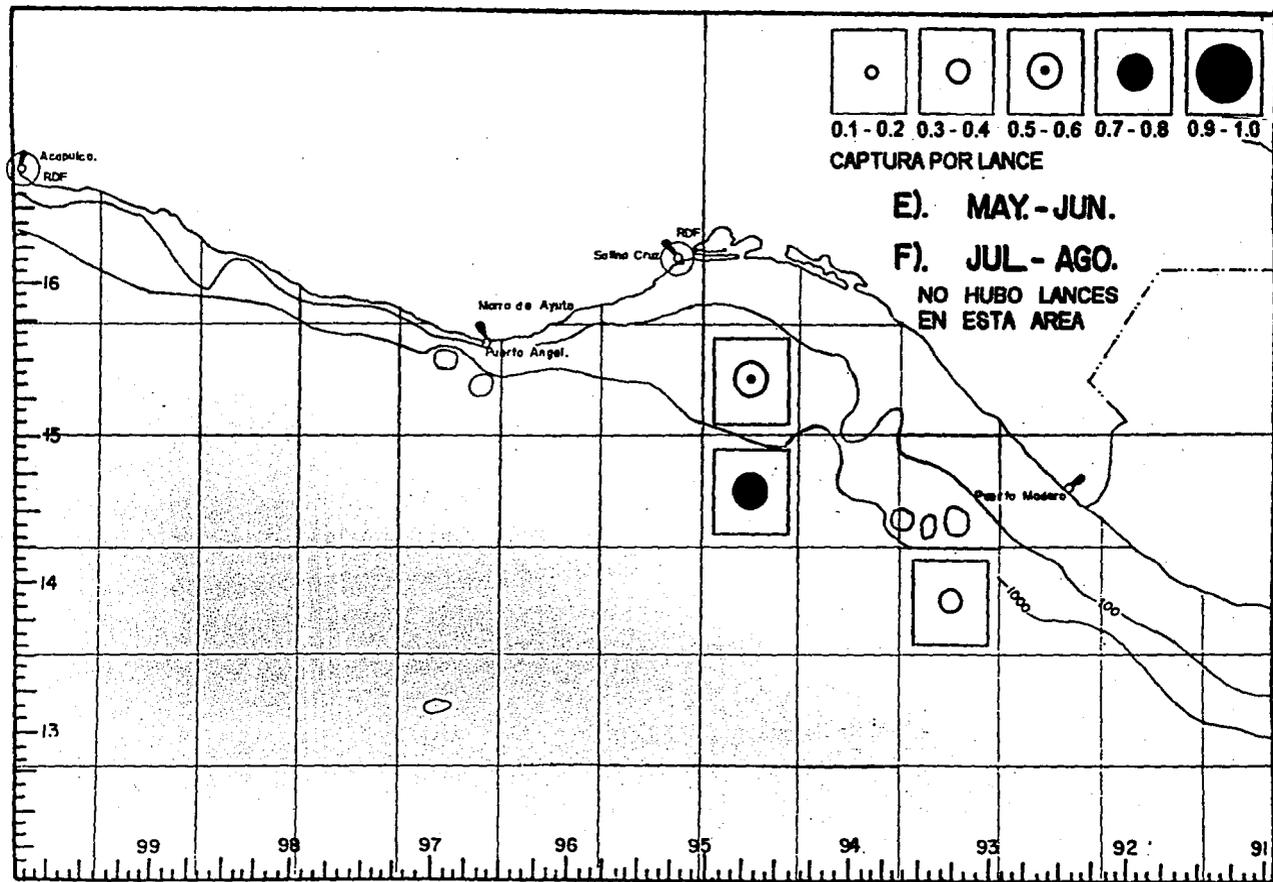


FIGURA 5d ABUNDANCIA EN NUMERO DE HEMBRAS PREÑADAS
 PROMEDIO POR LANCE DE TIBURON VOLADOR. 1987

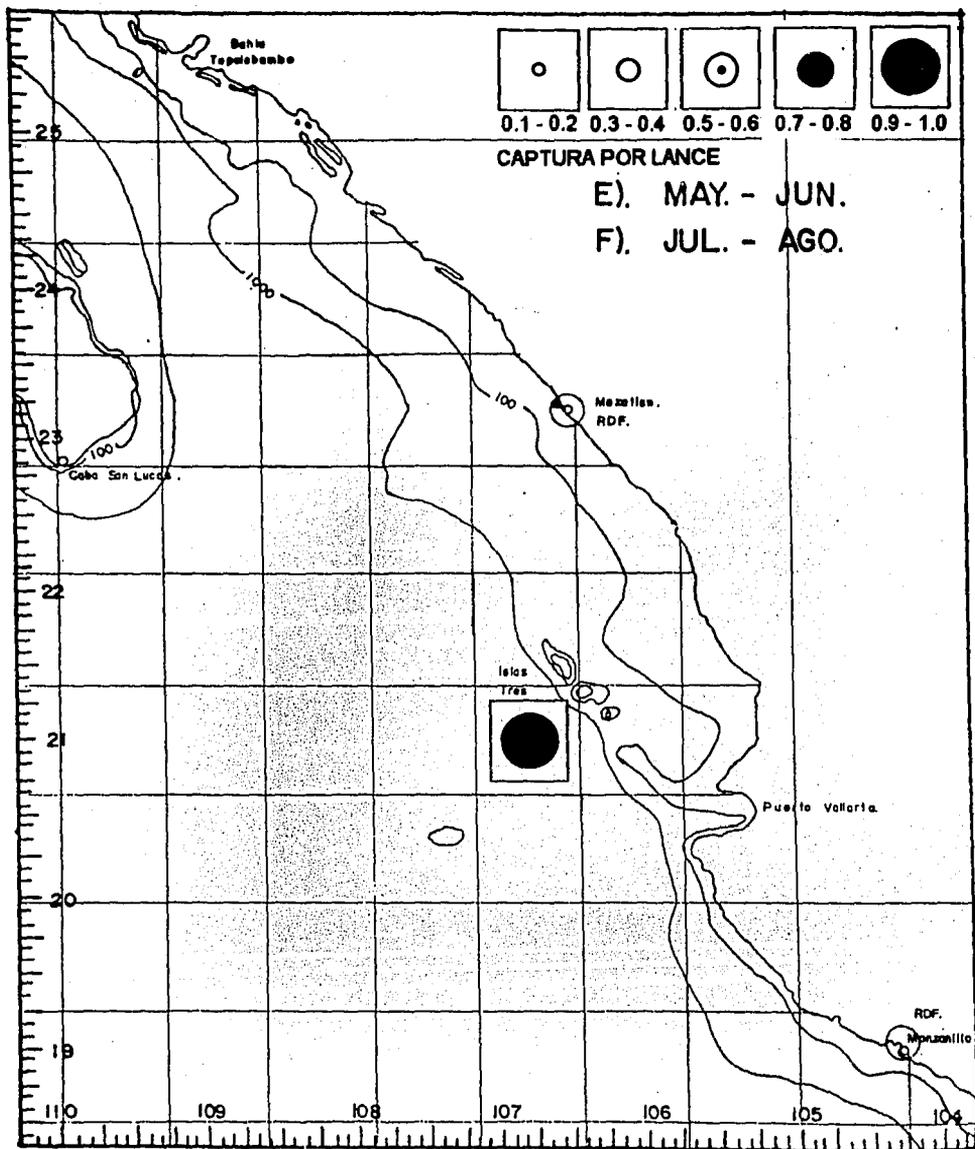


FIGURA 5e ABUNDANCIA EN NUMERO DE HEMBRAS PREÑADAS PROMEDIO POR LANCE DE TIBURON VOLADOR. 1987

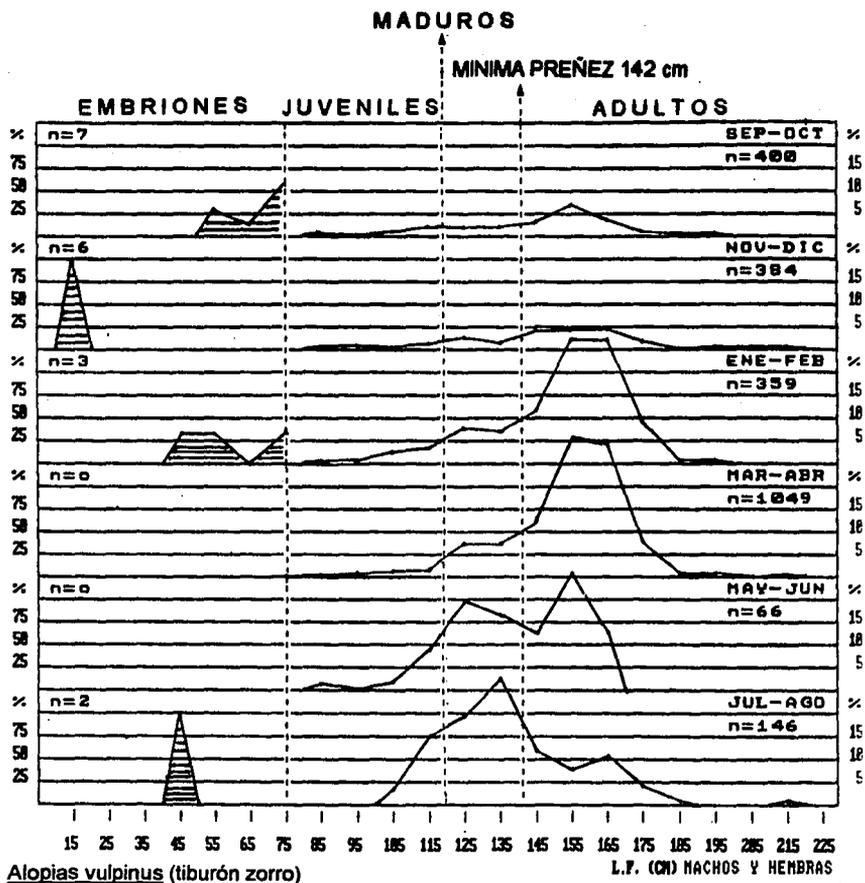


FIGURA 6 Porcentaje del número de organismos capturados y embriones de tiburón zorro por clase de talla de longitud furcal (cm) en los diferentes cruces, 1986-1987

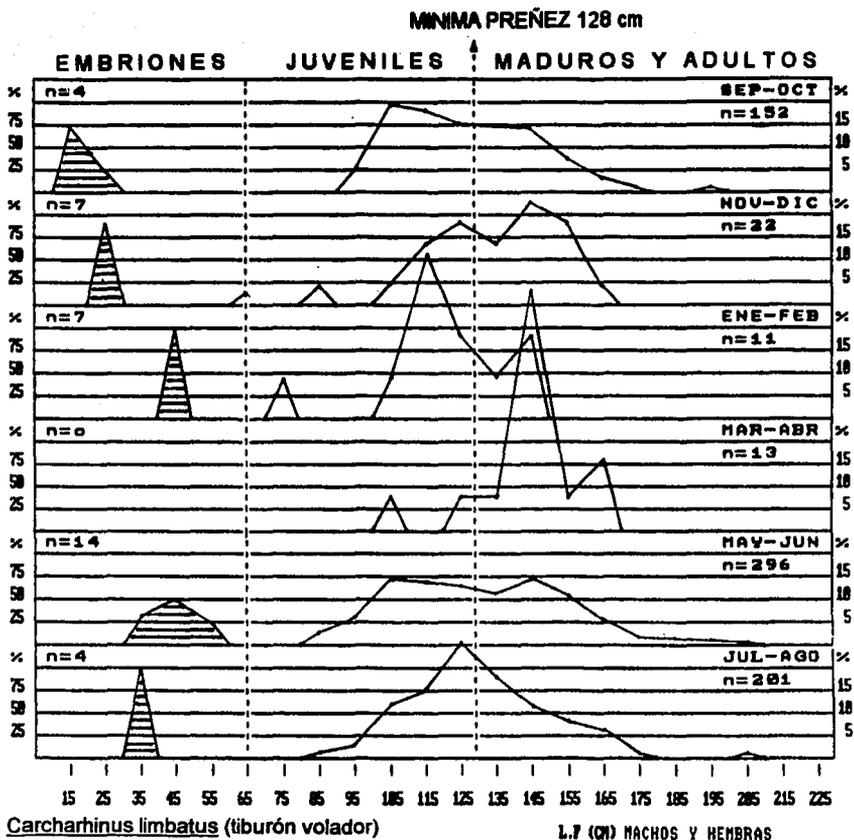
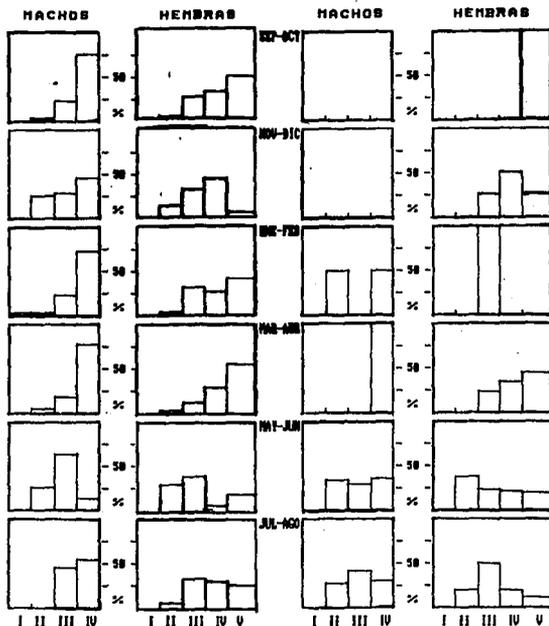


FIGURA 7 Porcentaje del número de organismos capturados y embriones de tiburón volador por clase de talla de longitud furcal (cm) en los diferentes cruces. 1986-1987

TIBURON ZORRO

TIBURON VOLADOR



Alopias vulpinus (tiburón zorro)

Carcharhinus limbatus (tiburón volador)

FIGURA 8 Porcentaje de madurez gonádica (I - IV) y hembras preñadas (V) de tiburón zorro y tiburón volador en los diferentes cruceros. 1986 - 1987

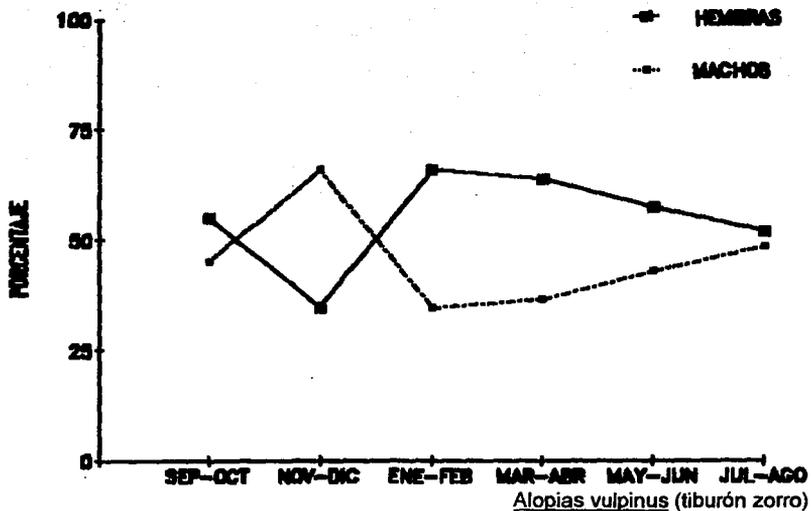


FIGURA 9 Porcentaje de la proporción de sexos del tiburón zorro en los distintos cruceros. 1986 - 1987

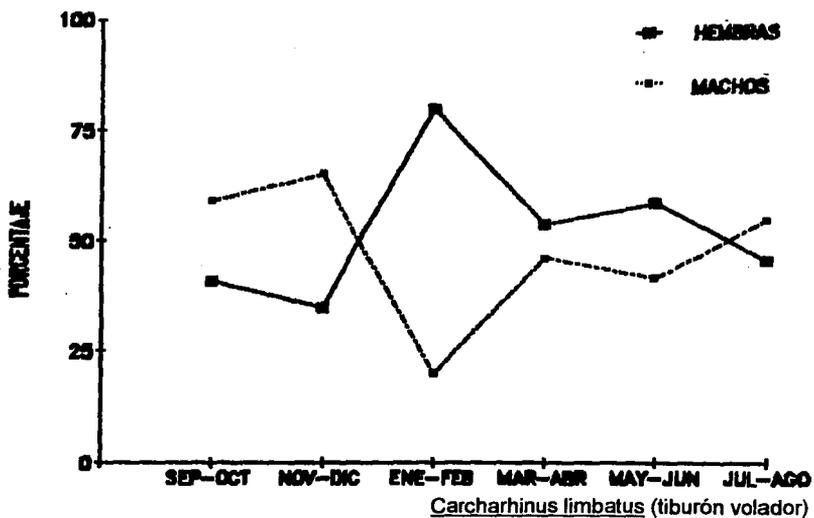


FIGURA 10 Porcentaje de la proporción de sexos del tiburón volador en los distintos cruceros. 1986 - 1987

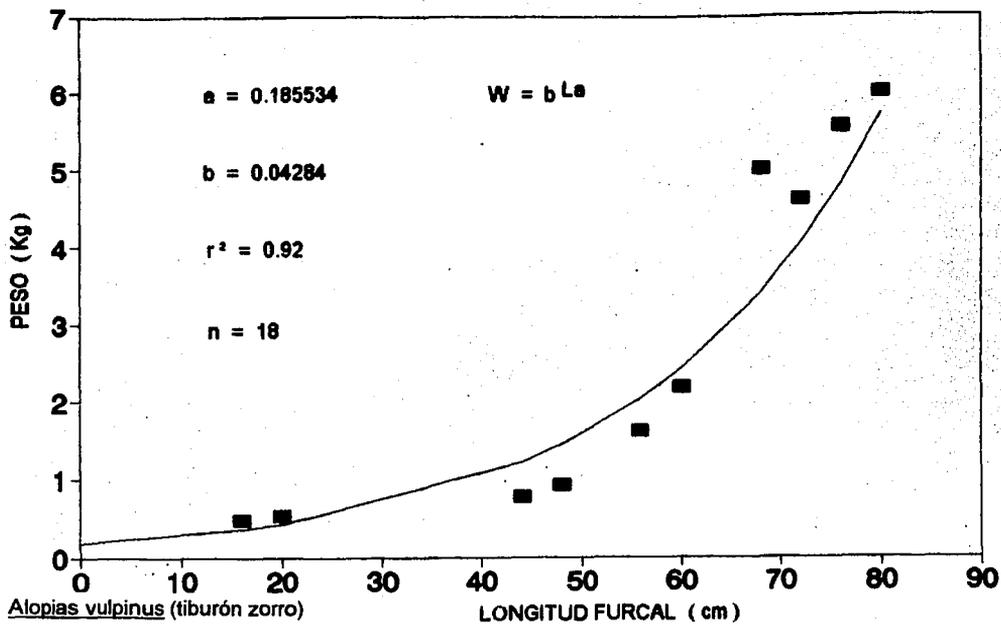


FIGURA 11 Relación peso-longitud de embriones de tiburón zorro. 1986 - 1987

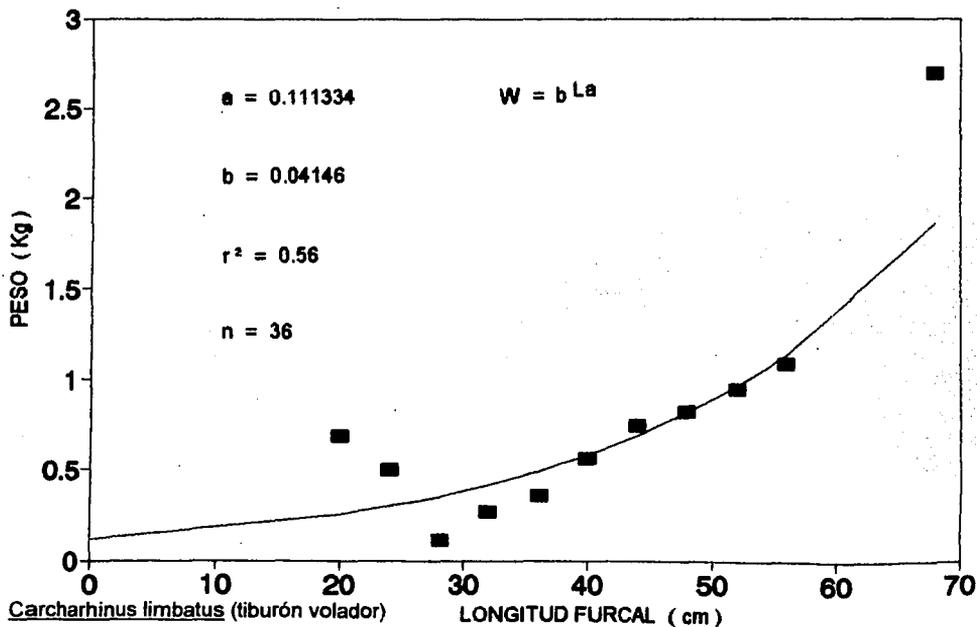


FIGURA 12 Relación peso-longitud de embriones de tiburón volador. 1986 - 1987

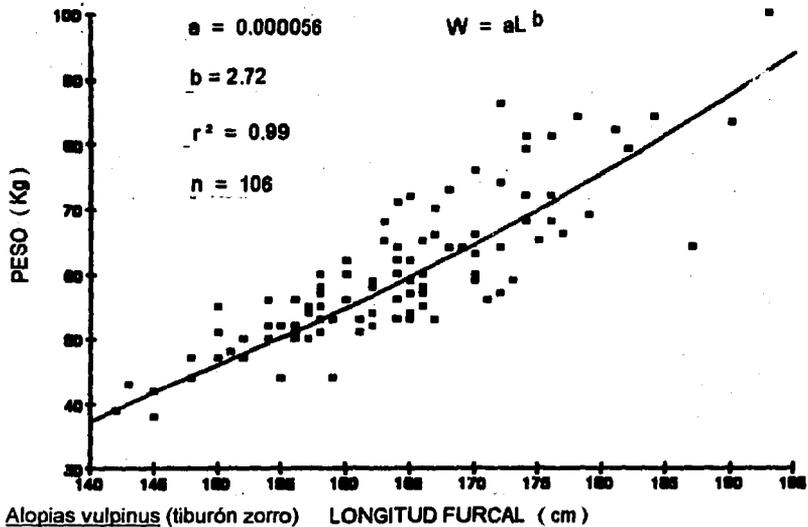


FIGURA 13 Relación peso-longitud de hembras preñadas de tiburón zorro. 1986-1987

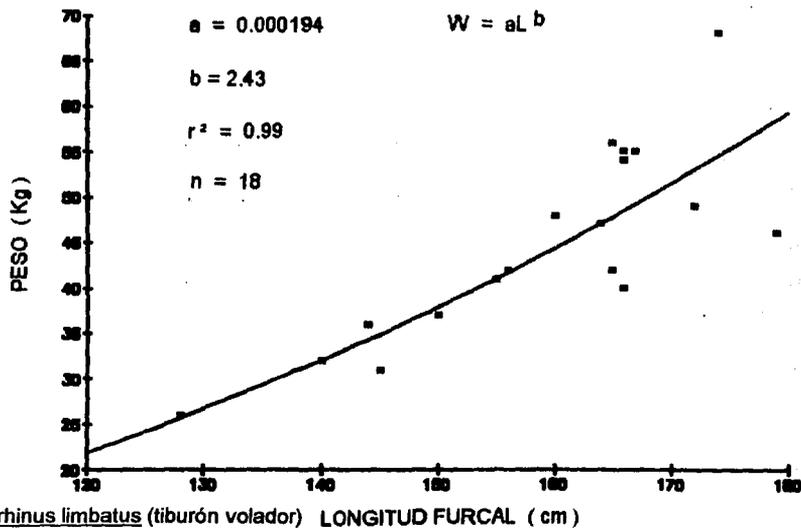
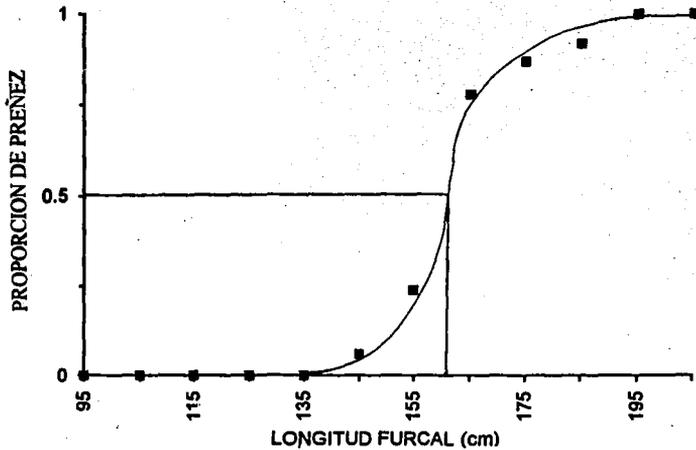
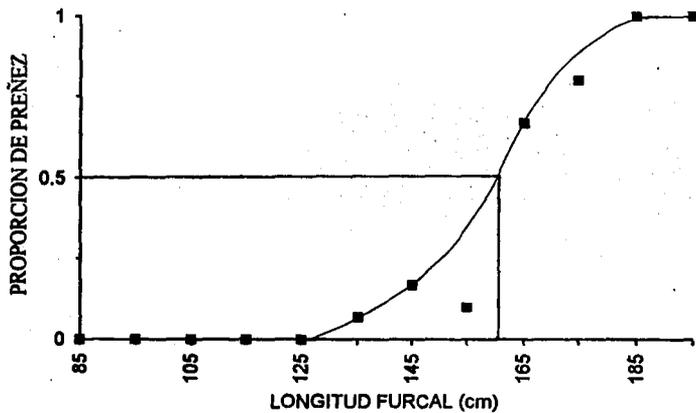


FIGURA 14 Relación peso-longitud de hembras preñadas de tiburón volador. 1986-1987



Alopias vulpinus (tiburón zorro)

FIGURA 15 Proporción de preñez de tiburón zorro por clase de talla de longitud furcal (cm). 1986-1987



Carcharhinus limbatus (tiburón volador)

FIGURA 16 Proporción de preñez de tiburón volador por clase de talla de longitud furcal (cm). 1986-1987

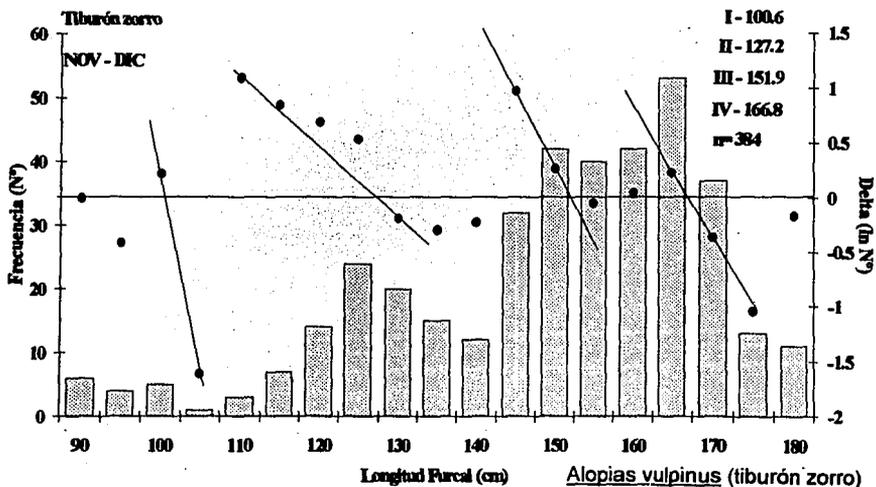
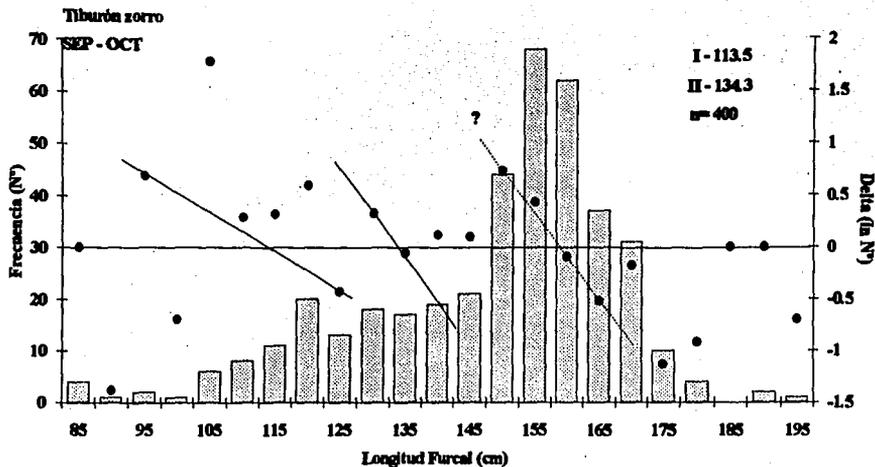


FIGURA 17 Método de Bhattacharya para determinación de grupos de edad mediante líneas de regresión. TIBURON ZORRO, SEP-OCT y NOV-DIC, 1986.

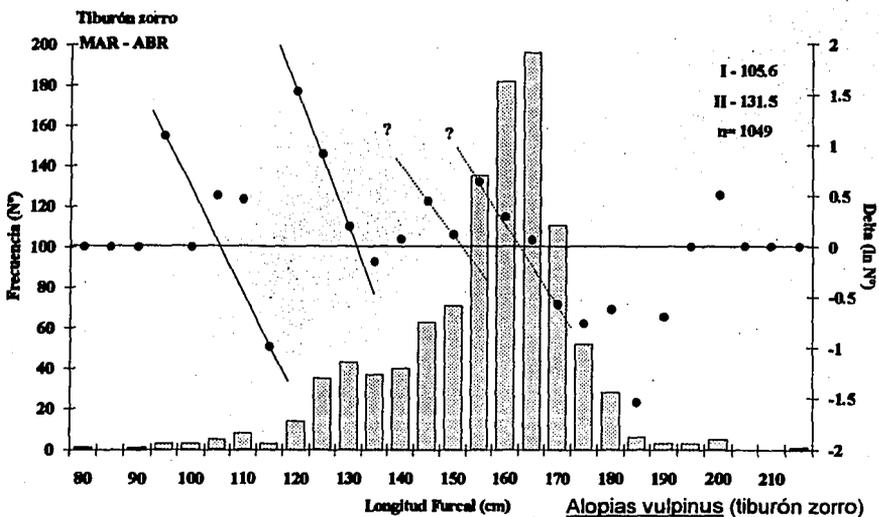
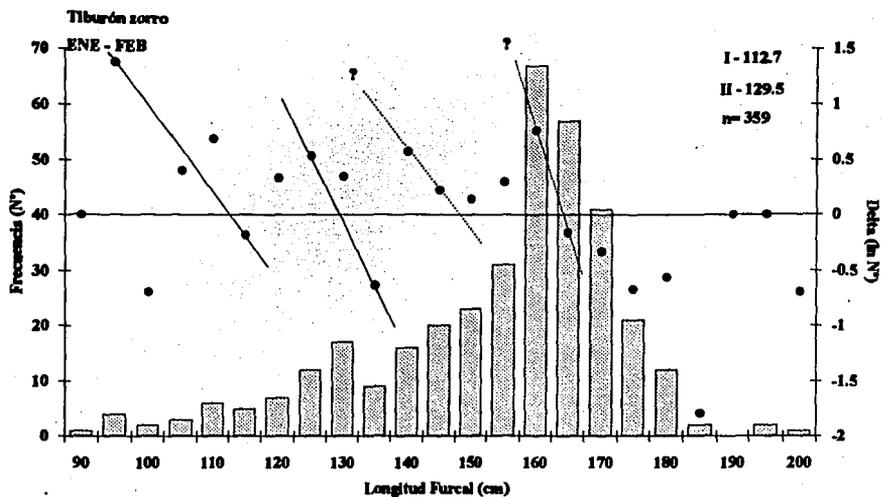


FIGURA 18

Método de Bhattacharya para determinación de grupos de edad mediante líneas de regresión. TIBURON ZORRO, ENE-FEB y MAR-ABR, 1987.

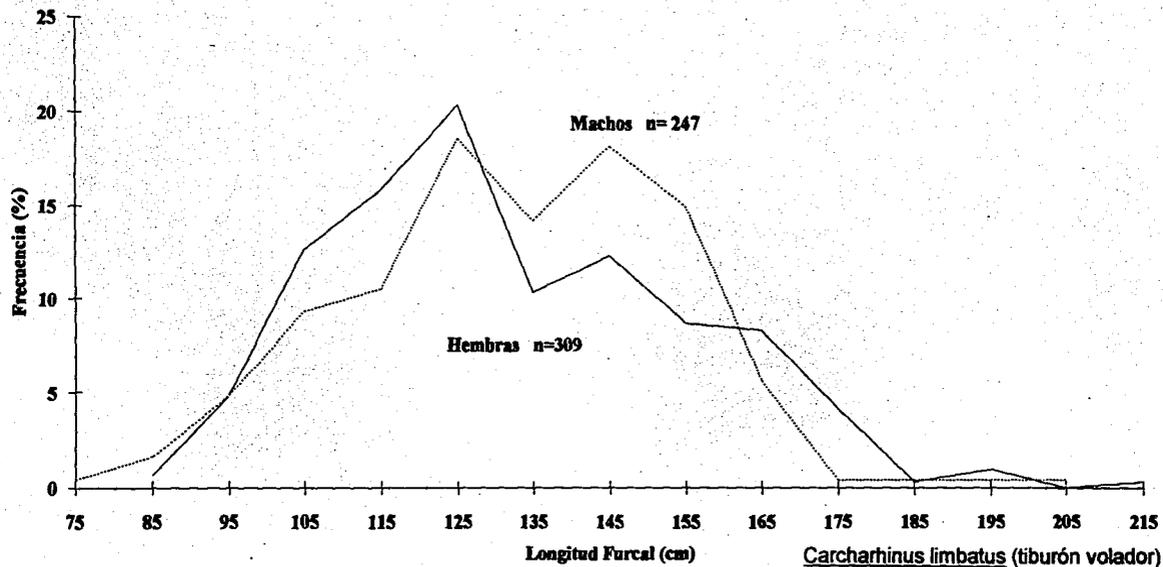


FIGURA 26 Distribución de frecuencia de talla (%) de machos y hembras. TIBURON VOLADOR, 1986-1987

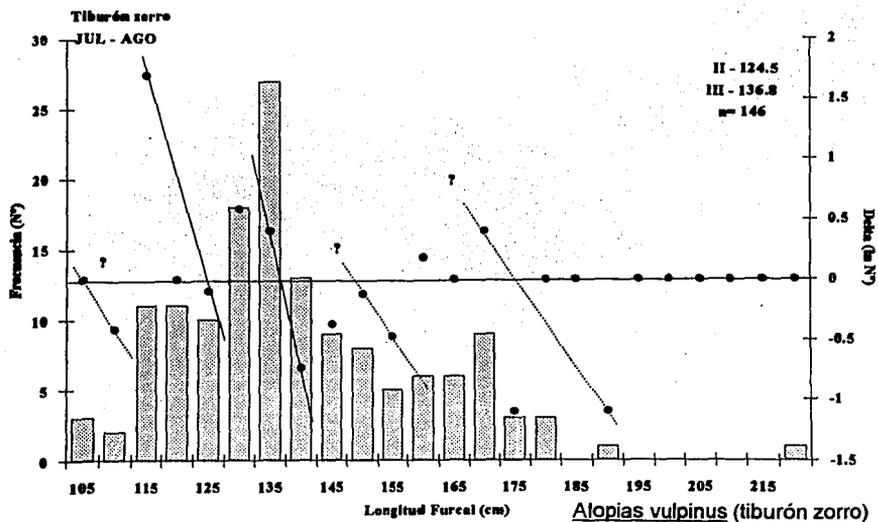
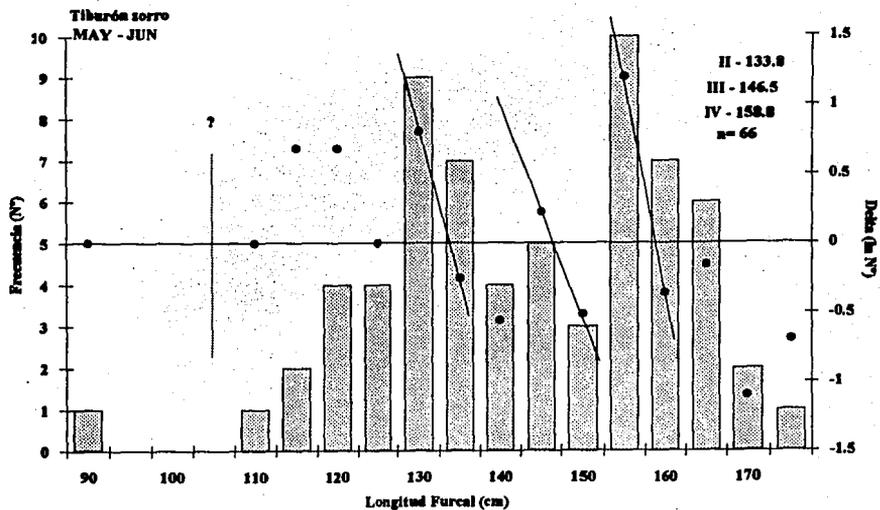


FIGURA 19

Método de Bhattacharya para determinación de grupos de edad mediante líneas de regresión. TIBURON ZORRO, MAY-JUN y JUL-AGO, 1987.

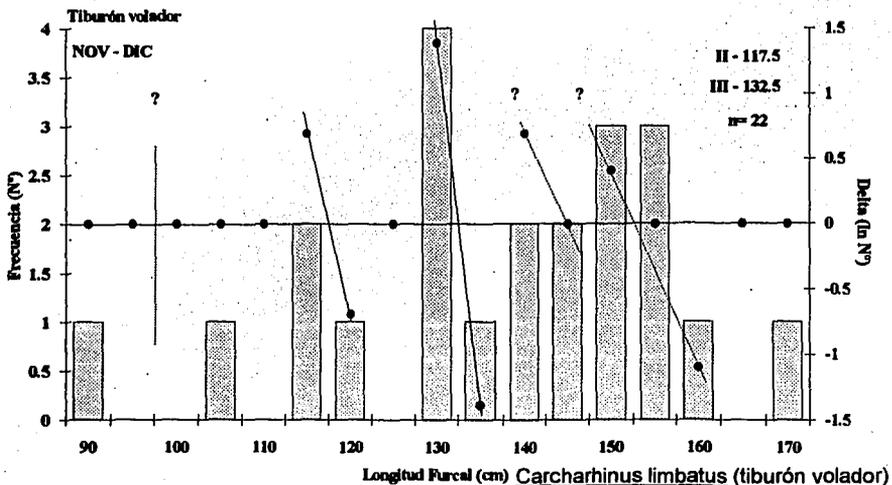
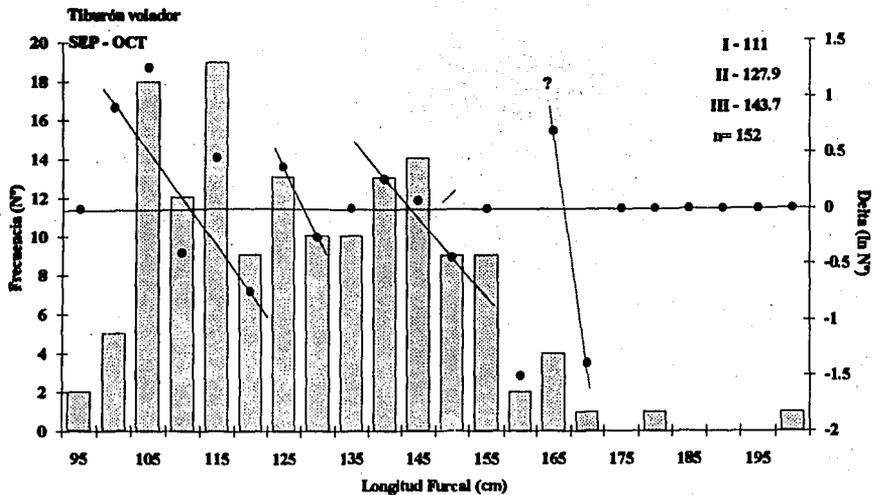


FIGURA 20

Método de Bhattacharya para determinación de grupos de edad mediante líneas de regresión. TIBURON VOLADOR, SEP-OCT y NOV-DIC, 1986.

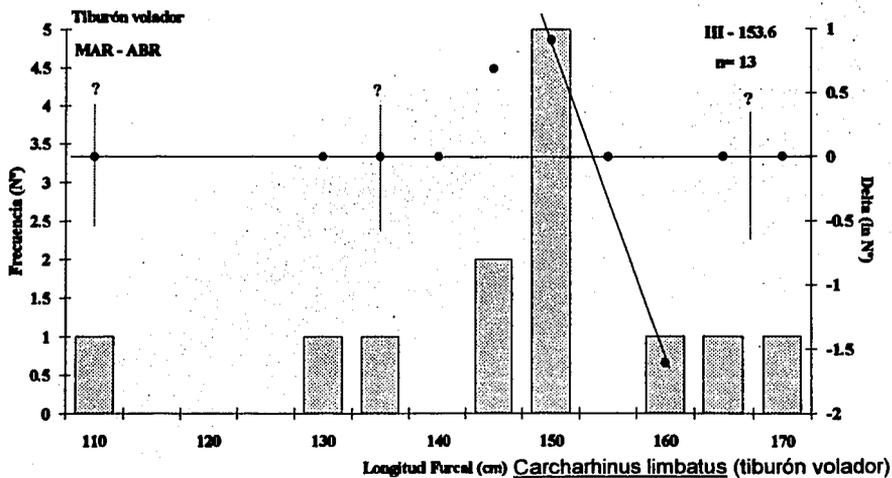
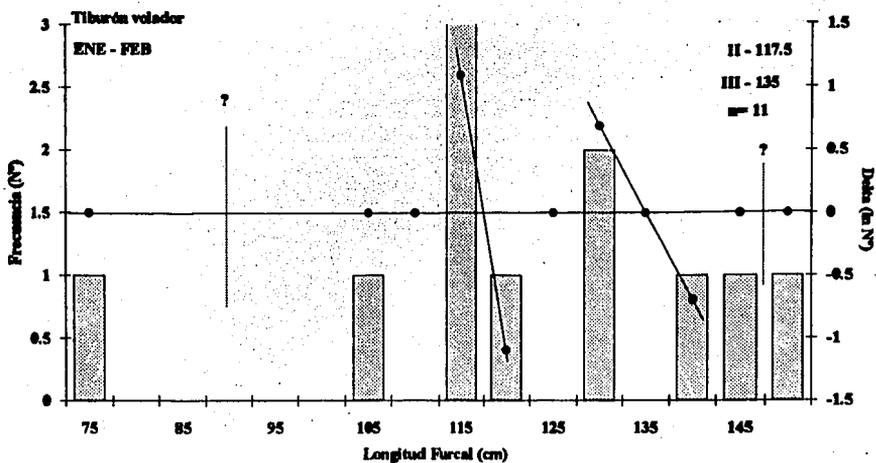


FIGURA 21

Método de Bhattacharya para determinación de grupos de edad mediante líneas de regresión. TIBURON VOLADOR, ENE-FEB y MAR-ABR, 1987

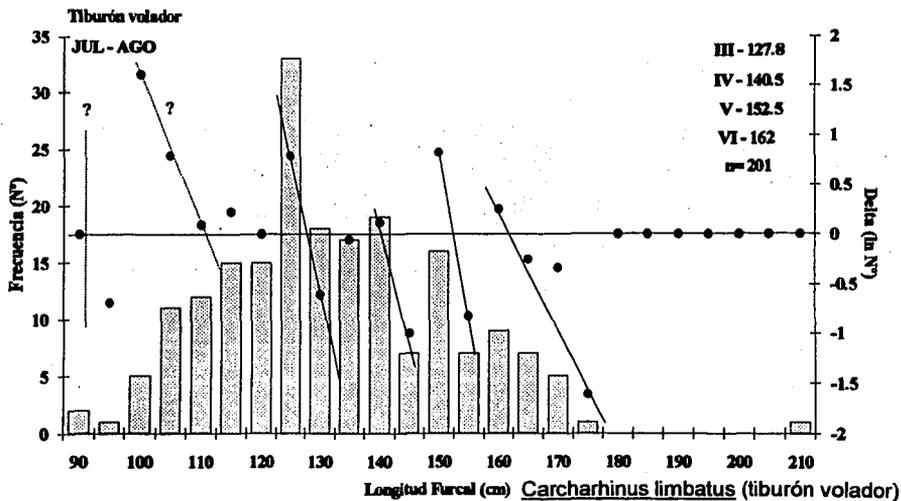
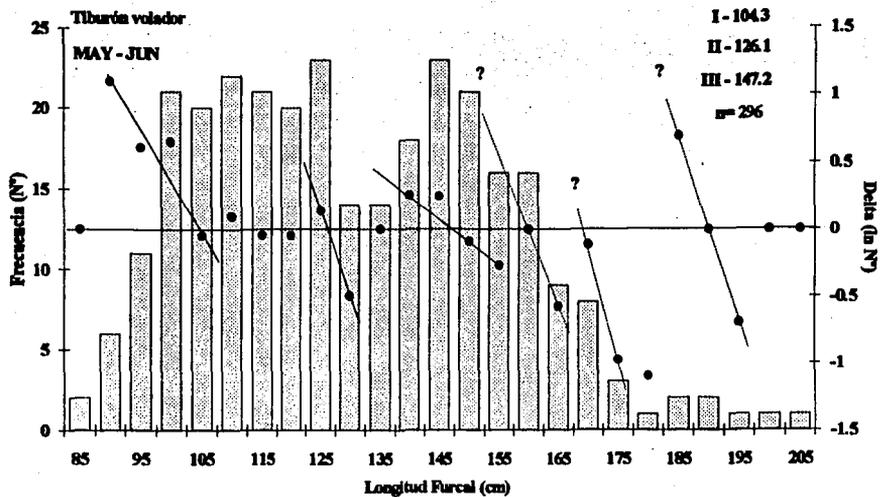


FIGURA 22

Método de Bhattacharya para determinación de grupos de edad mediante líneas de regresión. TIBURON VOLADOR, MAY-JUN y JUL-AGO, 1987.

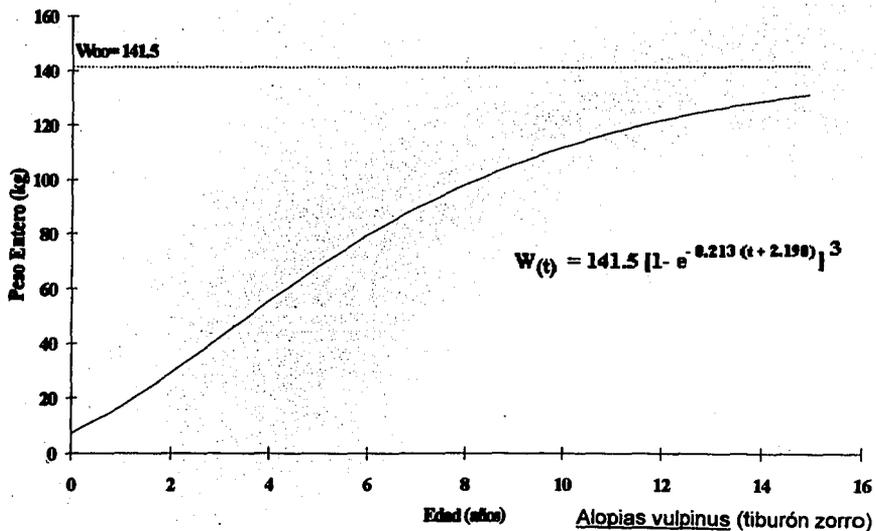
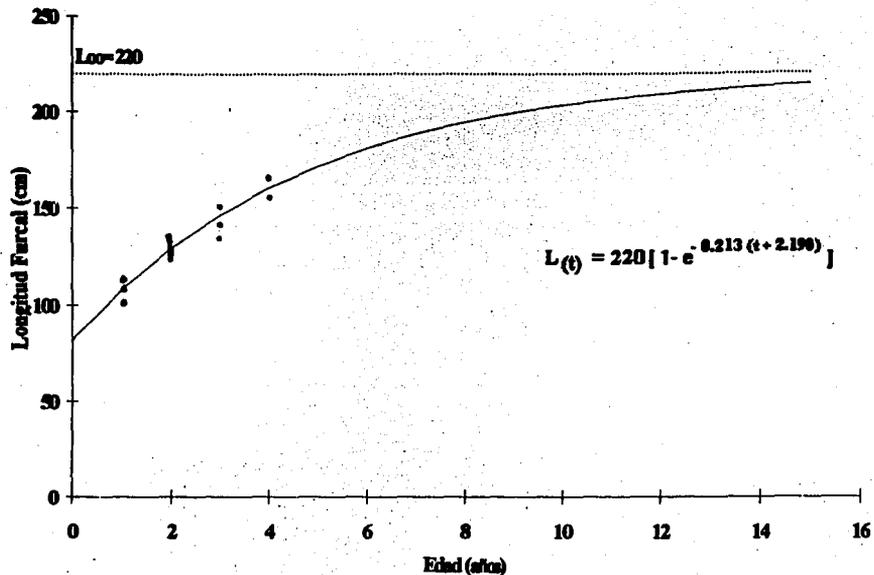


FIGURA 23 Curva de crecimiento en longitud furcal (cm) y en peso (kg), ecuación de Von Bertalanffy. TIBURON ZORRO, 1986-1987.

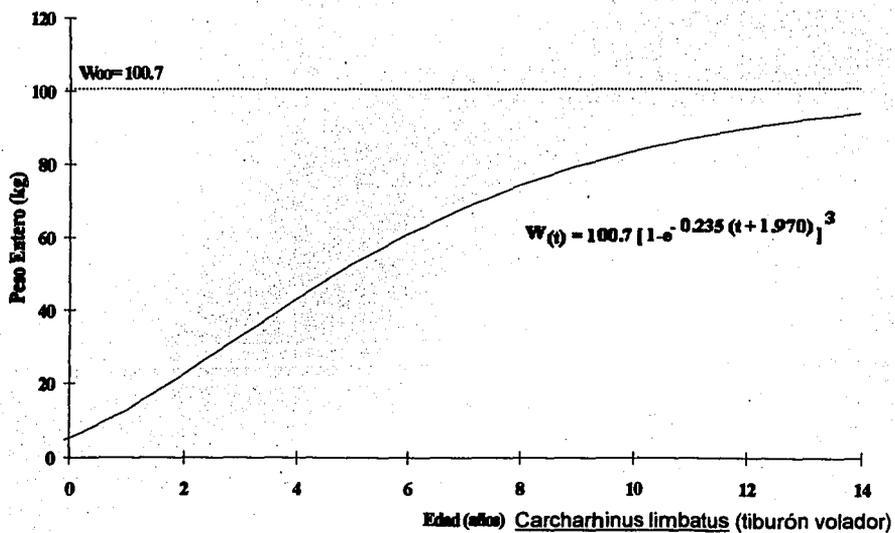
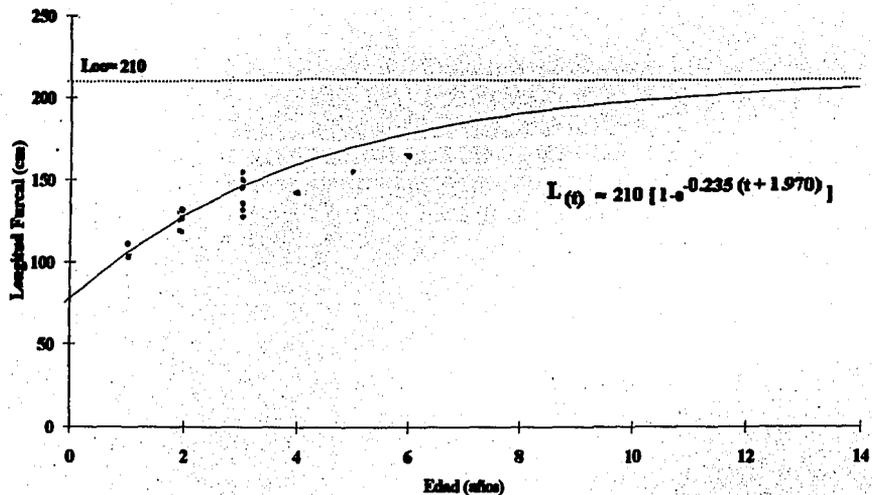


FIGURA 24 Curva de crecimiento en longitud fureal (cm) y en peso (kg), ecuación de Von Bertalanffy. TIBURON VOLADOR, 1986-1987.

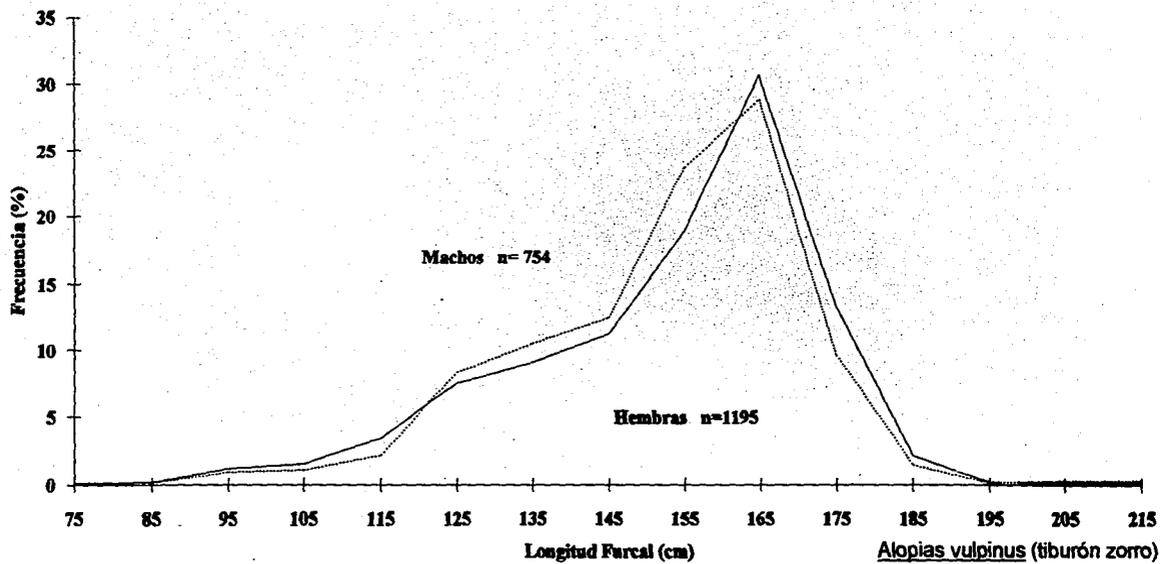


FIGURA 25 Distribución de frecuencia de talla (%) de machos y hembras. TIBURON ZORRO, 1986-1987

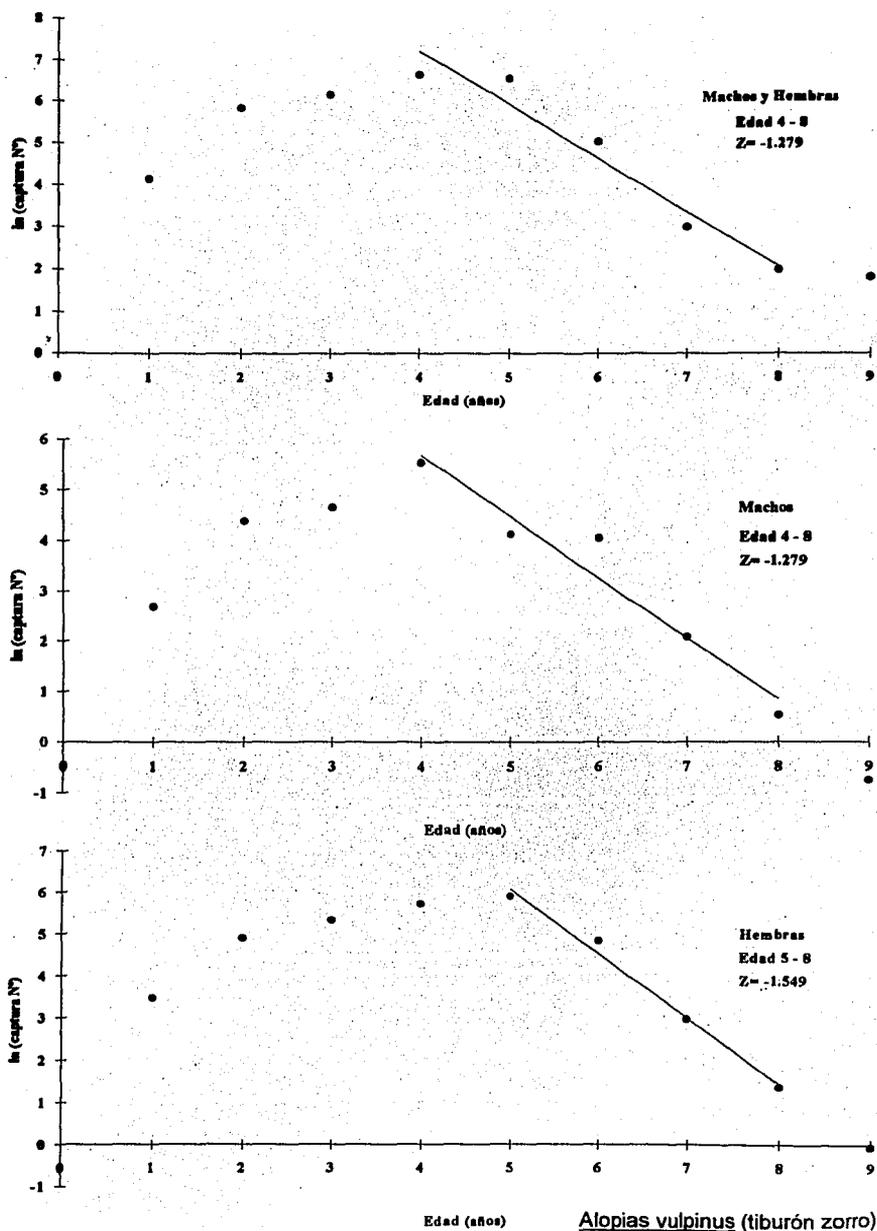


FIGURA 27

Curva de captura linealizada de datos de composición por edades para estimar la mortalidad total (Z). TIBURON ZORRO, 1986-1987.

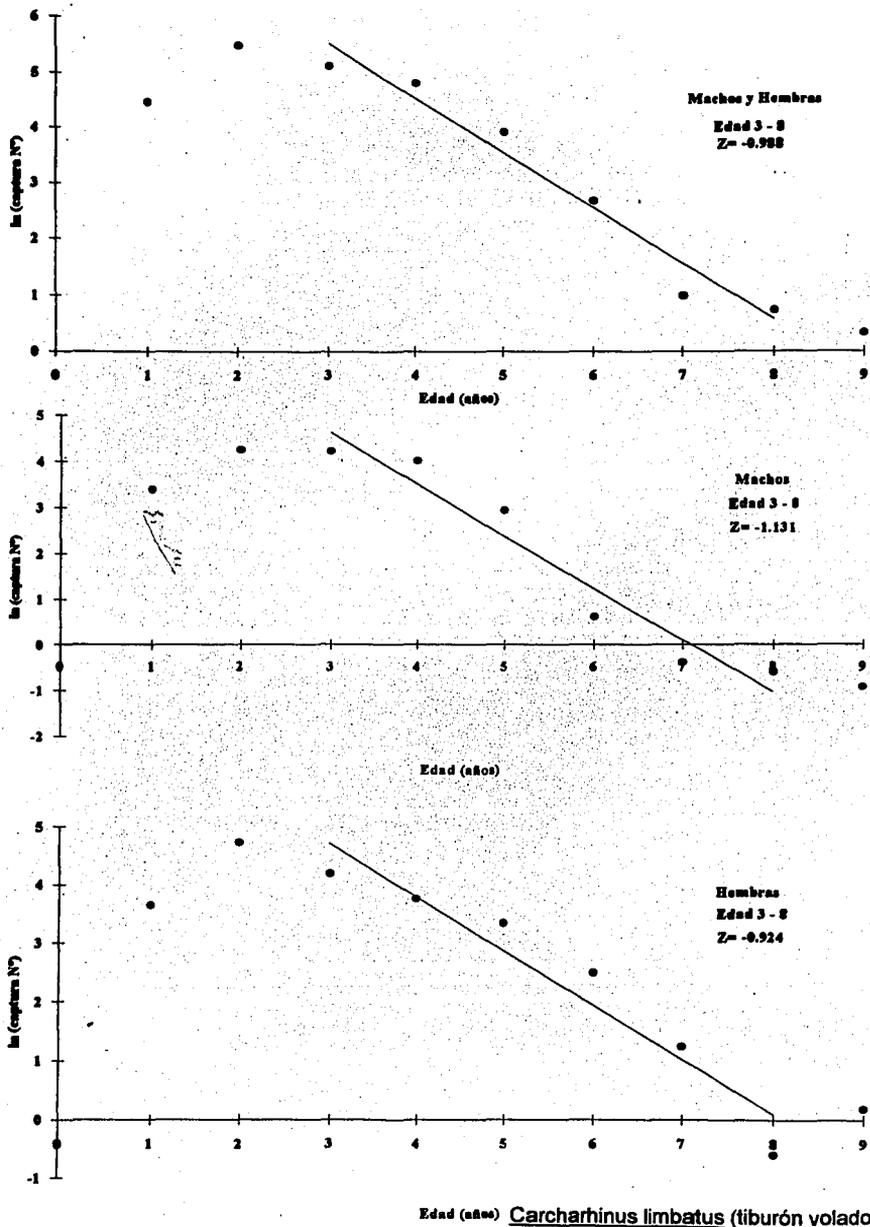


FIGURA 28

Curva de captura linealizada de datos de composición por edades para estimar la mortalidad total (Z). TIBURON VOLADOR, 1986-1987.

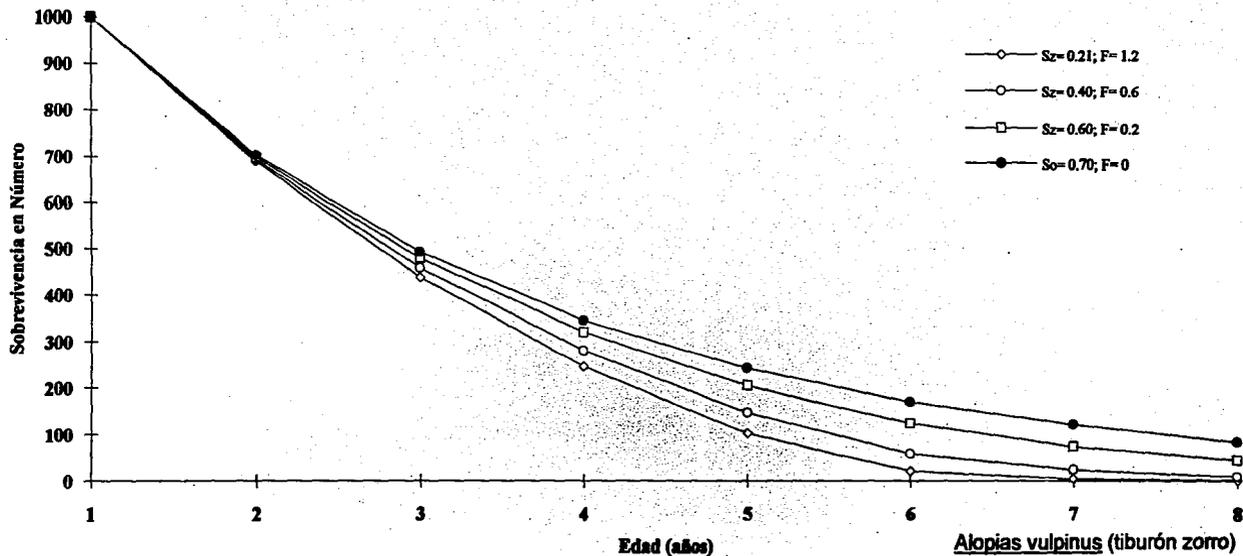


FIGURA 29 Sobrevivencia de hembras en número por edad a diferente esfuerzo de pesca ($F=qf$). TIBURON ZORRO, 1986-1987

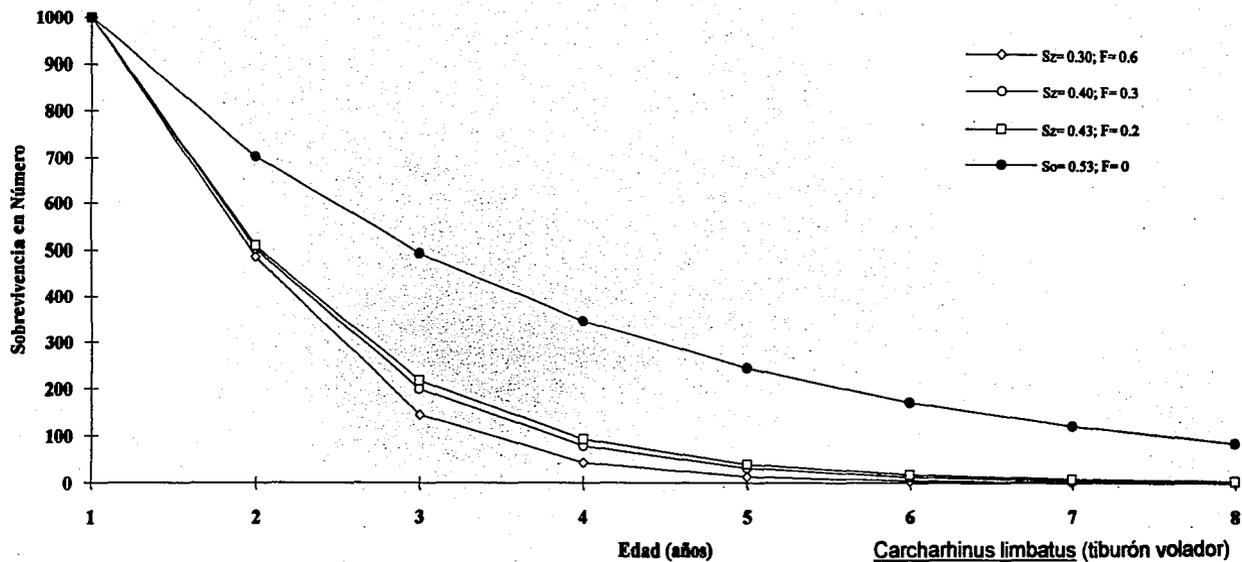


FIGURA 30 Sobrevivencia de hembras en número por edad a diferente esfuerzo de pesca ($F=qf$). TIBURON VOLADOR, 1986-1987

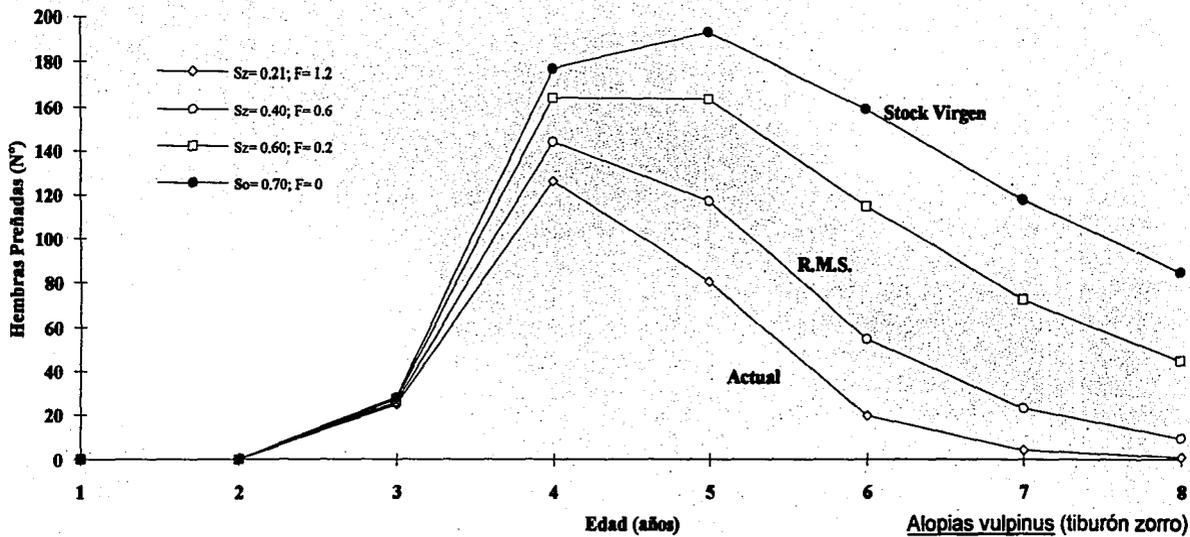


FIGURA 31 Sobrevivencia de hembras preñadas en número por edad a diferente esfuerzo de pesca ($F=qf$). TIBURÓN ZORRO, 1986-1987.

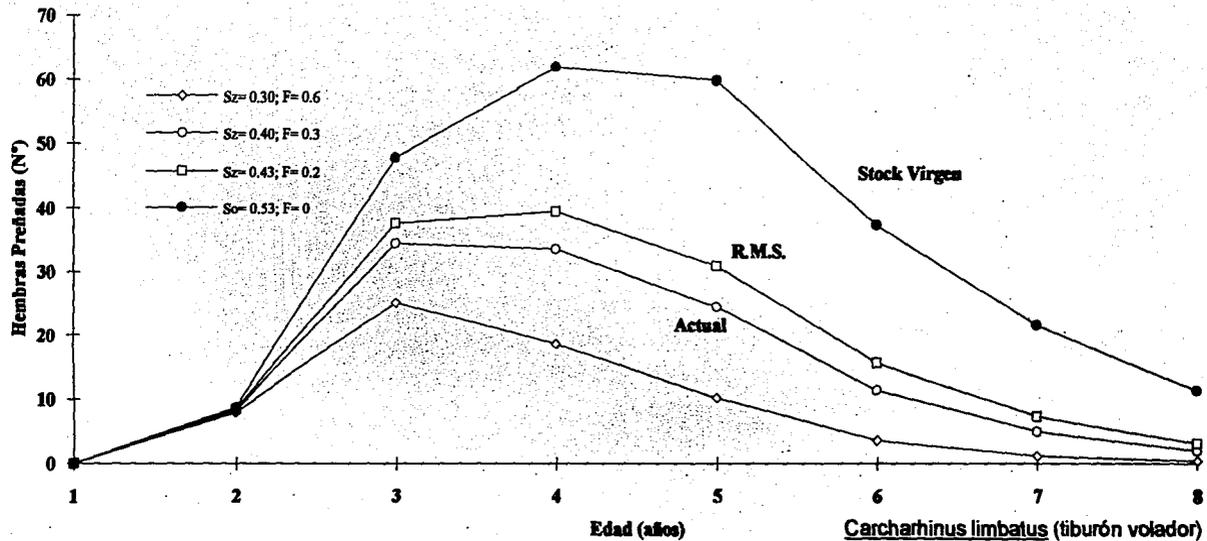
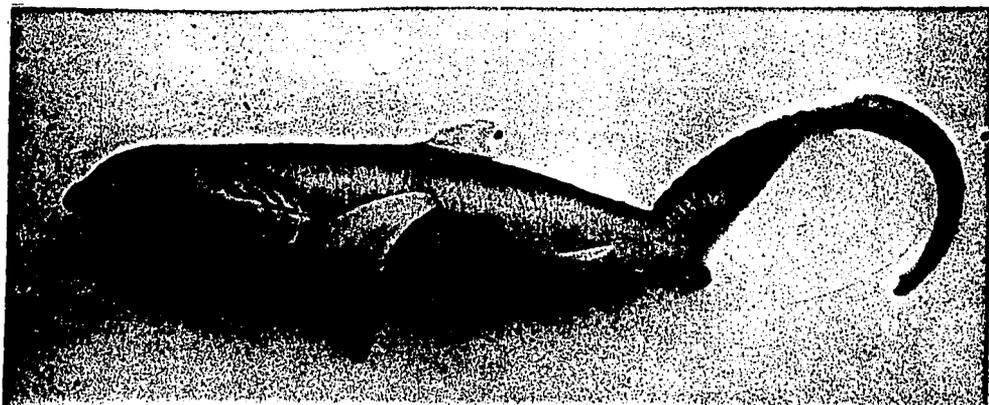
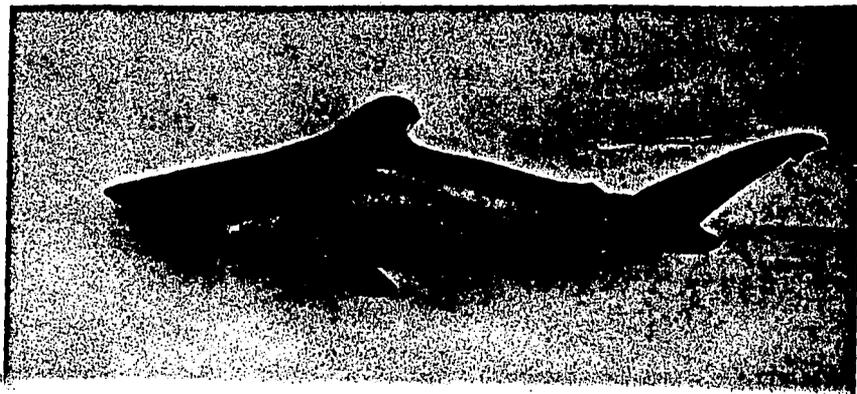


FIGURA 32 Sobrevivencia de hembras preñadas en número por edad a diferente esfuerzo de pesca ($F=qf$). TIBURON VOLADOR, 1986-1987.



FOTOGRAFIA 1. Embrión de tiburón zorro, Alopias vulpinus al inicio de su crecimiento.



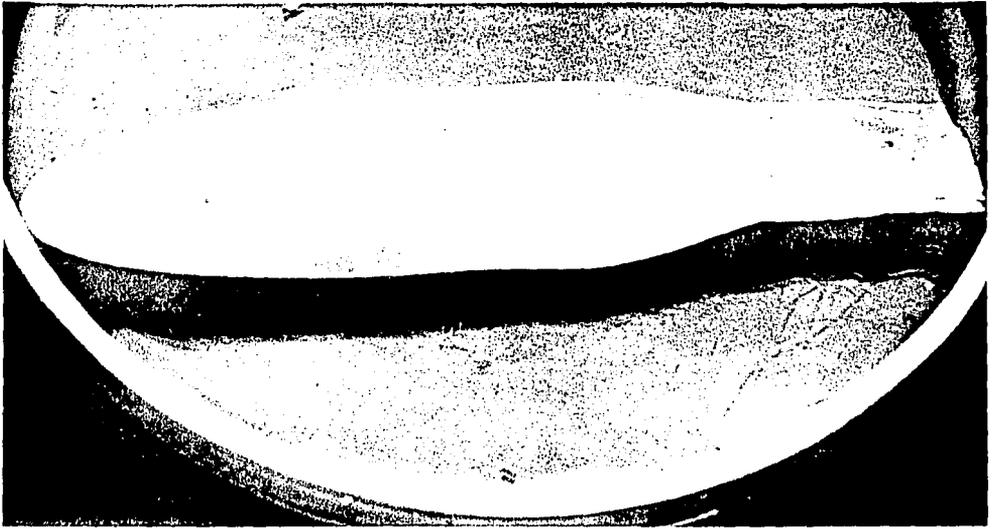
FOTOGRAFIA 2. Embrión de tiburón volador, Carcharhinus limbatus al término de su crecimiento.



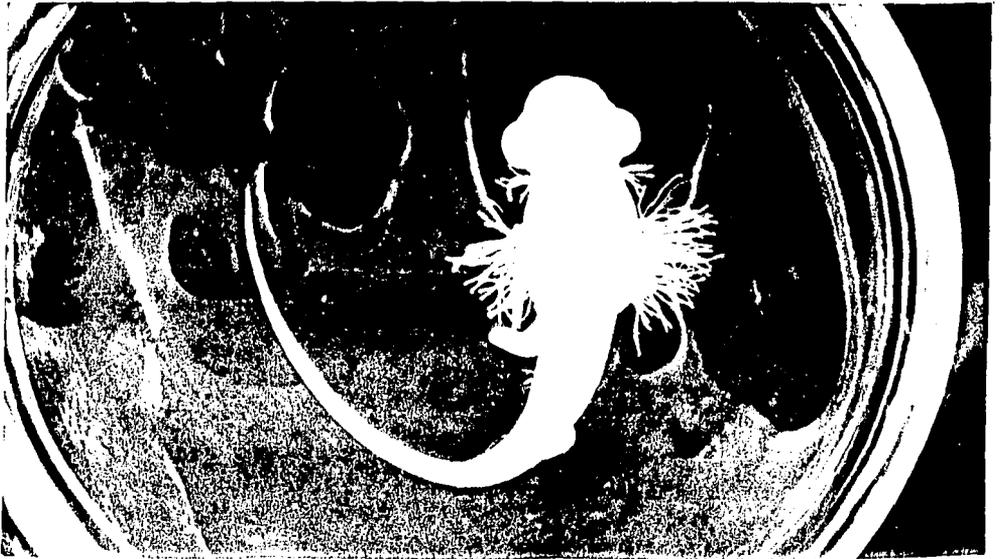
FOTOGRAFIA 3 Gónada de tiburón zorro mostrando algunos óvulos maduros.



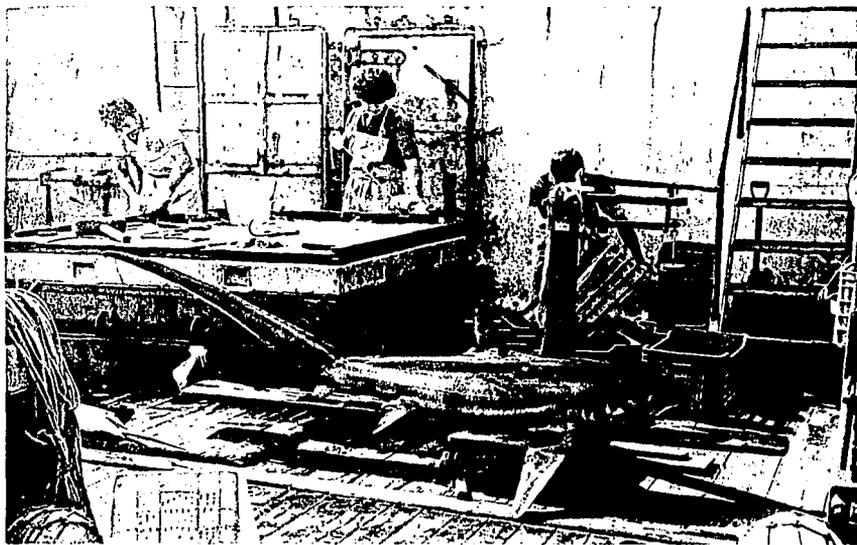
FOTOGRAFIA 4 Gónada de tiburón volador mostrando óvulos maduros.



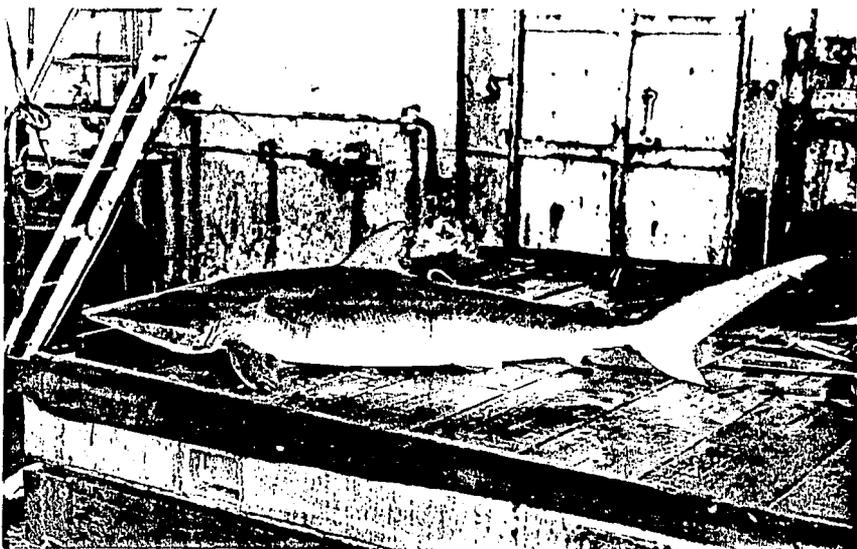
FOTOGRAFIA 5 Huevo de tiburón zorro con embrión en desarrollo, mostrando el saco vitelino.



FOTOGRAFIA 6 Embrión de tiburón zorro eclosionado en el útero.



FOTOGRAFIA 7 TIBURON ZORRO Alopias vulpinus



FOTOGRAFIA 8 TIBURON VOLADOR Carcharhinus limbatus