

66,
209



Universidad Nacional Autónoma de México



Escuela Nacional de Estudios Profesionales

Campus Iztacala

Trabajo de Tesis con Título

"Análisis descriptivo de la distribución espacial y temporal de algunos tiburones en aguas del Pacífico Mexicano y su relación con la temperatura del mar"

Que para recibir el título de Biólogo presenta el alumno:

Armando Gabriel Soria Quiroz

Octubre de 1999

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

270209



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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

Universidad Nacional Autónoma de México

Escuela Nacional de Estudios Profesionales

Campus

Iztacala

Trabajo de Tesis con título

"Análisis descriptivo de la distribución espacial y temporal de algunos tiburones en aguas del Pacífico Mexicano, y su relación con la temperatura del mar"

Que para recibir el título de Biólogo presenta el alumno:

Armando Gabriel Soria Quiroz

Octubre de 1999

CON DEDICATORIA A MI MADRE
PORQUE CON SU PRESENCIA MI CAMINO HA
ENCONTRADO NORTE.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente la realización de este trabajo a todas y cada una de las personas que participaron con su opinión y orientación.

Un agradecimiento especial al M.en C. Daniel Bernardo Lluch Cota por la dirección del presente trabajo, por el valioso tiempo prestado, las atinadas observaciones, las correcciones hechas y todo el apoyo recibido. Agradezco al M.en C. Salvador Lluch Cota por toda la ayuda y colaboración técnica. Agradezco a los compañeros Biólogos Marinos Jesús Bautista Romero, Pablo Del Monte Luna, Edgar Alcántara Razo y Juan Pedro Arias por las opiniones vertidas y la colaboración en el presente trabajo. Asimismo agradezco la valiosa participación, colaboración y observaciones hechas de los investigadores M.en C. Eduardo Balart Paez, del M.en C. Joaquin Arvizu Martínez y del Dr. Arturo Muhlia Melo. Agradezco la asistencia del personal del Instituto Nacional de la Pesca Biol. Leonardo Castillo Geniz y L.A.R.M. Fernando Márquez Farias. Agradezco el apoyo bibliográfico y asistencia del Dr. Carlos Villavicencio Garayzar. Agradezco la participación y valiosa colaboración del Dr. Felipe Galván Magaña. Agradezco por las observaciones, correcciones hechas, paciencia y tolerancia a los maestros Biol. Asela Rodríguez Varela, Biol. Rafael Chávez López y Biol. Alba Márquez Espinoza. Agradezco por todo el apoyo brindado al candidato a Dr. Jorge Ciro Pérez, y a los maestros Ramón Moreno Torres y Elías Piedra Ibarra. Por último agradezco a los nunca bien ponderados familiares míos quienes siempre han brindado y siguen haciéndolo todo su apoyo.

INDICE

I) Resumen.....	1
ii) Introducción.....	5
iii) Objetivos.....	16
iv) Justificación.....	18
v) Antecedentes.....	22
a) Distribución, abundancia y variación estacional de tiburones en el Pacífico mexicano, considerando los efectos de la temperatura como factor del medio.....	22
b) Conocimiento y estado de las poblaciones de tiburón.....	28
vi) Metodología.....	33
a) Fuentes de información.....	33
b) Definición de las zonas de pesca.....	34
c) Distribución y abundancia de las especies.....	34
d) Variabilidad estacional de la distribución y abundancia de las especies.....	36
e) Efecto de la temperatura superficial (SST) sobre la ocurrencia (como indicador de la distribución).....	37
f) Efecto de la temperatura superficial (SST) sobre la CPUE (como indicador de la abundancia).....	38
g) Efecto de la profundidad del lance sobre la captura incidental.....	39
h) Efecto del número de anzuelos sobre la captura incidental.....	40
i) Caracterización del lance que maximiza y minimiza la captura de tiburón.....	40
j) Estado de las poblaciones de tiburón.....	41

vii) Resultados.....	42
a) Distribución geográfica de las especies.....	42
b) Distribución estacional de las especies.....	44
c) Efecto de la temperatura superficial sobre distribución y abundancia.....	45
d) Caracterización del lance que maximiza y minimiza la captura de tiburón.....	46
e) Estado de las poblaciones de tiburón.....	50
viii) Discusión de Resultados.....	51
a) Distribución geográfica de las especies.....	51
b) Distribución estacional de las especies.....	53
c) Efecto de la temperatura superficial sobre distribución y abundancia.....	56
d) Caracterización del lance que maximiza y minimiza la captura de tiburón.....	57
e) Estado de las poblaciones de tiburón.....	66
ix) Conclusiones.....	68
x) Bibliografía.....	71
xi) Anexo.....	79

RESUMEN

El aprovechamiento de tiburón data de tiempos tan lejanos como la época de pueblos como los aztecas y los olmecas. La importación de aletas a mercados orientales data de finales del siglo pasado. Como resultado de la demanda de vitamina "A" el tiburón se capturaba en gran cantidad desde 1938, tras el crecimiento en la demanda mundial de algunos productos derivados del tiburón en los años sesenta las capturas se incrementaron aún más. Actualmente los registros estadísticos de FAO sitúan a nuestro país como un importante productor de tiburón a nivel mundial.

El recurso tiburón es actualmente explotado y de él puede aprovecharse el 100%, sin embargo el sector social no parece tener conciencia de ello por lo que el aprovechamiento integral no se lleva a cabo. Se ha denunciado la práctica del "finning" que consiste en despojar al tiburón de sus aletas para regresar al mar el cuerpo del animal. Se considera la carencia de un ordenamiento en la pesquería que permita asegurar la sobrevivencia de las poblaciones dada su frágil condición reproductiva. Muchos investigadores han manifestado la necesidad de realizar estudios sobre la biología del tiburón para que con buenas bases de conocimiento se lleve a cabo el ordenamiento y explotación racional del recurso.

De entre los objetivos adoptados por los centros de investigación conviene destacar el de la determinación de la distribución geográfica y el conocimiento de la densidad poblacional. Establecer la relación que existe entre características oceanográficas y distribución y abundancia permite efectuar pronósticos pesqueros e incluso perfeccionar los métodos de

pesca eficientizando así el esfuerzo pesquero. El objetivo del presente estudio es contribuir al conocimiento de la distribución y abundancia de algunos tipos de tiburón considerando el factor temperatura, aproximar el estado actual de las poblaciones y proponer medidas que contribuyan a mejorar la explotación del recurso.

El presente estudio emplea dos bases de datos: “Flota palangrera del Pacífico mexicano” y “COADS”. El área que comprende el mismo corresponde al Pacífico mexicano casi en su totalidad observando muy poco despliegue de esfuerzo solo hacia la zona más al norte del mismo. Los tipos de tiburón incluidos en el presente trabajo son: tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*), tiburón azul (*Prionace glauca*), tiburón martillo (*Sphyrna spp.*) y tiburón coludo (*Alopias spp.*). Se determina para la zona de estudio la distribución, abundancia y probabilidad de captura en forma general y más específicamente considerando la variabilidad estacional. Se consideran las variables temperatura superficial del mar, profundidad, número de anzuelos calados, y la variabilidad estacional para caracterizar un lance óptimo de captura. Se establecen las relaciones captura-esfuerzo para aproximar el estado de las poblaciones.

El tiburón blanco presenta su mayor abundancia relativa al sur del Pacífico mexicano donde la temperatura del mar prevaleciente es mayor. El tiburón azul no está presente en la zona sur del Pacífico mexicano lo que sugiere cierta relación entre temperaturas altas y ausencia de este tipo de tiburón. El tiburón martillo muestra alta abundancia en latitudes muy bajas observando preferencia eminentemente tropical. El tiburón coludo está presente a todo lo largo del Pacífico mexicano siendo homogéneamente abundante por lo que no es

discernible ninguna preferencia por determinada temperatura.

El tiburón blanco esta presente durante todo el año, siendo el verano (estación cálida del año) cuando su presencia y abundancia son mayores. El tiburón azul no esta presente durante todo el año ausentandose en verano (estación cálida del año), siendo su presencia y abundancia mayores durante invierno (estación fria del año). El tiburón martillo esta presente durante todo el año en el Pacífico mexicano observando un repliegue de la presencia y abundancia hacia el norte en verano (estación cálida del año) y hacia el sur en invierno (estación fria del año) y primavera (estación más bien fria del año) llegando incluso a latitudes muy bajas. El tiburón coludo esta presente durante todo el año enfatizando su abundancia en invierno (estación fria del año).

El tiburón blanco tiene mayor frecuencia de ocurrencia en temperaturas mayores. El tiburón azul tiene mayor frecuencia de ocurrencia en temperaturas menores. El tiburón martillo tiene mayor frecuencia de ocurrencia en temperaturas mayores. El tiburón coludo no muestra una frecuencia de ocurrencia evidente a determinada temperatura.

La abundancia relativa de tiburón blanco es mayor en temperaturas mayores. La abundancia de tiburón azul es mayor en temperaturas menores. La abundancia relativa de tiburón martillo es mayor en temperaturas mayores. La abundancia relativa de tiburón coludo es mayor en temperaturas menores.

Los cuatro tipos de tiburón considerados en este estudio tienen mayor probabilidad de

captura en un rango de profundidad que va de 100 a 150 metros. En la mayoría de los casos la abundancia relativa tiende a disminuir conforme se calan mas anzuelos, en tanto que la captura se mantiene constante no obstante se incremente el número de anzuelos. En todos los casos la abundancia relativa de las poblaciones disminuye conforme transcurren los años.

Con base en lo anterior se sugieren determinadas condiciones para una buena captura, se afirma que el número de anzuelos empleados en la captura pierde relevancia y además se sugiere una regulación de la pesquería que consiste en el cierre de determinadas areas y épocas del año. Se reconce la necesidad de llevar a cabo mas estudios con el fin de reconocer las épocas de reproducción y no solo las de mayor presencia y abundancia.

INTRODUCCIÓN

México es un país con más de 10,000Km de línea de costa bordeada por una zona económica exclusiva de al menos 2,000,000Km²; así, es dueño de un gran potencial de recursos pesqueros de muchos tipos.

La explotación comercial de tiburón como recurso pesquero ha sido una tradición para el pescador mexicano desde hace ya varias décadas (Bonfil *et al.* 1990). México cuenta con la presencia de más de 80 especies de tiburones, esto ha permitido desarrollar por más de 50 años una pesquería, principalmente artesanal, que ha operado de acuerdo a la disponibilidad estacional del recurso en ambos litorales. El aprovechamiento de tiburón se remonta tiempo atrás a la época de pueblos como los aztecas y los olmecas, quienes -según se dice- podían reconocer a los diversos tipos que habitaban las aguas costeras del Golfo de México (Applegate *et al.* 1979).

Información sobre la pesca de tiburón data de finales del siglo pasado (1890-1900), cuando en el año de 1888 el Sr. Alfonso Schnabel llevó a cabo desde la ciudad de La Paz en Baja California Sur, y con destino a los mercados orientales, las primeras exportaciones de aletas de tiburón. Fueron los señores Gaston J. Vives y Antonio Ruffo, en 1896 y 1905, respectivamente, quienes se establecieron y dieron importancia a la pesca de tiburón en la zona de Baja California. En ese entonces también se capturaban volúmenes reducidos destinados a la alimentación de las poblaciones costeras (Ferreira 1958, Hernández 1971).

Dos americanos, Kohler en 1919 y Tressler en 1920, desarrollaron y patentaron el

procedimiento para remover los denticulos dérmicos, y hacia mediados de la década de los 20's el recurso comenzó a tener cada vez mayor importancia comercial debido a la demanda de pieles en el mercado norteamericano, quedándose la venta de carne seca o salada en un lugar secundario (Zavala 1993).

La pesquería de tiburones se hizo muy notable en los años treinta, cuando se inició en los puertos de Mazatlán y de Guaymas, donde se originaran también las pesquerías que hasta el momento son las más importantes para México: la de camarón, sardina, anchoveta y atún (Castillo 1992). Para junio de 1939 se efectuó la primera exportación de hígados de tiburón que fue del puerto de Guaymas a la ciudad de los Angeles en Estados Unidos (Hernández 1971).

Hasta antes de 1937 los tiburones eran capturados incidentalmente, en California central incluso se consideraban como casi inútiles, sus capturas fueron muy bajas y sólo en pequeñas proporciones se fileteaban y las aletas se utilizaban en la elaboración de sopa. El mercado se presentaba mejor al sur de California donde los pescadores sí podían vender los tiburones que capturaban. Antes de 1937 algunas compañías procesadoras llegaron a experimentar con el aceite de hígado de tiburón pero no fue sino hasta enero de ese mismo año cuando la industria comenzó la explotación sobre una base comercial. Como resultado de la demanda de vitamina "A", el tiburón fue capturado en mayor número desde 1938.

Ante la importancia que el recurso tiburón cobró a finales de los años treinta, a consecuencia de la extracción de vitamina "A", los estadounidenses realizaron exploraciones

por durante varios meses en la costa de California con el objeto de determinar la localidad más favorable, así como el tipo de fondo y la profundidad a la que los tiburones son más abundantes; las futuras investigaciones debían apuntar en dos direcciones, probar los diferentes artes de pesca para encontrar a los más eficientes y, reunir información sobre los hábitos y movimientos de los tiburones (Byers 1940).

Para 1942, en la zona noroeste de México se obtuvieron 1087 toneladas de hígado de tiburón, lo que representó el 81% de la producción nacional. Esta producción de hígado era exportada a los Estados Unidos y debido a la demanda del recurso varios industriales establecieron en 1943 una planta que procesaba el hígado de tiburón; un año después, en 1944 se estableció una planta más en Guadalajara, ambas plantas recibían la producción de prácticamente todo el Pacífico mexicano, desde Sonora y la porción peninsular al norte, hasta los límites con Guatemala al sur. A esto siguió la producción sintética de la vitamina "A" por lo que los precios del aceite de hígado de tiburón disminuyeron al mínimo. La captura de tiburón se hizo incosteable al ser el hígado el único producto que dejaba ganancias reales al pescador, por este motivo se abatieron las capturas y en los años de 1947 y agosto de 1949 fueron clausuradas las plantas tiburonerías.

Si bien por 1950 a consecuencia de la caída del mercado de hígado de tiburón la captura del recurso descendió, se dio una recuperación en la pesquería hacia el año de 1958 cuando el hígado volvió a ser objeto de aprovechamiento; produciéndose aceites con alto contenido de vitamina "A" destinados a la elaboración de alimentos balanceados de aves y ganado así como al consumo humano en forma de capsula.

A partir de los años sesenta se incrementaron las capturas del recurso a raíz de un crecimiento de la demanda mundial de algunos productos derivados del tiburón. La producción global de cazón y tiburón llegó a sobrepasar el máximo registrado durante el auge de la década de los cuarenta. A mediados de los sesenta, el aumento de capturas se consolidaba en México al extenderse la demanda doméstica de carne de tiburón en estado fresco y seco salado. Este producto se vendía en calidad de "bacalao" del país a precios bajos por lo que adquirió un mercado interno de importancia. La piel durante esos años fue empleada tanto en el mercado nacional como en el internacional y las aletas se mantuvieron como producto de exportación bien cotizado en los mercados orientales (Hernández 1971).

En la década de los setenta los volúmenes de producción se incrementaron en casi 15,000 toneladas, y para 1981 la pesquería alcanzó su primer captura anual record con 36,290 toneladas métricas. Durante esta década las capturas anuales de tiburón y cazón promediaron las 28,000 toneladas (Castillo y Márquez 1993).

Las capturas del recurso han venido en aumento hacia los últimos años. Con 36,737 toneladas métricas se ha alcanzado la captura más alta de tiburón y cazón de toda la historia de la pesquería en México, ocupando hacia 1990 el quinto lugar de la producción pesquera nacional con el 2.5% del total (según datos del anuario estadístico de la Secretaría de Pesca 1990). La cifra preliminar para 1991 fue de 31,149 toneladas. Durante la última década (1980-1990) la producción anual nacional de tiburón y cazón promedió en alrededor de 30,000 toneladas, por lo que México, de acuerdo con los estadísticos de la Secretaría de Pesca para 1986, es cuarto productor en el mundo (Bonfil *et al.* 1990). Los registros

estadísticos de la FAO para 1988 sitúan a nuestro país dentro de los seis primeros productores de tiburón a nivel mundial (Castillo y Márquez 1993).

Básicamente la fuerza que ha impulsado a la pesquería durante la presente década ha sido la demanda de aletas de tiburón. En la actualidad el tiburón representa valiosas fuentes de alimento, empleo e ingresos económicos para numerosas comunidades costeras en el país, además de ser uno de los productos pesqueros más baratos en el mercado nacional. El recurso es activamente explotado y de él se puede aprovechar el 100%.

En México actualmente la gran mayoría de pescadores de tiburón emplean embarcaciones menores cuya eslora varía entre 7 y 9 metros; sin embargo, hay algunas de mayor tonelaje que también pescan huachinango y especies de fondo. Se afirma que alrededor del 80% de la captura nacional total del recurso proviene actualmente de las operaciones de pesca de embarcaciones menores que, por su limitada autonomía, no van más allá de las 20 millas náuticas. El restante 20% de la captura nacional proviene de las embarcaciones escameras de 10 toneladas de capacidad y 27 metros de eslora en promedio, así como de las embarcaciones palangreras de 44 metros de eslora y 120 toneladas de capacidad que operan en el Pacífico, y que en 1987 eran 17 (Castillo 1992). Las artes de pesca empleadas en la pesquería han sido variadas, así tenemos que se han utilizado redes de enmalle, cimbras, arpones y palangres (Severino y Romay 1977).

Actualmente esta pesquería enfrenta una problemática, se ha denunciado el hecho de que entorno a ella se ha desarrollado un sistema de manejo ausente de ordenación oficial. Dicho

sistema de manejo ha sido promovido por el sector privado representado por los permisionarios de pesca, quienes en la mayoría de los casos proporcionan las embarcaciones y artes de pesca a los pescadores ribereños pero como condición establecen el valor de la captura. Han sido pocos los créditos canalizados al desarrollo de la pesca de tiburón, y tal situación ha venido a favorecer el monopolio de los rendimientos obtenidos en la pesquería por parte de los permisionarios, lo que ha traído un atraso en materia socioeconómica a los pescadores, quienes sólo participan como "mano de obra" (Castillo 1992).

Por su parte, el sector social no ha adquirido conciencia de las expectativas que ofrece la explotación integral del tiburón, lo cual podría ser incluso una alternativa inmediata en la economía de los pescadores. El tiburón es activamente explotado y recientemente se han alcanzado las cifras record en su captura, sin embargo no es correctamente aprovechado (Hernández 1971, Devesa 1992, Amor 1992, Zavala 1993).

Existe lo que ha venido en llamarse "finning", donde el tiburón que se captura es despojado de sus aletas y devuelto al mar (Gruber 1995 com. pers., Cifuentes *et al.* 1990). Debe ser considerado que los tiburones poseen un perfil biológico caracterizado por presentar bajos potenciales reproductivos, lentas tasas de crecimiento y una madurez sexual tardía, características que los sitúan como organismos estrategas k, siendo por tanto altamente susceptibles a periodos prolongados de explotación (Oliver 1996).

No obstante lo anterior ocurren situaciones fuera de lógica en cuanto a la administración del recurso se refiere. Tal es el caso del sur de Sinaloa en donde una pesquería ha incidido

fuertemente sobre los individuos juveniles de *Carcharhinus leucas* que son capturados en la zona de estuario, ésto produce un efecto directo en la abundancia al no permitir que se completen los ciclos de vida de estos tiburones que no alcanzan las tallas de madurez sexual y con ello no se permite la renovación de la población de este pez (Zúñiga y Arias 1984, Oliver 1996). Algo similar ocurre actualmente en importantes campos tiburoneros, como el de San Francisquito en Baja California, donde frecuentemente se capturan hembras preñadas de diferentes especies; la época de pesca de tiburón coincide con la de reproducción. Se ha observado en las capturas una alta proporción de hembras preñadas, incluso en 1987 fue calculado que casi 2000 hembras cargadas se capturaron en un periodo de 30 días (Castillo 1989).

El estado actual de las poblaciones de tiburón es de un incremento en la demanda de productos derivados del tiburón en el comercio internacional lo cual ha resultado en niveles muy altos de explotación; esto incluso ha despertado preocupación por la sobreexplotación de algunas especies. El problema adquiere dimensión, ya que mientras por un lado se desaprovecha, por el otro se impacta sobre las poblaciones sin un conocimiento adecuado del recurso. Cuando la incertidumbre científica existe y no es posible establecer los lineamientos para la correcta administración del recurso se debe entonces actuar con precaución (Oliver 1996)

Uno de los principales problemas para la ordenación de la pesquería de tiburón en México

ha sido la falta de registros confiables de las capturas por especie y por embarcación. La pesquería es multiespecífica y no se conoce con precisión que especies de tiburones han aportado los mayores volúmenes de captura en los últimos años, mucho menos se conocen otros aspectos biológicos que pudieran derivarse de los registros de captura comercial basados en especies identificadas. En los registros de captura que se tienen sólo se observan los rubros de "tiburón" y "cazón" así asignados con base en el tamaño de los organismos capturados, de forma que todo aquello menor a 1.5 metros es un cazón cuando en realidad podrían ser los juveniles de otras especies que no alcanzan la talla de reproducción (Cifuentes *et al.* 1990, SEPESCA 1990). Es necesario implementar a la brevedad posible un mejor sistema de registro de las capturas comerciales que permita desglosarlas por especies (Castillo y Márquez 1993). Al respecto de este punto la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) ha publicado recientemente un estudio que es un esfuerzo por lograr la correcta determinación de las especies que se capturan comercialmente (Castro 1993).

El recurso tiburón ha sido considerado por parte del sector pesquero nacional como de segundo orden, detrás de los recursos pesqueros tradicionales como el camarón, la sardina y anchoveta, el atún, el abulón y la langosta; cuyo valor monetario en el mercado nacional e internacional ha sido superior al de tiburón. Este hecho ha traído como consecuencia un atraso en materia de investigación (Castillo y Márquez 1993) por lo que los tiburones siguen siendo desconocidos en muchos aspectos biológicos.

En los últimos años los investigadores han manifestado la necesidad de estudiar a los

tiburones para que con base en un mejor conocimiento de su biología se lleve a cabo la explotación del recurso. De entre los objetivos adoptados para el estudio de los tiburones por los Centros Regionales de Investigación Pesquera (CRIP) pertenecientes al Instituto Nacional de la Pesca (INP) conviene destacar el de la determinación de la distribución geográfica y el conocimiento de la densidad poblacional del tiburón (Bonfil *et al.* 1988, Oliver 1996). La distribución geográfica es un aspecto biológico poco conocido en tiburones (Pequeño *et al.* 1990). Determinar los movimientos de los tiburones no es tarea fácil, debido a la falta de tecnologías y técnicas precisas, eficientes y económicamente factibles de empleo, así como a las características de desplazamiento de los peces pelágicos. Según la Secretaría de Pesca las áreas de mayor abundancia de tiburones en México para el Océano Pacífico son los Golfos de Tehuantepec y de California (SEPESCA 1992), el esfuerzo de pesca se concentra en ciertas áreas del país como la Sonda de Campeche o el Golfo de California y no ha sido posible la localización de nuevas áreas de captura (Castillo 1992).

Al parecer los tiburones realizan migraciones y su pesca no se efectúa durante todo el año sino por temporadas de seis a ocho meses. Los estudios afirman que hay estaciones definidas cuando los tiburones están disponibles para el pescador; en cada región son más abundantes durante ciertos meses y esta variación estacional determina la disponibilidad del recurso. Para determinar las zonas de abundancia de los tiburones Byers (1940) sugirió que una pesca del recurso durante todo el año y no de forma intermitente dejaría una clara idea de la abundancia o escasez de tiburón en cualquier estación para esa localidad. Severino y Romay (1977) mencionan que en México el tiburón se pesca a lo largo de todo el año buscándolo a mayores o menores profundidades de acuerdo con la temporada en que se está trabajando,

y mencionan también que las estadísticas registran las mayores capturas en mayo, junio, julio y agosto. Se ha dicho además que es posible observar "corridas" en el Golfo de California durante el invierno, pescándose en ese lapso algunas especies de tiburones y cazones; en el verano la composición de la captura cambia por la presencia de tiburones grandes de hábitos tropicales, en esa estación las capturas abundantes se observan en el Golfo de Tehuantepec (Castillo 1992).

Conocer las características oceanográficas de las aguas y su relación con la vida marina que ahí se desarrolla adquiere una considerable importancia para los pronósticos pesqueros, toda vez que permite detectar grandes concentraciones de peces así como perfeccionar los métodos de pesca y las profundidades a que se coloquen las artes. El pronóstico pesquero se traduce en la posibilidad de caracterizar un "lance óptimo de captura", es decir, la posibilidad de dirigir el esfuerzo hacia la zona más adecuada de mayor ocurrencia y abundancia de la especie blanco con el solo objetivo de eficientizar al máximo el esfuerzo empleado. Ha sido mencionado que el conocimiento de la ubicación de la abundancia del tiburón y el factor ambiental asociado a ésta es importante para pescar más eficientemente el recurso (Klimley *et al.* 1993), muchos organismos tienen la capacidad de "escoger" sus habitats si bien pueden sobrevivir en otros sitios más allá de los límites impuestos por esta preferencia conductual, los sitios de preferencia llegan incluso a quedar fijados genéticamente por selección natural y estarán en función de los factores ambientales que propician la mayor abundancia de la especie (Krebs 1985); toda arte de pesca necesita tenderse en lugares propicios para poder obtener buenas capturas puesto que cada especie tiene costumbres y hábitos diferentes por lo que es muy importante saber los principales

caractéres de movimiento y sus alimentos preferidos (Severino y Romay 1977).

La temperatura es un factor que puede determinar la distribución de los organismos actuando sobre la supervivencia, reproducción, desarrollo de juveniles y además sobre la competencia con otras formas, pero debe considerarse que no en todos los casos es evidente su relación con la distribución dado que los organismos se adaptan fisiológicamente a la temperatura al "aclimatarse", incluso el intervalo de tolerancia (temperaturas máxima y mínima letal) cambia al variar la temperatura de aclimatación (Krebs 1985, Racotta 1995 com. pers.). Los animales poiquiloterms responden como conformadores a la temperatura aunque muchos peces pueden tolerar (por periodos cortos) temperaturas incluso más altas que la del limite superior que les causa la muerte, de hecho las temperaturas letales para algunos peces se han encontrado muy superiores con respecto a los extremos térmicos observados en el medio natural en que se encuentra el organismo. Se dice que de los diversos parámetros ambientales que influyen sobre la distribución y abundancia de los elasmobranquios la temperatura es la que mayor efecto presenta (Castro-Aguirre 1983).

OBJETIVOS

Sobre la base del análisis de las capturas incidentales realizadas por la flota palangrera, contribuir al conocimiento de la distribución y abundancia de algunas especies de tiburón (*Carcharodon carcharias*, *Prionace glauca*, *Sphyrna spp.*, *Alopias spp.*) en el Pacífico mexicano considerando los efectos de la temperatura como factor del medio, aproximar el estado actual de las poblaciones y proponer medidas de manejo que permitan un mejor aprovechamiento de estos recursos.

1. Caracterizar la distribución y abundancia de algunas especies de tiburón en aguas del Pacífico mexicano.
2. Sobre la misma base, caracterizar la variabilidad estacional de la distribución y abundancia de dichas especies.
3. Determinar los efectos de la temperatura superficial sobre la distribución y abundancia de dichas especies.
4. Caracterizar los lances que optimizan y minimizan la captura incidental de las especies mencionadas, en términos de la temperatura superficial, la profundidad del lance y del número de anzuelos calados.

5. Aproximar el estado actual de las especies mencionadas desde el punto de vista pesquero, a través de la determinación de las tendencias de la captura anual y captura por unidad de esfuerzo anual en función de los niveles de esfuerzo aplicados.

JUSTIFICACION

Los tiburones son un importante recurso marino para nuestro país ya que de ellos puede aprovecharse el 100%. La aleta de tiburón representa una actividad con grandes expectativas; las mandíbulas y dientes se comercializan como artesanía local alcanzando valores muy altos en el mercado (4,000.00 dls. es el costo de la mandíbula de un buen ejemplar de tiburón blanco en el mercado abierto); la carne de tiburón es un producto bien aceptado en nuestro país; hay también una creciente demanda internacional hacia las pieles, con ellas se fabrican toda clase de artículos de peletería de excelente presentación, buena calidad y resistencia; debido a su alto contenido orgánico con los restos del animal se elaboran abonos y alimentos avícolas; del hígado de tiburón se extrae la vitamina "A", pueden obtenerse las vitaminas "E" y "K" y también puede extraerse el escualeno (Cardiel 1982, Castillo 1992). Los tiburones han adquirido importancia también en la biomedicina (Castillo 1992, Zavala 1993), hoy en día algunos acuarios comerciales nacionales ponen a la venta tiburones de ornato de pequeño tamaño. Durante los últimos años la pesca deportiva de tiburón con caña y anzuelo creció en todo el mundo viviendo un gran auge, existen siete especies de tiburón oficialmente reconocidas como deportivas por la Asociación Internacional de Pesca Deportiva (García 1985, Magaña 1984, Pepperell 1992) y la práctica del buceo recreacional deportivo con tiburones es cada vez más aceptada y llevada a cabo en el contexto del ecoturismo.

Las medidas políticas tendientes a diversificar la pesca y desconcentrar la explotación de especies tradicionalmente de primera importancia han ocasionado la apertura y el impulso de otras pesquerías. Actualmente existe una creciente demanda por las especies de tiburón

por lo que son activamente explotados en el país y probablemente continúen siéndolo cada vez con mayor intensidad, esto ha hecho surgir la necesidad de llevar a cabo investigaciones que evalúen los potenciales pesqueros y volúmenes de captura pertinentes con el propósito de permitir la explotación continua y garantizar la renovación de las poblaciones. En México, investigadores como Castro-Aguirre (1983) han recomendado ejecutar proyectos de investigación con más precisión y seriedad, sobre todo si se quiere conocer la biología de los tiburones; estudios taxonómicos, de hábitos alimenticios, conducta, distribución, fecundidad, etc. son necesarios para disponer de una adecuada información del ciclo de vida del tiburón (Rosenblatt y Baldwin 1958).

Aun cuando parece contradictorio (dada su evidente presencia) estos animales no han sido estudiados en forma suficiente, son poco conocidos biológicamente a nivel mundial y algunos científicos manifiestan su preocupación cuando se refieren a que la estrategia reproductiva (similar a la de ballenas o tortugas) los hace muy susceptibles a la sobreexplotación (Hoenig y Gruber 1990). La pesquería nacional enfrenta algunos problemas de manejo, el Pacífico mexicano posee más del 80% del total de especies de tiburón registradas en México, las cuales son alrededor de 100 (Applegate *et al.* 1979) de las 350 vivientes (Compagno 1984), a pesar de ser el litoral con mayor diversidad y quizá abundancia de tiburón, los estudios hechos son pocos y poco ha sido hecho con vistas a su buen manejo y correcto aprovechamiento. Hasta la fecha no existe ninguna medida de reglamentación pesquera para la explotación de este recurso y en los últimos años se ha visto la necesidad de recomendar a la Secretaría de Pesca no incrementar el número de permisos para la pesca de tiburón en aquellas áreas de nuestro país donde el esfuerzo pesquero ha crecido en forma

desordenada, como lo son la Sonda de Campeche y el Golfo de California (Castillo 1992).

Strasburg (1958) señalo la falta de conocimiento de la biología de los tiburones; hoy en dia otros autores manifiestan que los tiburones no son bien conocidos y ese es un hecho que en si mismo constituye la justificación del presente estudio. La carencia de conocimiento acerca del recurso ha impedido establecer una reglamentación para la pesca del tiburón socioeconómica y biológicamente bien fundamentada. Es imperante la realización de estudios que permitan sentar las bases de una correcta explotación a la vez de la conservación de las especies, y uno de los aspectos de la biología que en repetidas ocasiones ha sido recomendado es precisamente el de la documentación de la distribución geográfica y los movimientos estacionales de los tiburones.

Recursos marinos como los atunes o los pelágicos menores han sido caracterizados en lo que respecta a sus posibles relaciones con factores ambientales como masas de agua o concentración de pigmentos. Los tiburones pelágicos son de gran capacidad de desplazamiento y no presentan problemas de dispersión, por lo que su distribución obedece a otros factores como lo son la conducta (al preferir un habitat en particular), la relación con otros organismos (al competir, depredar o huir), o deberse a algún otro factor de indole físico o químico (como la temperatura); conocer este tipo de interrelaciones es básico en el conocimiento de la biología del tiburón.

La identificación de los factores relacionadas con las mayores abundancias y ocurrencias de la especie que se captura permite entenderla biológicamente en lo referente a su

distribución, preferencias de habitat, zonas de agregación con fines reproductivos, de alimentación o de crianza, etc., y hace posible descubrir la ubicación del recurso pesquero, pronosticar una captura óptima y conseguir una mayor eficientización del esfuerzo de pesca empleado.

El conocimiento del estado de los stocks de tiburón es un asunto de primer orden de importancia que junto con la distribución y la biología reproductiva ha sido señalado como prioritario en la investigación. Las alternativas que se propongan deberán estar fundamentadas en un conocimiento sólido de la biología de las especies de tiburón.

ANTECEDENTES

Los tiburones han sido estudiados desde diferentes puntos de vista abordando aspectos de su taxonomía, alimentación, fisiología, reproducción, evolución, etología, ecología, etc.. La distribución geográfica mundial de estos peces ha sido definida a partir de los registros de captura local, y algunos de los primeros trabajos realizados al respecto son de autores como: Jordan y Gilbert (1882a, 1882b), Jordan (1895), Jordan y Evermann (1896), Gilbert y Starks (1904), Snyder (1904) y Coles (1919) entre otros.

DISTRIBUCION, ABUNDANCIA Y VARIACION ESTACIONAL DE TIBURONES EN EL PACIFICO MEXICANO CONSIDERANDO LOS EFECTOS DE LA TEMPERATURA COMO FACTOR DEL MEDIO.

Los estudios sobre la distribución y abundancia de tiburón en el Pacífico Oriental mexicano por lo menos datan de los años veinte, tales estudios son de autores como Breder (1928), Ulrey (1929), Kumada y Hiyama (1937), Beebe y Tee-Van (1941), Roedel (1953), y Schultz (1953) por mencionar algunos, todos estos estudios son reportes de listados faunísticos de peces (y entre ellos de tiburones) para nuestra área de estudio; Springer (1940b), Holland (1957), y Leray (1975) han realizado trabajos referidos a la migración y distribución estacional. Actualmente se continúan reportando tiburones de extraña ocurrencia e incluso nuevos registros para lugares donde nunca antes se había encontrado determinada especie de tiburón, Fitch y Schultz (1978), Fusaro (1980), Seigel y Compagno (1986) son ejemplos de ello. Hoy en día se ha reportado a la especie de recién descubrimiento -1976-

tiburón megamouth (*Megachasma pelagios*) en aguas del Brasil, lo que constituye apenas el segundo registro de esta especie para el Océano Atlántico (Hueter 1995 com. pers).

Al tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*) se le considera cosmopolita, autores como Beebe y Tee-Van (1941), Miles (1971), Miller y Lea (1972) reportan su distribución en el Pacífico Oriental, que va desde el sur de Canada, Alaska o California al sur de México o Chile. Kato (1965) reporta esta especie por vez primera para Mazatlán, en tanto que Davies (1963), Miller y Collier (1980), Carey *et al.* (1982), han abordado el estudio del tiburón blanco considerando la importancia de la temperatura como un factor del medio que influye en su comportamiento; estos autores señalan que *Carcharodon carcharias* es capaz de mantener la temperatura del cuerpo por arriba de la temperatura del entorno inmediato. Los autores afirman que poco es lo que se conoce sobre la biología del tiburón blanco, sin embargo hoy en día se llevan a cabo expediciones a lugares bien localizados, donde se sabe que este tiburón ocurre, con el objeto de estudiar diversos aspectos biológicos en su habitat natural (Hadland 1995); Bruce (1992) reporta que el tiburón blanco se encuentra donde la temperatura oscila entre 12 y 24°C.

El tiburón azul (*Prionace glauca*) es uno de los más abundantes tiburones oceanico-epipelágico, es posiblemente el condroichtye de mayor amplitud de rango (Compagno 1984) y de acuerdo con Strasburg (1958), Miller y Lea (1972), y Harvey (1989) su distribución en el Pacífico Oriental va desde Alaska hasta Chile, aunque se muestra ciertamente antitropical (Hubbs 1952, Castro-Aguirre 1983); Strasburg (1958) señala que este tiburón sólo es abundante al norte de 20°N. Según Beebe y Tee-Van (1941), y Castro-Aguirre y Lachica-

Bonilla (1973), el tiburón azul esta presente en la Costa occidental de Baja California Sur y el Golfo de California. Fitch (1958) menciona que abunda al norte de Punta Concepción (California) "a menos que las corrientes de agua cálida bañen el área". Strasburg (1958), Beckett (1970), Stevens (1976), Nakano *et al.* (1985), y Percy (1991) consideran que la migración estacional típicamente coincide con cambios en la temperatura superficial del mar, afirman que el desplazamiento de la concentración de escualos es hacia el norte durante verano y hacia el sur durante invierno, por lo que se deduce que los cambios en la temperatura del mar son la base de tal migración. Mediante experimentos de marcaje y telemetría llevados a cabo por autores como Sciarrotta y Nelson (1977), Landesman (1984), Scharold y Carey (1985), y Carey y Scharold (1988), han sido determinados algunos patrones de movimiento geográficos horizontales y verticales, así como las grandes migraciones que estos tiburones realizan.

Según Castro-Aguirre (1983) el tiburón martillo es eminentemente tropical. Springer (1940a) reporta tres especies de *Sphyrna* para el Pacífico tropical americano, en tanto que Miller y Lea (1972) y Fusaro (1980) reportan que su distribución en la zona va desde California hasta Chile o Perú. En México es común en Mazatlán, Sonora, Nayarit y Baja California Sur, y de acuerdo con Klimley (1981) y Galván-Magaña *et al.* (1989) el verano se considera su estación de presencia para ciertas localidades de Baja California Sur. El punto de vista etológico y ecológico ha sido abordado por Clarke (1971), Klimley y Nelson (1981,1984), Klimley (1982,1985,1987,1989,1993), Klimley y Butler (1988), Klimley *et al.* (1988), Holland *et al.* (1992), y Klimley *et al.* (1993), en tales estudios se reporta desde el agrupamiento en bancos y despliegue de la conducta hasta la posible relación con parámetros

del medio, tales como masas de agua o campos magnéticos; muchos de estos trabajos han sido llevados a cabo empleando técnicas de telemetría ultrasónica.

Cailliet y Bedford (1983) reportan al tiburón coludo (*Alopias spp.*) en el Pacífico Oriental desde Isla Vancouver y San Clemente California hasta Chile. Joseph (1954) afirma que la mayoría de los individuos de *Alopias* en talla de procreación ocurren al sur de California, Fitch y Craig (1964) hicieron el primer registro de *Alopias superciliosus* en California, en tanto que Castro-Aguirre y Lachica-Bonilla (1973) reportaron por vez primera a *Alopias pelagicus* en el Pacífico mexicano. Vélez *et al.* (1990b) reconocen las siguientes zonas de pesca para tiburón coludo: Islas Mariás, zona oceánica frente a Mazatlán, boca del Golfo de California e Islas Revillagigedo; Mendizábal *et al.* (1990) reporta que la principal descarga de tiburón coludo ocurre de noviembre a febrero. Al respecto de *Alopias superciliosus* y su relación con la temperatura podemos mencionar el trabajo de Bone y Chubb (1983), estos autores afirman que, debido a la conformación anatómica de su sistema muscular, probablemente es capaz de mantener calor en el interior del cuerpo, cayendo junto con otros Lamniformes dentro de la categoría de endotermo.

Dada la similitud con el presente estudio al abordar el problema de la distribución y abundancia de tiburones con relación a la temperatura, conviene destacar los tres trabajos siguientes:

Strasburg (1958), quien emplea datos de la captura incidental de tiburón en palangre atunero. Este autor determina la distribución y abundancia para el Océano Pacífico de tres

tiburones pelágicos entre los cuales figura el tiburón azul (*Prionace glauca*), encontrándolo muy abundante en California y porción occidental de Baja California. Además, determina la variación en la abundancia de tiburón con respecto a la latitud y la estación del año, encuentra que el tiburón azul es muy abundante durante invierno a una latitud de entre 20 y 30°N, y regularmente poco abundante durante las estaciones restantes para el mismo rango de latitud. El autor cubre en su estudio un amplio alcance latitudinal y deduce una migración desde el norte (40-50°N), donde la abundancia es mayor durante verano, hacia el sur (20-30°N), donde como mencionábamos arriba la abundancia es mayor durante invierno.

Vas (1990), quien aborda la pesquería deportiva de tiburón azul que a existido desde 1952 en Inglaterra. El autor menciona que la captura anual de esta pesquería ha oscilado de menos de 200 a más de 6000 tiburones, menciona también que la pesquería estuvo basada sobre un stock previamente inexplorado, observando un decline de la abundancia en el canal inglés a principios de los años sesenta y presentándose el decaimiento de nuevo a mediados de los setenta. El decline se investigó en relación a la temperatura superficial del mar (SST), la abundancia de la presa, y la presión de pesca, determinando que la fluctuación en corto tiempo de la temperatura es responsable de cambios en la distribución, más no de la abundancia. La abundancia de la presa en el canal se encontró inversamente relacionada con la abundancia de tiburón azul, se concluye que la presión de pesca es responsable por una parte del decaimiento de la abundancia del stock.

Otro trabajo de interés inmediato es el de Hazin *et al.* (1994), quien investigó la distribución y abundancia de tiburones pelágicos capturados de 1983 a 1988 por palangreros

brasileños en el Atlántico equatorial suroeste. Reportó que la abundancia del tiburón azul (*Prionace glauca*) tiene una marcada fluctuación estacional, teniendo lugar las capturas más altas durante la tercera y cuarta parte del año y las más bajas durante el primer cuarto. El autor observó en machos una relación inversa entre CPUE y SST, aunque sin embargo las hembras mostraron una relación directa (incremento en SST, entonces incremento en CPUE). La distribución de la captura sugiere que los machos se distribuyen en aguas más someras entre Julio y Diciembre, mientras que las hembras tienen una distribución más somera que los machos de febrero a Julio; el autor determina que los correspondientes rangos de temperatura fueron para machos de 12.9 a 17.1°C y para hembras de 13.8 a 20.4°C.

De igual forma cabe hacer mención de los dos trabajos siguientes: el estudio hecho por Gómez-Muñoz *et al.* (1994) sobre distribución y abundancia de atunes en el Pacífico Oriental mexicano con el objeto de detectar los principales caladeros de estos peces en la zona, y el cuadro de Castillo (1989,1992) en donde presenta la abundancia de tiburones para ambos océanos de México basado en datos de captura por estados para 1987. Se puede considerar que este último trabajo es el antecedente más inmediato al presente estudio, ya que en dicha figura se observa que las zonas de mayor abundancia de tiburón son el Golfo de California y el Golfo de Tehuantepec en el Pacífico mexicano.

Hoy en día, en nuestro país se considera la necesidad de realizar estudios de marcado para conocer con exactitud los desplazamientos de los tiburones motivados por el entorno ambiental (Marin-Osorno 1992), tales estudios son llevados a cabo en la actualidad en otros países del mundo por investigadores como: Ritter, Gruber, Wetherbee y Hueter entre otros

(Wetherbee 1995 com. pers.). Desde tiempo atrás autores como Olsen (1953), Hansen (1963), Kato y Hernández (1967), Carey y Scharold (1988), Klimley (1989) entre otros, han realizado estudios de marcado para determinar los movimientos precisos de los tiburones empleando incluso técnicas de telemetría ultrasónica. Sin embargo, sólo en épocas muy recientes se ha desarrollado, en las llamadas *archival tags*, la tecnología que hace posible la obtención de un lote de datos continuo en tiempo y suficiente en tamaño para determinar de manera certera la relación que guarda el desplazamiento de pelágicos mayores con los parámetros del ambiente (Ekstrom 1994).

CONOCIMIENTO Y ESTADO DE LAS POBLACIONES DE TIBURON.

A nivel mundial algunos de los estudios sobre tiburones desde el punto de vista tiburón como recurso pesquero han sido efectuados por autores como los siguientes: Byers (1940), quien analizó la pesquería de tiburón en California, haciendo mención de su historia, de los artes de pesca, embarcaciones utilizadas y del procesamiento de la captura; Kreuzer y Ahmed (1978), Amor (1992), Zavala (1993), quienes se refieren a la utilización de los tiburones haciendo énfasis en la necesidad de lograr la utilización integral del recurso; Stevens (1984), García (1985), y Pepperell (1992), quienes abordan el aspecto de la pesca deportiva; Holden (1974), Bedford (1987), Hoenig y Gruber (1990), Compagno (1990), Hoff y Musick (1990), quienes son algunos de los autores que se han manifestado en favor de una explotación racional de las poblaciones de elasmobranquios, estos autores consideran que la estrategia reproductiva es algo que debe tenerse presente dada su seria implicación en la pesquería. Para conocer más acerca de los parámetros de la dinámica poblacional autores como Tanaka

y Mizue (1979), Pratt y Casey (1983), Casey (1985), Branstetter (1987) han realizado trabajos sobre edad y crecimiento de diferentes especies de tiburón. Un paso inicial es el de tener registros confiables de captura por especies; al respecto de este punto Castro (1993) elaboró una guía para la determinación de especies de tiburón en las capturas comerciales, este trabajo puede ser el primer paso para intentar el registro confiable de las especies que se capturan. Por su parte Bonfil (1994), y Oliver (1996) son autores que en tiempos recientes han hecho las revisiones del estado actual de la pesquería de especies de tiburón a nivel mundial manifestando la importancia, posibles tendencias y problemas en su administración y conservación; dichos autores mencionan que de continuar la actual tendencia en la captura mundial de tiburón, esta se incrementara aún más; al parecer las capturas podrían incrementarse en determinadas áreas en tanto que otras no sostendrán más la expansión de los rendimientos.

Algunos otros estudios biológico-pesqueros llevados a cabo son los siguientes:

En el caso de tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*), Randall (1973,1987) realizó algunas mediciones biométricas determinando con ello la longitud máxima alcanzable por ésta especie. Strong *et al.* (1992) y Oliver (1996) mencionan que es poca la información que existe sobre el tiburón blanco, que las poblaciones parecen ser pequeñas, y mencionan además que este tiburón muestra vulnerabilidad a la sobrepesca, razón por la cual esta especie ha recibido la protección del Estado en Sudafrica, California y Florida.

En el caso del tiburón azul (*Prionace glauca*), Cailliet y Bedford (1983) realizan un

trabajo sobre edad y crecimiento determinando que este tiburón alcanza su madurez sexual cuando rebasa los dos metros de longitud, produciendo un número de crías que puede ascender a los 82 por año. Pelczarski (1986), Stevens (1990), y Berrow (1994), llevan a cabo la prospección pesquera y estiman la tasa de bicaptura e incidencia en el arte de pesca. O'brien y Sunada (1994) encuentran un alto porcentaje en la captura de tiburón azul (62%), mencionan que este tiburón tiene un bajo costo en el mercado en relación con otras especies.

Saucedo (1982) en su trabajo realizado sobre la pesquería del tiburón en el sur de Sinaloa identifica a 27 especies como las que más aportan a la producción en esa zona, menciona a *Rhizopriondon longurio*, *Sphyrna lewini*, *Nasolamia velox* e *Isurus oxyrinchus* como las especies de tiburón más capturadas comercialmente en Sinaloa. Zúñiga-Guajardo y Arias-Ruelas (1984) reportan que para la zona de Teacapan, Sinaloa las especies de mayor abundancia en la captura anual son por orden de importancia: *Carcharhinus limbatus*, *Rhizopriondon longurio*, *Carcharhinus velox*, *Sphyrna lewini* y *Carcharhinus leucas*.

Cailliet y Bedford (1983) obtiene resultados sobre edad y crecimiento de *Alopias vulpinus*, determina que esta especie alcanza su madurez sexual cuando rebasa los tres metros de longitud a una edad que oscila entre 3 y 7 años, produciendo solo cuatro crías. Holts (1988) menciona que el incremento en la demanda de tiburón como alimento ha originado demasiada presión de pesca sobre algunas especies, siendo una de tales el tiburón coludo *Alopias vulpinus*, quien no ha respondido bien al incremento en dicha presión; el autor además menciona que otros stocks parecen saludables.

Por último mencionaremos otros estudios con enfoque pesquero hechos en nuestro país, son los llevados a cabo por autores como: Ferreira (1958), Henández (1971), Castillo (1989,1990,1992), Applegate *et al.* (1993), quienes hicieron una revisión histórica de la pesquería de tiburón en México y observan que con el paso de los años ha acontecido un incremento en la captura de tiburón. Castillo actualmente encabeza los trabajos llevados a cabo por el Instituto Nacional de la Pesca, los cuales están enfocados al estudio de la dinámica poblacional del recurso y tienen por finalidad conocer el estado actual que guardan las poblaciones sujetas a explotación continua; el "Programa Tiburón" de este Instituto trabaja actualmente en la porción del Golfo de México. Mendizábal *et al.* (1990), Vélez *et al.* (1989), Vélez *et al.* (1990b) reportan los resultados de un proyecto basado en la flota palangrera cuya base es el puerto de Manzanillo, Colima (en específico el llevado a cabo por los palangreros "Tiburón I,II,III y IV"), estos autores que conforman un grupo de trabajo dedicado al estudio de pelágicos mayores en el Océano Pacífico han analizado la composición de la captura por especie, por talla y peso del barco palangrero "Tiburón II", de la que mencionan que el 64% correspondió a tiburones de las especies *Alopias vulpinus*, *Carcharhinus limbatus* y *Prionace glauca* principalmente. Vélez *et al.* (1990a,1990b) además han evaluado la situación del recurso tiburón y menciona que para el período 1979-1984 las áreas de mayor pesca son respectivamente: el Océano Pacífico, el Atlántico, el Indico y el Mediterraneo; afirman que durante ese período el Pacífico Central Oriental se ubicó en el séptimo lugar a nivel internacional. Villavicencio-Garayzar (1996) ha emprendido recientemente el estudio de la pesquería de tiburón en el Golfo de California abarcando los principales campos tiburoneros en esa zona.

Pese a la preocupación manifestada por los especialistas en torno a la carencia de conocimiento de los stock y los efectos de una posible sobrepesca (Hoenig y Gruber 1990, Compagno 1990, Hoff y Musick 1990), no encontramos demasiados esfuerzos orientados a proponer métodos de captura que minimicen la pesca incidental de tiburones. Oliver (1996) menciona que aún cuando algunas pesquerías de tiburón en el mundo son documentadas pocas han sido administradas y actualmente solo unos cuantos países regulan sus pesquerías de tiburón. Annala y Sullivan (1996) mencionan que en Nueva Zelanda *Galeorhinus galeus* y *Mustelus lenticulatus* han sido administrados desde 1986 bajo cuotas de captura transferibles individualmente (de un pescador que no va a pescar a otro que quiere entrar a la pesquería), de igual forma en las islas del sur de ese país la captura de *Squalus acanthias* ha sido restringida bajo un sistema de cuotas de captura. En los Estados Unidos existe un plan de administración que opera con cuotas de captura semianual que incluye cuotas estandar, límites de arribo, prohibición del "finning" y ventas de recreo; en California se ha requerido a los pescadores deportivos capturar solo 3 peces de un mínimo de 36 pulgadas como límite de talla desde el año de 1992. Oliver (1996) menciona que el incremento en la demanda de productos derivados del tiburón en el comercio internacional ha resultado en los mayores niveles de explotación de las especies de tiburón; por consecuencia, los efectos acumulativos de la captura y las limitaciones naturales de crecimiento poblacional impactan en las poblaciones de tiburón.

METODOLOGIA

FUENTES DE INFORMACION.

La Flota Palangrera Mexicana llevó a cabo operaciones en el Océano Pacífico durante los años 80's. La información obtenida fué reportada a la Secretaria de Pesca (SEPESCA) para incorporar la base de datos denominada "Flota palangrera del Pacífico" constituida por 5,283 bitácoras contenidas en 130 cuadernos con un total de 353,639 datos y 7934 registros totales.

Asimismo se emplea en la realización de este trabajo la base de datos denominada Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set (COADS) para la región del Pacífico Oriental. El COADS es una base de parámetros oceánicos, publicada en agosto de 1994 por el programa CEOS (Climate and Eastern Ocean System) de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), que esta conformada tanto de registros obtenidos por bases meteorológicas como por buques comerciales y de investigación oceanológica.

A partir de la primera se obtienen los tipos de tiburón objeto del presente estudio que son: tiburón blanco, nombre correspondiente a *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758); tiburón azul, cuyo nombre científico correspondiente es el de *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758); tiburón martillo, nombre común que hace referencia a tiburones del género *Sphyrna* (Rafinesque, 1810); tiburón zorro, tiburón coludo y thresher son nombres comunes asignados a tiburones del género *Alopias* (Rafinesque, 1810) (Torres-Orozco 1991), razón por la cual el número de individuos capturados de *Alopias* corresponde a la suma del número de

individuos de los campos zorro, coludo y thresher.

DEFINICION DE LAS ZONAS DE PESCA.

Para determinar la distribución geográfica de los lances se procede con ubicar en el plano de coordenadas los sitios donde cada uno de los lances fueron efectuados y con que frecuencia. Esto consiste en extraer de la base de datos "flota palangrera" los campos de latitud inicial del lance, latitud final del lance, longitud inicial del lance y longitud final del lance, para después obtener un valor único de latitud y longitud mediante los promedios correspondientes (Hazin *et al.*, 1994). La representación gráfica es a través de cuadrantes de un grado de latitud por uno de longitud (1x1) sombreados con un gradiente de grises que corresponde en este caso a la frecuencia de lance. Esto se hace tanto para el total de lances efectuados durante todo el periodo de operación de la flota como para el total de lances efectuados durante cada estación del año a través de dicho periodo.

DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES.

Para determinar la distribución geográfica, la abundancia relativa y la probabilidad de ocurrencia de captura de tiburón en función de la latitud y la longitud, se procede con definir respectivamente la presencia, la CPUE y el cociente de frecuencias de lance (positivo y negativo) en forma similar al apartado anterior donde se representa la frecuencia y distribución de los lances. La representación gráfica consiste en señalar en el plano de coordenadas mediante cuadrantes de 1x1 sombreados por un gradiente de grises las mayores

y menores presencias, abundancias y probabilidad de captura de tiburón.

La presencia (distribución geográfica) viene dada por la frecuencia de captura de cada tipo de tiburón para cada lance.

La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) es una medida de la abundancia relativa empleada en peces, incluyendo tiburones (Ricker 1978, Krebs 1985, O'Brien y Sunada 1994, Hazin *et al.* 1994). En este caso la CPUE viene dada por el número de individuos capturados por 100 anzuelos en un lance efectuado (ind/100anz-lance) y se obtiene empleando la relación:

$$CPUE = 100 \times N/ANZUELOS$$

donde N = número de individuos capturados en el lance

ANZUELOS = número de anzuelos calados en el lance

La ocurrencia estima la probabilidad de captura de tiburón en cada cuadrante y refleja por tanto la accesibilidad al arte de pesca. En este caso viene dada por el cociente obtenido de dividir los lances positivos (con captura) entre el total de lances efectuados, para cada cuadrante a la vez:

$$OCURRENCIA = LANCES POSITIVOS/LANCES TOTALES$$

donde LANCES POSITIVOS = lances con captura de la especie dentro del cuadrante.

LANCES TOTLAES = total de lances efectuados dentro del mismo cuadrante.

VARIABILIDAD ESTACIONAL DE LA DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES.

La variación estacional se determina a partir de la mayor o menor presencia, ocurrencia y abundancia relativa (CPUE) registradas para una estación del año. El procedimiento es exactamente el mismo que en los dos apartados anteriores, consiste en realizar cuadrantes de 1x1 para después sombrearlos con diferentes tonos de gris.

A partir de la base de datos "Flota Palangrera" se extraen los registros que corresponden a una estación del año determinada, por lo que el criterio de filtración es:

Primavera 22 marzo - 21 junio

Verano 22 junio - 23 septiembre

Otoño 24 septiembre - 21 diciembre

Invierno 22 diciembre - 21 marzo

Se emplea el patrón estacional. La primavera patrón esta conformada por todas las primaveras de los diferentes años, el verano patrón por todos los veranos, y así sucesivamente.

Se determina la presencia, abundancia relativa (CPUE) y probabilidad de ocurrencia de captura de determinado tipo de tiburón para cada estación del año patrón empleando las relaciones de CPUE y OCURRENCIA señaladas en el apartado anterior.

Para hacer evidente la posible relación entre distribución geográfica y temperatura superficial respecto a la variación estacional se obtienen las isotermas correspondientes a cada estación del año. Las isoclinas de temperatura estacional se construyen a partir de promedios mensuales extraídos del COADS bajo el criterio:

Primavera	marzo - junio
Verano	junio - septiembre
Otoño	septiembre - diciembre
Invierno	diciembre - marzo

EFFECTO DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL (SST) SOBRE LA OCURRENCIA (COMO INDICADOR DE LA DISTRIBUCION).

Para determinar que relación existe entre la temperatura superficial y la distribución geográfica de tiburón se procede con obtener las distribuciones normales de temperatura de cada tipo de tiburón con el objeto de definir sus correspondientes rangos totales y preferenciales. Se determina de igual forma la distribución normal del total de temperaturas registradas en la base.

En este caso la temperatura empleada (SST) es la "temperatura asociada" a la captura, que se obtiene de promediar los dos valores de temperatura (temperatura al inicio del lance y temperatura al final del lance) extraídos de la base de datos "Flota palangrera".

La presentación gráfica de las distribuciones normales es mediante polígonos de frecuencias relativas y cociente de frecuencias relativas.

Las Frecuencias relativas de temperatura se obtienen mediante la relación:

$$\text{FRECUENCIA ABSOLUTA} \times 100 / (\text{FRECUENCIAS ABSOLUTAS})$$

El cociente de frecuencias relativas se obtiene mediante:

$$\text{FRECUENCIAS RELATIVAS} / \text{FRECUENCIAS RELATIVAS DE LA BASE}$$

EFFECTO DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL (SST) SOBRE LA CPUE (COMO INDICADOR DE LA ABUNDANCIA).

Para obtener la relación CPUE en función de la temperatura se procede con graficar el valor medio de las CPUE correspondientes a las diferentes temperaturas, empleando como medida de tendencia central el valor de la mediana y como medida de dispersión los percentiles. En este caso la temperatura empleada es la temperatura asociada a la captura que se obtiene de promediar los dos campos de temperatura reportados en la base "Flota palangrera" (Temperatura al inicio del lance y Temperatura al final del lance).

EFFECTO DE LA PROFUNDIDAD DEL LANCE SOBRE LA CAPTURA INCIDENTAL.

En lo que respecta a profundidad se confronta tanto la ocurrencia de captura como la abundancia relativa de tiburón (CPUE) contra cuatro rangos o intervalos de profundidad designados de acuerdo a los datos disponibles y al uso del palangre como aparejo de pesca (Strasburg 1958). Los intervalos de profundidad son: 1 a 50 metros, 51 a 100 metros, 101 a 150 metros y 151 metros en adelante.

La ocurrencia de tiburones se refiere a la probabilidad de captura en determinadas profundidades. En este caso es el cociente que se obtiene de dividir el número de lances con captura positiva entre el número de lances totales efectuados. Para un determinado rango de profundidad:

$$\text{OCURRENCIA} = \text{LANCES POSITIVOS} / \text{LANCES TOTALES}$$

En este caso la CPUE se refiere al número de individuos capturados con 100 anzuelos en un lance efectuado y se obtiene para un determinado intervalo de profundidad.

Para cada lance se obtiene la CPUE mediante:

$$\text{NUMERO DE INDIVIDUOS} \times 100 / \text{NUMERO DE ANZUELOS}$$

Se obtiene el valor promedio de CPUE para cada uno de los cuatro intervalos de

profundidad.

EFFECTO DEL NUMERO DE ANZUELOS SOBRE LA CAPTURA INCIDENTAL.

En lo que se refiere al número de anzuelos el procedimiento es similar al señalado anteriormente para temperatura. Se obtiene el valor medio (mediana) de CPUE que corresponde a un determinado intervalo de número de anzuelos empleados, así como los percentiles abarcando el rango de valores de CPUE de entre 25 y 75% del total.

CARACTERIZACION DEL LANCE QUE MAXIMIZA Y MINIMIZA LA CAPTURA DE TIBURON.

Para determinar la caracterización de un lance óptimo consideramos como variables controlables la profundidad a que se cala el arte, la temperatura superficial del mar entendida como la posibilidad de elegir una área o una temporada del año donde dicha temperatura sea la adecuada para la mayor captura, y el número de anzuelos que deben ser calados en el lance. Los aspectos de distribución, abundancia y probabilidad de captura se incluyen en la determinación de un lance que maximiza la captura.

Para determinar el lance que minimiza la captura de tiburón son considerados los mismos aspectos empleados para caracterizar un lance óptimo de captura (profundidad, temperatura, número de anzuelos, zona de distribución, zona de abundancia, zona de captura probable y variación estacional), considerando ambos casos como antagónicos.

ESTADO DE LAS POBLACIONES DE TIBURON.

Para determinar el estado del recurso se establece la relación captura-esfuerzo, empleando las variables promedio de captura anual, promedio anual de CPUE y Esfuerzo Total empleado. De igual forma se confrontan las variables anteriores contra tiempo en años. Se procede con la elaboración de regresiones lineales simples para aproximar la tendencia del estado de las poblaciones de tiburón. Los campos que se extraen de la base "Flota palangrera" son: número de individuos, número de anzuelos, fecha inicial del lance, fecha final del lance.

RESULTADOS

Los lances efectuados por la flota palangrera se llevaron a cabo entre los 5 y los 30° de latitud norte. Para fines prácticos es posible hablar de dos grandes zonas de muestreo, la primera va desde la altura del Rosario B.C. (30° de latitud norte) hasta el estado de Michoacán abarcando toda la zona media y norte del Pacífico mexicano cubriendo incluso las Revillagigedo, y la segunda que va desde Michoacán y Guerrero cubriendo toda la porción sur del Pacífico mexicano hasta los 5° de latitud norte. En la Figura 1 se observa que la mayor cantidad de lances fueron efectuados entre los 17 y los 25° de latitud norte y los 110 y 115° de longitud oeste, así como en la boca del Golfo de California y el Golfo de Tehuantepec.

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LAS ESPECIES

El tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*) se distribuye a lo largo del Pacífico mexicano con presencias altas y bajas tanto en la zona 1 de muestreo como en la zona 2. Se observa que no obstante el mayor número de lances se efectuaron en la zona 1 de muestreo, la mayor ocurrencia de captura de este tipo de tiburón es dentro de la zona 2 (Figs. 1,3,4). En la Figura 5 se observa que la abundancia relativa (CPUE) del tiburón blanco es mayor hacia la zona de muestreo 2 correspondiente a la porción sur del Pacífico mexicano, la cual corresponde a su vez con la zona de temperatura cálida del mar (Figs. 2,5).

El tiburón azul (*Prionace glauca*) tiene presencia en la zona 1 de muestreo más

prácticamente no la tiene en la zona 2, no obstante existe suficiente despliegue de esfuerzo pesquero en esa región (Figs. 1,6). La Figura 7 señala que la probabilidad de capturar tiburón azul es con frecuencia del 20% con respecto a los lances que se efectuen. Dentro de la zona 1 de muestreo se observan altas abundancias tanto al sur de la región de los cabos y Golfo de California como mar adentro a la altura de Nayarit, Jalisco y Michoacán, una región del Pacífico mexicano donde las temperaturas oscilan entre 23 y 26°C.

El tiburón martillo del género *Sphyrna* al igual que el tiburón blanco esta presente a lo largo del Pacífico mexicano y tiene mayor ocurrencia de captura dentro de la zona 2 de muestreo donde la temperatura del mar es alta, este tiburón es menos abundante en la porción occidental de la península de B.C.S. y es más abundante al sur del Golfo de California y costas de Jalisco así como a la altura de los 6° de latitud norte y 90° de longitud oeste que es la región más al sur abarcada por el presente estudio (Figs. 1,9-11).

Al igual que el tiburón blanco y el martillo el tiburón coludo (*Alopias spp.*) se distribuye a todo lo largo del Pacífico mexicano. Su mayor frecuencia de aparición corresponde con la región donde la flota palangrera llevó a cabo la mayor cantidad de lances totales (zona 1 de muestreo) (Fig. 12). La región de más probabilidad de captura de este tipo de tiburón es entre los 8 y los 20° de latitud norte mar adentro y hacia las costas de Jalisco, Michoacán y Guerrero, en tanto que la zona de mayor abundancia relativa se presenta en la costa de Jalisco y el sur del Golfo de California (Figs. 1,2,12-14).

DISTRIBUCION ESTACIONAL DE LAS ESPECIES

En la gráfica de distribución estacional de lances (Fig. 15) se observa que tanto en primavera como en invierno los lances están mayormente dispersos a lo largo del Océano Pacífico, en tanto que durante verano y otoño están más concentrados en la zona 1 de muestreo.

La distribución estacional del tiburón blanco es clara. Estos tiburones están presentes durante todo el año en el Pacífico mexicano y las figuras sugieren que el verano es la estación cuando la presencia y abundancia de este tiburón es mayor, durante esta estación *Carcharodon carcharias* muestra alta abundancia mientras que durante la estación de invierno la mayor abundancia se repliega hacia la zona 2 de muestreo y la menor abundancia se observa hacia la zona 1 (Figs. 16,17-19,29,30).

El tiburón azul (*P. glauca*) también tiene una distribución estacional bien definida. Estos tiburones están presentes durante 3 estaciones del año mientras que prácticamente se ausentan durante el verano (Fig. 20). La mayor presencia y abundancia sucede durante invierno en tanto que la mayor ocurrencia de captura es en invierno y primavera (Figs. 16,20-22,29,30).

Observamos en nuestros resultados presencia de tiburón martillo durante todo el año aunque es más frecuente en verano (Fig. 23), su distribución en el área durante esta estación es muy similar a la de tiburón blanco mostrando sus mayores abundancias ampliamente

dispersas a lo largo del Pacífico mexicano. El resultado sugiere que durante invierno ocurre un repliegue de las mayores abundancias hacia la parte más al sur de nuestra área de estudio. Durante primavera de forma similar a como sucede en invierno el resultado sugiere un repliegue de la abundancia hacia el sur.

Para el tiburón coludo (*Alopias spp.*) se observa presencia y distribución uniforme durante las cuatro estaciones ocurriendo la mayor abundancia durante invierno. La ocurrencia de captura es alta y muy similar durante las cuatro estaciones (Figs. 29-30).

EFFECTO DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL SOBRE DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA.

Las Figuras 31 y 32 muestran la relación que existe entre la frecuencia de ocurrencia de algún tipo de tiburón en una temperatura determinada, consideramos que tal relación tiene alguna implicación sobre la distribución geográfica de los tiburones. El tiburón blanco presenta un rango de aparición entre 20 y 32°C con la mayor frecuencia de ocurrencia hacia las temperaturas más arriba de 26°C. El tiburón azul muestra el caso contrario al tiburón blanco con la mayor frecuencia de aparición sucediendo a temperaturas menores de los 26°C. El tiburón martillo es similar al blanco teniendo la mayor frecuencia de aparición en las temperaturas elevadas, mientras que para el caso del tiburón coludo (*Alopias spp.*) no se observa una tendencia por determinados rangos, además de que no muestra gran diferencia con respecto a la distribución de frecuencias de temperaturas de la base de datos.

Las Figuras 33-36 relacionan la abundancia relativa de las especies de tiburón en cuestión con la temperatura superficial del mar y en ellas se observa que el tiburón blanco abarca un rango de entre 21 y 31°C, aunque su rango de preferencia es entre 28 y 30°C, esto es, la abundancia es mayor a temperaturas elevadas. Para el tiburón azul las mayores abundancias ocurren a temperaturas bajas de entre 22 y 26°C, siendo su rango total de aparición entre 20 y 29°C. Para el tiburón martillo el rango de presencia ocurre entre 20 y 31°C, en tanto que su rango de preferencia es de entre 27 y 30°C. Por último los tiburones coludos del género *Alopias* muestran una tendencia por ser más abundantes a temperaturas de entre 23 y 25°C con rango total de entre 19 y 31°C.

CARACTERIZACION DEL LANCE QUE MAXIMIZA Y MINIMIZA LA CAPTURA DE TIBURON.

Con respecto a la temperatura de preferencia (Figs. 33-36) observamos que para tres de los cuatro tipos de tiburón es evidente que cierto rango de preferencia favorece su mayor abundancia relativa.

Con respecto a la profundidad (Figs. 37-40) encontramos que en casi todos los casos hay alta abundancia relativa (CPUE) en superficie, en tanto que la probabilidad de captura es mayor siempre entre 101 y 150 metros.

Nuestros resultados (Figs. 41-44) indican para casi todas las especies que la abundancia relativa (CPUE) tiende a disminuir conforme se calan más anzuelos, mientras que la captura

se mantiene aproximadamente constante.

En la Figura 33 se observa que el tiburón blanco tiene una mayor abundancia donde la temperatura es de entre 27 y 30°C, en tanto que a temperaturas menores la abundancia decrece. La abundancia relativa para este tiburón es mayor entre 101 y 150 metros y en la superficie, mientras que los lances efectuados a mayor profundidad tanto la abundancia relativa como la probabilidad de captura resultan menores; la ocurrencia en la captura es mayor para el intervalo de profundidad entre 101 y 150 metros. Los gráficos de esfuerzo óptimo muestran que la captura (en individuos) es relativamente constante mientras se varia el esfuerzo en número de anzuelos calados. Apenas sugieren que cabe el empleo de un número alto de anzuelos para una mejor captura; se observa que la abundancia relativa disminuye conforme aumenta el esfuerzo.

Con base en los resultados obtenidos es posible afirmar que un lance óptimo para captura de tiburón blanco sería durante el verano, donde la temperatura del mar es de entre 27 y 29°C, dirigido a una profundidad de 100-150 metros. Probablemente resulte conveniente calar un número alto de anzuelos (Figs. 17-19,33-44).

Un lance que minimiza la captura de tiburón blanco debería efectuarse en invierno, y dirigirse a una profundidad mayor de 150 metros, quizá empleando pocos anzuelos para la captura (menos de 600).

La Figura 34 muestra que el tiburón azul prefiere temperaturas de entre 22 y 26°C, en

tanto que la abundancia decrece donde la temperatura es mayor. Se observa la mayor abundancia en la superficie pero también entre 101 y 150 metros y a mayor profundidad; la probabilidad de captura es mayor entre 101 y 150 metros y menor en superficie. La mejor captura de este tiburón solo requiere de pocos anzuelos como lo muestra la Figura 42, en tanto que la abundancia relativa disminuye conforme aumenta el número de anzuelos que se calan.

Para tiburón azul un lance óptimo se realiza en invierno, donde la temperatura del mar es de entre 23-25°C, a una profundidad de entre 100 y 150 metros y empleando un número de anzuelos no muy alto (de hasta 900) (Figs. 20-22,33-44).

Un lance que minimiza la captura de tiburón azul sería el efectuado en lugares donde la temperatura del mar es alta, durante el verano y entre 50 y 100 metros de profundidad.

En la gráfica de temperatura de preferencia (Fig. 35) se observa que el tiburón martillo (*Sphyrna spp.*) tiende a temperaturas elevadas, mayores a 27°C. Estos tiburones muestran su mayor abundancia desde la superficie hasta una profundidad de 100 metros; la probabilidad de captura al igual que los otros tipos de tiburón es en el intervalo de entre 101 y 150 metros, siendo menor en superficie. La captura no varía conforme se aumenta el número de anzuelos, en tanto que la abundancia relativa disminuye.

Para el tiburón martillo del género *Sphyrna* un lance óptimo es en verano, en una zona donde la temperatura superficial del mar es de entre 27-29°C, dirigido a una profundidad de

entre 50 y 150 metros sin importar el número de anzuelos que se calan (Figs. 23-25,33-44).

El lance que minimiza la captura de tiburón martillo *Sphyrna* es aquel que se efectua en invierno a más de 150 metros de profundidad.

En la Figura 36 se observa que el tiburón coludo (*Alopias spp.*) no tiene una preferencia evidente por determinada temperatura (en lo que respecta a nuestra zona de estudio). Estos tiburones muestran su mayor abundancia relativa y probabilidad de captura en el intervalo de profundidad de entre 101 y 150 metros; en tanto que dicha probabilidad y abundancia es menor en superficie. De forma similar al tiburón azul parece no ser indispensable un muy elevado número de anzuelos para obtener una buena captura de tiburón coludo, y al igual que en todos los anteriores observamos que la abundancia relativa disminuye conforme aumenta el esfuerzo en número de anzuelos calados.

Para el tiburón coludo del género *Alopias* un mejor lance sería durante el invierno, dirigido a una profundidad de entre 100 y 150 metros, sin importar la temperatura ni el número de anzuelos para la obtención de una buena captura (Figs. 26-28,33-44).

Un lance que minimiza la captura de *Alopias* es el efectuado en verano a una profundidad de entre 0 y 100 metros.

ESTADO DE LAS POBLACIONES DE TIBURON

Las Figuras 45-48 muestran la relación Captura Total Anual y CPUE Anual contra el Esfuerzo Total Anual y sus correspondientes coeficientes de correlación. Se observa que para tiburón blanco tanto la relación captura-esfuerzo como la relación CPUE-esfuerzo son directamente proporcionales. Para el tiburón azul (*Prionace glauca*) observamos que mientras la captura aumenta conforme aumenta el esfuerzo de pesca, la abundancia relativa disminuye. Para el tiburón martillo la abundancia relativa (CPUE) guarda una relación inversamente proporcional con el esfuerzo de pesca empleado. La relación observada de captura-esfuerzo es directa, en tanto que la relación CPUE-esfuerzo resulta inversamente proporcional para el caso del tiburón coludo.

Los gráficos de las Figuras 49 a 52 dan una idea del comportamiento de las variables Captura y CPUE en función del tiempo. Tanto en el caso del tiburón blanco como el azul, el martillo o el coludo la abundancia relativa disminuyó con el paso del tiempo.

DISCUSION DE RESULTADOS

Para el caso del Pacífico mexicano se ha reportado que las áreas de mayor abundancia de tiburón son el Golfo de California y el Golfo de Tehuantepec (Castillo 1992). Para determinar la distribución geográfica y estacional de las especies de tiburón en muchos casos se trabaja con los reportes de bicaptura comercial (Strasburg 1958, Hall *et al.* 1994). El hecho de trabajar con la captura incidental le confiere a la muestra el carácter de azarosa, por lo que en este trabajo se cuenta con una buena representación de la población.

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LAS ESPECIES

Miles (1971) afirma que *Carcharodon carcharias* anteriormente era reconocido como una especie tropical, y que actualmente es considerado como propio de mares templados y subtropicales. El autor habla acerca de una seriación latitudinal que ocurre entre algunos miembros de la Familia Lamnidae (a la que pertenece el tiburón blanco), afirma que esta especie es remplazada por el género *Isurus spp.* hacia las regiones más cálidas y que los miembros del género *Lamna* substituyen a *C. carcharias* en las latitudes altas; la literatura menciona que este tiburón es propio de temperaturas de entre 12 y 24°C (Bruce 1992). En nuestro estudio observamos preferencias por temperaturas mayores de 26°C y una distribución geográfica eminentemente tropical. Investigadores como Sommeran (1995 com. pers.) y Hadland (1995) tienen bien ubicados algunos puntos donde es posible localizar tiburón blanco, sin embargo no es mucho lo que se conoce acerca de la biología de estos animales, y su distribución incluso puede estar relacionada con las poblaciones de mamíferos

marinos sobre las cuales depreda.

Strasburg (1958) realizó un estudio sobre tiburón azul en el que muestra claramente que este tiburón es más abundante en latitudes mayores a las del área de estudio abarcada por el presente trabajo. Así no es sorprendente que este tiburón no tiene presencia hacia nuestra zona 2 de muestreo aún cuando el esfuerzo de pesca fue desplegado en dicha zona. La captura de este tiburón es constante en el área de estudio (20% con respecto al total de anzuelos calados), y es posible que sea capturado en mayor cantidad en regiones más al norte donde la temperatura que prevalece es menor (O'Brien y Sunada 1994). Nuestros resultados coinciden con los de Beebe y Tee-Van (1941) y Castro-Aguirre (1973) quienes reportan su presencia para la zona del sur del Golfo de California. La temperatura del mar que prevalece en dicha zona es baja respecto del gradiente térmico oceánico que se observa en el Pacífico mexicano.

El tiburón martillo ha sido reportado desde aguas tan al norte como California (Fusaro 1980) aunque mantiene su presencia siempre hacia latitudes bajas. Esto coincide con nuestros resultados debido a que la mayor abundancia y ocurrencia de captura permanecen en la zona 2 de muestreo (sur del Pacífico mexicano) donde la temperatura del mar prevaleciente es alta. Se observa que este tiburón no es tan abundante en la porción occidental de la península de Baja California, lo cual quizá es debido a la corriente fría de California que baña esa zona del océano.

El tiburón coludo esta presente a lo largo del Pacífico mexicano, el hecho de que la mayor

frecuencia de aparición corresponda con la zona donde se llevaron a cabo el mayor número de intentos de pesca (figs. 1 y 12) hace suponer la existencia de una relación muy estrecha entre el esfuerzo y la captura (posteriormente se confirma tal relación en la figura 48). Para estos tiburones la relación entre distribución geográfica y temperatura del mar no es evidente, se conjetura que los rangos de temperatura que prevalecen en el área de estudio favorecen la presencia de este tipo de tiburón y que, por lo menos para esta área, la distribución geográfica no está ligada con la temperatura. En la literatura el género se reporta desde Isla Vanvouver hasta Chile (Cailliet y Bedford 1983) aunque se afirma que los stocks son discontinuos a través de la región ecuatorial, por tal razón, se considera que la abundancia de estos tiburones es mayor a temperaturas menores.

DISTRIBUCION ESTACIONAL DE LAS ESPECIES

Se ha señalado en el apartado de Resultados que la distribución de los lances no es uniforme en plenitud para cada estación del año (durante otoño se concentran los lances hacia la zona 1 de muestreo) y se hace de nuevo este señalamiento con el objeto de constar y considerar el factor de error inherente a esta situación.

Algunos autores han mencionado que el tiburón blanco presenta ráfagas repentinas de aparición y que cuando se le ve en determinada localidad es posible avistarlo de nuevo ya que estará presente por algún tiempo (Miles 1971). Los resultados de este estudio sugieren que este tiburón presenta una marcada distribución estacional siendo abundante durante verano y mostrando un repliegue hacia el sur durante invierno. Ello hace pensar que estos

tiburones prefieren temperaturas cálidas por lo que llevan a cabo una migración estacional hacia el norte durante verano y hacia el sur durante invierno.

En el presente trabajo se observa que el tiburón azul está favorecido por la estación más fría (invierno) en tanto que prácticamente se ausenta en verano. Esto apoya lo reportado por algunos autores en relación a que este tiburón lleva a cabo migraciones norte-sur y sur-norte de acuerdo con las estaciones del año (Beckett 1990, Stevens 1976, Pearcy 1991), deduciendo que tales migraciones tienen base en la temperatura del mar (Strasburg 1958). Los resultados muestran que alta ocurrencia de captura también sucede durante primavera, esto no es sorprendente si se considera que el gradiente de temperatura que prevalece durante esta estación es también frío (similar a invierno) como lo muestra la figura 16 de los resultados.

Klimley (1981) y Galván-Magaña (1989) afirman que la estación de presencia de tiburón martillo (*Sphyrna lewini*) es la de verano, esto coincide con los resultados de este estudio ya que el tiburón martillo aunque presente todo el año es más incidente en la captura y más abundante durante verano. En los presentes resultados se observa que este tipo de tiburón reportado como tropical (Castro-Aguirre 1983) muestra su mayor abundancia hacia latitudes muy bajas durante las dos estaciones consideradas como frías que son invierno y primavera (observar el gradiente de isotermas estacionales).

Los resultados indican que el tiburón coludo está presente durante todo el año, y que es más abundante durante invierno. Esto concuerda con lo obtenido por Mendizábal *et al.*

(1990) quienes afirman que en Colima la principal descarga de tiburón zorro (*Alopias spp.*) ocurre de noviembre a febrero. Los resultados del presente estudio indican además que el tiburón zorro ó coludo es muy abundante e incidente en la captura en toda el área de estudio, lo cual si concierda con lo obtenido por Vélez *et al.* (1990b) quienes afirman que *Alopias vulpinus* es la especie con más eficiencia de captura. Por los resultados obtenidos podemos afirmar sin reserva que este tiburón es muy abundante y accesible para la captura dentro de la zona de estudio, pero además es posible señalar que el esfuerzo de pesca, más que la temperatura del mar, es lo que determina la abundancia del tiburón coludo (sin de ninguna manera querer decir con esto que la abundancia no se relaciona con la temperatura, pues de hecho lo hace de forma inversamente proporcional); se considera que el rango térmico oceánico que prevalece en el área de estudio favorece la presencia de estos tiburones. La presencia de tiburón coludo se observa estrechamente relacionada con la zona donde los lances fueron efecutados (figs. 15 y 26), se observa en resultados que la especie se muestra muy incidente en la captura (fig. 48). Dado que se conoce su condición reproductiva es posible señalar que este tipo de tiburón es ciertamente vulnerable a la sobrepesca (una hembra produce 4 crios tras un largo periodo de gestación y una madurez sexual tardia, implicando el paso de muchos años), por lo tanto se afirma que la abundancia del recurso es más afectada por el esfuerzo de pesca (en una relación inversamente proporcional) que por la temperatura para el área de estudio; Holts (1988) afirma en favor de este último argumento que *Alopias* ha visto muy afectada su abundancia debido a la sobrepesca.

EFFECTO DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL SOBRE DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA.

La relación existente entre distribución y abundancia con los parámetros del ambiente no es bien conocida, los tiburones son clasificados como tropicales, subtropicales, de mares templados o fríos, sin embargo, algunas especies ocurren en más de una de estas regiones. Si los tiburones son afectados o no lo son por la temperatura del mar es una idea que se presta a controversia y polémica. Una primera impresión es que la relación entre distribución y abundancia con la temperatura del mar no es estrecha o quizá ni siquiera existe, tal afirmación pudiera parecer aceptable desde que se sabe que los tiburones pelágicos son de libre movimiento y amplia dispersión en el océano, además del hecho de estar presentes en todos los mares del mundo. Existe también la opinión antagonista de que los tiburones son peces y como tales son también poiquilotermos. Lo cierto es que aún cuando parezca inútil o innecesario atender el estudio de estos aspectos por considerarse irrelevantes existen varios trabajos en donde se aborda el estudio de la distribución, movimientos y abundancia de algunas especies con relación a la temperatura superficial del mar, algunos de tales son Strasburg 1958, Vas 1990, Klimley *et al.* 1993, Klimley 1993 y Hazin *et al.* 1994 por mencionar algunos.

Se ha determinado que algunas especies de la Familia Lamnidae tales como *Lamna spp.*, *Carcharodon carcharias* y *Alopias superciliosus* mantienen la temperatura del cuerpo por encima de la del entorno debido a un sistema de contracorriente propio de su aparato circulatorio, el cual permite mantener el calor metabólico en el interior del animal (Carey *et*

at. 1982, Smith y Rhodes 1983, Bone y Chubb 1983). Las figuras 31 y 32 muestran la distribución de frecuencias de temperatura para los cuatro tipos de tiburón, en dichas figuras se observan los rangos de presencia y de preferencia, y en al menos tres de ellos se observa una evidente tendencia hacia determinados intervalos, en tanto que en los tiburones coludos del género *Alopias* la relación con la temperatura (menos evidente) es solo sugerida. En el siguiente apartado retomaremos nuestros resultados de temperatura de preferencia de los cuatro tipos de tiburón objeto del presente estudio con el objeto de integrar la información obtenida.

CARACTERIZACION DEL LANCE QUE MAXIMIZA Y MINIMIZA LA CAPTURA DE TIBURON.

La captura incidental de tiburón es un importante factor a nivel mundial causante de un porcentaje muy alto de mortalidad no natural. Hasta hace poco tiempo los tiburones han sido considerados bicaptura indeseable (por lo regular solo las aletas fueron retenidas) pero son capturados en forma incidental virtualmente en cada pesquería comercial: red agallera, palangre, red de arrastre, red de cerco, etc., variando la supervivencia de tiburones intactos devueltos al mar de acuerdo al aparejo de pesca utilizado Bonfil (1994).

Existe el establecimiento de pesquerías de corto tiempo (hot spot), que operan en sitios donde los tiburones se agregan para alimentarse o reproducirse, en ellas las poblaciones de tiburón son capturadas dentro de pequeñas áreas y esto, según algunos autores, puede tener un efecto autoecológico prolongado (Fergusson 1994, Oliver 1996). Con el proposito de

caracterizar un lance que maximice y otro que minimice la captura de tiburones se ha determinado en la medida de lo posible los principales caladeros de tiburón, su temperatura de preferencia, su profundidad de mayor abundancia y probabilidad de captura, y también se ha determinado la relación entre el número de anzuelos calados en un lance (esfuerzo) y la abundancia y captura de tiburón. El objetivo final debe ser proteger a las especies pero también de alguna manera explotarlas.

Con respecto a la ubicación de los principales caladeros (figs. 3-14) es posible decir que para reglamentar la pesquería de tiburón es necesario ubicar y conocer lo mejor posible el lugar donde viven. Su habitat posee una combinación de caracteres (condiciones fisico-químicas, alimento, refugio, protección contra depredadores, oportunidades de reproducción, etc.) que posibilitan al organismo para su sobrevivencia, por ejemplo, las bahías y estuarios alrededor de Tasmania (Australia) son conocidas por ser un importante habitat que sirve como criadero y zona de alimentación para individuos de *Galeorhinus galeus* y *Mustelus antarcticus* (Williams and Schaap 1992), otros estudios muestran que *Carcharhinus spp.* y *Sphyrna spp.* utilizan las aguas costeras y estuarios como criaderos (Simpfendorfer and Milward 1993); así, la protección de habitats que sirven como criaderos es quizá uno de los más importantes medios para asegurar la renovación de especies que se sabe son dependientes de dichas areas (Oliver 1996).

Con respecto a la temperatura en este trabajo se ha determinado el rango de presencia de los cuatro tipos de tiburón y que por lo menos tres de ellos muestran una tendencia clara hacia determinados intervalos. Los tiburones del género *Alopias* no tienen un evidente rango

de preferencia, sino por el contrario su ocurrencia y abundancia es relativamente constante tanto a temperaturas menores como a temperaturas mayores (figs. 31-36), esto indica una de dos opciones: o los tiburones coludos no se ven afectados por los cambios en la temperatura, o tales cambios si les afectan pero su rango de tolerancia va más allá del rango de temperatura que prevalece dentro del área comprendida por este estudio, es decir, el rango térmico oceánico del área de estudio le favorece al tiburón coludo y por lo tanto permite una distribución geográfica uniforme en toda el área (de nuevo se reitera que esto no implica que la temperatura no afecta la abundancia de estos tiburones, ya que la abundancia será mayor a temperaturas menores, puesto que incluso estos tiburones son plenamente favorecidos por la estación fría de invierno). Por esa razón nos inclinamos francamente por la segunda opción de las dos señaladas anteriormente.

Con respecto a la profundidad se ha encontrado que en casi todos los casos hay altas abundancias en superficie, pero altas ocurrencias de captura entre 101-150 m., esto sugiere que los tiburones objeto del presente estudio se concentran en zonas superficiales pero se alimentan en el fondo. Cabe señalar que las pesquerías de tiburón son clasificadas en tres tipos: La pesquería de costa, que opera cerca de la costa en aguas someras de menos de 182 metros; la pesquería de fondo, que usualmente opera a profundidades mayores de 182 metros; y la pesquería de zona pelágica, que opera en superficie o a media agua en zonas profundas bien alejadas de la costa. Mientras que *Carcharodon carcharias* y *Sphyrna spp.* son capturados usualmente en las pesquerías de costa, *Prionace glauca* y *Alopias spp.* son especies que se capturan en la pesquería pelágica. Algunas especies que se capturan en aguas profundas (no alejadas de la costa) son: *Hexanchus spp.*, *Heptranchias perlo*, *Squalus asper*,

Somniosus spp., etc. Castro (1993).

Con respecto al número de anzuelos que deben ser calados por lance en la pesquería del tiburón afirmamos que los resultados indican (figs. 41-44) para casi todos los tipos de tiburón que la abundancia relativa (CPUE) tiende a disminuir conforme se calan más anzuelos, mientras que la captura se mantiene aproximadamente constante. Esto implica que la captura se mantiene constante no obstante existe un aumento en el número de anzuelos calados, y la única forma de que esto suceda es bajo la condición de que la captura potencial (conformada por todos los tiburones en la zona) se capture prontamente, lo cual sugiere que el arte de pesca es sumamente eficiente sobre los tiburones, y que otros peces que se capturan (atunes, picudos, etc.) no compiten contra los tiburones por la carnada en forma apreciable, es decir, los tiburones son los primeros en ser capturados.

Entre los mecanismos extremos de la restricción nula y el cierre total de la pesquería se cuenta con una serie de herramientas administrativas que pueden ayudar en el logro de la producción sostenida, podemos citar las siguientes: limitar la entrada de barcos y pescadores en la pesquería, fijar límites de talla en la captura, limitar el número de ejemplares, cerrar las áreas de pesca, fijar estaciones o épocas para la pesca, fijar cuotas de captura, restringir el uso de aparejos de pesca, o proteger a las especies (Oliver 1996). A continuación se procede con integrar la información para dar en la medida de lo posible algunas sugerencias orientadas a la regulación de la pesquería de tiburón con el objeto de mejorar su aprovechamiento.

Se tiene para el tiburón blanco que la abundancia y probabilidad de captura resultan mayores hacia la parte sur del Pacífico mexicano donde la temperatura prevaleciente es más elevada a lo largo del año (figs. 2,4 y 5). Se observa además que durante el verano (estación cálida) hay más presencia y probabilidad de captura (figs. 17 y 18), en tanto que la gráfica de la figura 19 sugiere una incursión hacia el norte (mostrando ahí la mayor abundancia) durante verano y un repliegue de la abundancia hacia el sur durante invierno, no obstante que la abundancia es elevada en ambas estaciones (figs. 19 y 30). Este resultado coincide con Miles (1971) quien menciona que los registros norteamericanos sugieren fuertemente que el tiburón blanco, a semejanza de muchos peces de agua templada, es quizá una especie migrante moviéndose al norte en verano y al sur en invierno. El mismo autor hace mención de que el rango normal del tiburón blanco es estable hacia la Baja y el sur de California la mayor parte del año y que durante agosto y septiembre (finales de verano-principios de otoño) el calentamiento de las aguas del norte de California permite una breve excursión de la población principal hacia el norte dentro de las aguas del norte de California, Oregon, Washington, y aún en ocasiones Alaska. Este tiburón de acuerdo con las graficas de las figuras 31,32 y 33 prefiere temperaturas elevadas y de acuerdo con su distribución geográfica y estacional queda claro que puede establecerse una regulación de la pesquería mediante el cierre de determinadas areas o epocas del año. En los resultados se observa que el tiburón blanco es muy abundante tanto en los primeros 50 metros como en el intervalo 101-150, siendo su mayor ocurrencia de captura entre 101 y 150 metros, Castro (1993) afirma que este tiburón es capturado en aguas con profundidades menores de 182 metros. La literatura coincide en afirmar que *Carcharodon carcharias* frecuenta aguas relativamente someras, aunque tambien se afirma que su rango se extiende hasta profundidades que exceden los

3900 pies (130 metros). Springer (1939) estudio la captura comercial de tiburón de la Florida y encontro que muchos tiburones blancos fueron capturados a menos de 20 brazas, según Miles (1971) en un estudio realizado en el Pacífico norte se capturaron más de 5000 tiburones en aguas profundas y, aunque muchos mako (*Isurus spp.*) y pocos tiburones macarela (*Lamna spp.*) fueron capturados, ni un solo blanco (*C. carcharias*) fue visto. Con respecto al número de anzuelos que se calan para captura de tiburón blanco se observa que la captura permanece prácticamente constante y la abundancia relativa disminuye conforme aumenta el número de anzuelos que se calan.

El tiburón azul tiende a temperaturas menores según se observa en las figuras 31,32 y 34. De acuerdo con los resultados tiene presencia únicamente en la parte norte y media del Pacífico mexicano, donde la temperatura del mar que prevalece es menor (figs. 2 y 6), y no la tiene hacia la parte sur donde como ya se ha mencionado prevalece la temperatura mayor. La probabilidad de captura es constante en el área donde se presenta, en tanto que la abundancia relativa se acentúa hacia la región al sur y occidente de la Península Sudcaliforniana, abundando también en la zona de mar adentro (figs. 7 y 8). En relación a las estaciones del año es evidente que la mayor presencia y abundancia de la especie es durante invierno, en tanto que la menor presencia y abundancia es durante verano (figs. 20,22 y 30). De acuerdo con la figuras 21 y 29 la ocurrencia de captura es mayor durante invierno pero también lo es en primavera. Con base en estos resultados se considera que una regulación por medio de cierre de temporada es lo que mejor se ajusta en la pesquería del tiburón azul. Estos tiburones según nuestros resultados, son más abundantes en superficie y se alimentan en mayor medida entre 101 y 150 metros. Landesman (1984) empleando

transmisores de gran alcance encuentro que si bien los tiburones azules permanecen el 90% de su tiempo en aguas por arriba de los 70 metros de profundidad, ellos permanecen en profundidades que exceden los 170 metros el 8% del tiempo. Carey y Scharold (1988) señalan que los tiburones azules permanecen durante la noche cerca de la termoclina (dentro de los primeros 100 metros) y hacen excursiones entre la superficie y las profundidades (300-500 metros) durante el día experimentando con ello cambios drásticos de la temperatura del mar. Los mismos autores afirman que la temperatura de sus músculos tiende a igualarse con la temperatura del agua, calentándose más rápido de lo que se enfría. Por lo tanto la conducta termorreguladora podría ser una explicación a las excursiones verticales que estos tiburones realizan ya que ha sido determinado que retornan a la superficie antes de que la musculatura se enfríe a causa de las temperaturas inferiores que prevalecen en el fondo. De acuerdo a los análisis de contenido estomacal las presas del tiburón azul son especies de fondo (tales como los cefalópodos *Vampyroteuthis*, *Mastigoteuthis*, *Allopsis spp.*) razón por la cual es muy factible que estos tiburones lleven a cabo excursiones al fondo por motivos de alimentación. Con respecto al esfuerzo en número de anzuelos calados en un lance se observa para tiburón azul que con muy pocos anzuelos es suficiente para obtener la máxima captura, y que por tanto la CPUE disminuye conforme se calan más anzuelos, este resultado sugiere que la captura potencial incide prontamente en el arte de captura.

Se observa presencia de tiburón martillo (*Sphyrna spp.*) a lo largo del Pacífico mexicano, desde Baja California Sur hasta Chiapas, una probabilidad de captura tendiendo a incrementarse hacia la zona 2 de muestreo (sur del Pacífico mexicano) y francamente mayor en la zona más al sur del área de estudio (5-8° latitud Norte), donde también ocurre la mayor

abundancia; altas abundancias son asimismo observadas en la región media del Pacífico mexicano a la altura de Jalisco (figs. 9-11). La presencia estacional (fig. 23) es mayor y más al norte durante verano lo cual concuerda perfectamente con los resultados de temperatura de preferencia debido a que en ellos se observa una tendencia por altas temperaturas para estos tiburones, la literatura además señala que la distribución de estos tiburones no va más allá de California (para el caso de *S. lewini*) (Fusaro 1980). La ocurrencia de captura se muestra buena durante primavera, verano e invierno, se observa que durante primavera e invierno (estaciones frías) la tendencia a la mayor probabilidad de captura es hacia la parte sur del Pacífico mexicano, en tanto que durante verano y otoño (estaciones cálidas) la probabilidad de captura es mayor hacia la parte media del mismo (a la altura de Jalisco y la boca del Golfo de California) (fig. 24). Un patrón muy similar ocurre en lo que respecta a la abundancia relativa estacional (fig. 25). Esto evidentemente sugiere que estos tiburones llevan a cabo migraciones norte-sur en el Océano Pacífico desde la altura de los 25° de latitud norte hasta latitudes muy bajas correspondiendo al desplazamiento del gradiente térmico oceánico y de acuerdo con las estaciones del año. Según estos resultados resultaría conveniente cerrar la pesca de tiburón martillo durante el verano, resulta evidente la falta de estudios para determinar los sitios y la época de reproducción y con ello evitar la muy común captura de hembras grávidas. Galván *et al.* (1988) de acuerdo con resultados de análisis de contenido estomacal menciona que los tiburones martillo (*Sphyrna lewini*) permanecen en la superficie (cima de la montaña submarina) durante el día y hacen excursiones para alimentarse en la profundidad del entorno pelágico durante la noche. Nuestro resultado coincide con lo anterior y afirmamos que estos tiburones se alimentan en la zona de profundidad, puesto que la mayor ocurrencia de captura con palangre es entre 101 y 150

metros. Castro (1993) menciona que este género es encontrado cerca de la costa y en mar abierto, siendo capturado tanto en aguas someras costeras como en la zona pelágica. Para este tiburón es evidente que la captura se mantiene constante no obstante el número de anzuelos aumenta, esto implica que los tiburones martillo son capturados desde el principio incluso con pocos anzuelos calados.

La presencia del tiburón coludo (*Alopias spp.*) abarca toda la zona de estudio desde Chiapas hasta Sudcalifornia. La mayor abundancia ocurre hacia el sur de la boca del Golfo de California y hacia Jalisco en tanto que se muestra muy ocurrente en la captura en el sur del Pacífico mexicano y zona de mar abierto (figs. 12-14), los resultados muestran que este tipo de tiburón es muy abundante e incidente en la captura dentro de nuestra zona de estudio. La figura 26 sugiere que *Alopias* esta presente con buena intensidad durante todo el año, presentando una alta probabilidad de captura, algo mayor durante invierno (figs. 27 y 29), y una abundancia relativa que es mayor en invierno y menor en verano (figs. 28 y 29). Los resultados de temperatura de preferencia (figs. 31-36) sugieren que estos tiburones no tienen una tendencia por determinados rangos de temperatura, sin embargo, los resultados de abundancia relativa estacional (figs. 28 y 29) sugieren que la estación que les favorece es el invierno, por lo tanto, se considera que el gradiente térmico prevaleciente en el área de estudio del presente trabajo (Pacífico mexicano) no es suficiente para demostrar que estos tiburones prefieren temperaturas menores, más sin embargo se sostiene que justo así es como sucede fundamentando tal afirmación en los siguientes hechos: como lo muestran los resultados (figs. 16,26-30,36) estos tiburones son ligeramente más abundantes tanto a temperaturas menores como durante la estación de invierno, se sabe que son habitantes de

aguas muy profundas y en los reportes de la literatura se afirma que estos tiburones al igual que los tiburones azules son antitropicales. En base a esos resultados es posible considerar que el tipo de regulación para la pesca de tiburón coludo debe ser por límite de captura, siendo conveniente cerrar la pesquería durante invierno. Como ya se mencionaba arriba el tiburón coludo (*Alopias spp.*) habita a muy grandes profundidades (Moya 1985, Castro 1993), tal afirmación coincide con el resultado de profundidad (fig. 40) en donde se observa que estos tiburones son más abundantes, pero también ocurrentes en la captura a una profundidad de entre 101 y 150 metros. Castro (1993) además señala que sus hábitos son pobremente conocidos aunque se sabe que ascienden durante la noche hasta 50-150 metros de profundidad y entonces muchos son capturados. En el caso de estos tiburones se enfatiza lo antes mencionado al respecto de que basta un número bajo de anzuelos calados para lograr la obtención de toda la captura potencial.

Cabe sobresaltar con respecto a la regulación de la pesquería que de acuerdo con los resultados obtenidos el número de anzuelos no es una variable que permite disminuir la captura incidental de tiburones, no importa si son pocos los anzuelos que se calan, de cualquier forma los tiburones serán los primeros en ser capturados.

ESTADO DE LAS POBLACIONES DE TIBURON

Sin lugar a dudas la pesquería de tiburón en el mundo ha llegado en los últimos años a niveles muy altos de explotación, Bonfil (1994) reporta que los arrivos comerciales de elasmobranquios crecieron de 201,000 tm en 1947 a 704,000 tm en 1991. Esto concuerda

con los resultados de las figuras 45-52 que muestran como el esfuerzo de pesca guarda una relación directa con la captura y una relación inversa con la abundancia relativa, e indican que con el transcurrir de los años la abundancia de tiburones ha venido en un descenso paulatino. La literatura afirma que los tiburones por su estrategia reproductiva son susceptibles a la sobreexplotación e incluso algunas especies han sido incluidas en las listas de especies amenazadas, tal es el caso del tiburón ballena *Rhincodon typus* y de el tiburón blanco *Carcharodon carcharias* (Oliver 1996). Muchas pesquerías de tiburón de diferentes partes del mundo se han expandido y colapsado repentinamente demostrando que estas especies no soportan la pesca intensiva sobre una base de rendimiento sostenible (Anderson y Teshima 1990, Castro 1993), algunos ejemplos de ello son la pesquería de *Galeorhinus galeus* en California, de *Alopias vulpinus* y *Cetorhinus maximus* en Escocia, *Lamna nasus* en el Atlántico noroeste y de *Squalus acanthias* en Noruega (Hoff y Musick 1990). Los tiburones no son bien conocidos biológicamente y en nuestro país los esfuerzos por conocer los stocks han surgido recientemente, por tal motivo, al enfrentar este desconocimiento del recurso es necesario actuar con precaución en tanto que se avanza con el conocimiento que permita sentar las bases de una explotación más conservadora y una administración racional.

CONCLUSIONES

El tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*) se distribuye a largo del Pacífico mexicano, siendo más ocurrente en la captura y más abundante en la porción sur del mismo. El tiburón azul (*Prionace glauca*) esta ausente de la porción sur del Pacífico mexicano y es más abundante al sur del Golfo de California. El tiburón martillo (*Sphyrna spp.*) muestra su mayor abundancia hacia la región tropical ecuatorial y a la altura del estado de Jalisco al sur del Golfo de California, sin embargo se distribuye a todo lo largo de nuestra área de estudio. El tiburón coludo del género *Alopias* es abundante tanto en la porción norte como en la porción sur del Pacífico mexicano, mostrando alta incidencia en la captura.

Los tiburones presentan una evidente distribución estacional. El tiburón blanco es muy ocurrente en la captura durante el verano, cuando muestra su mayor abundancia relativa; esta presente todo el año tendiendo a la región cálida del mar. El tiburón azul tiene una marcada distribución estacional, es muy abundante en invierno y se ausenta durante el verano; de igual forma prácticamente no es capturado en la región más cálida del Pacífico mexicano aún cuando se despliega esfuerzo pesquero en la zona. El tiburón martillo (*Sphyrna*) es generalmente poco abundante pero esta presente durante todo el año, siendo ocurrente en al captura de verano; los resultados sugieren un desplazamiento de estos tiburones hacia la región ecuatorial tropical durante la estación fría. *Alopias* es más abundante y ocurrente en la captura durante el invierno, además de que su mayor presencia y abundancia se observa en la zona Sur de Golfo de California donde la temperatura del mar no es muy elevada.

La distribución y abundancia de los tiburones objeto del presente estudio si se relaciona con la temperatura del mar. El tiburón blanco tiende a temperaturas mayores y se ve favorecido por la estación cálida del año. La distribución y abundancia relativa de tiburón azul esta relacionada en forma inversa con la temperatura, prácticamente esta ausente de la región más cálida de nuestra área de estudio, y además su mayor abundancia es durante invierno. La distribución y abundancia relativa de tiburón martillo también se relaciona con la temperatura superficial del mar, se observa que este tiburón tiende a temperaturas elevadas y la estación que le favorece es el verano. La relación entre distribución geográfica de tiburón coludo (*Alopias*) con temperatura superficial no es evidente, se considera que la distribución no esta determinada por la temperatura al menos para el área que abarca el presente estudio, los resultados de la estacionalidad sugieren que la abundancia relativa esta ligada con la temperatura en forma inversa, es decir, la mayor abundancia de tiburón coludo tiende a temperaturas menores; Por lo tanto se considera que la distribución geográfica (cuyos limites estan dados por el área que abarca el presente estudio) no esta ligada con la temperatura del mar, mientras que la abundancia si lo esta en forma inversamente proporcional.

Para tiburón blanco un lance óptimo de captura sería durante el verano, a una profundidad de 100-150. Para tiburón azul un lance óptimo resulta ser aquel que se realiza en invierno a una profundidad de entre 100 y 150 metros. Para el tiburón martillo del género *Sphyrna* un lance óptimo es en verano y va dirigido a una profundidad de entre 50 y 150 metros. Para el tiburón coludo del género *Alopias* un mejor lance sería en invierno donde la temperatura del mar es de entre 22 y 25°C. Para el tiburón blanco, el azul y el martillo sugerimos una

regulación de la pesquería basada en el cierre de temporada (cerrando durante la estación que les favorece), para el tiburón coludo sugerimos una regulación basada en cuota máxima de captura. El número de anzuelos no es una variable que funcione en la regulación. Se requiere más información acerca del ciclo de vida para regular atinadamente la pesquería.

Un lance para minimizar la captura sería para el tiburón blanco el dirigido a una profundidad mayor de 150 metros durante la estación de invierno. Un lance que minimiza la captura de tiburón azul sería en verano entre 50 y 100 metros de profundidad. Un lance que minimiza la captura de tiburón martillo *Sphyrna* sería el efectuado en invierno a más de 150 metros de profundidad. Un lance que minimiza la captura de *Alopias* sería el efectuado en verano más sin embargo se considera que este tiburón es altamente incidente en la captura con palángre durante todo el año.

En todos los casos la abundancia relativa ha disminuido a través del tiempo lo cual confirma que este recurso es altamente vulnerable a la pesca excesiva. El tiburón coludo (*Alopias spp.*) ha sido capturado en grandes cantidades y tanto su captura como su abundancia relativa se muestran estrechamente relacionadas con el esfuerzo de pesca empleado.

BIBLIOGRAFÍA

- Ainley, D.G., R.P. Henderson, H.R. Huber, R.J. Boekelheide, S.G. Allen, and T.L. McElroy.** (1985). "Dynamics of white shark/pinniped interactions in the Gulf of Farallones". Mem. Sth. Calif. Acad. Sci., 9, pp. 109-122.
- Amor Viveros, L.E.** (1992). "Alternativas para la utilización integral del tiburón en México". Memorias del IX Congreso Nacional de Oceanografía, México, pp. 380.
- Annala, J.H. and K.J. Sullivan.** (1996). "Report from the fishery Assessment Plenary, April-May 1996: stock assessments and yield estimates". Ministry of Fisheries (Unpublished report). pp. 308.
- Anderson, E.D. and K. Teshima.** (1990). "Workshop on fisheries management". Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics, and the status of fisheries (H.L. Pratt, Jr., S.H. Gruber and T. Taniuchi, eds.), U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Report 90, NMFS, pp. 499-503.
- ANONYMOUS.** (1983). "New fishing ground located off Azhikode". SEAFOOD EXPORT J., 15(6), pp. 8.
- Applegate, S.P.** (1966). "A possible record-size bonito shark, *Isurus oxyrinchus* Rafinesque, from Southern California waters". California Fish and Game, 53(3), pp. 204-207.
- Applegate, S.P.** (1977). "A new record-size bonito shark, *Isurus oxyrinchus* Rafinesque, from southern California". California Fish and Game, 63(2), pp. 126-129.
- Applegate, S.P., L. Espinosa, L. Menchaca, F. Sotelo.** (1979). "Tiburones mexicanos". Subsecretaría de Educación e Investigación Tecnológica, Dirección General de Ciencias y Tecnología del Mar, México, pp. 146.
- Applegate, S.P., F. Sotelo-Macias, L. Espinosa-Arrubarrena.** (1993). "An overview of mexican shark fisheries, with suggestions for shark conservation in Mexico". NOAA Technical Report NMFS, 0(115), pp. 31-37.
- Australian Fisheries Management Authority.** (1994). "Shark tag team embarks on project". Aust. Fish., 53(6), pp. 9-10.
- Barraclough, W.E.** (1953). "The development of the dogfish fishery in British Columbia". Proceedings of the seventh Pacific Science Congress, Vol. 4, pp. 513-519.
- Beckett, J.L.** (1970). "Swordfish, shark and tuna tagging 1961-69". Fish. Res. Bd. Canada Tech. Rep., 193, pp. 1-13.
- Bedford, D.W.** (1987). "Shark management: a case history the California pelagic shark and swordfish fishery". Sharks. An inquiry into biology, behavior, fisheries, and use, Cook, S. (Ed.), Portland, Oregon State University Extension Service (Proceedings of a conference in Portland, Oregon, October 1985), pp. 161-171.
- Beebe, W. & J. Tee-Van.** (1941). "Sharks". Eastern Pacific Expeditions of the New York Zoological Society, XXV. Fishes from the Tropical Eastern Pacific Part 2, Zoologica N.Y., 26(1), pp. 93-122.
- Berkeley, S.A. and W.L. Campos.** (1988). "Relative abundance and fishery potential of pelagic sharks along Florida's east coast". Mar. Fish. Rev., 50(1), pp. 9-16.
- Berrow, S.D.** (1994). "Incidental capture of elasmobranchs in the bottom-set gill-net off the south coast of Ireland". Journal of Marine Biology Associations, 74, pp. 837-847.
- Blagoderov, A.L.** (1994). "Seasonal distribution and some notes on the biology of salmon shark (*Lamna ditropis*) in the northwest Pacific Ocean". J. Ichthyol., 34(2), pp. 115-121.
- Bone, Q. and A.D. Chubb.** (1983). "The retial system of the locomotor muscles in the thresher shark". Jour. Mar. Biol., vol. 63(1), pp. 239-241.
- Bonfil, R., R. Mena, D. De Anda.** (1988). "El recurso tiburón-cazón en el sureste de México". Los Recursos Pesqueros del País, XXV Aniversario del Instituto Nacional de la Pesca, pp. 421-440.
- Bonfil, R., D. De Anda, R. Mena.** (1990). "Shark fisheries in México: The case of Yucatan as an example". Elasmobranch as living resources: advances in the biology, ecology, systematics and the status of the fisheries (H.L. Pratt, Jr., S.H. Gruber, T. Taniuchi, eds.), U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS, 90, pp. 427-441.
- Bonfil, R.** (1994). "Overview of world elasmobranch fisheries". FAO Fish. Tech. pap., 341, pp. 119.

- Branstetter, S. (1987).** "Age and growth estimates for Blacktip, *Carcharhinus limbatus*, and Spinner, *C. brevipinna*, sharks from the northwestern Gulf of México". Copeia 1987, 4, pp. 964-974.
- Breder, C.M. (1928).** "Elasmobranchii from Panama to lower California". Scientific results of the Second Oceanographic Expedition of the "Pawnee", Bul. Bingham Oceanogr. Coll., 2(1), pp. 540.
- Bruce, B.D. (1992).** "Preliminary observations on the biology of the white shark, *Carcharodon carcharias*, in South Australian waters". International Conference on Shark Biology and Conservation, Sydney, N.S.W. (Australia), 25 Feb 1991 Aust. J. Mar. Freshwat. Res., 43, pp. 1-11.
- Byers, R.D. (1940).** "The California shark fishery". California Fish & Game, 26(1), pp. 23-38.
- Cailliet, G.M. and W. Bedford. (1983).** "The biology of three pelagic sharks from California waters, and their emerging fisheries: a review". CalCOFI Rep., vol XXIV, pp. 57-69.
- Cailliet, G.M., L.J. Natanson, B.A. Welden and D.A. Ebert. (1985).** "Preliminary studies on the age and growth of the white shark, *Carcharodon carcharias*, using vertebral bands". Mem. Sth. Calif. Acad. Sci., 9, pp. 49-60.
- Cailliet, G.M., D.B. Holts and D. Bedford. (1993).** "A review of the commercial fisheries for sharks on the west coast of the United States". Strategic Planning in Conservation; Shark Biology and Conservation, Sharks Downunder Workshop rep. 1991, Taronga Zoo, Mosman Australia, pp. 13-29.
- Cardiel, H. (1982).** "El tiburón: alimento para todos". Técnica Pesquera, Febrero 1982, México, pp. 13-17.
- Carey, F.G. and J.M. Teal. (1969).** "Mako and porbeagle: warm-bodied sharks". Comp. Biochem. Physiol., 29, pp. 199-204.
- Carey, F.G., J.M. Teal, J.W. Kanwisher, K.D. Lawson, and J.S. Beckett. (1971).** "Warm-bodied fish". Am. Zool., 11, pp. 137-145.
- Carey, F.G., J.W. Kanwisher, O. Brazier, G. Gabrielson, J. Casey, H.L. Pratt. (1982).** "Temperature and activities of a white shark, *Carcharodon carcharias*". Copeia 1982, 2, pp. 254-260.
- Carey, F.G. and J.V. Scharold. (1988).** "Movements of blue sharks in course and depth". Manuscript in preparation, Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, MA, USA, pp. 33.
- Casey, J.G. (1985).** "Age and growth of the sandbar shark *Carcharhinus plumbeus*, from the western North Atlantic". Can. J. Fish. Aquat. Sci., 42, pp. 963-975."
- Casey, J.G. and H.L. Pratt, Jr. (1985).** "Distribution of the white shark, *Carcharodon carcharias*, in the western north Atlantic". Mem. South. Calif. Acad. Sci., 9, pp. 2-14.
- Castillo G., J.L. (1989).** "The Shark Fishery Research in México: an update review". Manuscrito Programa Tiburón, Dirección de Análisis de Pesquerías, INP, México, pp. 9.
- Castillo G., J.L. (1990)** "Shark Fisheries and Research in Mexico: A review". Chondros, 1(2), pp. 2.
- Castillo G., J.L. (1992).** "Diagnóstico de la pesquería de tiburón en México". Secretaría de Pesca, INP, México, pp 72.
- Castillo G., J.L. y J.F. Márquez Farias. (1993).** "La Pesquería de tiburón en México: Una revisión Histórica del Golfo de México". Ponencia de la Conferencia Internacional sobre Conservación y Administración de las Poblaciones de Tiburones del Golfo de México y el Caribe, Dirección de Análisis de Pesquerías del INP, México, pp. 15.
- Castro, J.I. (1983).** "The sharks of North American waters". Texas A&M University Press, pp. 180.
- Castro, J.I. (1993).** "A field guide to the sharks commonly caught in commercial fisheries of the Southeastern U.S.". NOAA Tech. Mem., NMFS-SEFSC-338, pp. 47.
- Castro-Aguirre, J.L. (1965).** "Aprovechamiento de tiburones y rayas de México". Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras, Trabajos de divulgación, No. 96, Vol. X, pp. 10.
- Castro-Aguirre, J.L. (1969).** "Contribución al estudio de los tiburones de México". Tesis Profesional, Esc. Nal. de Ciencias Biológicas, IPN, México, pp. 258.
- Castro-Aguirre, J.L. (1983).** "Aspectos zoogeográficos de los elasmobranchios mexicanos". Anales de la Esc. Nal. de Ciencias Biológicas, IPN, México, pp. 77-94.
- Castro-Aguirre, J.L. y F. de Lachica-Bonilla. (1973).** "Nuevos registros de peces marinos en la costa del Pacífico mexicano". Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, Tomo XXXIV, Diciembre, México, pp. 147-181.

- Cifuentes Lemus J.L., P. Torres Garcia, M. Frías M.** (1990). "El océano y sus recursos. Las Pesquerías". La ciencia desde México vol.10, F.C.E. Eds., México, pp. 228.
- Clarke, T.A.** (1971). "The ecology of the scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini*, in Hawaii". Pac. Sci., 25, pp. 133-144.
- Cliff, G., S.F.J. Dudley, and B. Davis.** (1988). "Sharks caught in the protective gill nets off Natal, South Africa. 2. The great white shark *Carcharodon carcharias* (Linnaeus)". S. Afr. J. mar. Sci., 8, pp. 131-144.
- Cliff, G. and S.F.J. Dudley.** (1992). "Protection against shark attack in South Africa, 1952-1990". Australian Journal of Marine and Freshwater Resources 43, pp. 26-27.
- Coles, R.J.** (1919). "The large sharks of Cape Lookout, North Carolina". Copeia, 69, pp. 34-43.
- Compagno, L.J.V.** (1984). "Sharks of the world". An annotated and illustrated catalog of sharks species know to date, Part 1 and 2, FAO Species Catalog, Vol. 4, FAO Fish. Synop. (125), pp. 249.(parte 2 pp. 655).
- Compagno, L.J.V.** (1990). "Shark Exploitation and Conservation". Elasmobranch as living resources: advances in the biology, ecology, systematics, and status of the fisheries (H.L. Pratt, Jr., S.H. Gruber, T. Taniuchi, eds.), U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS, 90, pp. 391-414.
- Compagno, L.J.V.** (1992). "New direction for the Natal Sharks Board: development of an electronic shark barrier for potential use in Natal, South Africa". Chondros, 3(1), pp. 1-4.
- Compagno, L.J.V. and I.K. Fergusson.** (1994). "Field studies and tagging of great white sharks, *Carcharodon carcharias* (Linnaeus 1758) off Cape Province, South Africa: A synopsis for 1992-1993". Proceedings of the second European Shark and Rays Workshop, 15-16 February 1994: Tag and release schemes and shark and ray management plans. edited by S.L. Fowler and R.C. Earll, eds. Unpublished report. pp. 18-21.
- Daugherty, A.E.** (1964). "The sand shark, *Carcharias ferox* (Risso), in California". Calif. Fish and Game, 50(1), pp. 4-10.
- Davies, D.H.** (1963). "Shark attack and its relationship to temperature, beach patronage and seasonal abundance of dangerous sharks". Oceanogr. Res. Inst. Invest., 6, Durban, pp. 11-43.
- Devesa, L.E.** (1992). "La pesquería del tiburón". Tesis profesional, UABC, México, pp. 29.
- Ebert D.A.** (1986). "Observations on the elasmobranch assemblage of San Francisco Bay". Calif. Fish and Game, 72(4), pp. 244-249.
- Ekstrom, P.** (1994). "Archival Tags: present and future". Paper presented at 45th Annual Tuna Conference, Lake arrowhead, California, may 23-26 1994, unpagged.
- Ellis and MacCosker** (1991) "Great white shark". Harper Collins Publs., New York, pp. 270.
- FAO.** (1989). "1988 Yearbook of Fisheries Statistics". Vol. 66: Catches and landings, FAO, Rome, i-x, pp. 461.
- Fergusson, I.K.** (1994) "Notes on the shark fauna of the Sicilian Channel, with reference to the future in-situ studies by means of tagging". Proceedings of the second European shark and ray workshop, 15-16 February 1994: Tag and release schemes and shark and ray management plans., S.L. Fowler and R.C. Earll eds., pp. 22-25.
- Ferreira, H.** (1958). "Historical and economics aspects of the shark fishery of the Pacific coast of México". Proc. Gulf Carib. Fish. Inst., 15, pp. 30-35.
- Fitch, J.E.** (1958). "Offshore fishes of California". first revision 1960, Department of Fish and Game, Sacramento California, pp.79
- Fitch, J.E. and W.L. Craig.** (1964). "First records for the bigeye thresher (*Alopias superciliosus*) and slender tuna (*Allothunnus fallai*) from California, with notes on eastern Pacific scombrid otoliths". Calif. Fish and Game, 50(3), pp. 195-206.
- Fitch, J.E., S. A. Schultz.** (1978). "Some rare and unusual occurrences of fishes off California and Baja California". California Fish and Game, 64(2), pp. 74-92.
- Fowler, H.W.** (1930). "A list of the sharks and rays of the Pacific Ocean". Proc. 4th Pac. Sci. Congr., 3, pp. 481-508.
- Fraser-Brunner, A.** (1950). "A synopsis of the hammerhead sharks (*Sphyrma*), with description of a new species". Rec. Austral. Mus., 22(3), pp. 213-219.
- Fusaro, C.** (1980). "First California record: The scalloped hammerhead shark *Sphyrma lewini*, in coastal Santa Barbara waters". California Fish and Game, 67, pp. 121-123.

- Galván-Magaña, F., H.J. Nienhuis and A.P. Klimley.** (1989). "Seasonal abundance and feeding habits of sharks of the lower Gulf of California, Mexico". *California Fish and Game*, 75(2), pp. 74-84.
- Garcia, H.** (1985). "El tiburón y la pesca deportiva". *Técnica Pesquera*, Agosto 1985, México, pp. 30-32.
- Gilbert, C.H., and E.C. Starks.** (1904). "The fishes of Panama Bay". *Mem. Calif. Acad. Sci.*, 4, pp. 304.
- Gmurman, V.E.** (1974). "Teoría de las probabilidades y estadística matemática". Moscú Editorial <<MIR>>, U.R.S.S., pp. 387.
- Gómez Muñoz, V., A. Tripp Quezada and C. Quiñonez Velázquez.** (1994). "Main fishing grounds and fishing seasons of the Mexican tuna fleet in the Eastern Pacific Ocean during 1975-1986". *Proceedings of the 45 Tuna Conference*, La Jolla California, pp. 49.
- González Annia, L.V. and P.A. Ulloa Ramirez.** (1994). "Mexican longline tuna fishery in the Gulf of México". *Proceedings of the 45 Tuna Conference*, La Jolla California, pp. 31.
- Gubanov, Y.E.P. and V.N. Grigor'yev.** (1975). "Observations on the distribution and biology of the blue shark *Prionace glauca* (Carcharhinidae) of the Indian Ocean". *J. Ichthy.*, 15, pp. 37-43.
- Gudger, E.W.** (1947). "Sizes attained by the large hammerhead shark". *Copeia* 1947, 4, Dec 30, pp. 228-236.
- Hadland, K.** (1995). "South African White Shark Research Institute". *Abstract*, unpagued.
- Hall, M., M. Garcia and E. Altamirano.** (1994) "Spatial and temporal distribution of the bycatch in the purse-seine tuna fishery in the Eastern Tropical Pacific Ocean". *Proceedings of the 45 Tuna Conference*, La Jolla California, pp. 15.
- Hansen, P.M.** (1963). "Tagging experiments with the Greenland shark (*Somniosus microcephalus* (Bloch and Schneider)) in Subarea 1". *Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Spec. Publ.*, 4, pp. 172-175.
- Harvey, J.T.** (1989). "Food habits, seasonal abundance, size and sex of the blue shark, *Prionace glauca*, in Monterey Bay, California". *Calif. Fish and Game*, 75(1), pp. 33-44.
- Hazin, F.H.V., C.E. Boeckman, E.C. Leal, R.P.T. Lessa, K. Kihara, K. Otsuka.** (1994). "Distribution and relative abundance of the blue shark, *Prionace glauca*, in the southwestern equatorial Atlantic Ocean". *Fishery Bulletin* 92(2), pp. 474-480.
- Herald, E.S. and W.E. Ripley.** (1951). "The relative abundance of sharks and bat stingrays in San Francisco Bay". *California Fish and Game*, 37(3), pp. 315-329.
- Hernández Carvallo, A.** (1971). "Pesquerías de los tiburones en México". Tesis Profesional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, México, pp. 123.
- Hoenig, J.M. and S.H. Gruber.** (1990). "Life-History patterns in the elasmobranchs: implications for fisheries management". Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics, and the status of fisheries (H.L. Pratt, Jr., S.H. Gruber and T. Taniuchi, eds.), U.S. Department of Commerce, *NOAA Technical Report 90*, NMFS, pp. 1-16.
- Hoff, T.B. and J.A. Musick.** (1990). "Western North Atlantic shark fishery management problems and informational requirements". Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics, and the status of the fisheries, (H.L. Pratt, Jr., S.H. Gruber, and T. Taniuchi, eds.), U.S. Dep. Commer., *NOAA Tech. Rep. NMFS*, 90, pp. 455-472.
- Holden, M.J.** (1974). "Problems in the rational exploitation of elasmobranch populations and some suggested solutions". F.R. Harden-Jones Eds., Sea fisheries research, John Wiley and Sons, N.Y., pp. 117-137.
- Holland, G.A.** (1957). "Migration and growth of the dogfish shark, *Squalus acanthias* (Linnaeus), of the eastern north Pacific". *Wash. Dep. Fish., Fish. Res. Pap.*, 2(1), pp. 43-59.
- Holland, K.N., C.G. Lowe, J.D. Peterson, A. Gill.** (1992). "Tracking coastal sharks with small boats: Hammerhead shark pups as a case study". *Aust. J. Mar. Freshwat. res.*, 43(1), pp. 61-66.
- Holts, D.B.** (1988). "Review of U.S. West coast commercial shark fisheries". *Mar. Fish. Rev.*, 50(1), pp. 1-8.
- Hoyos, L., J. Tarazona, D. Valverde, S. Valle, G. Marquina.** (1993). "Habitos alimenticios del tiburón azul *Prionace glauca*, en la costa central del Perú". *V congreso latinoamericano de ciencias del mar*, UABCS, México, pp. 74.
- Hubbs, C.L.** (1948). "Changes in the fish fauna of western North America correlated with changes in ocean temperature". *Jour. Mar. Res.*, 7(3), pp. 459-482.
- Hubbs, C.L.** (1952). "Antitropical distribution of fishes and other organisms". *Proc. Seventh Pacif. Sci. Congr.* 3, pp. 324-329.

- Jordan, D.S.** (1895). "The fishes of Sinaloa". Proc. Cal. Acad. Sci., ser. 2, vol. 5, pp. 377-514.
- Jordan, D.S. and H. Gilbert.** (1882a). "Description of four new species of sharks, from Mazatlán, México". Proceedings of the U.S. Natl. Mus., 5, pp. 102-110.
- Jordan, D.S. and H. Gilbert.** (1882b). "Description a new shark (*Carcharias lamia*) from San Diego, California". Proceedings of the U.S. Natl. Mus., 5, pp. 110-111.
- Jordan, D.S. and B.W. Evermann.** (1896). "Fishes of North and Middle America". Bull. U.S. Natl. Mus., 47, pp. 1240.
- Jordan, D.S. and B.W. Evermann.** (1905). "The aquatic resources of the Hawaiian Islands" Bull. U.S. Fish. Comm., 23, pp. 1-574.
- Joseph, D.C.** (1954). "A record-size thresher from Southern California". California Fish and Game, 40, pp. 433-435.
- Kato, S.** (1964). "Sharks of the genus *Carcharhinus* associated with the tuna fishery in the eastern tropical Pacific Ocean". U.S. Fish Wildl. Serv., Cir. 172, June, United States Department of the Interior, Washington, pp. 21.
- Kato, S.** (1965). "White shark *Carcharodon carcharias* from the Gulf of California with a list of sharks seen in Mazatlán México, 1964". Copeia, 1965(3), pp. 384.
- Kato, S. and A. Hernández Carvallo.** (1967). "Shark Tagging in Eastern Pacific Ocean, 1962-1965". Sharks, skates and rays. (P.W.Gilbert, R.F.Mathewson and D.P.Rall, eds.), Baltimore, Md., John Hopkins Press, pp. 93-109.
- Kato, S., S. Springer and M.H. Wagner.** (1967). "Field guide to eastern Pacific and Hawaiian sharks". U.S. Fish Wildlife Serv., Circular 271, pp. 1-47.
- Klimley, A.P. and D.R. Nelson.** (1981). "Schooling of the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini* in the Gulf of California". Fish. Bull., 79(2), pp. 356-360.
- Klimley, A.P.** (1981). "Grouping behavior in the scalloped hammerhead". Oceanus, 24(4), winter 1981/82, Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, MA, pp. 65-71.
- Klimley, A.P.** (1982). "Social organization of schools of scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini* (Griffith and Smith), in the Gulf of California". Doctoral Dissertation, University of California, San Diego, La Jolla, pp. 341.
- Klimley, A.P. and S.T. Brown.** (1983). "Stereophotography for the field biologist: measurements of lengths and three-dimensional positions of free swimming sharks". Mar. Biol., 74(2), pp. 175-185.
- Klimley, A.P. and D.R. Nelson.** (1984). "Diel movement patterns of the scalloped hammerhead shark (*Sphyrna lewini*) in relation to El Bajo Espíritu Santo: a refuging central-position system". Behav. Ecol. Sociobiol., 15, pp. 45-54.
- Klimley, A.P.** (1985). "Schooling in *Sphyrna lewini*, a species with low risk of predation: a non-egalitarian state". Z. Tierpsychol., 70(4), pp. 297-319.
- Klimley, A.P.** (1987). "The determinants of sexual segregations in the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*". Environ. Biol. Fish., 18(1), pp. 27-40.
- Klimley, A.P. and S.B. Butler.** (1988). "Immigration and emigration of a pelagic fish assemblage to seamounts in the Gulf of California related to water mass movements using satellite imagery". Marine Ecology Progress Series, 49, pp. 11-20.
- Klimley, A.P., S.B. Butler, D.R. Nelson and A.T. Strull.** (1988b) "Diel movements of scalloped hammerhead sharks, *Sphyrna lewini* Griffith and Smith, to and from a seamount in the Gulf of California". J. Fish Biol., 33, pp. 751-761.
- Klimley, A.P.** (1989). "Los determinantes ambientales de los movimientos de un tiburón pelágico". Resumen de los estudios del crucero al Golfo de California. Bodega Marine Laboratory, Univ. of California, Davis, USA, pp. 25.
- Klimley, A.P., I. Cabrera-Mancilla., J. L. Castillo Geniz.** (1993). "Descripción de los movimientos horizontales y verticales del tiburón martillo *Sphyrna lewini*, del Sur del Golfo de California, México". Ciencias marinas, 19(1), México, pp. 95-115.
- Klimley, A.P.** (1993) "Highly directional swimming by scalloped hammerhead sharks, *Sphyrna lewini*, and subsurface irradiance, temperature, bathymetry, and geomagnetic field". Marine Biology, 117(1), pp. 1-22.
- Krebs, C.J.** (1985). "Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance". Harper and Row, New York.
- Kreuzer, R. and R. Ahmed.** (1978). "Shark utilization and marketing". FAO, Roma Italia, pp. 180.

- Kumada, T. and Y. Hiyama.** (1937). "Marine fishes of the Pacific coast of Mexico". Nissan Fisheries Institute and Co. Ltd., Odawara, Japan, pp. 1-75.
- Landesman, J.G.** (1984). "Horizontal and vertical movements and seasonal population shifts in the blue shark *Prionace glauca*, near Santa Catalina Island, California". Masters thesis, California State University, Long Beach, pp. 104.
- Leray, A. de Wit.** (1975). "Changes in the species composition of sharks in south San Francisco bay". California Fish & Game, 61(2), April, pp. 106-111.
- Magaña, J.** (1984). "El tiburón también muere". Técnica Pesquera, dic 1984, pp. 21-23.
- Marin-Osorno, R.** (1992). "Aspectos biológicos de los tiburones capturados en las costas de Tamaulipas y Veracruz, México". Tesis Profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, México, pp. 146.
- Mendizábal, O.D., R. Vélez M., J. Valdez F., A. Ramirez, E. Bejarano S. y A. Vega H.** (1990). "Información y representación gráfica de los datos estadísticos de captura y esfuerzo de pesca de la flota palangrera de Manzanillo, Colima (1983-1988)". Resúmenes del VIII Congreso Nacional de Oceanografía, Escuela de Ciencias del Mar de la Universidad Autónoma de Sinaloa, México, pp. 99.
- Miles, P.S.** (1971). "The mystery of the great white". Oceans, 4(5), pp. 50-59.
- Miller, D.J. and R.N. Lea.** (1972). "Guide to the coastal marine fishes of California". Department of Fish and Game, Fish Bulletin 157, pp. 33-51.
- Miller, D.J. and R. Collier.** (1980). "Shark attacks in California and Oregon, 1926-1979". California Fish and Game, 67(1), pp. 76-104.
- Moya, R.** (1985). "El tiburón. Ese desconocido". Rev. Técnica Pesquera, Dic. 1985, pp. 14-28.
- Nakamura, H.** (1935). "On two new species of Alopiidae". Trans. Nat. Hist. Soc. Taiwan, 25(142), pp. 220-225.
- Nakano, H., M. Makihara, K. Shimazaki.** (1985). "Distribution and biological characteristics of the blue shark in the Central North Pacific". Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 36(3), pp. 99-113.
- Nakano, H. and K. Nakaya.** (1987). "Records of the white shark *Carcharodon carcharias* from Hokkaido, Japan". Japan J. Ichthyol., 33(4), pp. 414-416.
- Nakaya, K.** (1994). "Distribution of white shark in Japanese waters". Fish. Sci., 60(5), pp. 515-518.
- Neave, F. and M. Hanavan.** (1960). "Seasonal distribution of some epipelagic fishes in the Gulf of Alaska region". J. Fish. Res. Bd. Canada, 17, pp. 221-233.
- O'Brien, J.W. and J.S. Sunada.** (1994). "A review of the southern California experimental drift longline fishery for sharks, 1988-1991". CalCOFI Reports, 35, pp. 222-229.
- Oliver, A.** (1996). "An overview of the biological status of shark species". Marine National Fisheries Service. Draft Discussion paper. Unpublished.
- Olsen, A.M.** (1953). "Tagging of school shark, *Galeorhinus australis* (Macleay)(Carcharhinidae) in southeastern Australian waters". Aust. J. Mar. Freshw. Res., 4(1), pp. 95-104.
- Parin, N.V.** (1964). "Data on the biology and distribution of the pelagic sharks *Euprotomiscus bispinatus* and *Isistius brasiliensis* (Squalidae, Pisces)". Fishes of the Pacific and Indian Oceans Biology and distribution, Academy of Sciences of the USSR, Transactions of the Institute of Oceanology, 73, pp. 173-195.
- Pearcy, W.G.** (1991). "Biology of the transition region". NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). Technical Report NMFS (National Marine Fisheries Service), 0(105), pp. 39-55.
- Pelczarski, W.** (1986). "Polish investigations of fishing prospects for large pelagic fish in the Central Atlantic". BULL. SEA-FISH. INST. vol. 17, no. 3-4, pp. 3-14.
- Pepperell, J.G.** (1992). "Sharks: biology and fisheries". Proceedings of an International Conference on Shark Biology Conservation, Taronga Zoo, Sydney Australia, February-March 1991, pp. 349.
- Pequeño, G., J. Rucabado, D. Lloris.** (1990). "Tiburones comunes a las costas de Chile, California-Oregon y Namibia-Sudáfrica". Rev. Biol. Mar., 25(1), Valparaíso, Chile, pp. 65-80.
- Pratt, H.L., J.G. Casey, and R.B. Conklin.** (1982). "Observations on a large white sharks, *Carcharodon carcharias*, off Long Island, New York". Fishery bulletin, Wash., 80(1), pp. 153-156.

- Pratt, H.L., Jr. and J.G. Casey.** (1983). "Age and growth of the shortfin mako, *Isurus oxyrinchus*, using four methods". Can. J. Fish. Aquat. Sci., 40, pp. 1944-1957.
- Randall, J.E.** (1973). "Size of the great white shark (*Carcharodon*)". Science, 181, pp. 169-170.
- Randall, J.E.** (1987). "Refutation of lengths of 11.3, 9.0, and 6.4 m attributed to the white shark, *Carcharodon carcharias*". California Fish and Game, 73(3), pp. 163-168.
- Rawlinson, N. and D. Brewer.** (1995). "Monsters, blubber and other bycatch". Australian Fisheries, 51, unpagued.
- Ricker, W.E.** (1978). "Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations". Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, Bulletin 191, Department of the environment fisheries and marine science, Ottawa, Canada, pp.382.
- Roedel, P.M.** (1953). "Common ocean fishes of the California coast". Calif. Div. Fish and Game, Fish Bull. 91, pp. 14.
- Roedel, P.M. and W.E. Ripley.** (1950). "California sharks and rays". Calif. Dept. Fish Game, Fish Bull. 75, pp. 88.
- Rosenblatt and Baldwin.** (1958). "A review of the eastern Pacific sharks of the genus *Carcharhinus*, with a redescription of *C. melpoensis* (Fowler) and California records of *C. remotus* (Duméril)". California Fish and Game, 44(2), pp. 137-159.
- Santos, A.M.P. and A.F.G. Fiuza.** (1992). "Supporting the Portuguese fisheries with satellites". Lisbon Univ.(Portugal), Oceanography Group, pp. 6.
- Saucedo, C.** (1982). "Estudio sobre algunos aspectos biológico-pesqueros del tiburón en la zona sur de Sinaloa". Memoria profesional, Escuela de Ciencias del Mar, UAS, México, pp. 80.
- Sciarrotta, T.C. and D.R. Nelson.** (1977). "Diel behavior of the blue shark, *Prionace glauca*, near Santa Catalina Island, California". Fish Bull., 75, pp. 519-528.
- Scharold, J. and G. Carey.** (1985). "Vertical movements and tailbeat frequencies of free swimming blue sharks". AM. Soc. Ichth. Herp., 65th Ann. Mtg. abstracts, pp. 120-121.
- Schultz, L.P.** (1953). "Fishes of the Marshall and Marianas Islands. Class Chondrichthyes: cartilaginous fishes". U.S. Natl. Mus. Bull., 1(202), pp. 2-22.
- Secretaría de Pesca.** (1990). "Anuario estadístico de Pesca". Dirección General de Informática y Registros Pesqueros, México, pp.127.
- Secretaría de Pesca.** (1992). "Las Pesquerías de Tiburones de México y Australia". Ciclo de Conferencias y Taller de Trabajo, INP, México, pp. 17.
- Seigel, J.A. and L.J.V. Compagno.** (1986). "New records of the ragged-tooth shark, *Odontaspis ferox*, from California waters". California Fish and Game, 73(3), pp. 172-176.
- Severino H.,C. y S. Romay L.** (1977). "El palangre tiburonero". Folleto Especial S.I.C./Subsecretaria de Pesca, INP, México, pp. 46.
- Sew-Horng W. and K. Chin-lau.** (1994). "Fishing and oceanographic conditions of albacore fishing grounds in the Northwest Pacific". Proceedings of the 45 Tuna Conference, La Jolla California, pp. 47.
- Shaefer, M.** (1954). "Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries". Bull. I-ATTC, 1(12), pp. 27-55.
- Simpfendorfer, C.A. and N.E. Milward.** (1993). "Utilisation of a tropical bay as a nursery area by sharks of the families Carcharhinidae and Sphymidae". Environmental Biology of the Fishes, 37, pp. 337-345.
- Smith, R.L. and D. Rhodes.** (1983). "Body temperature of the salmon shark, *Lamna ditropis*". J. Mar. Biol. Assoc. U.K., 63(1), pp. 243-244.
- Snyder, J.O.** (1904). "A catalogue of the shore fishes collected by the steamer Albatross about the Hawaiian Islands in 1902". U.S. Fish. Comm., Bull. 22, pp. 513-538.
- Springer, S.** (1939). "Notes on the sharks of Florida". Proc. Fla. Aca. Sci., (1938), vol.3, pp. 9-41.
- Springer, S.** (1940a). "Three new shark of the Genus *Sphyma* from the Pacific coast of Tropical America". Stanford Ichthyological bulletin, 5(1), pp. 161-169.
- Springer, S.** (1940b). "The sex ratio and seasonal distribution of some sharks". Copeia 1940, pp. 188-194.

- Stevens, J.D.** (1976). "First results of shark tagging in the north-east Atlantic, 1972-1975". J. Mar. Biol. Ass. U.K., 56, pp. 929-937.
- Stevens, J.D.** (1984). "Biological observations on sharks caught by sport fishermen off New South Wales". Aust. J. mar. Freshwat. Res., 35, pp. 573-590.
- Stevens, J.D.** (1990). "Blue and mako shark bycatch in the Japanese longline fishery off south eastern Australia". Australian Journal of Marine and Freshwater Res. 43, pp. 227-236.
- Strasburg, D.W.** (1958). "Distribution, abundance, and habits of pelagic sharks in the Central Pacific Ocean". Fishery bull., 138, from Fishery Bull. of the Fish & Wildlife Service, Vol. 58, US department of the interior, pp. 335-361.
- Strong, W.R., R.C. Murphy, B.D. Bruce, and D.R. Nelson.** (1992). "Movements and associated observations of bait-attracted white sharks, *Carcharodon carcharias*: A preliminar report". Australian Journal of Marine and Freshwater Res. 43(1), pp. 13-20.
- Suda, A.** (1953). "Ecological study on the blue shark *Prionace glauca* Linné". Contrib. Nankai Reg. Fish. Res. Lab. [Transl. from Japanese], 1(26), pp. 1-11.
- Tanaka, S. and K. Mizue.** (1979). "Age and growth of Japanese dogfish *Mustelus manazo* Bleeker in the East China Sea". Studies on sharks XV, Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. Nagasaki Univ., 45, pp. 43-50.
- Tomlinson, P.** (1994). "Movement and abundance of northern bluefin tuna as inferred from Japan's longline data". Proceedings of the 45 Tuna Conference, La Jolla California, pp. 107.
- Torres-Orozco, B.** (1991). "Los Peces de México". Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa, AGT ED., México, pp.235.
- Tricas, T.C.** (1979). "Relationships of the blue shark, *Prionace glauca*, and its prey species near Santa Catalina Island, California". Fish. Bull., 77, pp. 175-182.
- Tricas, T.C. and J.E. McCosker.** (1984). "Predatory behavior of the white shark (*Carcharodon carcharias*), with notes on its biology". Proc. Calif. Acad. Sci., 43(14), pp. 221-238.
- Ulrey, A.B.** (1929). "A check list of the fishes of Southern California and Lower California". Journ. Pan-Pac. Res. Inst., 4(4), pp. 2-11.
- Vas, P.** (1990). "The abundance of the blue shark, *Prionace glauca*, in the western English Channel". Environ. Biol. Fish., 29(3), UK, pp. 209-225.
- Vélez, M.R., D. Mendizábal, J. Valdez, A. Venegas.** (1989). "Prospección y pesca exploratoria de recursos pesqueros en la Zona Económica Exclusiva del Océano Pacifico". Proyecto de investigación CONACYT, clave PCMA BNA-021202, México, pp. 179.
- Vélez, M.R., G. Macias S., D. Mendizábal O. y J. Valdez F.** (1990a). "Situación actual del recurso tiburón a nivel nacional (1978-1987) e internacional (1979-1984)". Resúmenes del VIII Congreso nacional de oceanografía, UAS, México, pp. 154.
- Vélez, M.R., J.F. Márquez F., D. Mendizábal O., A. Morales B. y J. Valdez F.** (1990b). "Esfuerzo de pesca y distribución de las especies capturadas por el barco palangrero "Tiburón IV" en el Océano Pacifico mexicano (periodo octubre noviembre 1988)". Resúmenes del VIII Congreso nacional de oceanografía, UAS, México, pp. 155.
- Villavicencio Garaizar, C.J.** (1996). "Shark fisheries in the Gulf of California, Mexico". AES Abstract, Laboratorio de Elasmobranchios, Dpto. de Biología marina, UABCS, La Paz B.C.S., Mexico.
- Walford, L.A.** (1935). "The sharks and rays of California". Calif. Div. Fish and Game, Fish Bull., 45, pp. 1-66.
- Wetherbee, B.M., C.G. Lowe, G.L. Crow.** (1994). "A review of shark control in Hawaii with recommendations for future research". PAC.SCI., 48(2), pp. 95-115.
- Williams, H. and A.H. Schaap.** (1992). "Preliminary results of a study into incidental mortality of sharks in gill-nets in two Tasmanian shark nursery areas". Australian Journal of Marine and Freshwater Resources 43, pp. 237-250.
- Zavala González, G.** (1993). "La pesca de tiburón en el estado de Veracruz". Oceanología, 1, Unidad de Educación en Ciencia y Tecnología del Mar, México, pp. 91-108.
- Zúñiga Guajardo, E.A. y R.J. Arias Ruelas.** (1984). "Captura irracional de *Carcharhinus leucas* en el sistema estuarino de Teacapan, Sinaloa". Resumen de IX reunion CIBCASIO, La Paz B.C.S., México, pp. 43.

ANEXO

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

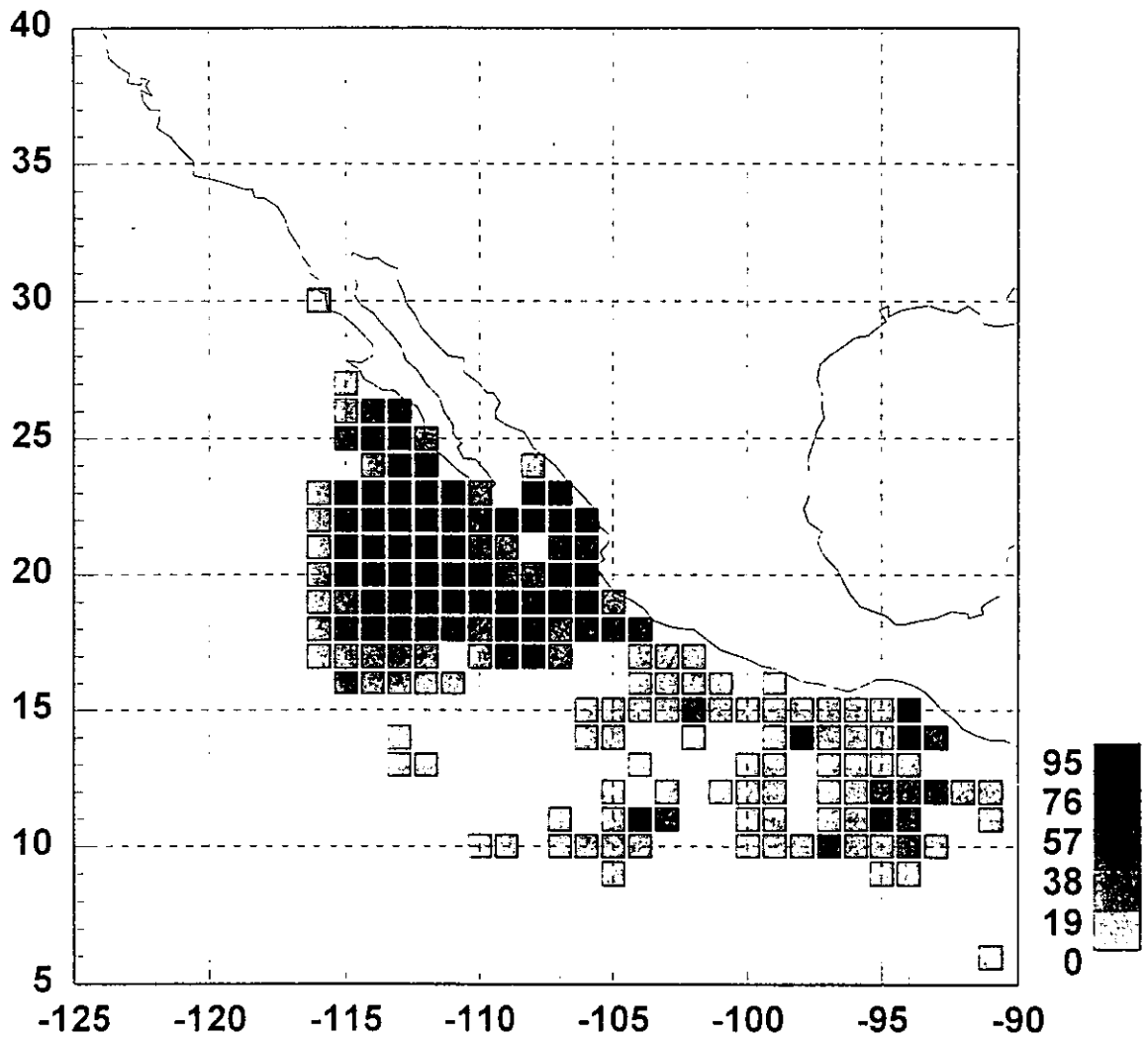


Figura 1. Se observa el área abarcada por la flota de palangre que corresponde a nuestra área de estudio. Los cuadrantes de 1x1 están sombreados de acuerdo a un gradiente de grises que denotan la zona de menor y mayor frecuencia de lances, así, en la figura se observa que el mayor número de lances fueron efectuados hacia la zona 1 de muestreo (porción media y norte del Pacífico mexicano). Observe la amplitud de despliegue de esfuerzo pesquero.

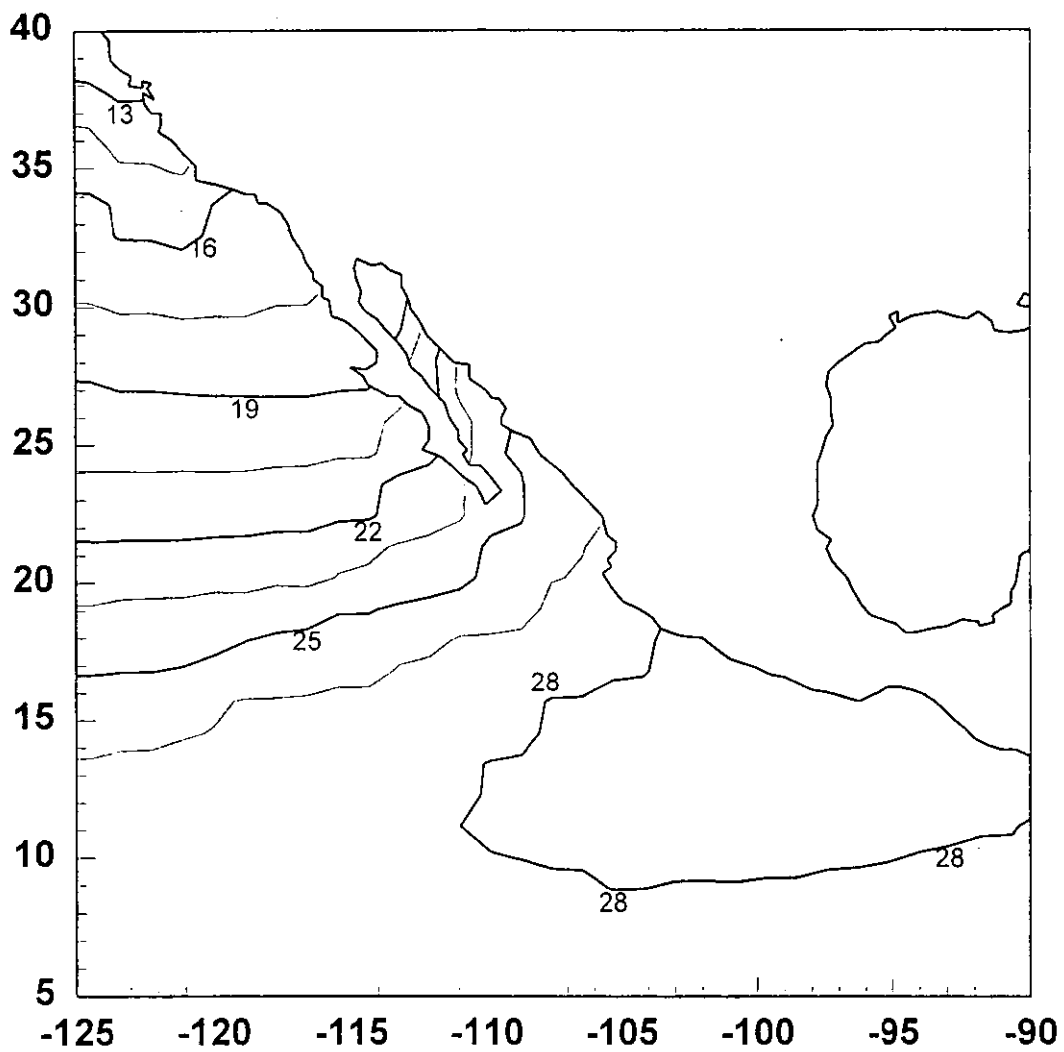


Figura 2. La gráfica corresponde a las isotermas de temperatura observadas para el área de estudio durante el periodo que comprende la actividad operacional de la flota palangrera (1983-1990). Observe las temperaturas que prevalecen en determinadas zonas.

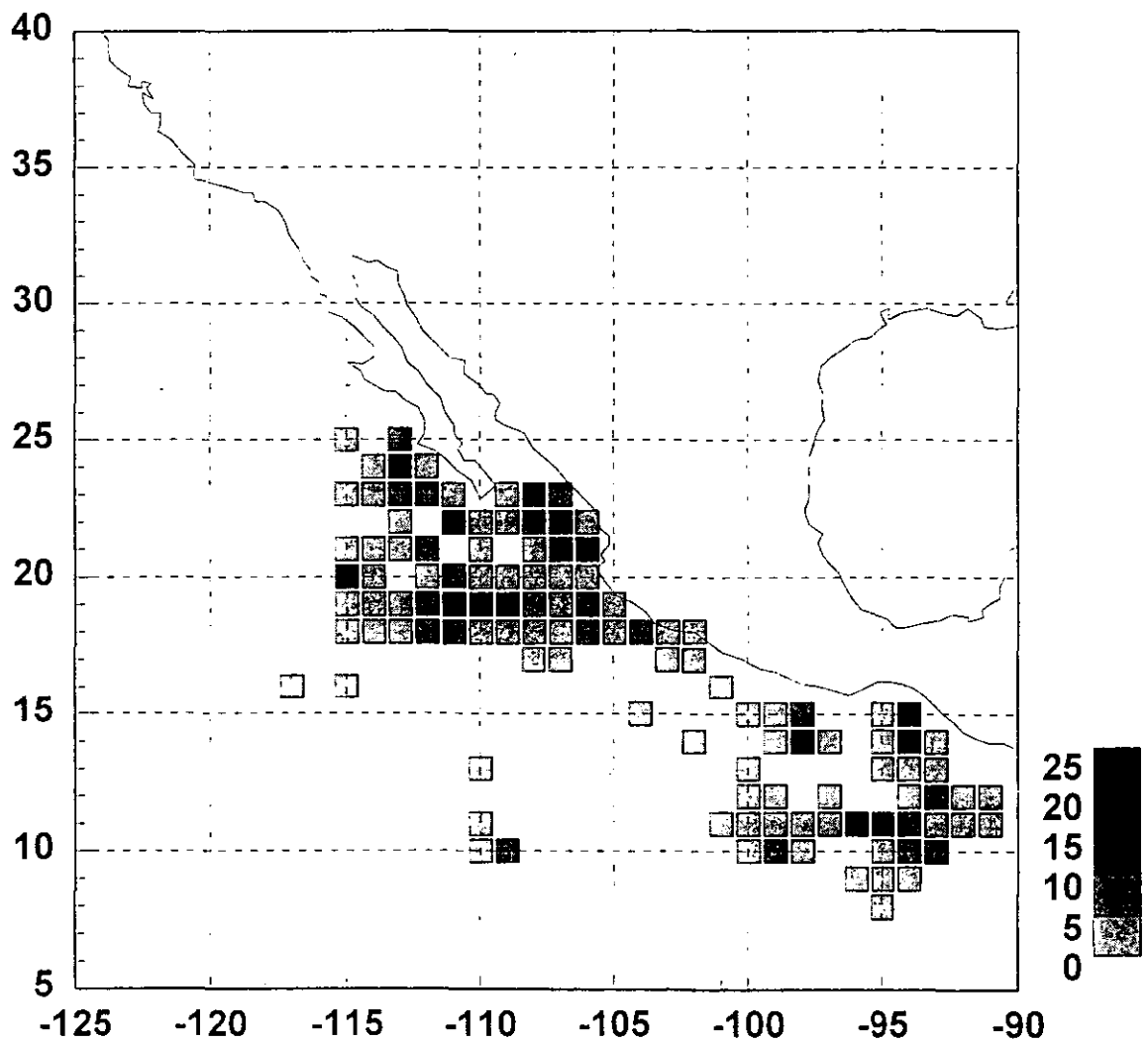


Figura 3. Se observa la distribución geográfica (presencia) de tiburón blanco (*C. carcharias*) en el Pacífico mexicano. Las áreas en blanco no necesariamente indican la ausencia de tiburón sino que pueden corresponder a la falta de esfuerzo pesquero.

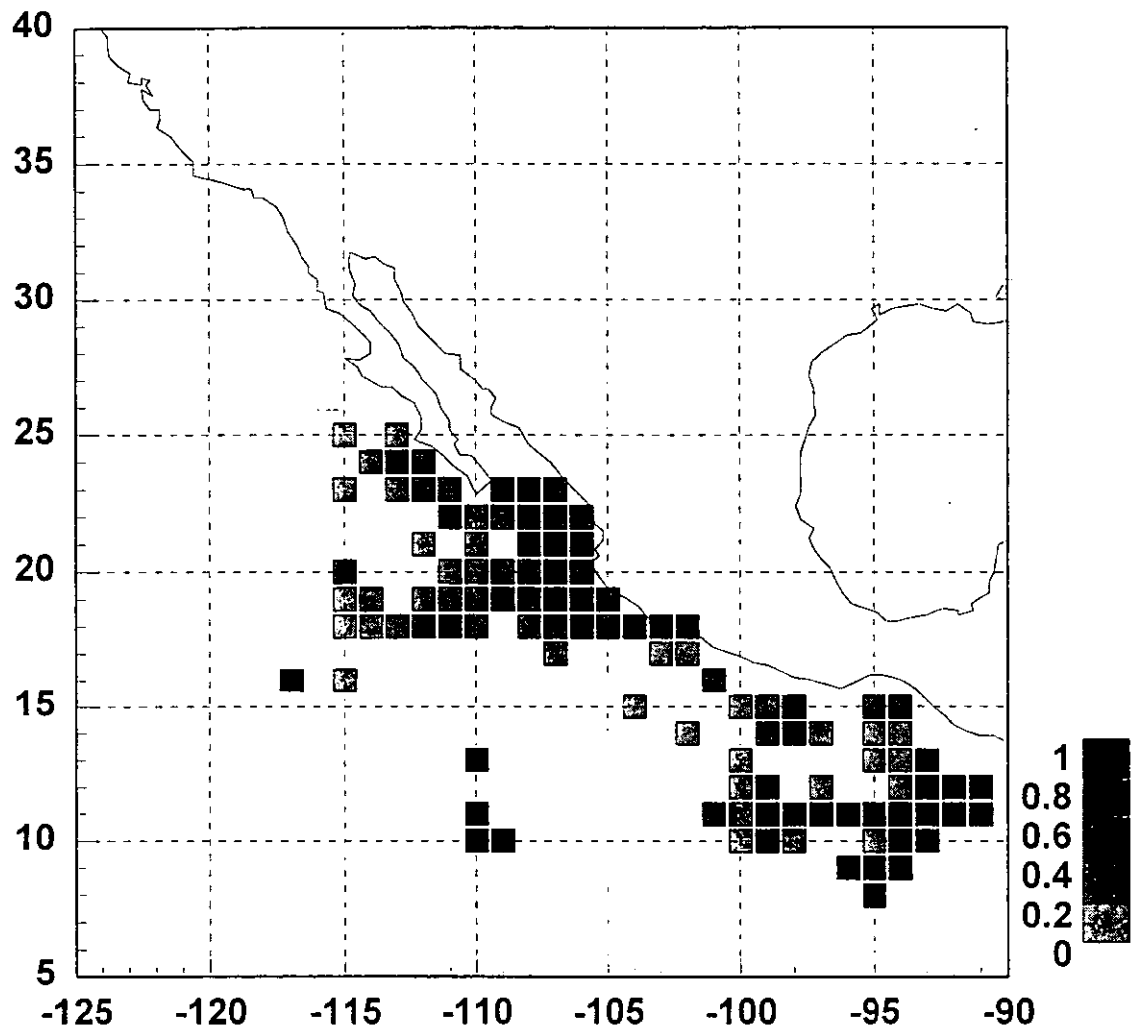


Figura 4. Relación de lances con captura positiva de tiburón blanco con respecto a lances totales efectuados por la flota de palángre. Los cuadrantes negros indican la zona de mayor probabilidad de captura. Obsérvese que dicha probabilidad es mayor hacia la zona 2 de nuestra área de estudio (porción sur del Pacífico mexicano).

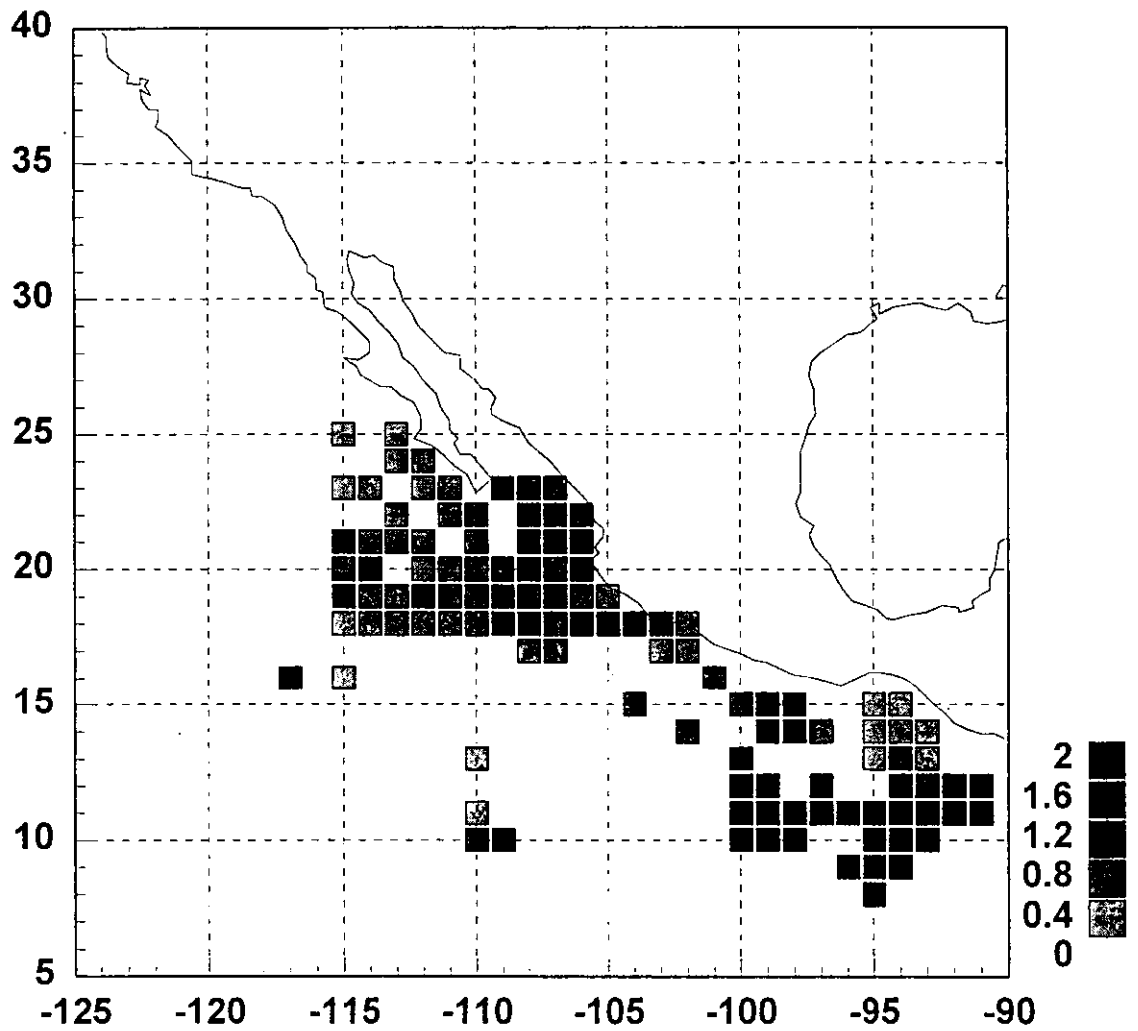


Figura 5. Zona de mayor abundancia de tiburón blanco en el Pacífico mexicano. Se observa que la mayor abundancia tiende hacia la zona 2 de nuestra área de estudio (la cual a su vez corresponde a la zona de temperaturas altas).

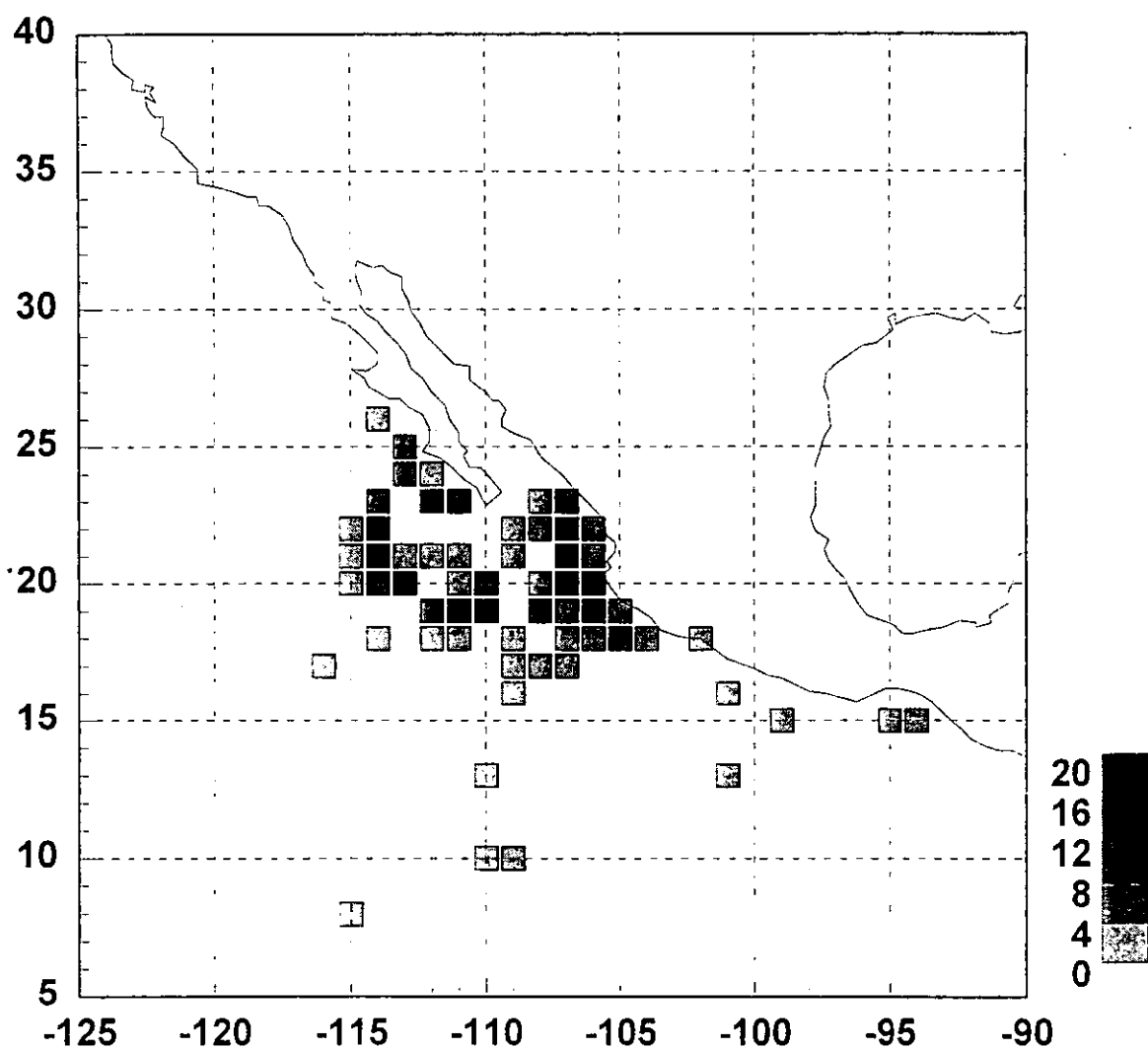


Figura 6. Zona de presencia de tiburón azul (*Prionace glauca*) en el Pacífico mexicano. Obsérvese la ausencia de este tiburón en la porción más cálida del área de estudio.

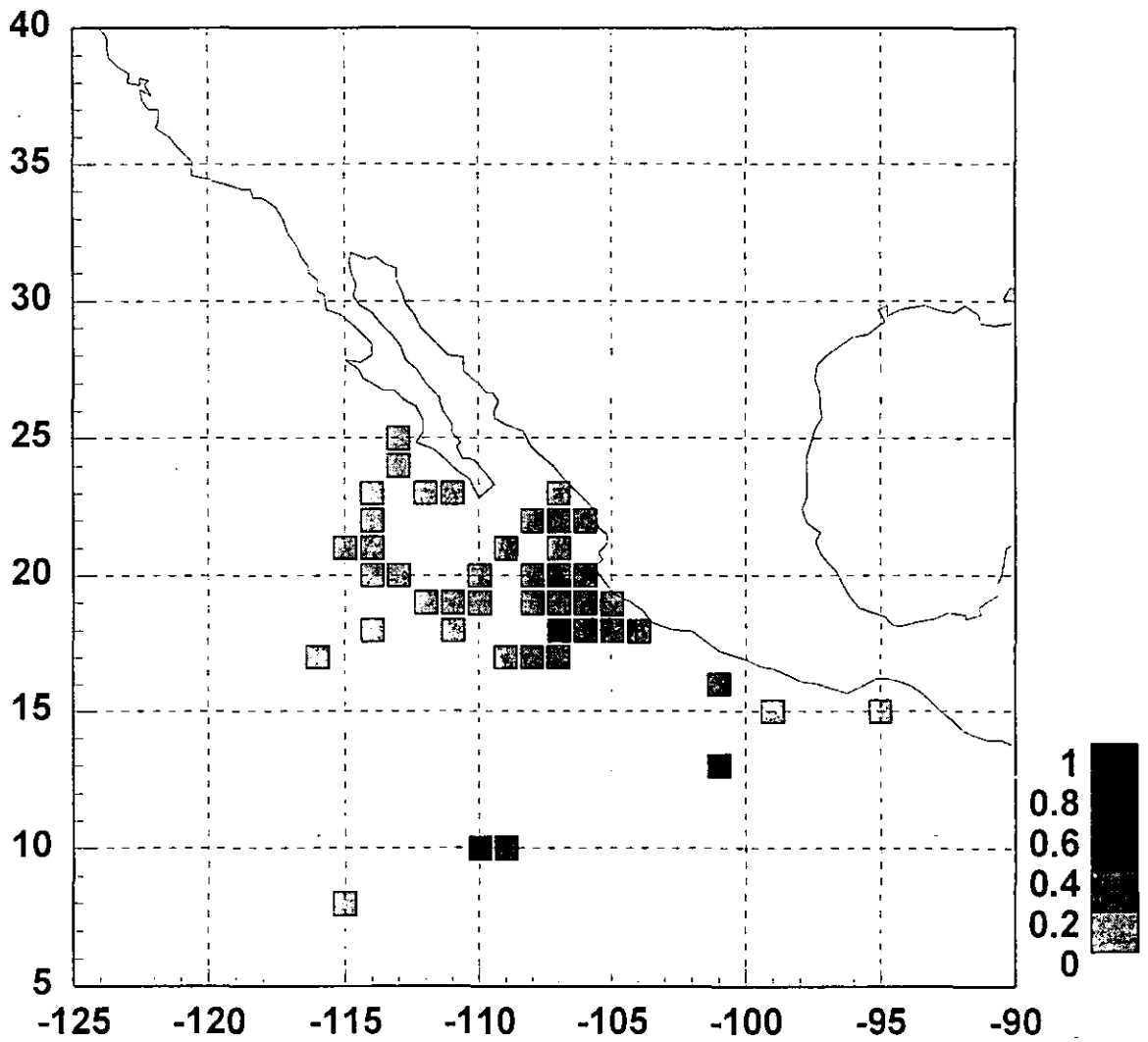


Figura 7. Porcentaje de ocurrencia de captura de tiburón azul. Observe la uniformidad en la probabilidad de captura.

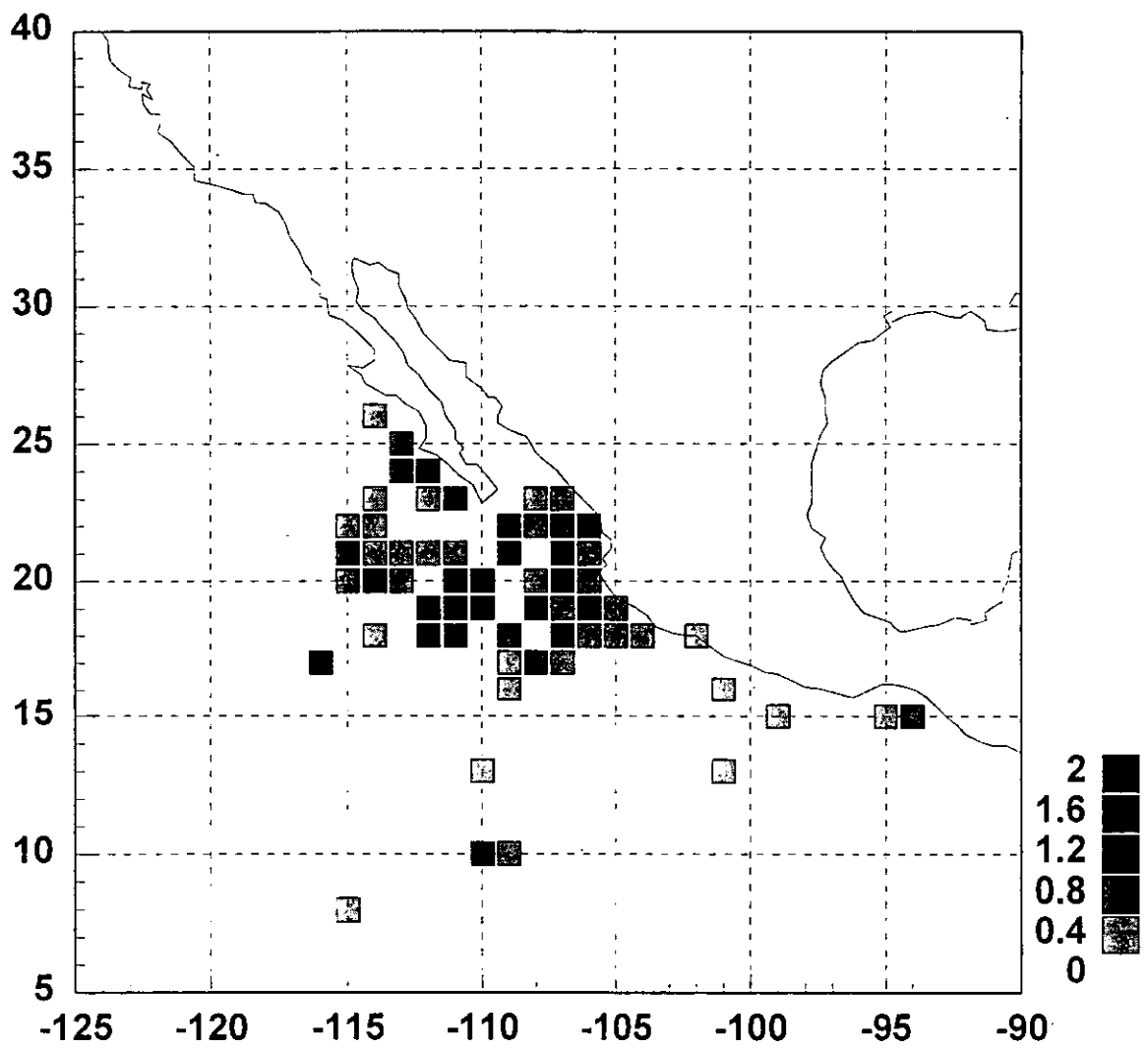


Figura 8. Abundancia de tiburón azul. En la gráfica se observa la mayor abundancia en zonas donde la temperatura del mar no es muy elevada.

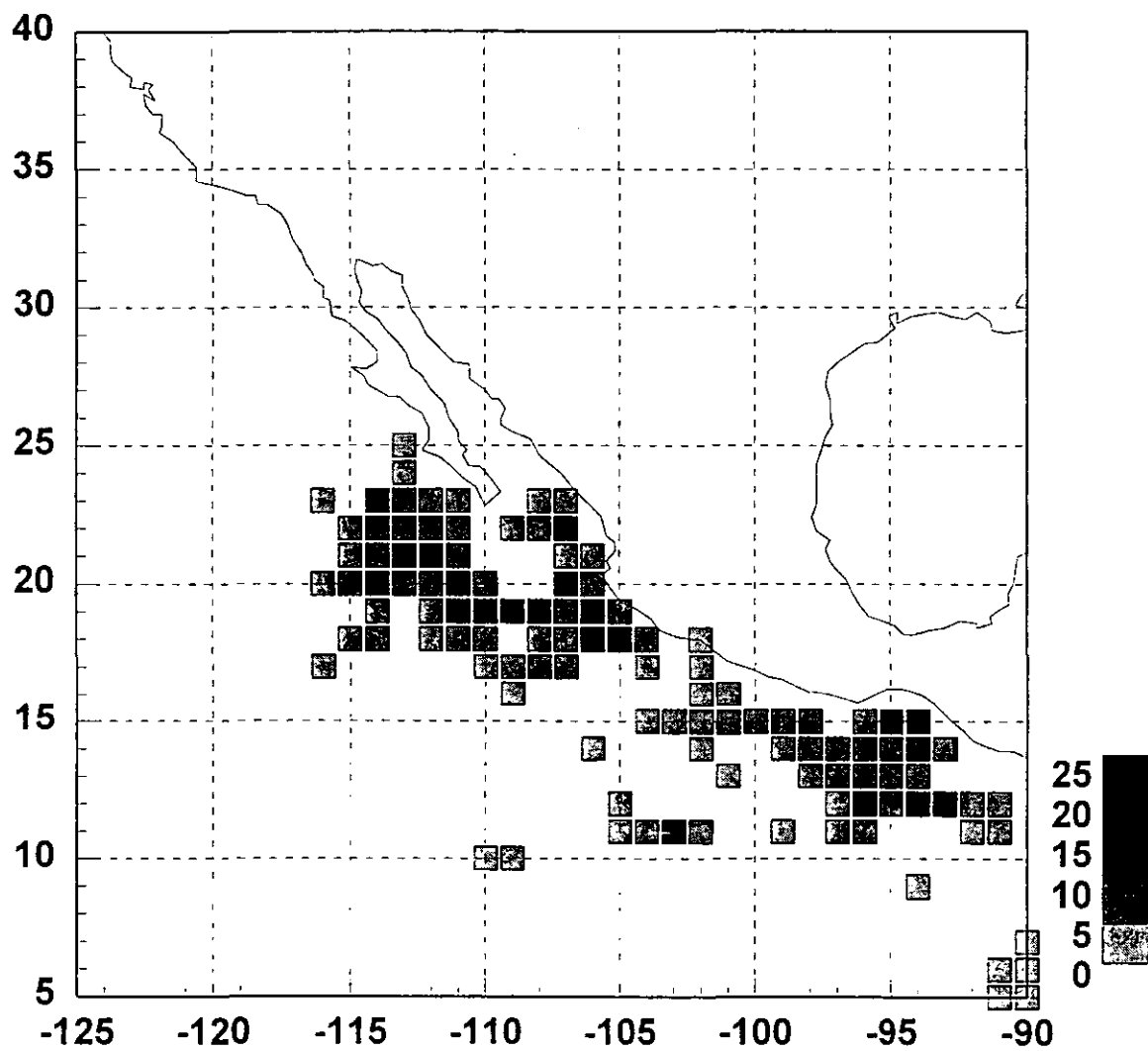


Figura 9. Gráfica de distribución geográfica de tiburón martillo del género *Sphyrna*. Se observa que estos tiburones se extienden a lo largo de todo el Pacífico mexicano incluso llegando a latitudes muy bajas.

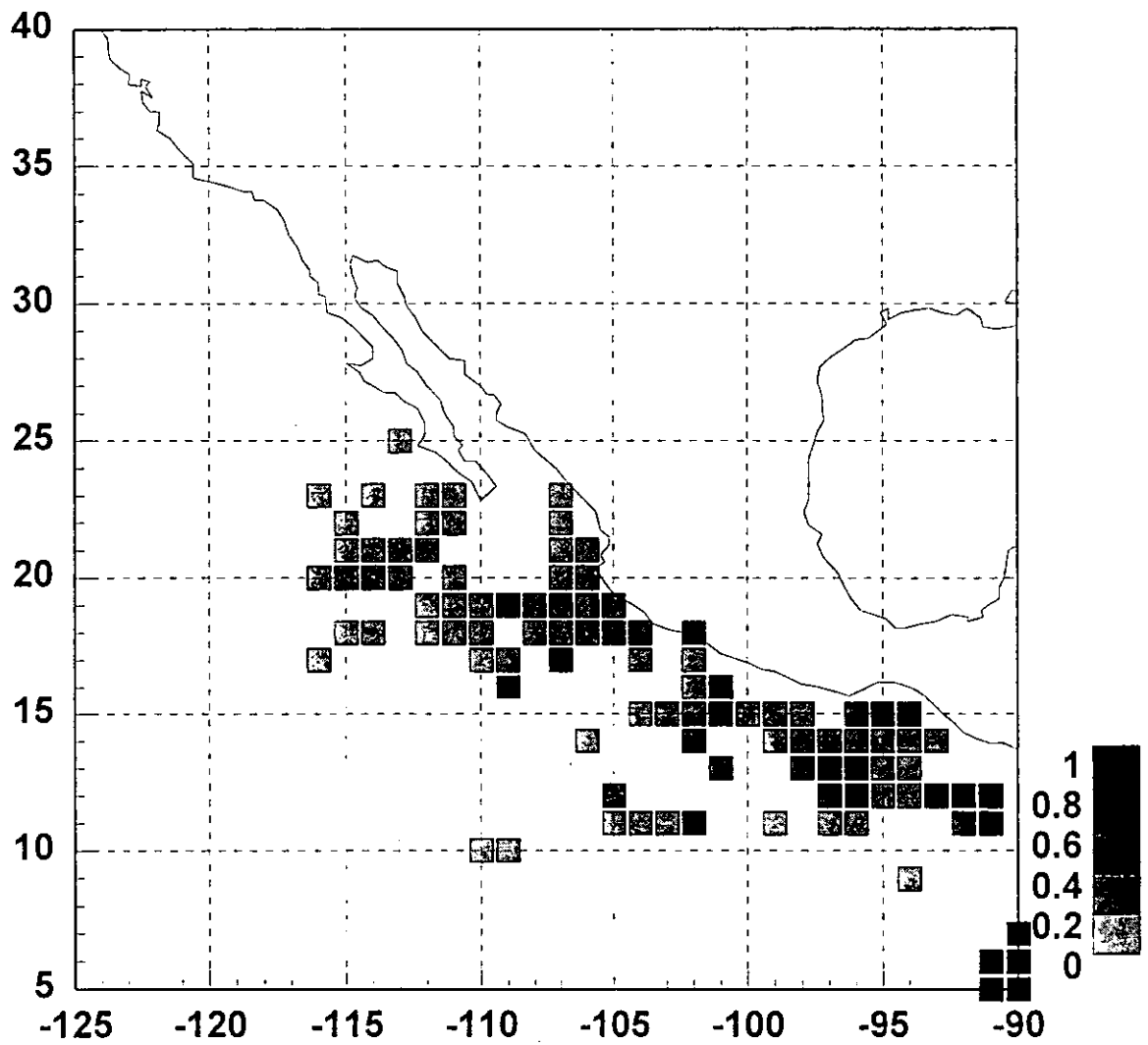


Figura 10. Probabilidad de ocurrencia de captura de tiburón martillo. Obsérvese que la mayor ocurrencia de captura es hacia latitudes muy bajas.

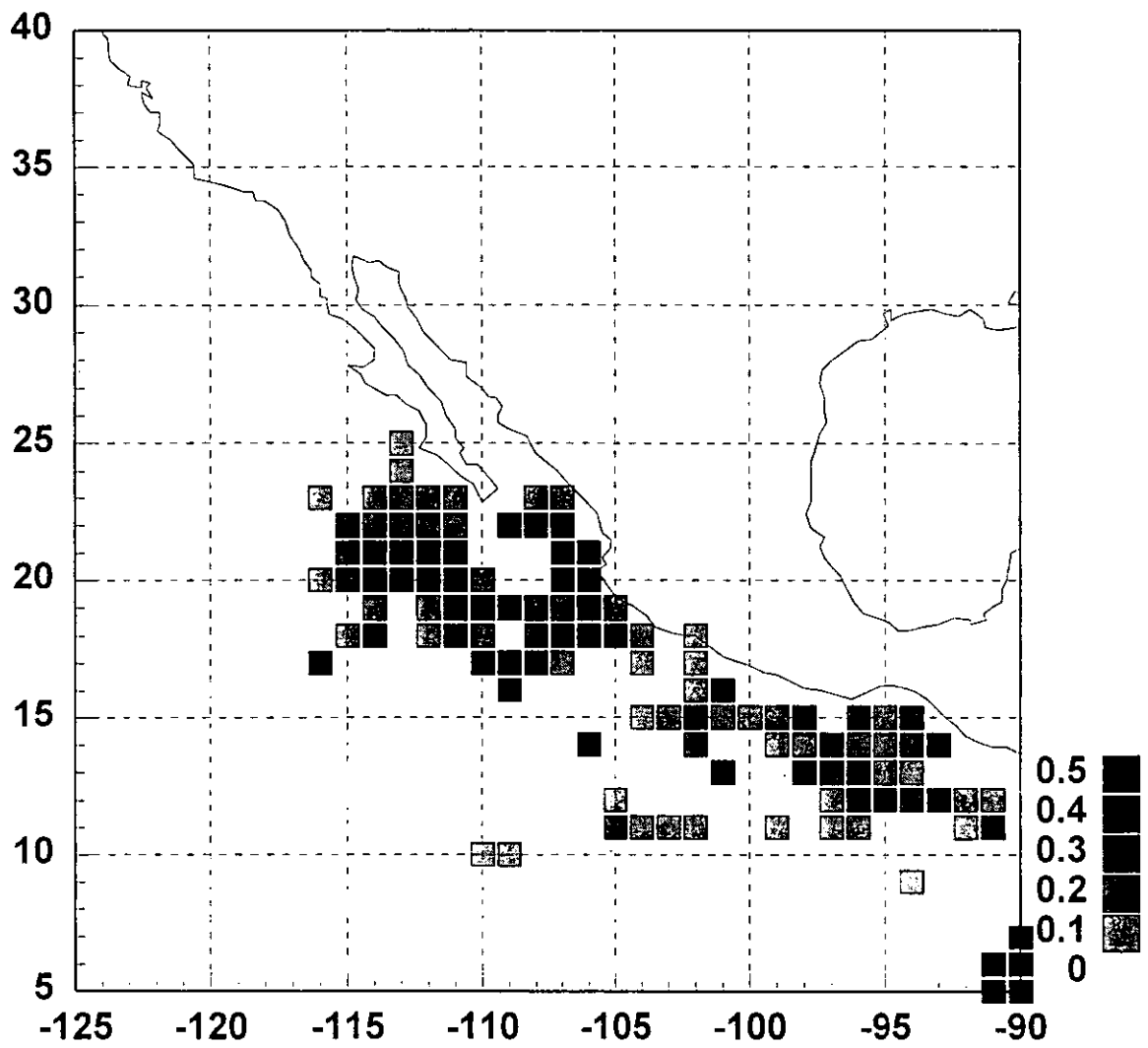


Figura 11. Zona de abundancia relativa de tiburón martillo. Se observa alta abundancia hacia latitudes muy bajas.

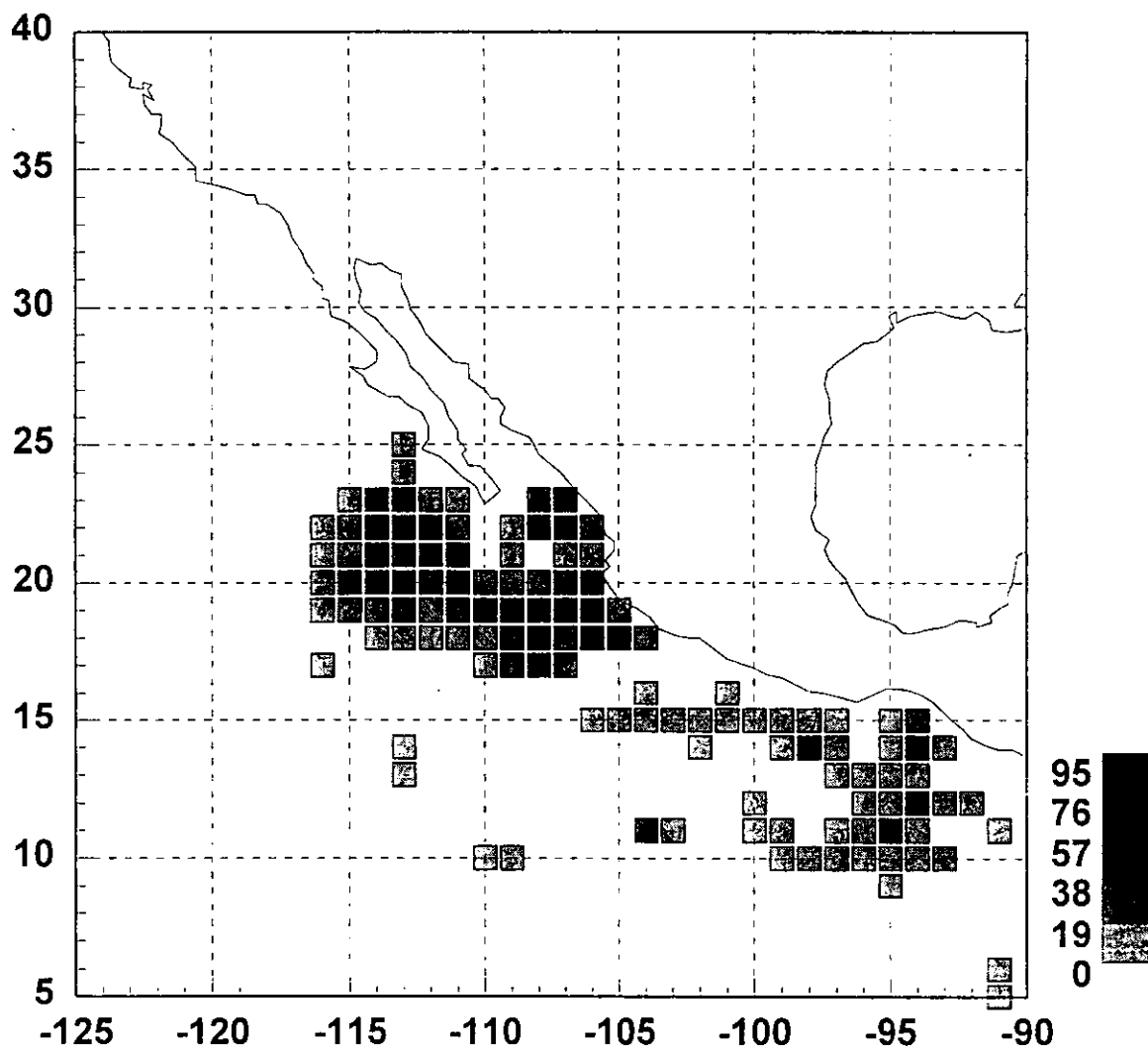


Figura 12. Zona de presencia de tiburón coludo (*Alopias spp.*) en el Pacífico mexicano. Obsérvese que la mayor frecuencia de este tiburón coincide con la zona de mayor frecuencia de lances totales efectuados por la flota (ver figura 1).

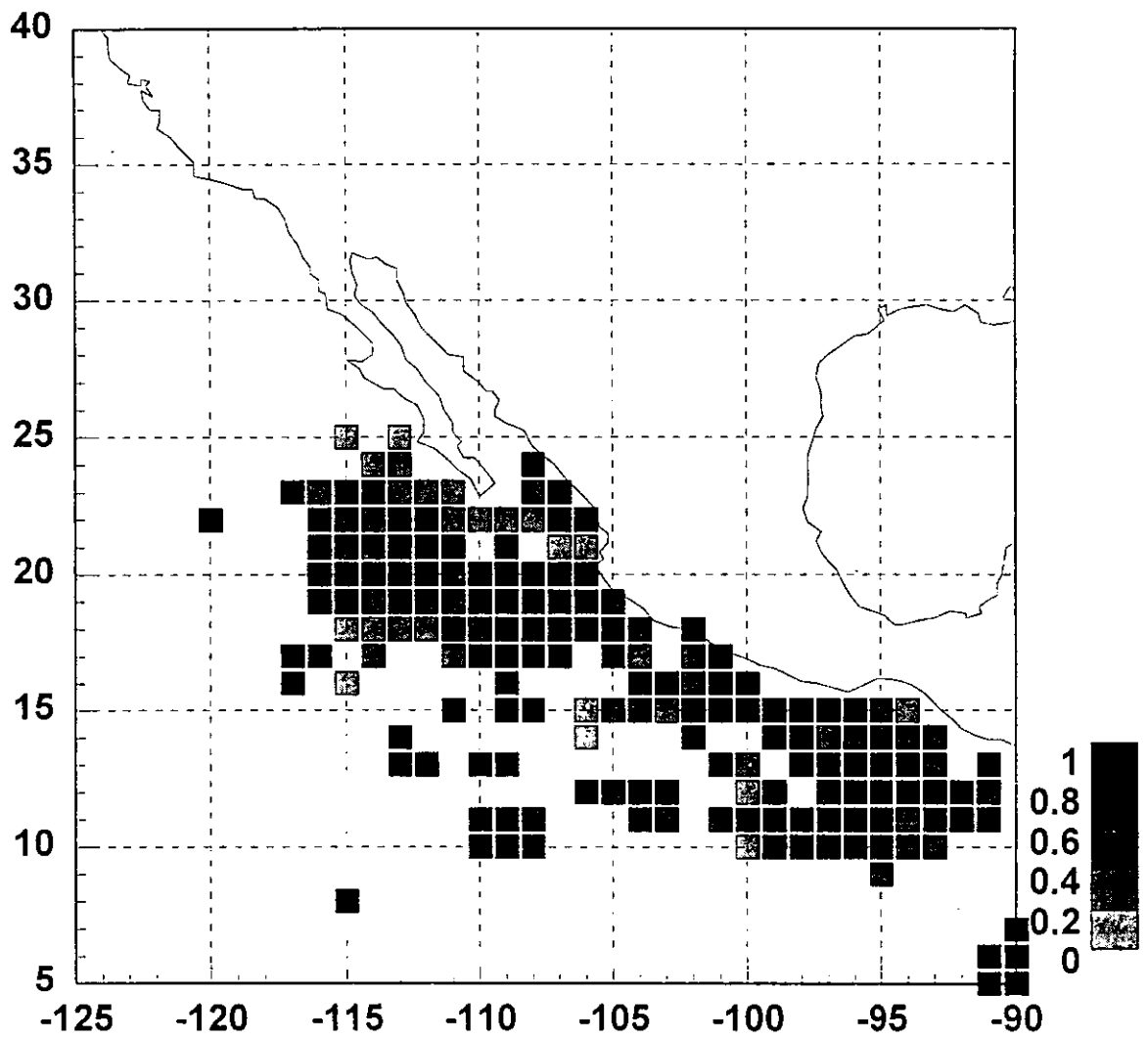


Figura 13. En la gráfica se observan la zonas de mayor probabilidad de captura de tiburón coludo.

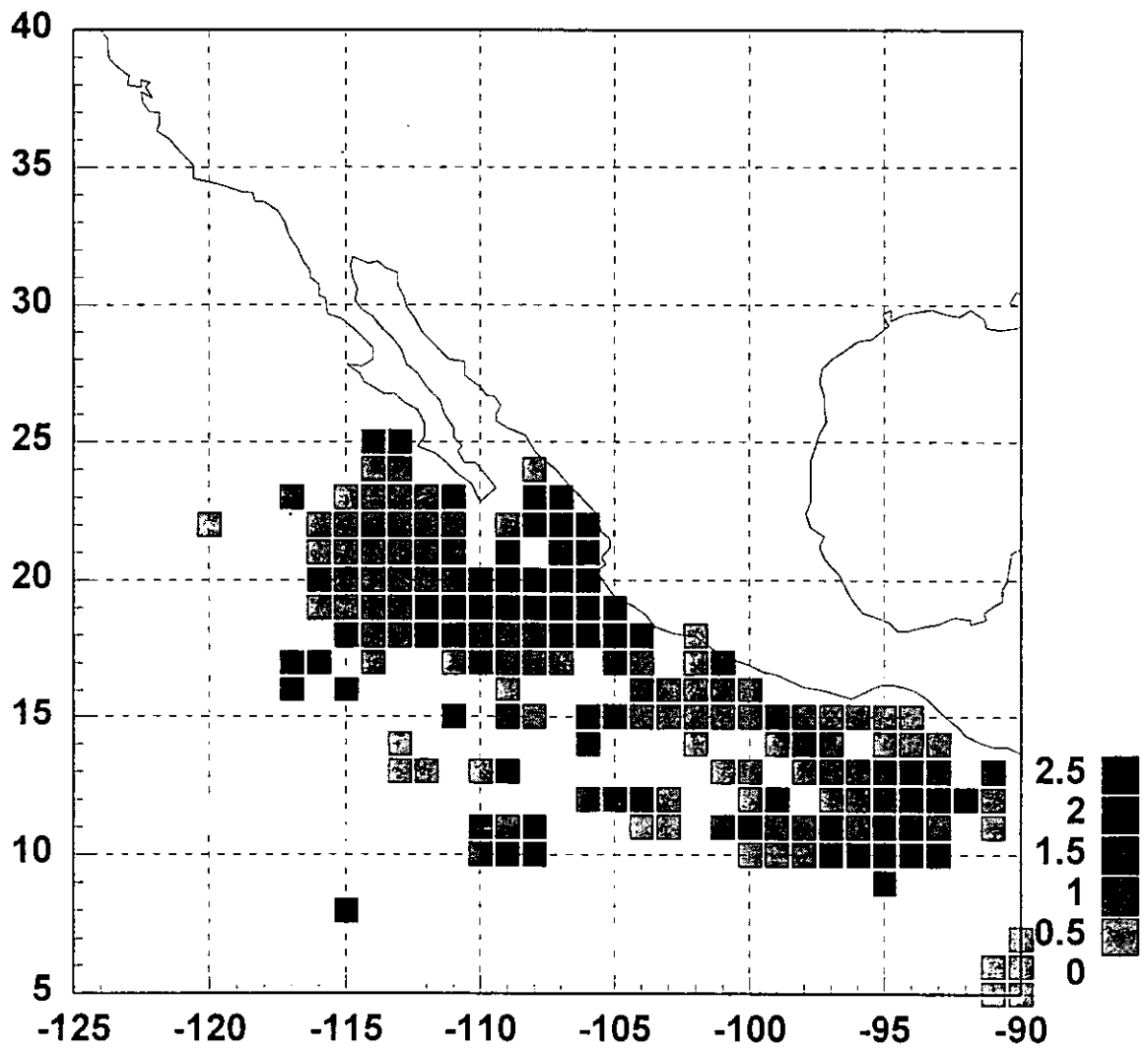


Figura 14. Zona de mayor abundancia de tiburón coludo. Obsérvese que la mayor abundancia tiende a la zona de temperatura menor.

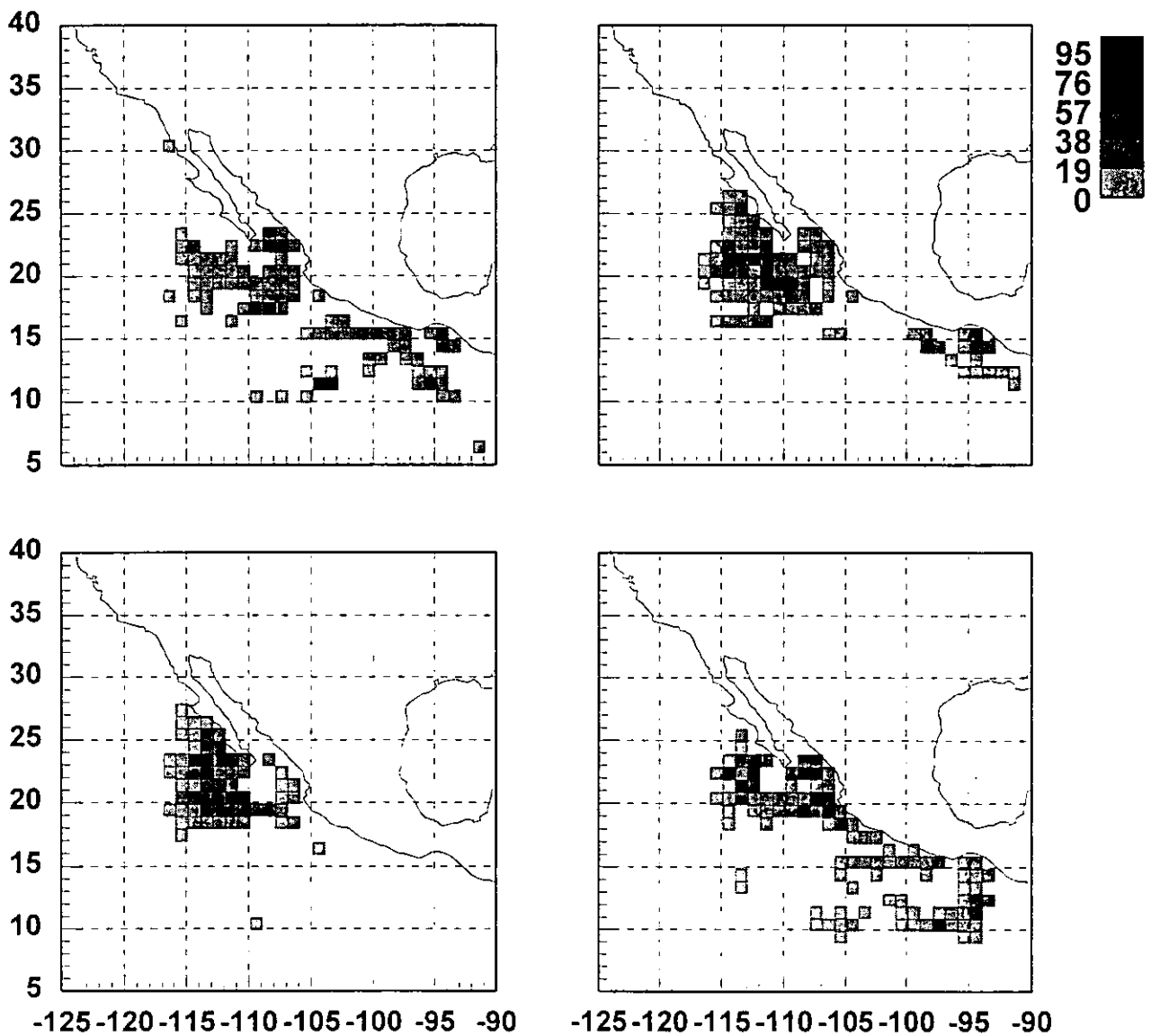


Figura 15. Distribución estacional de lances efectuados por la flota de palángre. Arriba a la izquierda, primavera; arriba a la derecha, verano; abajo a la izquierda otoño, abajo a la derecha, invierno. Observe que durante primavera e invierno los lances se extienden uniformemente a todo lo largo del área de estudio en tanto que durante verano y otoño los lances se concentran mayormente en la zona 1 de muestreo (porción media y norte del Pacífico mexicano).

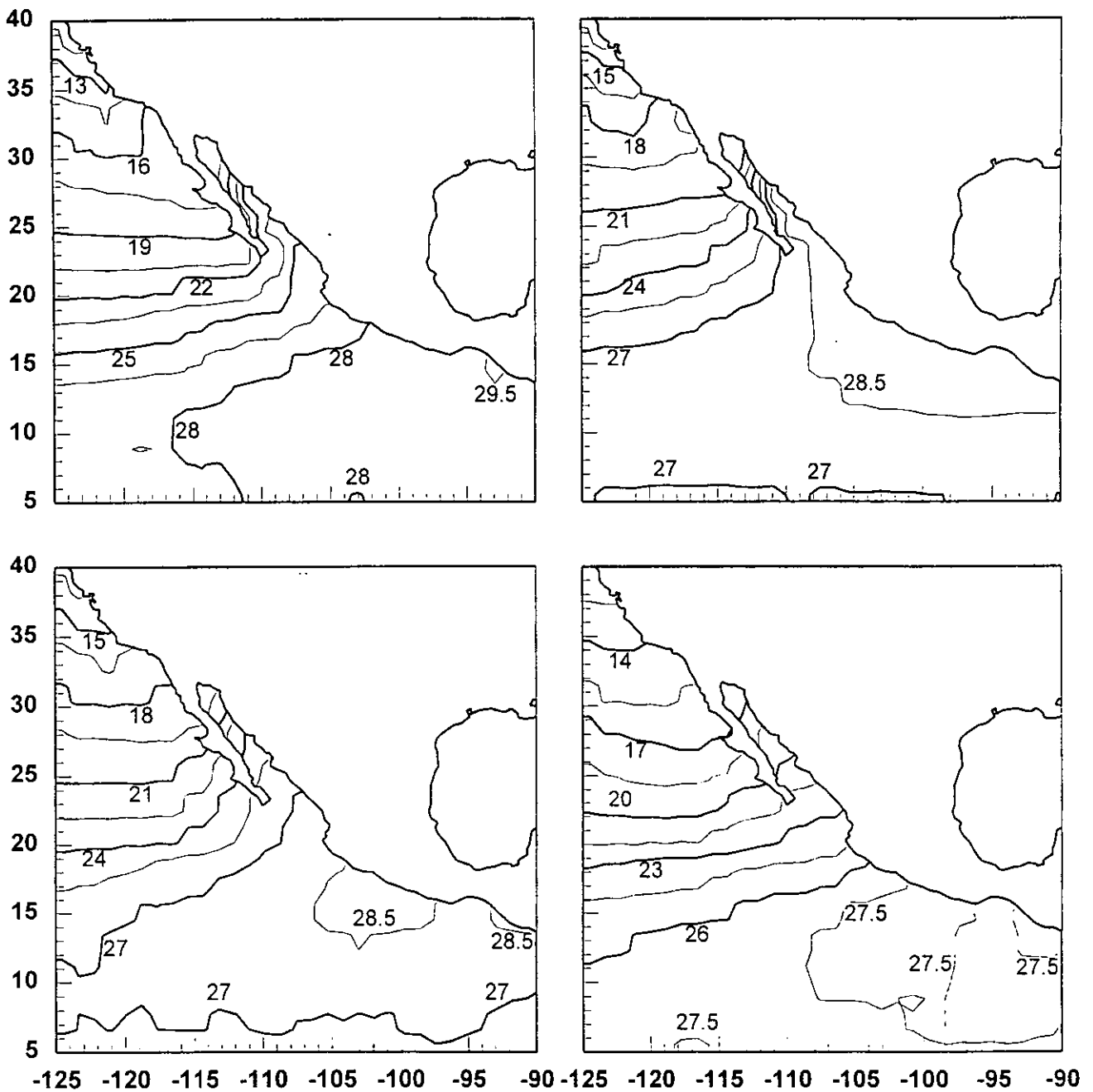


Figura 16. Gradiente térmico oceánico por estaciones del año correspondiente al periodo de operación de la flota (1983-1990). Observe que durante primavera e invierno el desplazamiento del gradiente de temperatura es hacia abajo (siendo por tanto estaciones frías), en tanto que durante verano y otoño el desplazamiento del gradiente es hacia arriba (siendo por tanto estaciones cálidas).

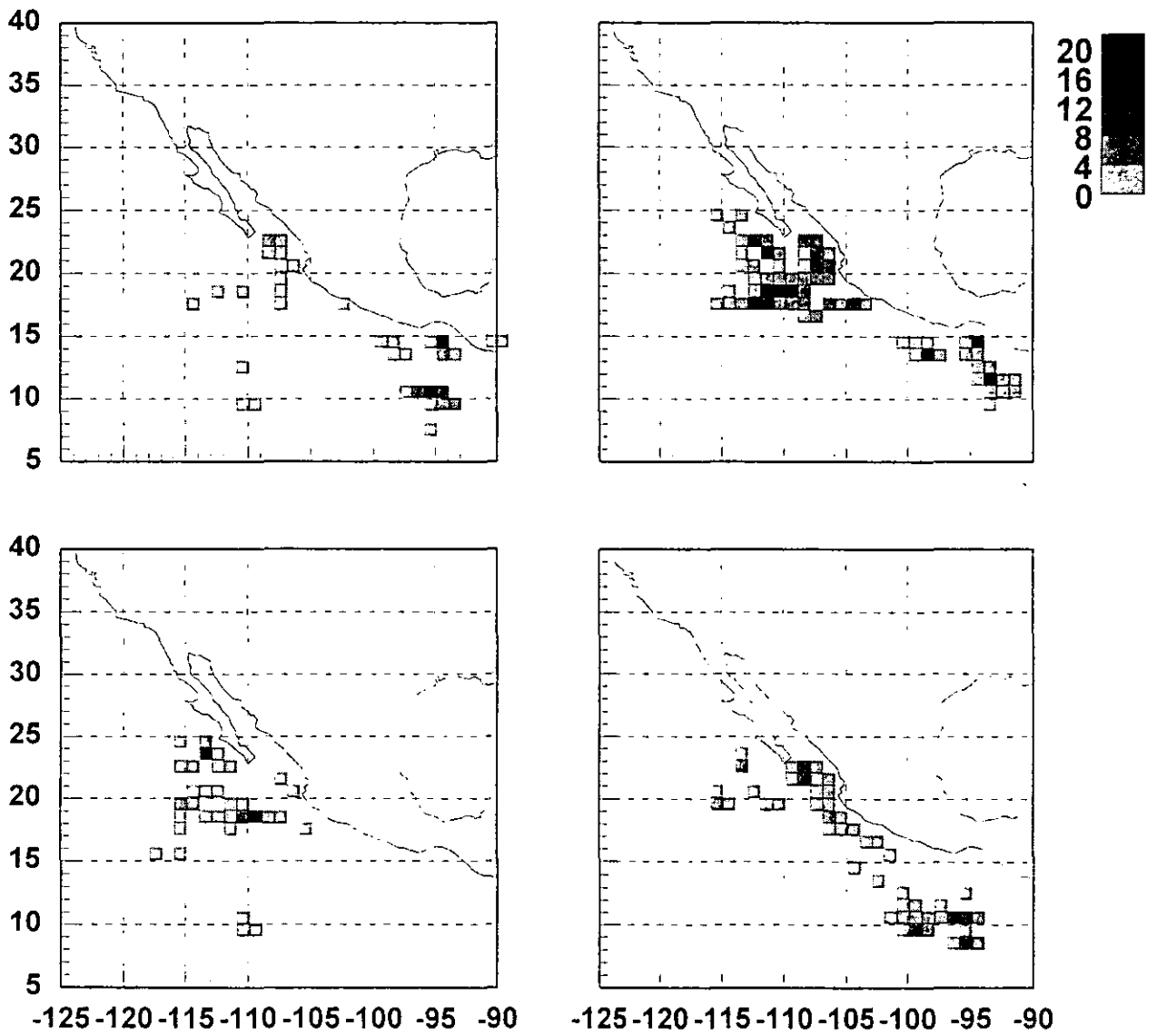


Figura 17. En la gráfica se observa la presencia estacional de tiburón blanco. Se observa más frecuencia durante la estación de verano y menos durante primavera.

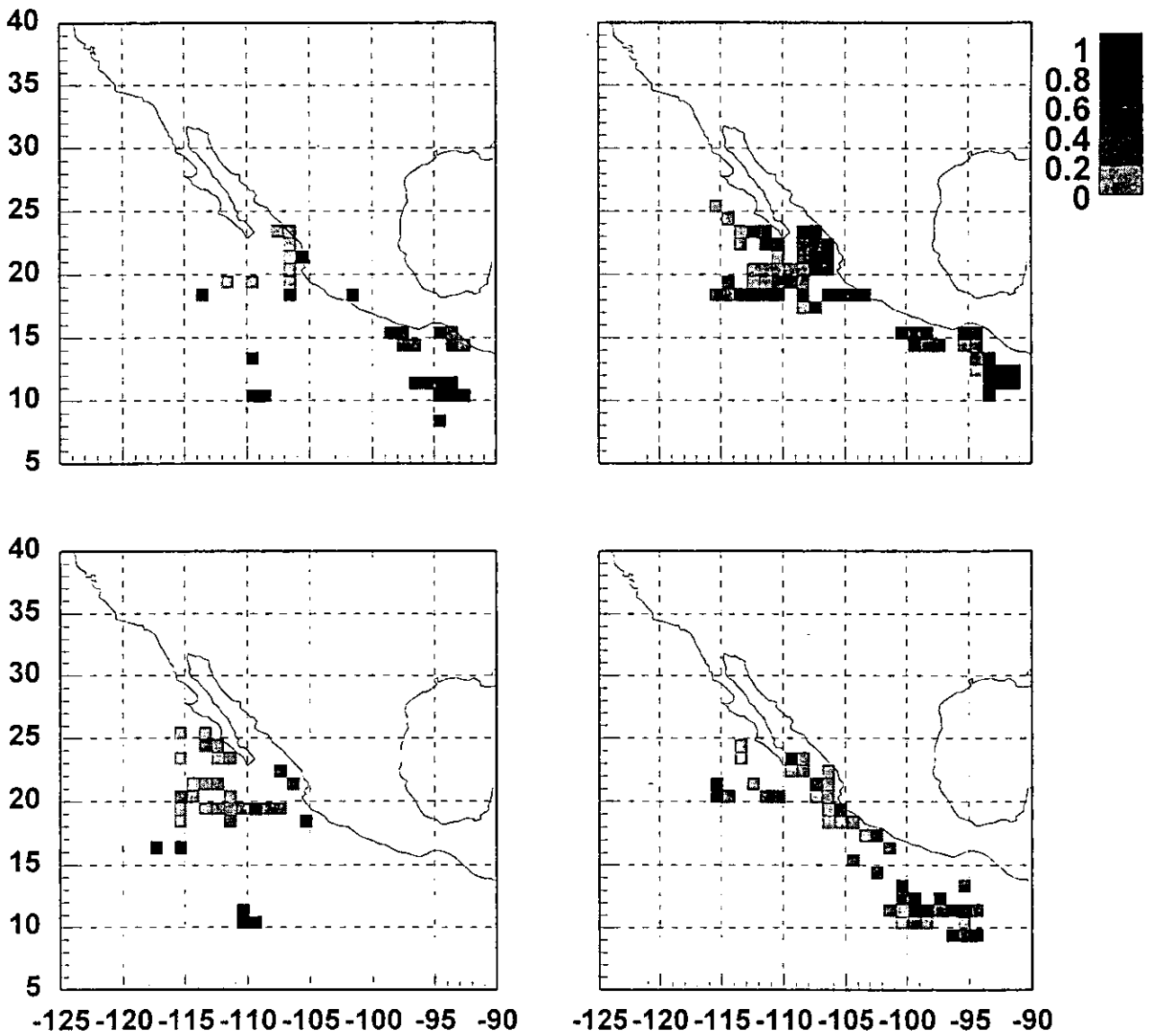


Figura 18. Probabilidad de captura de tiburón blanco (*C. carcharias*) de acuerdo a las estaciones del año. Se observa más ocurrencia en la captura de verano. También se observa que durante el verano el área de mayor probabilidad de captura es la zona sur del Pacífico mexicano (donde prevalece alta temperatura).

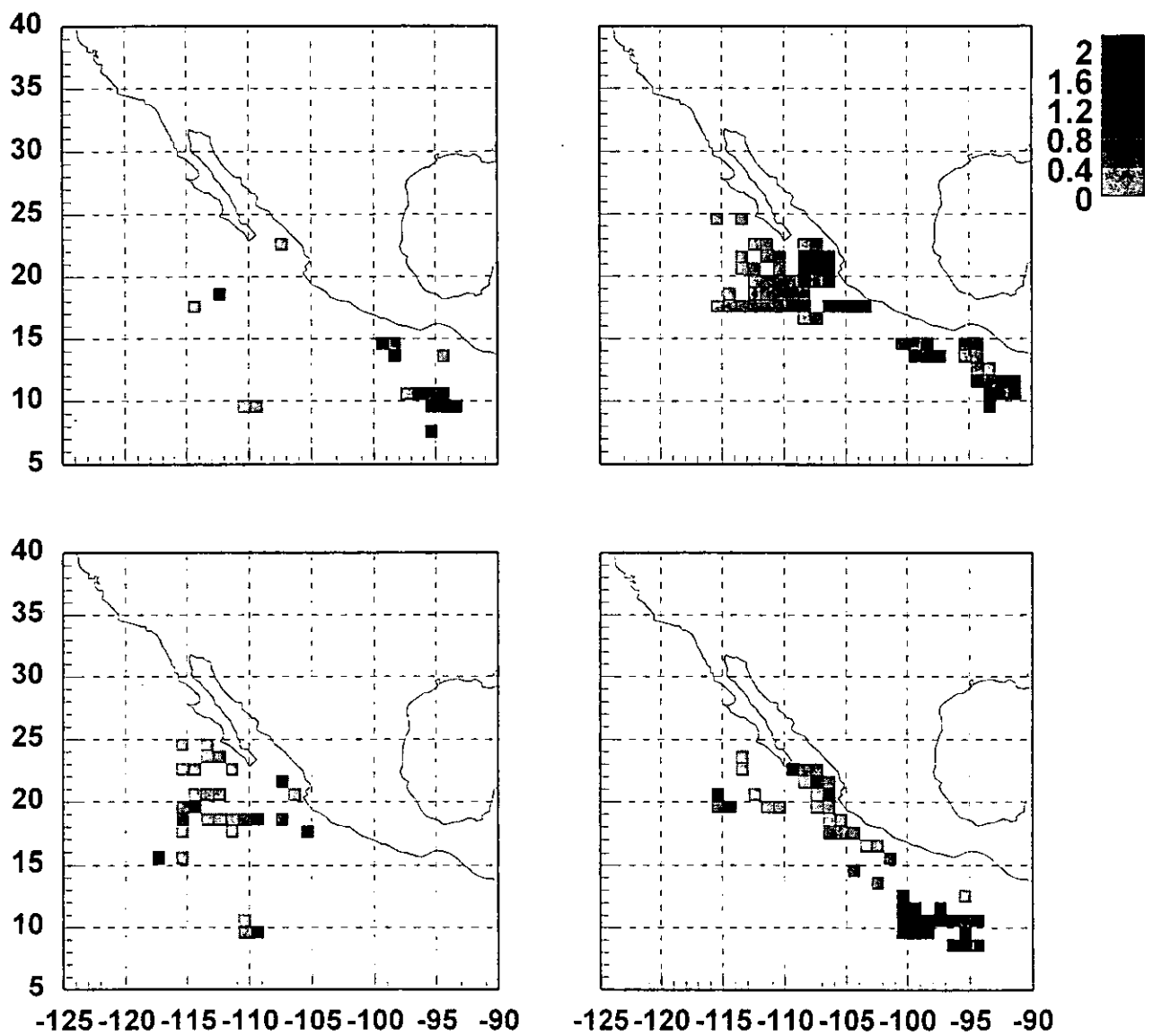


Figura 19. Variabilidad estacional de la abundancia relativa de tiburón blanco (*C. carcharias*). La gráfica sugiere un desplazamiento de la abundancia hacia el norte durante el verano y un desplazamiento hacia el sur durante invierno.

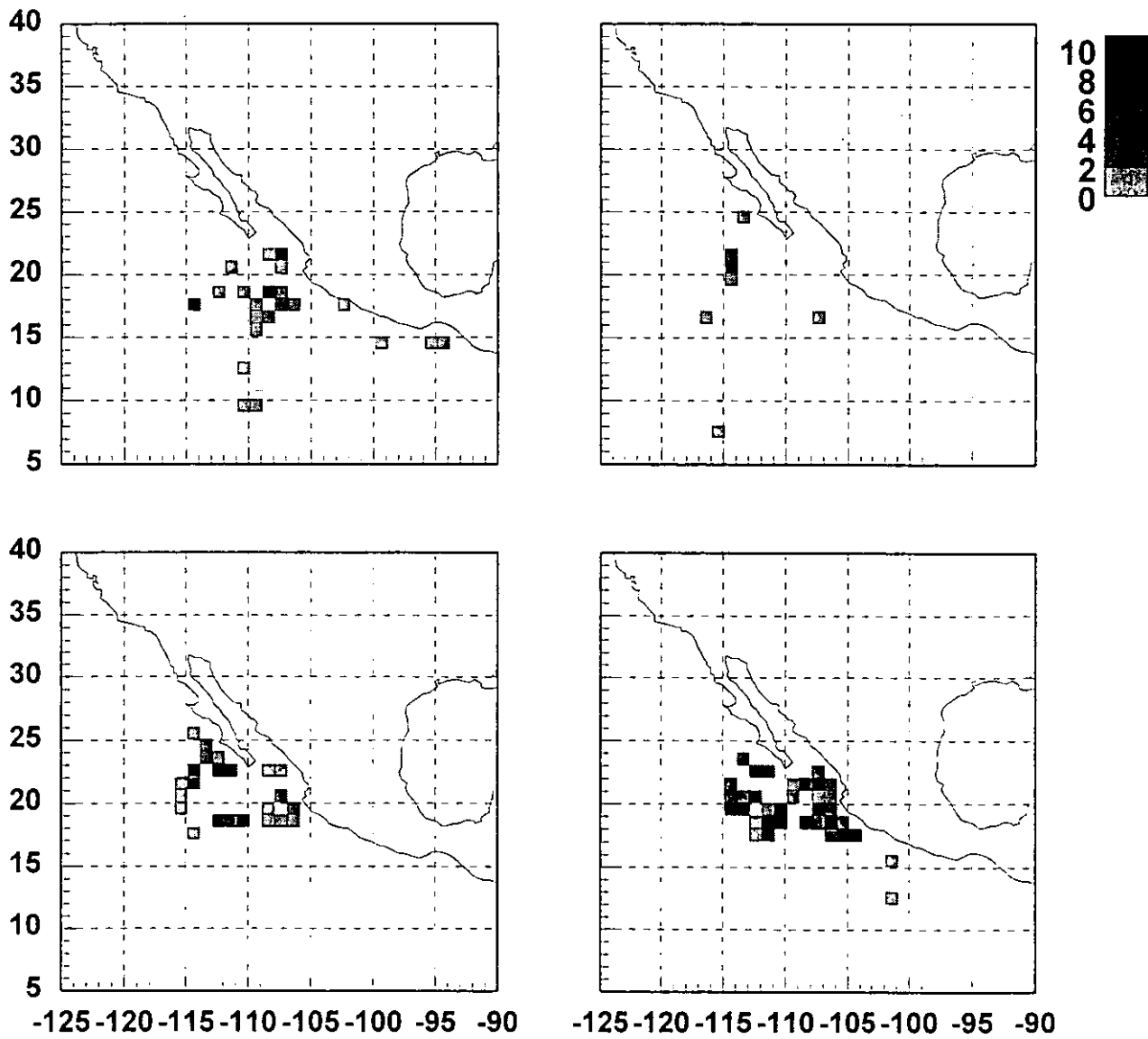


Figura 20. Distribución geográfica de tiburón azul de acuerdo a las estaciones del año. Obsérvese la ausencia de este tiburón durante la estación de verano y su mayor presencia durante invierno.

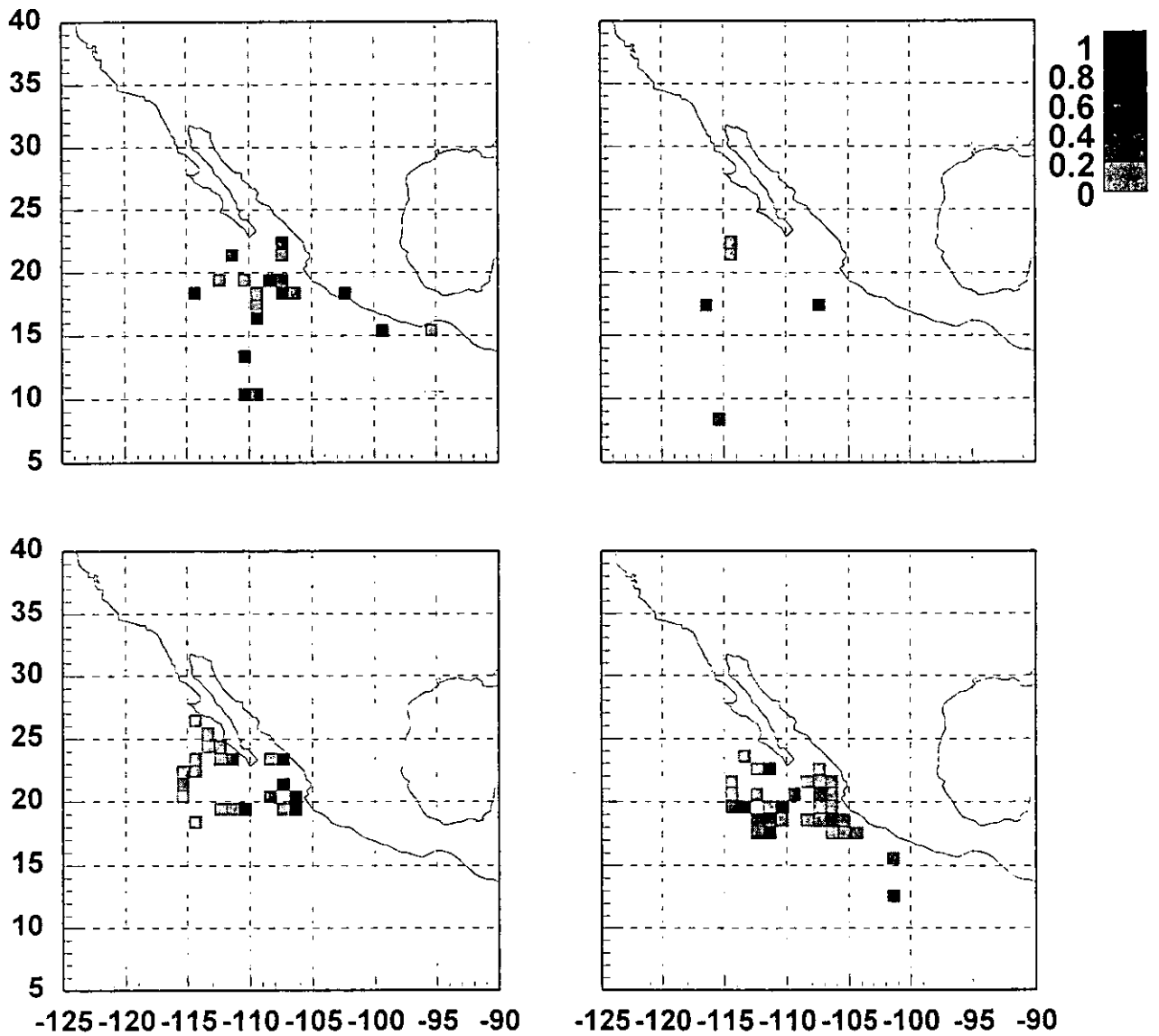


Figura 21. En la gráfica se observa alta probabilidad de captura de tiburón azul durante primavera e invierno y baja probabilidad durante verano.

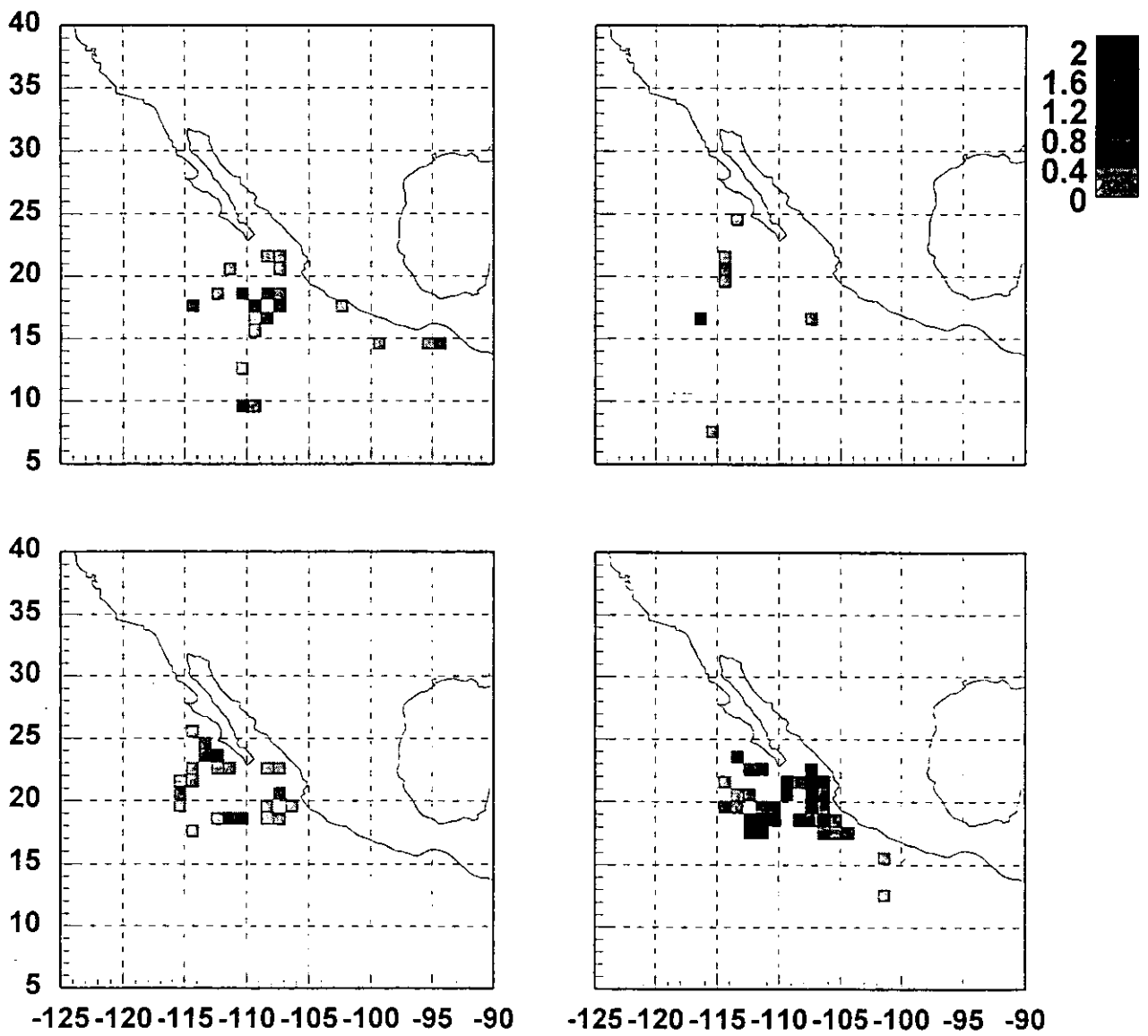


Figura 22. Se observa la mayor abundancia de tiburón azul durante la estación de invierno.

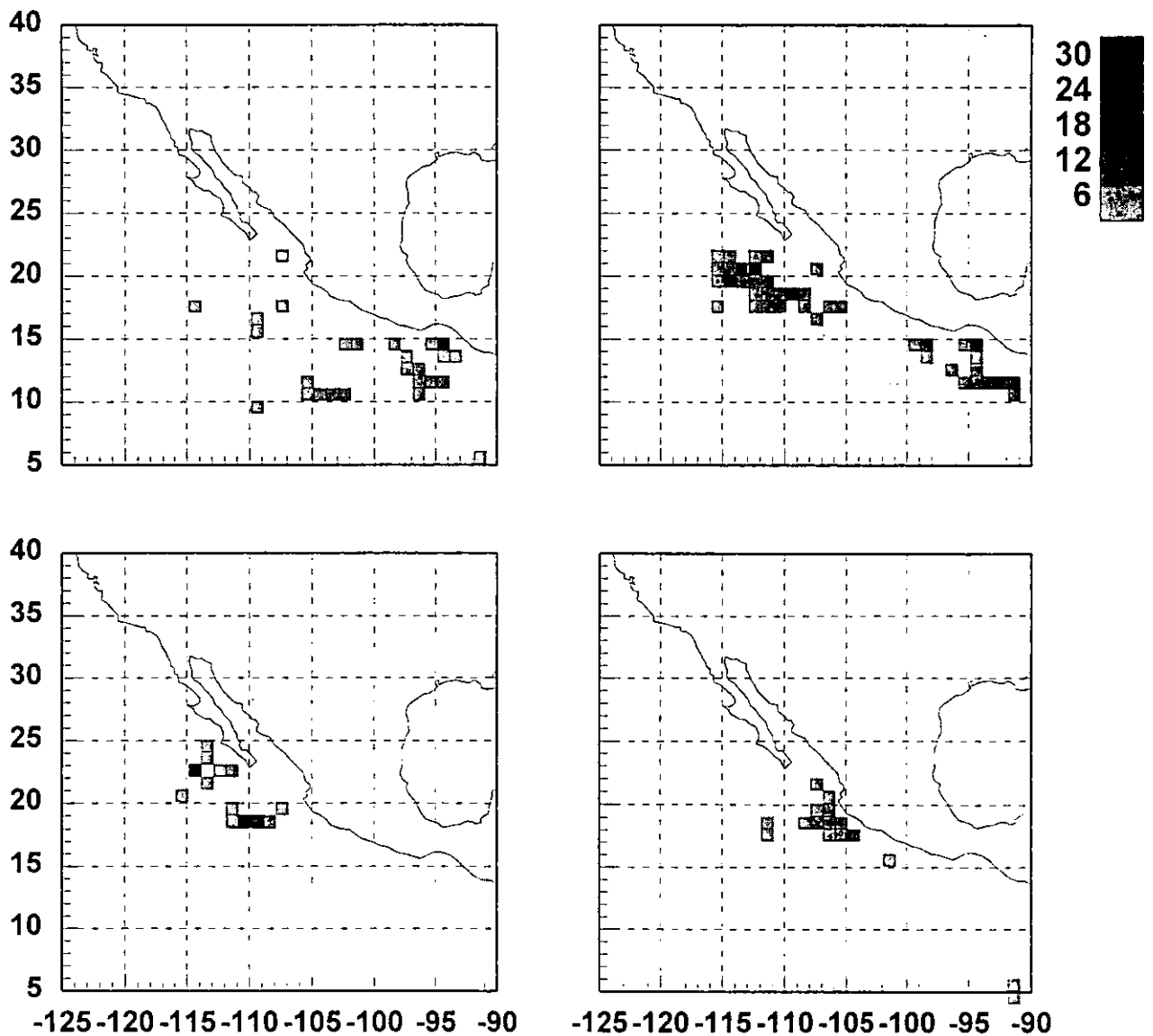


Figura 23. Distribución de la presencia de tiburón martillo durante las estaciones del año. Se observa frecuente presencia de este tiburón durante la estación de verano, mientras que en primavera (estación fría) la presencia tiende hacia latitudes bajas dentro de la región de temperatura elevada.

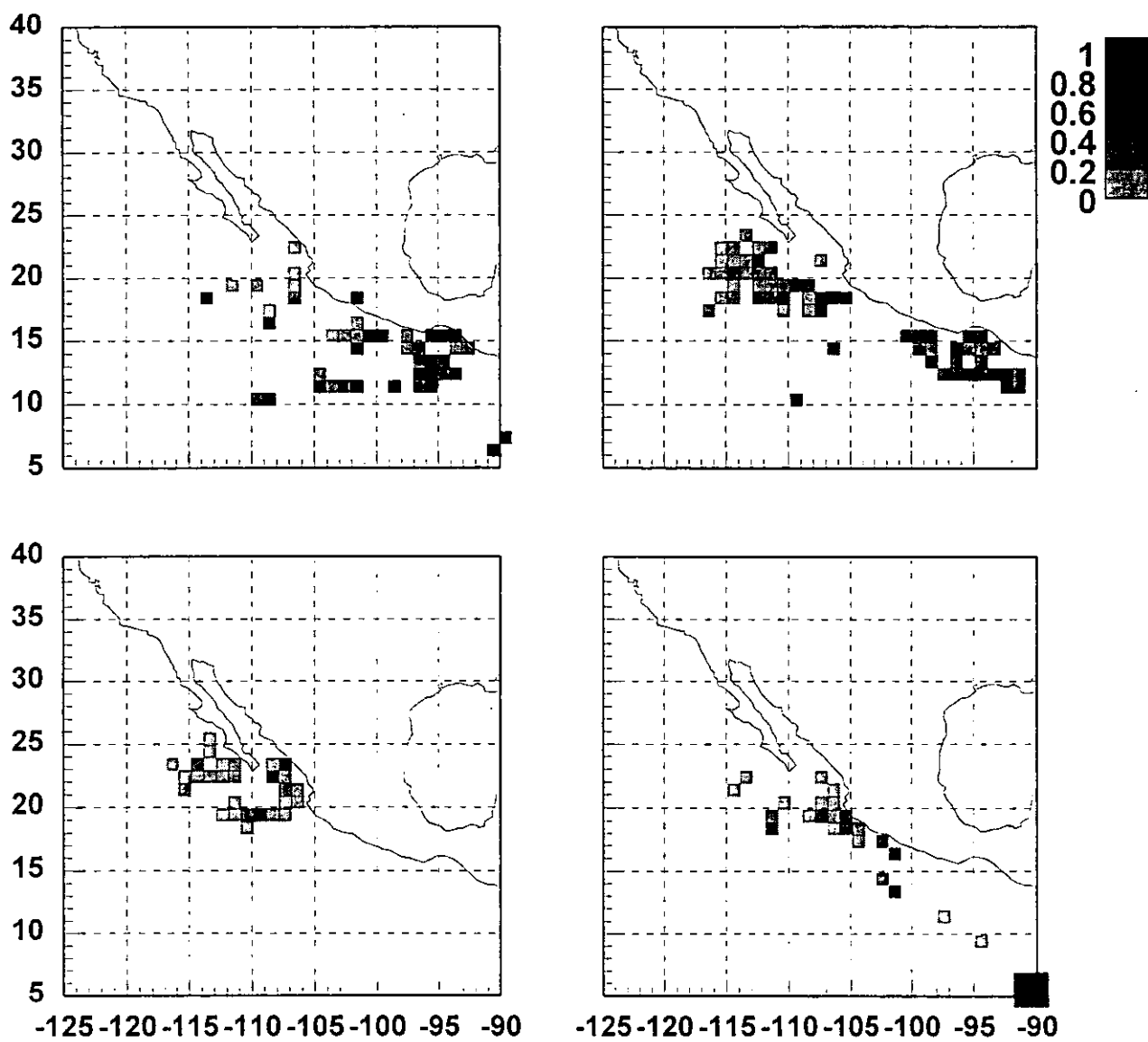


Figura 24. Gráfica de probabilidad de captura de tiburón martillo de acuerdo a las estaciones del año. Se observa mayor ocurrencia de captura hacia latitudes bajas durante primavera e invierno (estaciones frías).

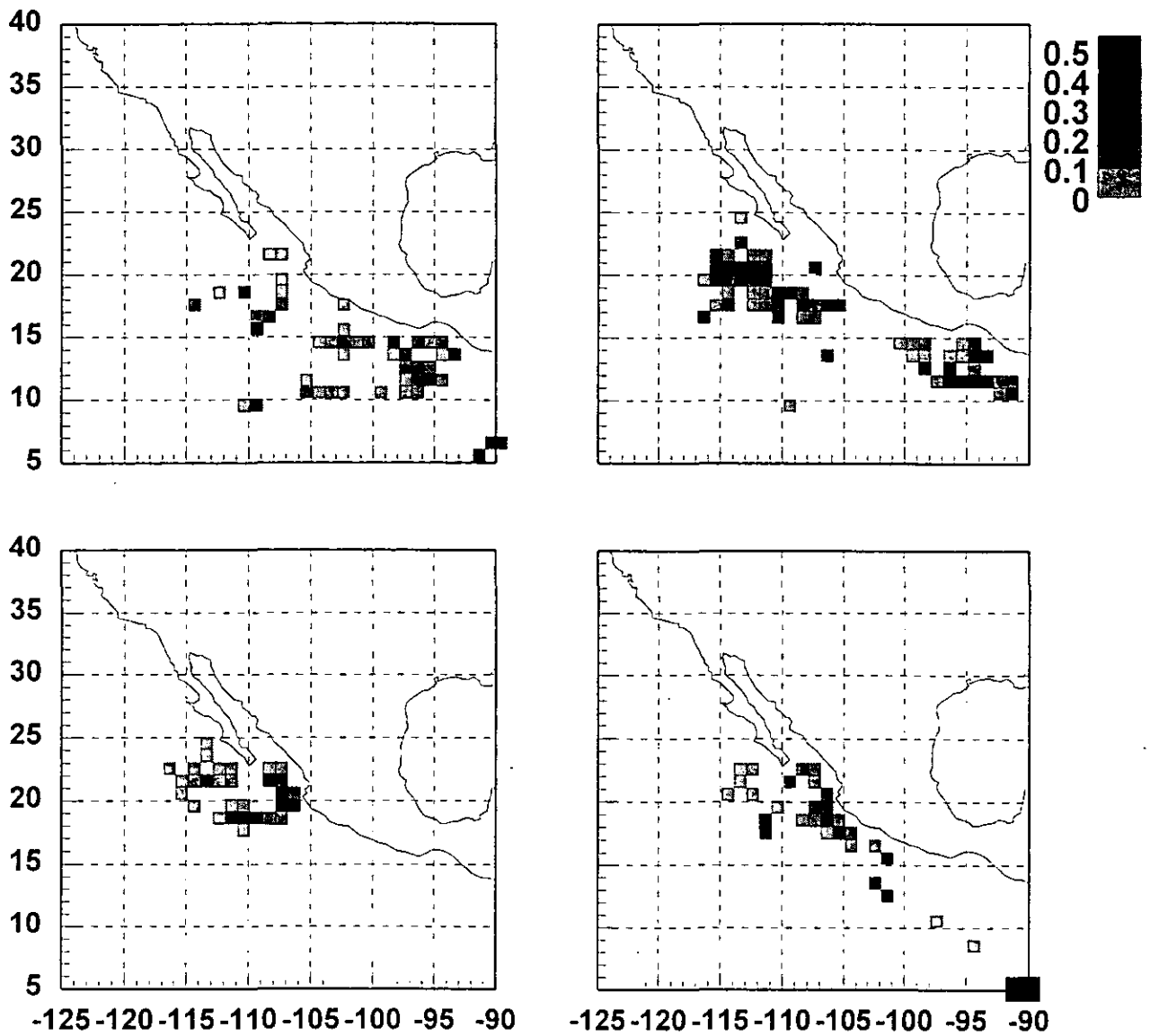


Figura 25. Distribución estacional de la abundancia de *Sphyrna*. La gráfica sugiere un desplazamiento de la abundancia hacia el norte durante verano y un repliegue hacia el sur (hasta latitudes muy bajas) durante invierno y primavera.

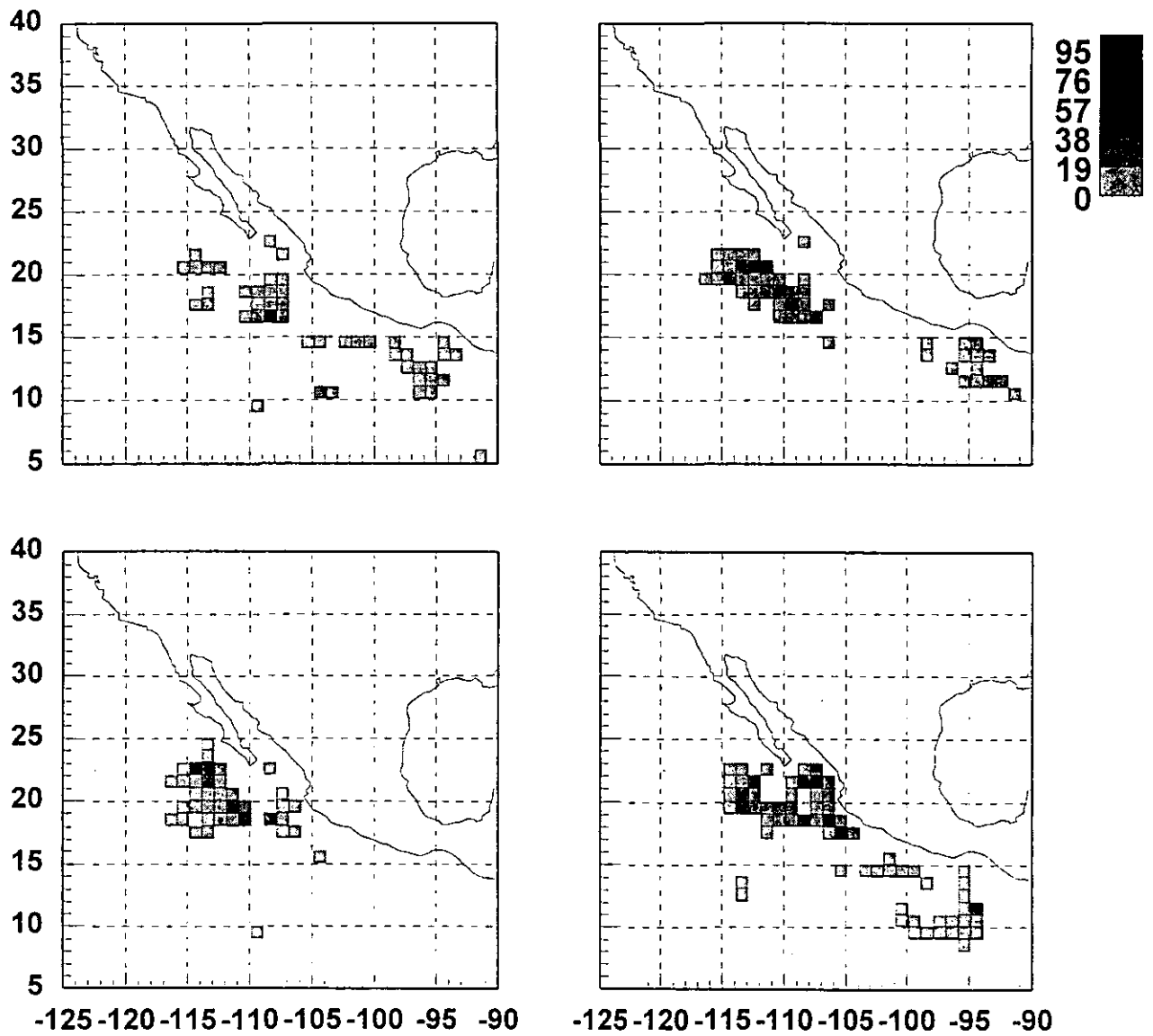


Figura 26. Distribución geográfica de tiburones del género *Alopias* durante las estaciones del año. Se observa correspondencia entre la presencia de tiburón coludo y el despliegue de esfuerzo pesquero en la zona de estudio (ver Figura 15).

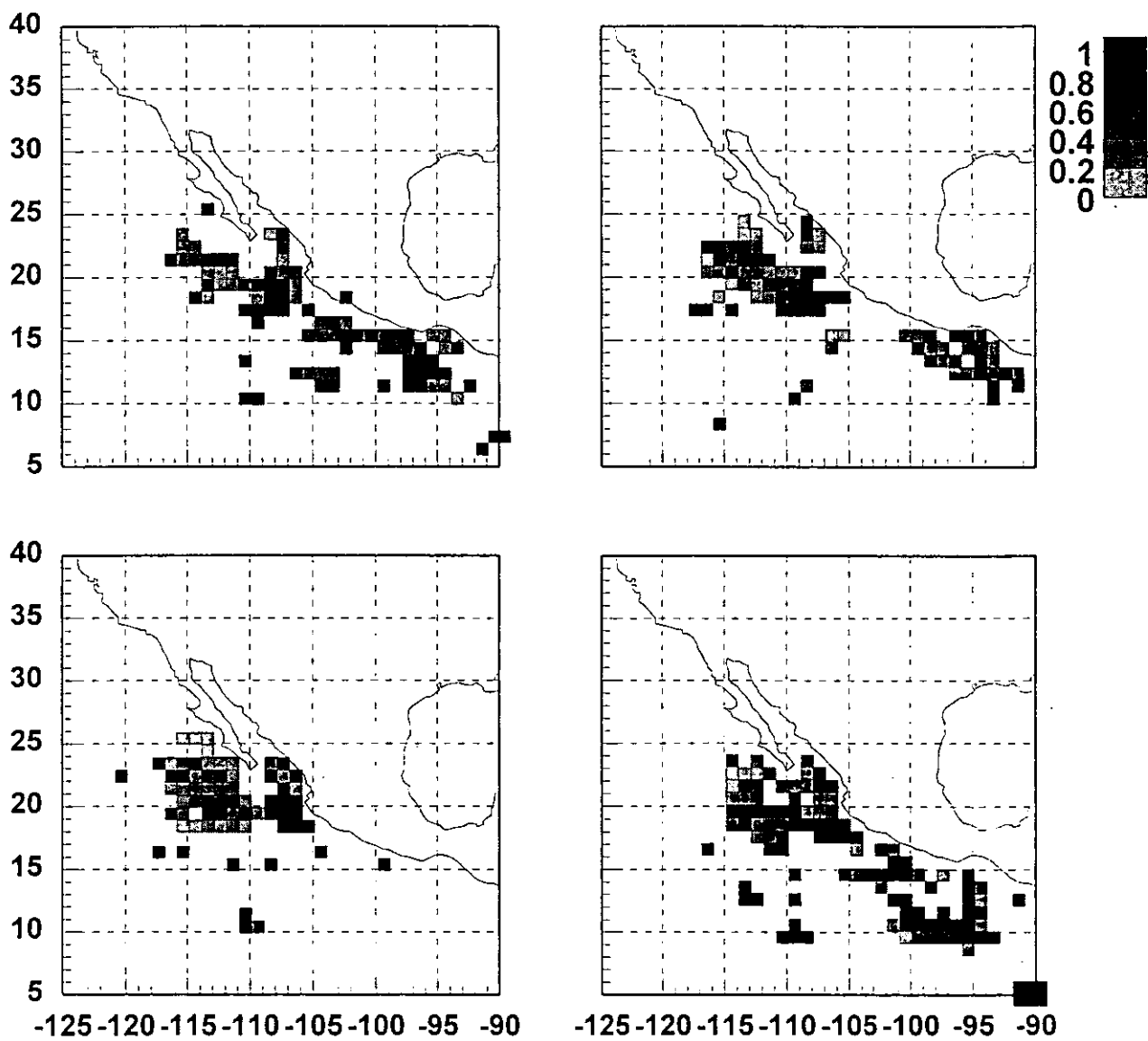


Figura 27. En la gráfica se observa que este tiburón es altamente susceptible a la captura durante las cuatro estaciones del año.

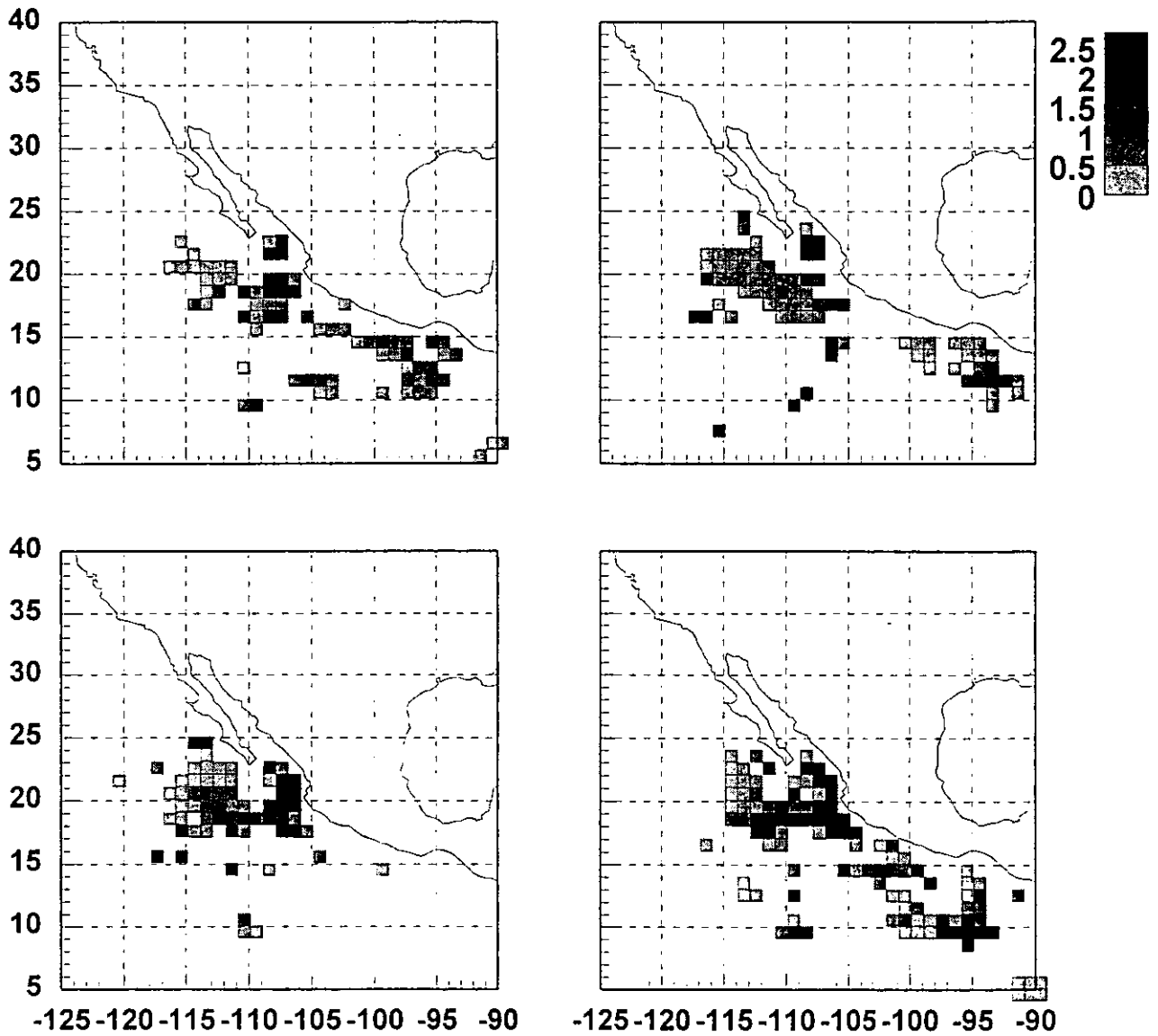


Figura 28. Distribución estacional de la abundancia de tiburón coludo. Se observa que invariablemente este tiburón tiene mayor abundancia hacia una zona donde la temperatura del mar es menor (altura de Jalisco). En tanto que la mayor abundancia se observa durante invierno.

Ocurrencia Estacional

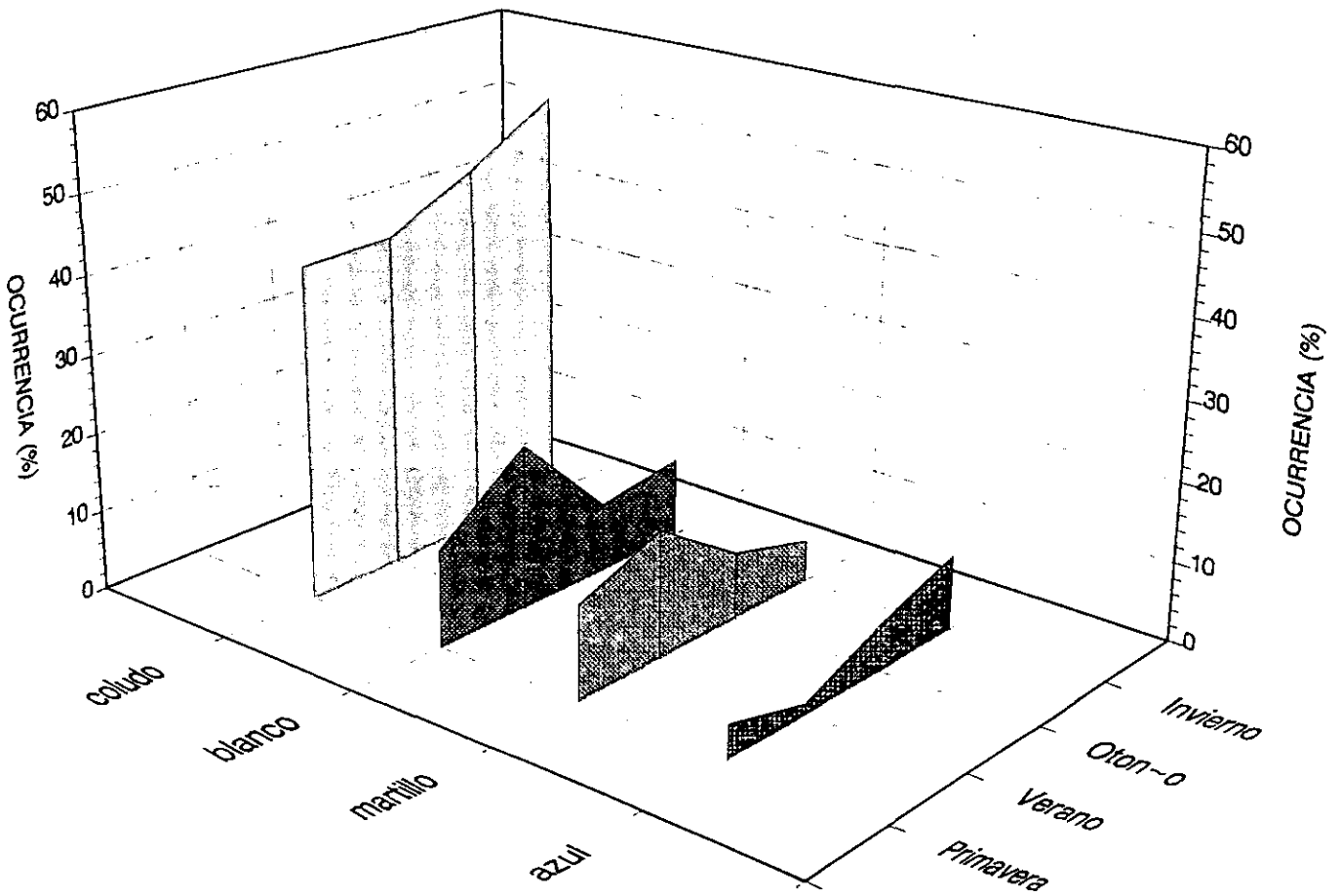


Figura 29. Se observa la ocurrencia estacional de los diferentes tipos de tiburón. El porcentaje de ocurrencia en este caso corresponde al número de lances con captura positiva de tiburón efectuados en una estación determinada, con respecto al número de lances totales efectuados para la misma estación.

Abundancia relativa estacional

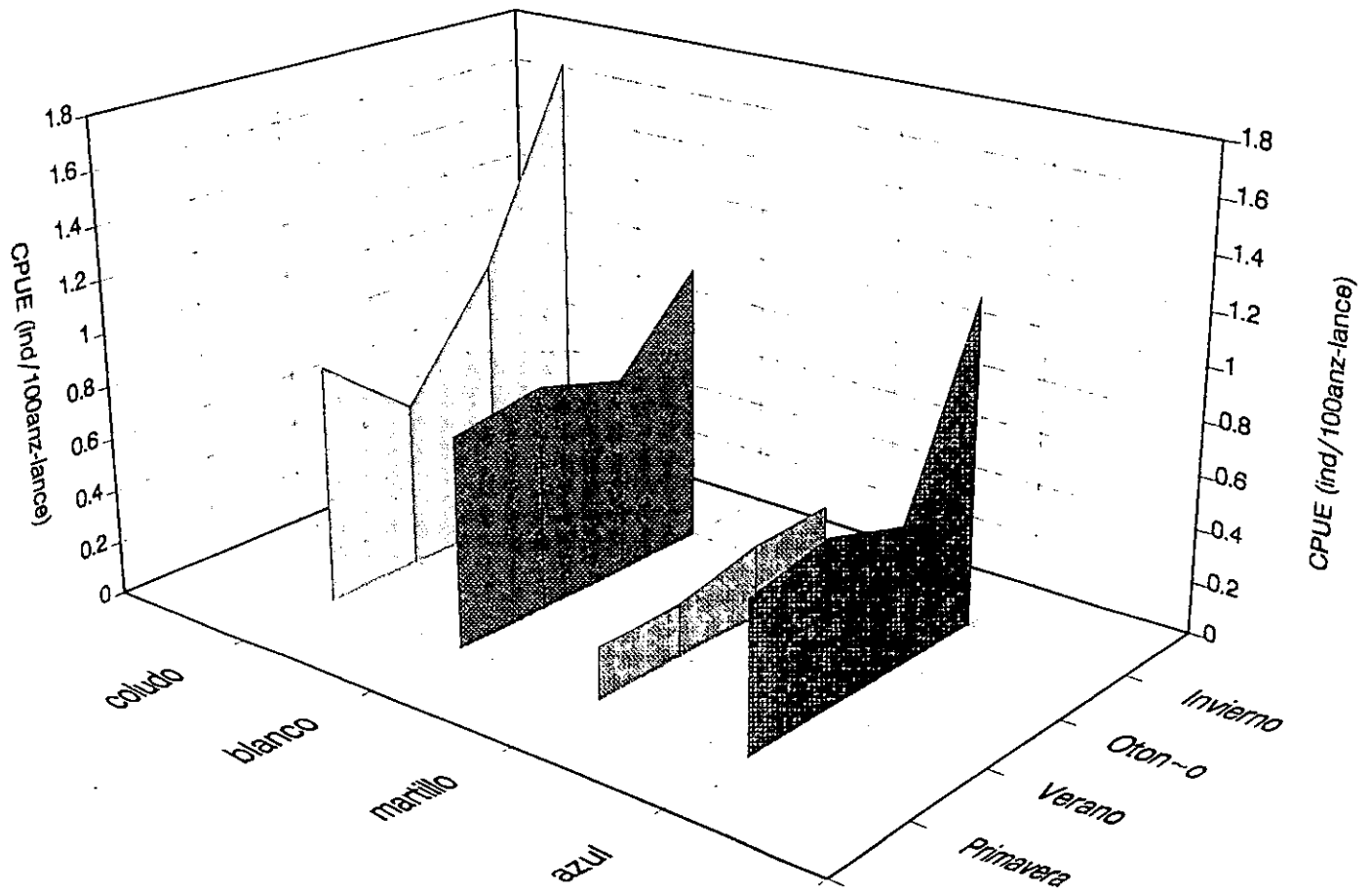


Figura 30. En la gráfica se observa el valor promedio de la abundancia relativa para cada tipo de tiburón de obtenido para las cuatro estaciones del año.

Distribucion de frecuencias

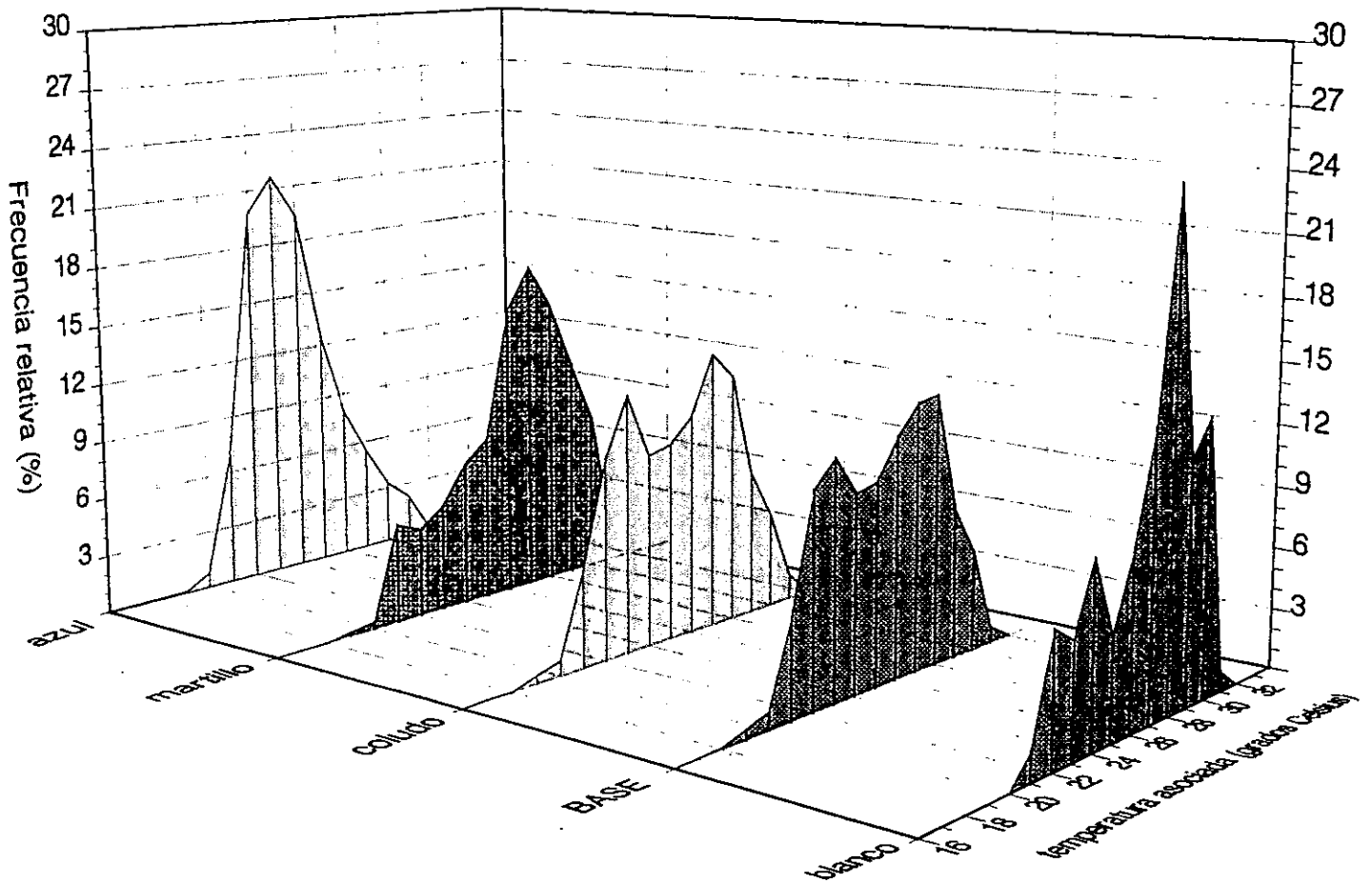


Figura 31. Distribución de frecuencias relativas de la temperatura asociada a la captura para los cuatro tipos de tiburón (Blanco, Azul, Martillo y Coludo). Se incluye la frecuencia relativa del total de temperaturas existentes en la base de datos "flota palangrera" (BASE).

Cociente de frecuencias relativas

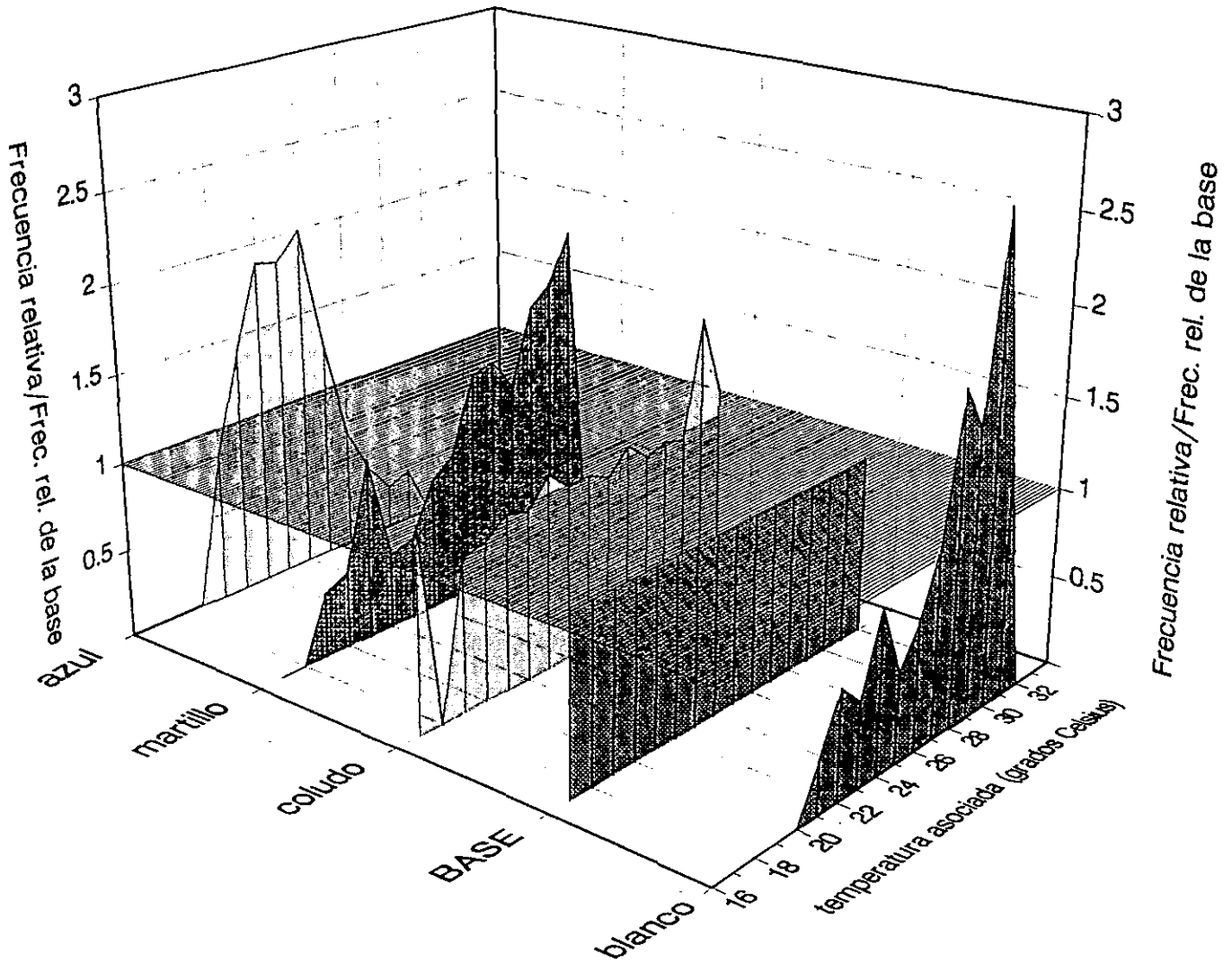


Figura 32. Frecuencias relativas de la temperatura asociada a la captura de los cuatro diferentes tipos de tiburón con respecto a la frecuencia relativa del total de datos de temperatura presentados en la base "flota palangrera". Blanco corresponde a *Carcharodon carcharias*, azul corresponde a *Prionace galuca*, martillo corresponde a tiburones del género *Sphyrna*, alopías corresponde a tiburones del género *Alopias* y BASE corresponde al cociente de frecuencias relativas obtenido para el total de temperaturas registradas en la base de datos "flota palangrera" (cuyo resultado es 1).

TEMPERATURA DE PREFERENCIA

Carcharodon carcharias

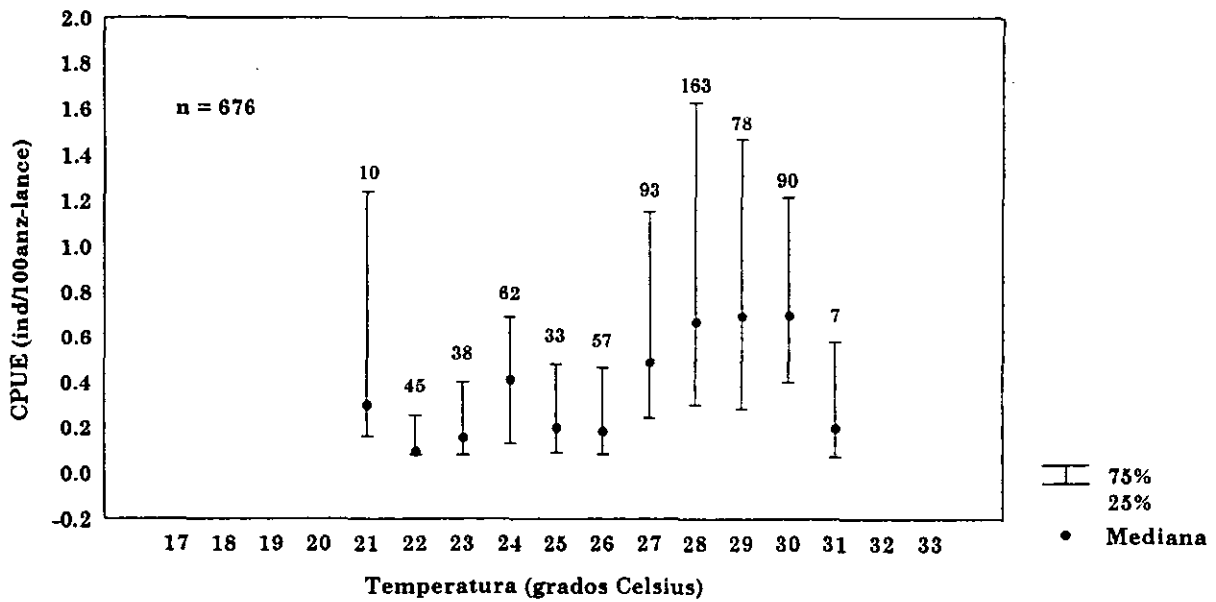


Figura 33. Gráfica de temperatura de preferencia de tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*). Se emplea la mediana como medida de tendencia central. Los números sobre los percentiles corresponden al número de datos parciales; "n" corresponde al número de datos totales.

TEMPERATURA DE PREFERENCIA

Prionace glauca

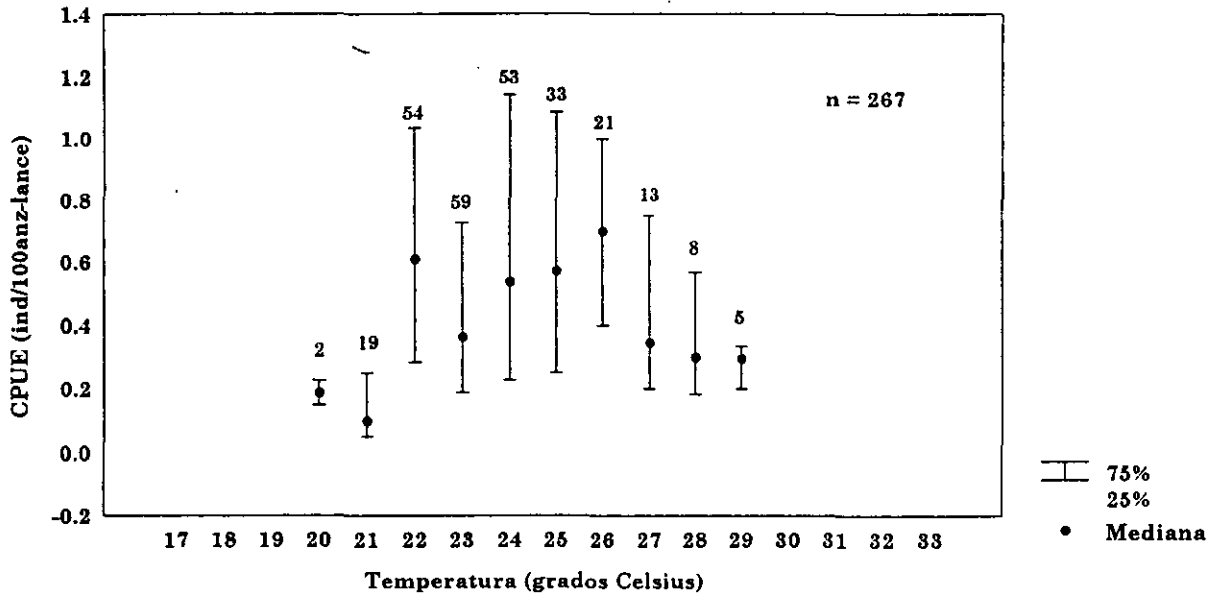


Figura 34. Temperatura de preferencia de *Prionace glauca*. La letra "n" corresponde al número de datos de la muestra. Los números sobre los percentiles corresponden a la frecuencia.

TEMPERATURA DE PREFERENCIA
Sphyrna spp.

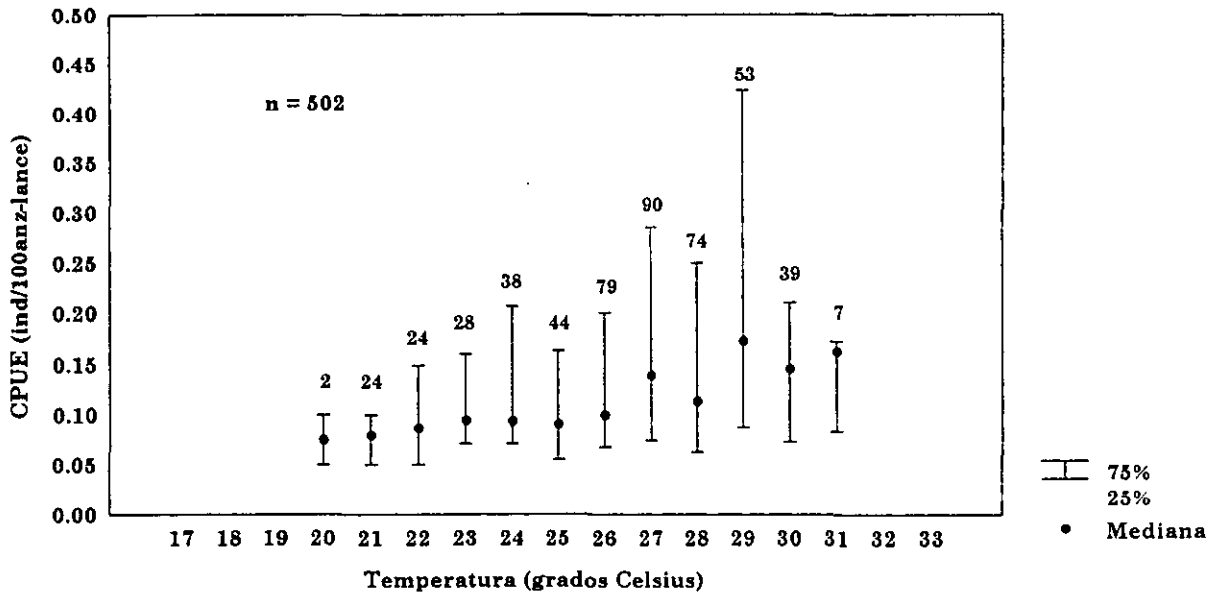


Figura 35. Gráfica que muestra la temperatura de preferencia del tiburón martillo (*Sphyrna spp.*). La gráfica sugiere preferencia por temperaturas mayores. El tamaño de la muestra (n) es 502.

TEMPERATURA DE PREFERENCIA

Alopias spp.

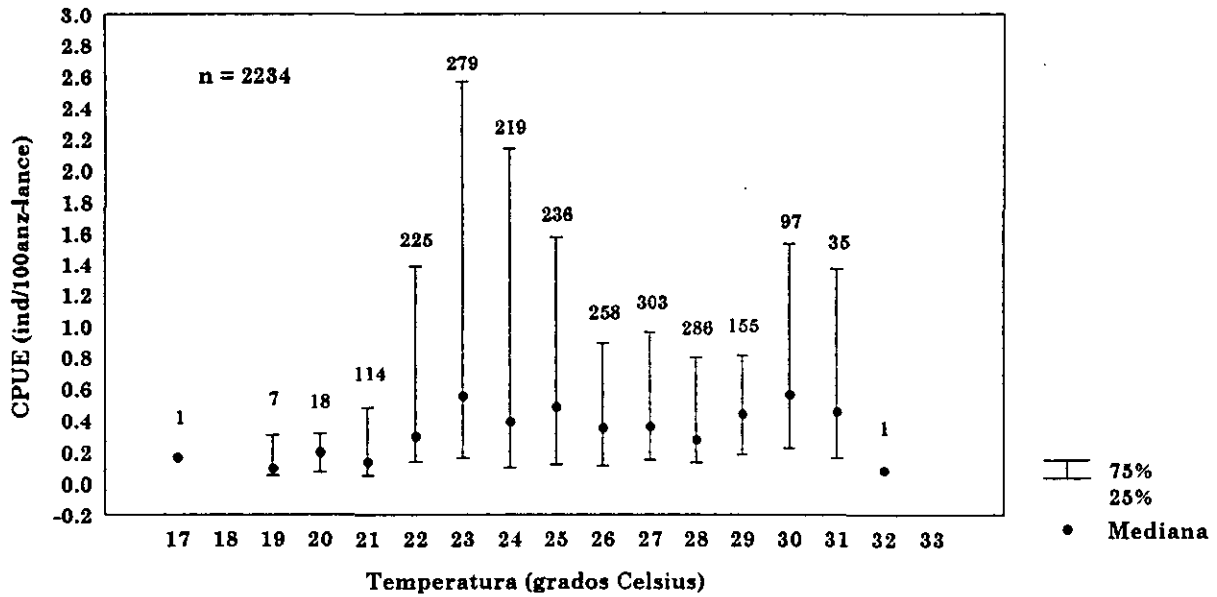


Figura 36. Gráfica de temperatura de preferencia de tiburón coludo (*Alopias spp.*) donde se observa mayor abundancia hacia temperaturas menores. Los números sobre los percentiles corresponden a la frecuencia.

C. carcharias

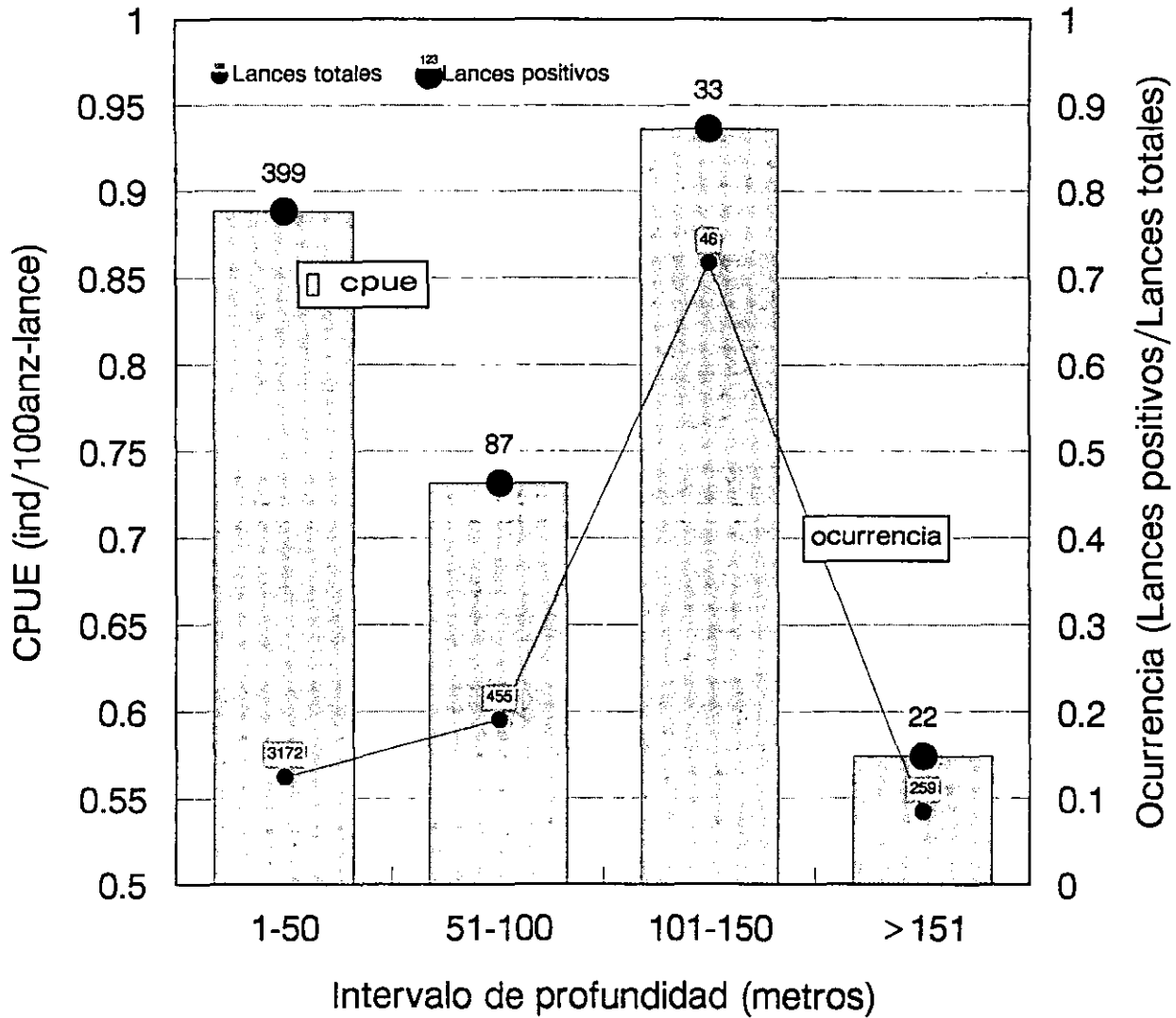


Figura 37. Se confrontan cuatro intervalos de profundidad contra la abundancia relativa (CPUE) y la ocurrencia de tiburón blanco (*C. carcharias*). En este caso la ocurrencia viene dada por la cantidad de lances obtenidos con captura de tiburón blanco (llamados "lances positivos") para un intervalo de profundidad dado y con respecto del total de lances efectuados a esa profundidad.

P. glauca

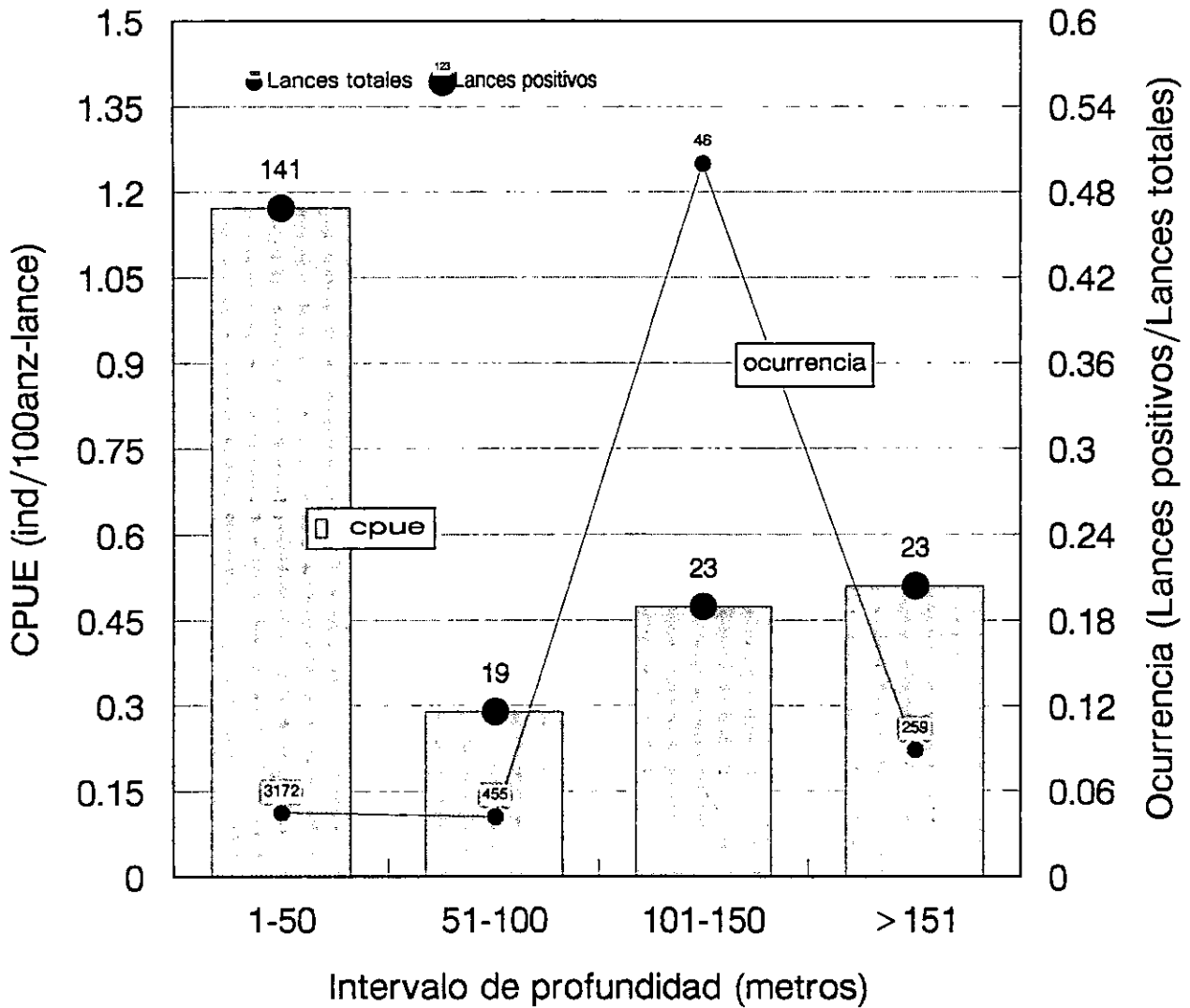


Figura 38. Se confrontan cuatro intervalos de profundidad contra CPUE y ocurrencia de tiburón azul (*Prionace glauca*). La ocurrencia es el cociente que se obtiene de dividir los lances con captura positiva de tiburón azul a determinado intervalo de profundidad entre los lances totales efectuados en el mismo intervalo.

Sphyrna spp.

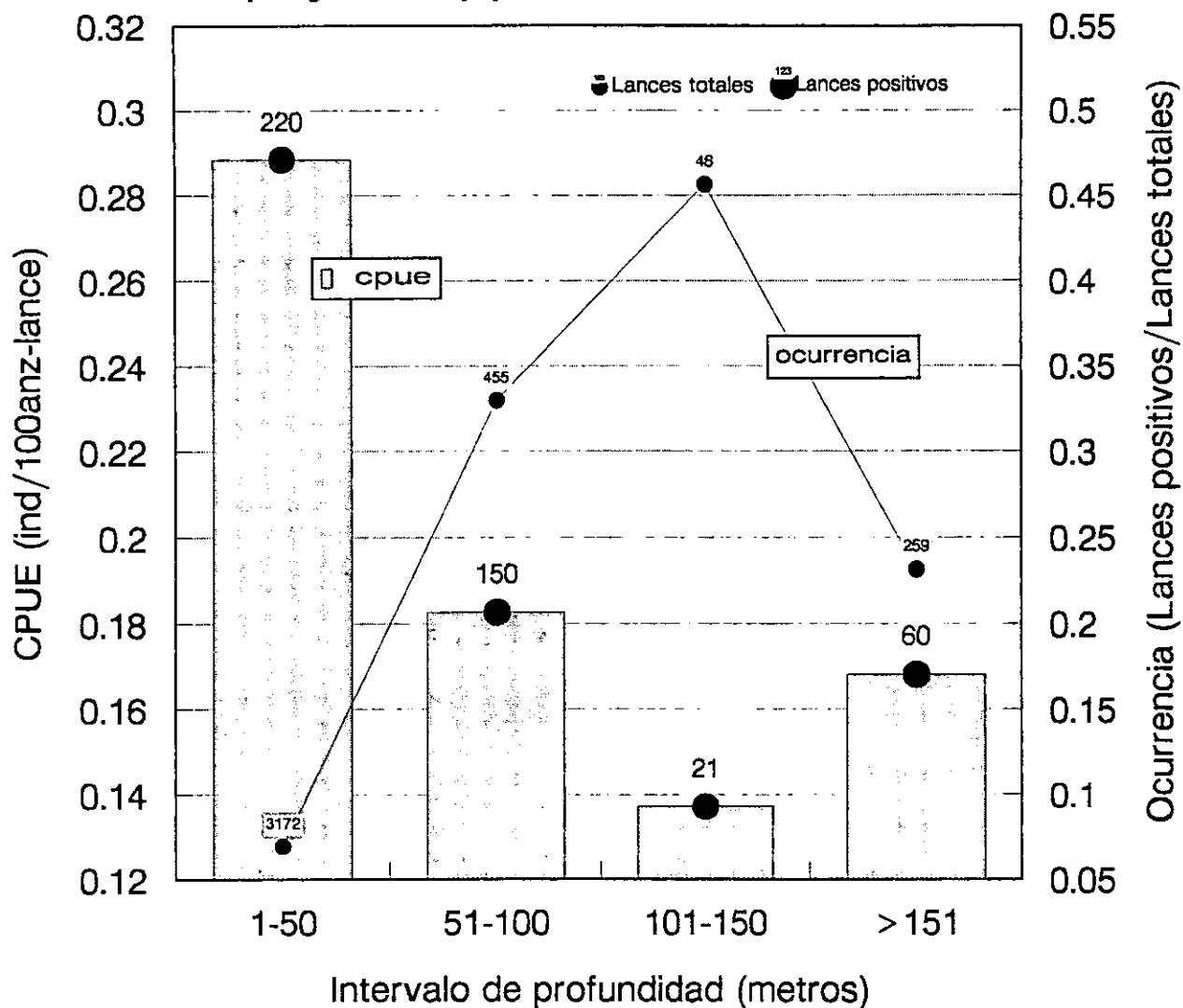


Figura 39. Intervalos de profundidad confrontados contra CPUE y ocurrencia de tiburón martillo (*Sphyrna spp.*). El porcentaje de ocurrencia se obtiene a partir de los lances con captura positiva y los lances totales efectuados.

Alopias spp.

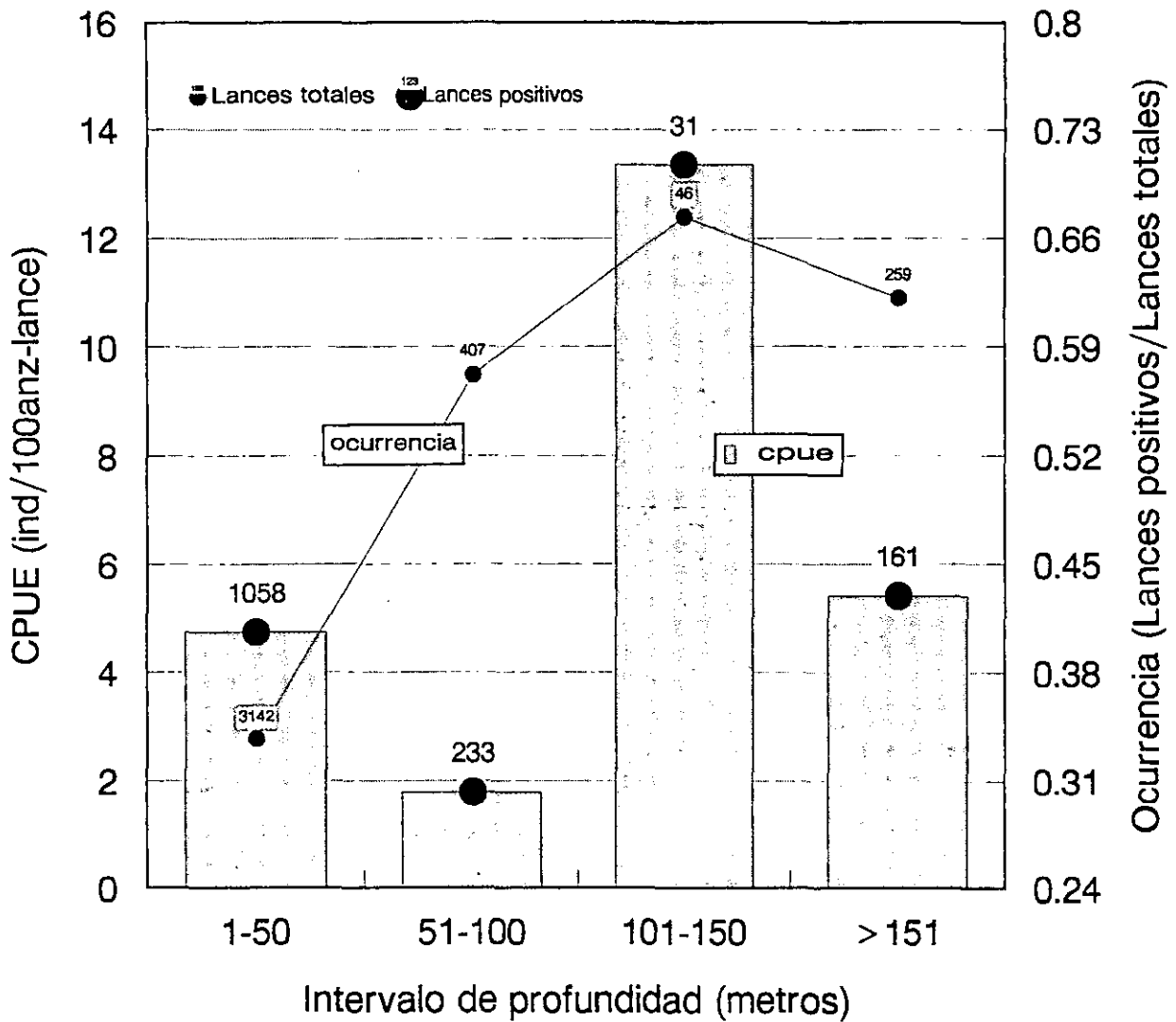
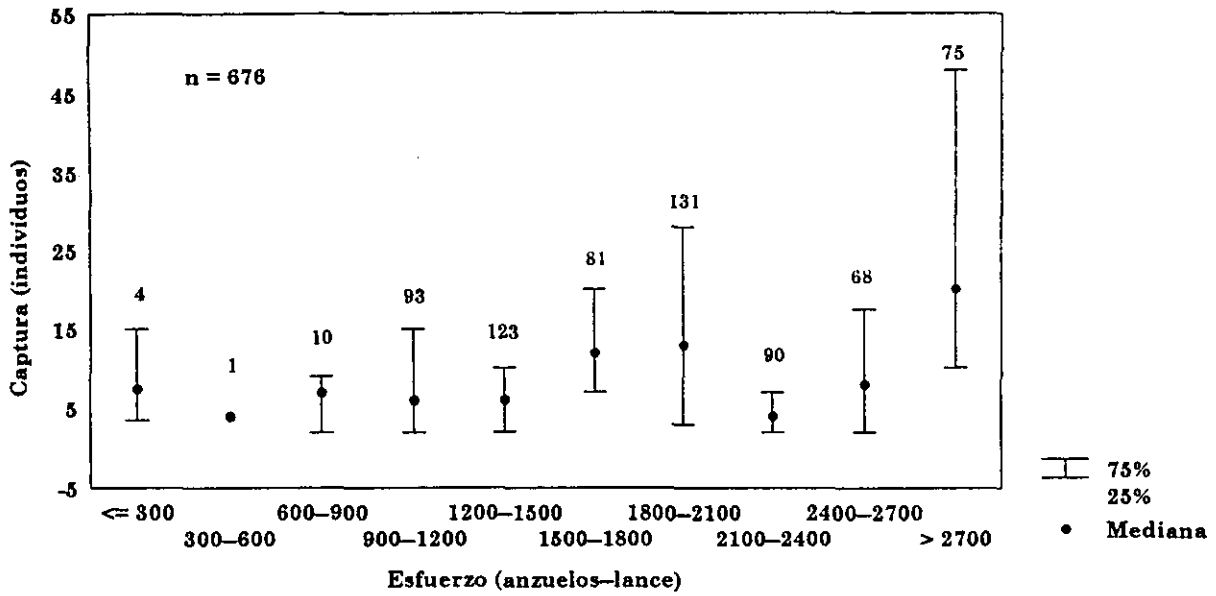


Figura 40. Se confrontan las variables abundancia relativa (CPUE) y ocurrencia del tiburón coludo (*Alopias spp.*). Las columnas representan a la CPUE y la línea representa a la ocurrencia de captura. La ocurrencia se obtiene a partir de los lances positivos de captura de tiburón coludo para un intervalo de profundidad dado con respecto de los lances totales efectuados en dicho intervalo de profundidad.

ESFUERZO OPTIMO

Carcharodon carcharias



ESFUERZO OPTIMO

Carcharodon carcharias

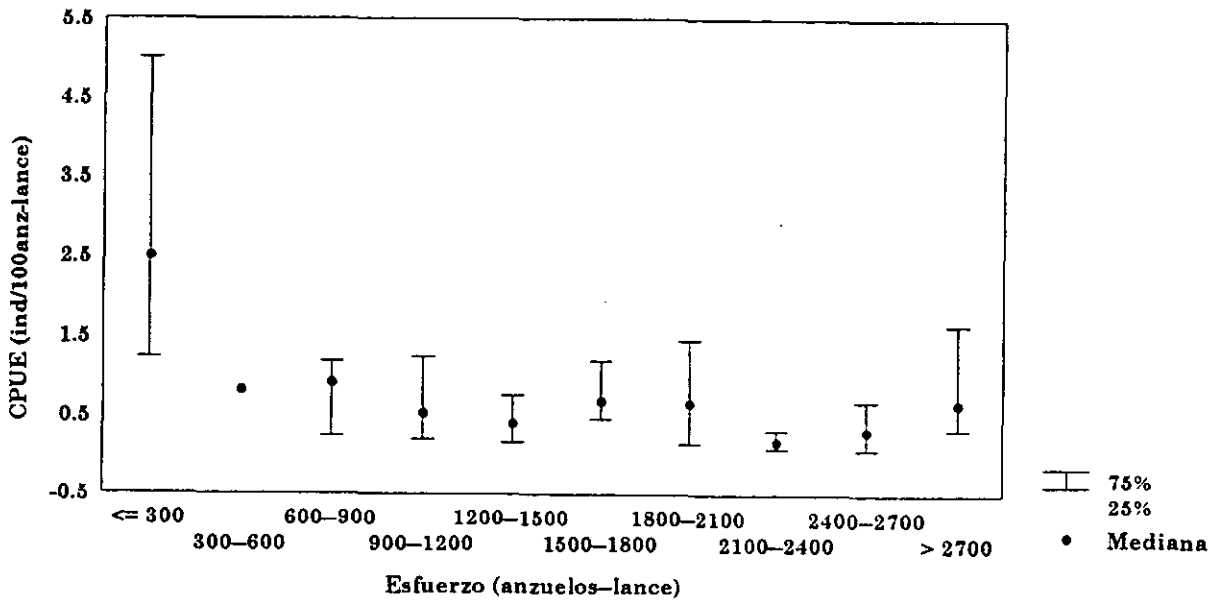
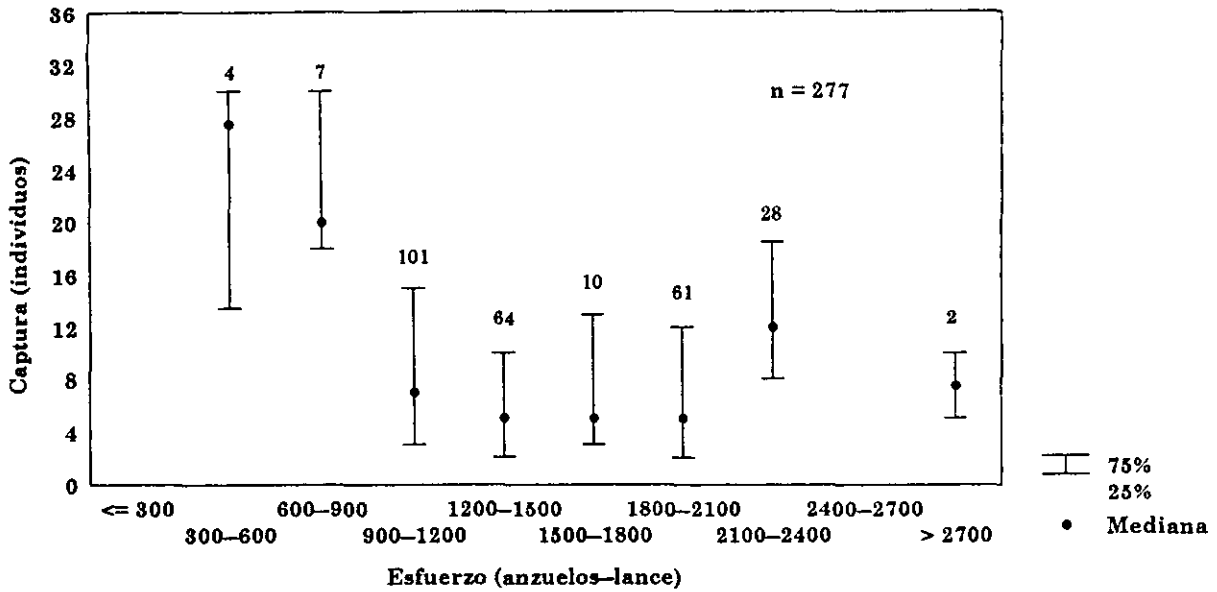


Figura 41. Esfuerzo óptimo empleado para la captura de tiburón blanco. Se muestran los intervalos del número de anzuelos calados por lance. El número sobre los percentiles corresponde a la frecuencia de datos en el intervalo y "n" corresponde al número de datos totales empleados en la muestra.

ESFUERZO OPTIMO

Prionace glauca



ESFUERZO OPTIMO

Prionace glauca

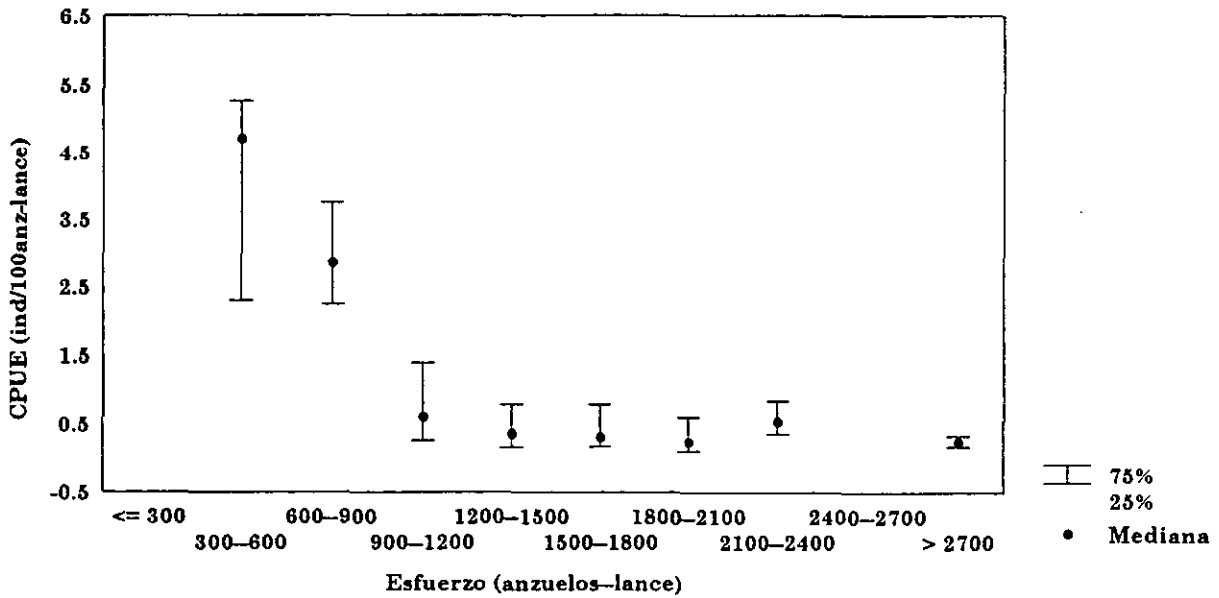
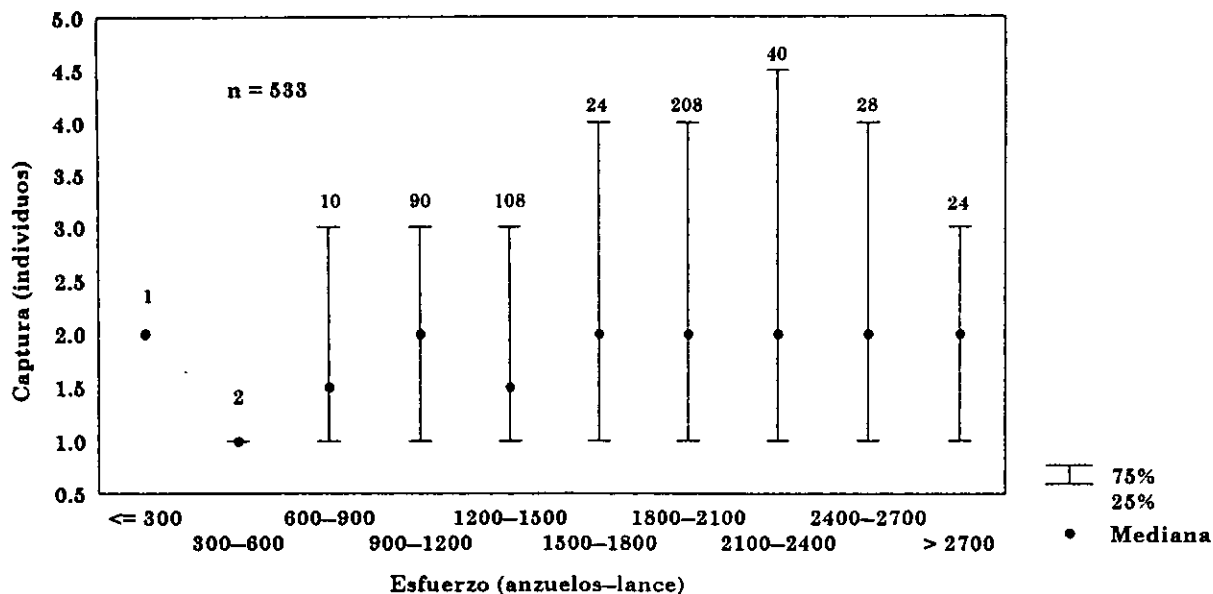


Figura 42. Esfuerzo pesquero óptimo para tiburón azul (*P. glauca*). En el eje de x se observan los intervalos de número de anzuelos calados en un lance. El tamaño de muestra (n) es de 277.

ESFUERZO OPTIMO

Sphyrna spp.



ESFUERZO OPTIMO

Sphyrna spp.

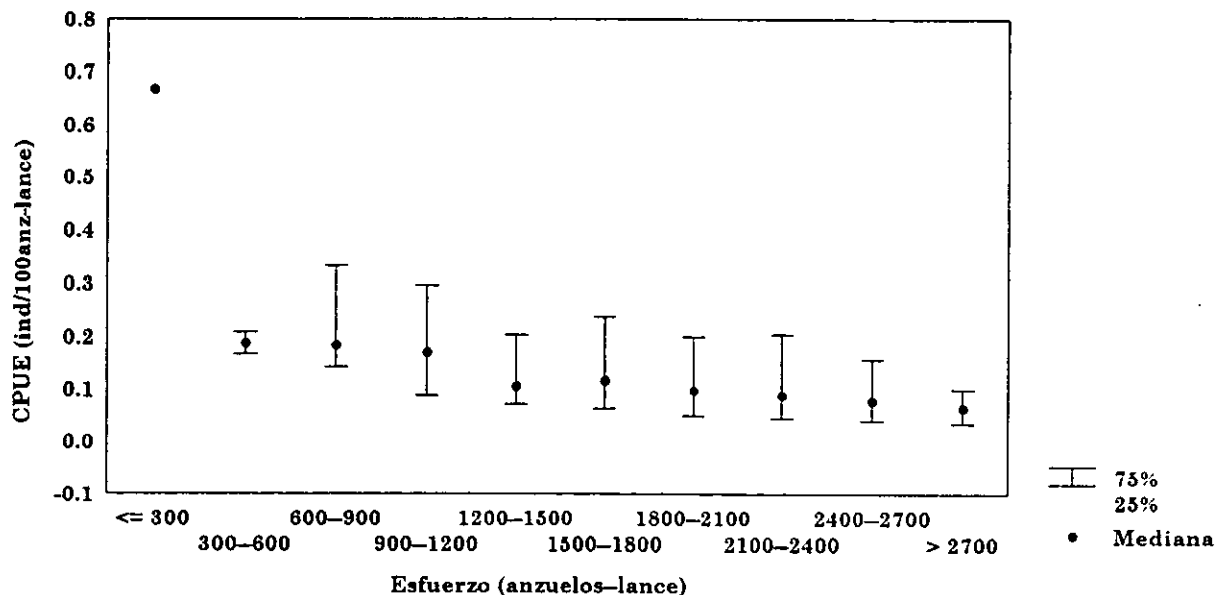
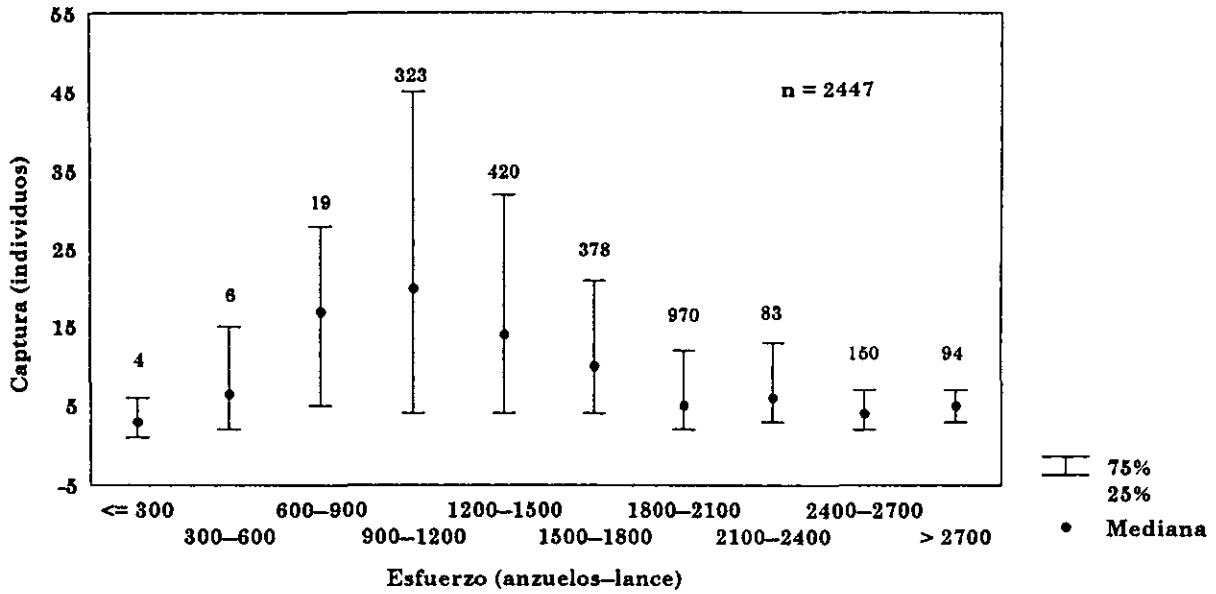


Figura 43. Esfuerzo de pesca óptimo empleado para la captura de tiburón martillo (*Sphyrna spp.*). Observe que la captura permanece constante no obstante que aumenta el número de anzuelos calados.

ESFUERZO OPTIMO

Alopias spp.



ESFUERZO OPTIMO

Alopias spp.

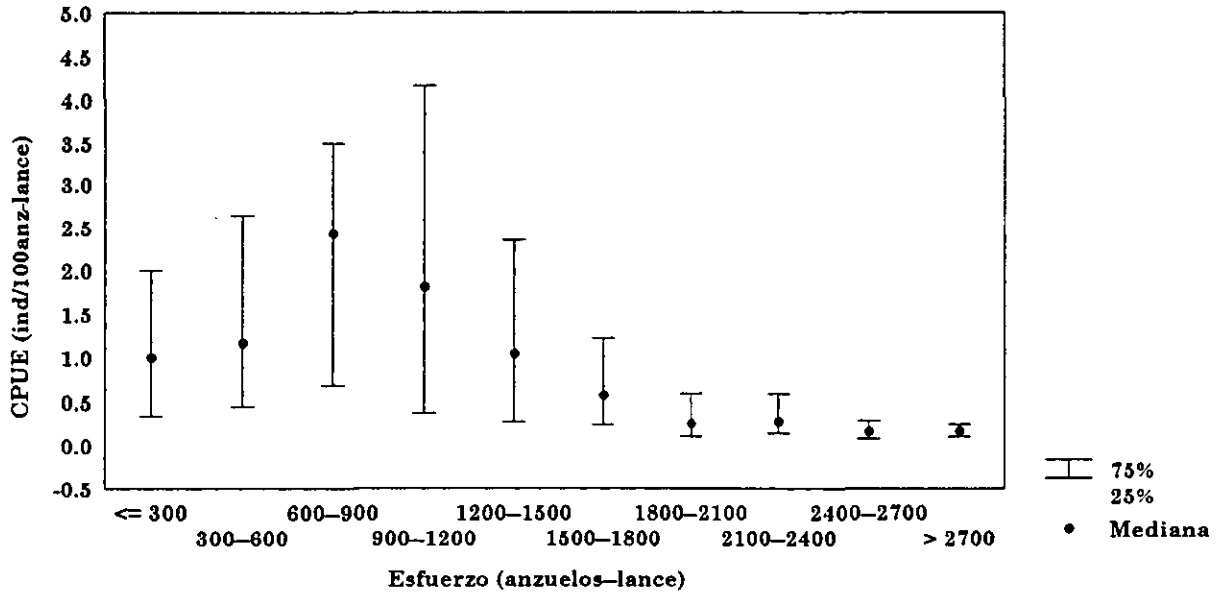


Figura 44. Esfuerzo óptimo para la captura de tiburón coludo (*Alopias spp.*). El tamaño de la muestra (n) es de 2447 datos.

C. carcharias

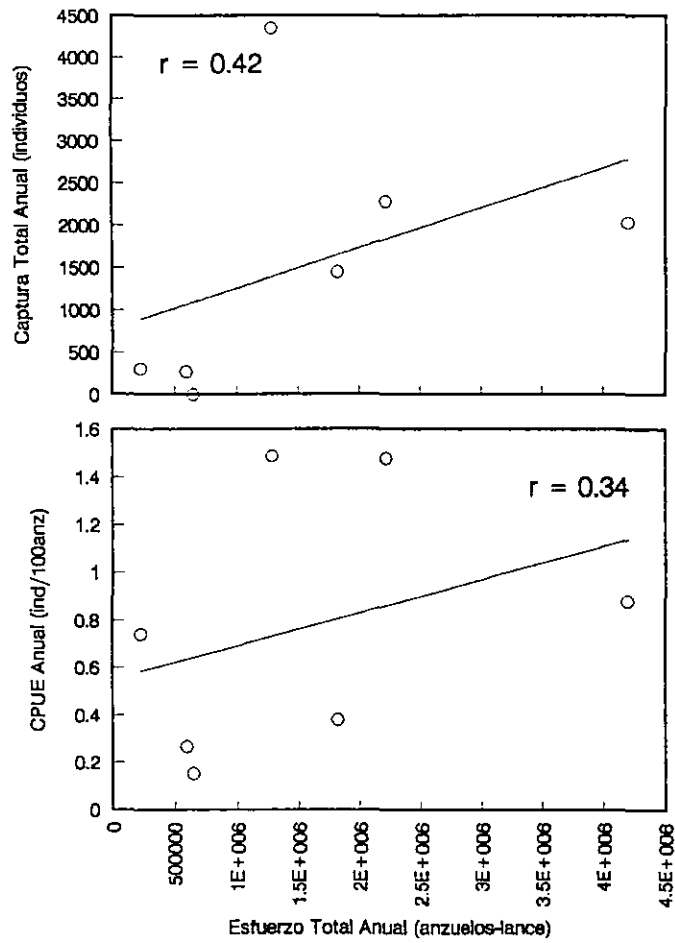


Figura 45. Relación Captura total anual y CPUE anual contra Esfuerzo total anual para tiburón blanco (*C. carcharias*). El coeficiente de correlación (r) resulta positivo en ambos casos.

P. glauca

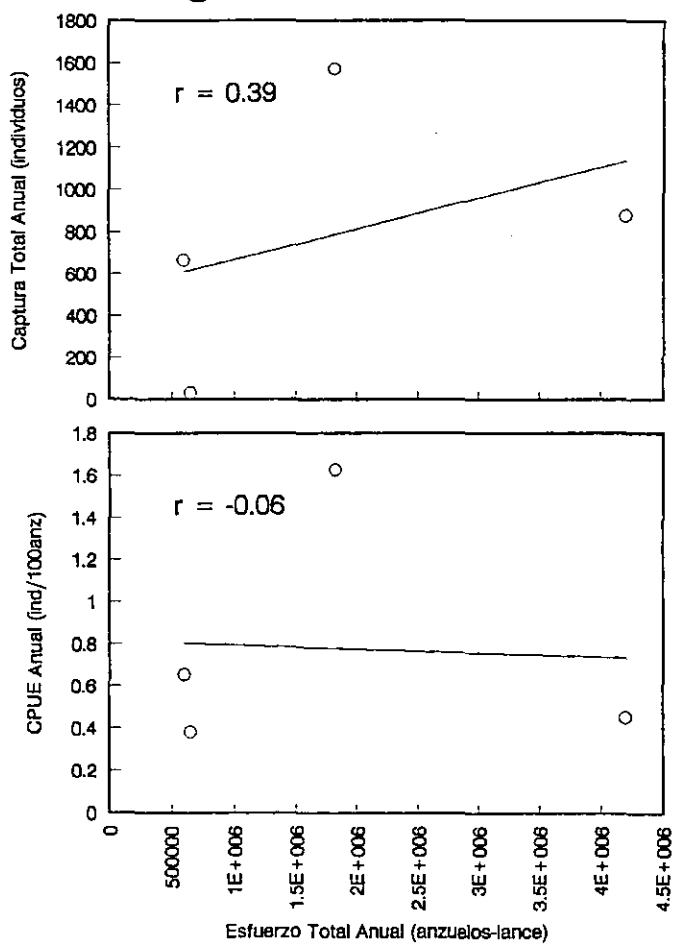


Figura 46. Relación de la Captura total anual y CPUE anual contra Esfuerzo de pesca total anual para tiburón azul.

Sphyrna spp.

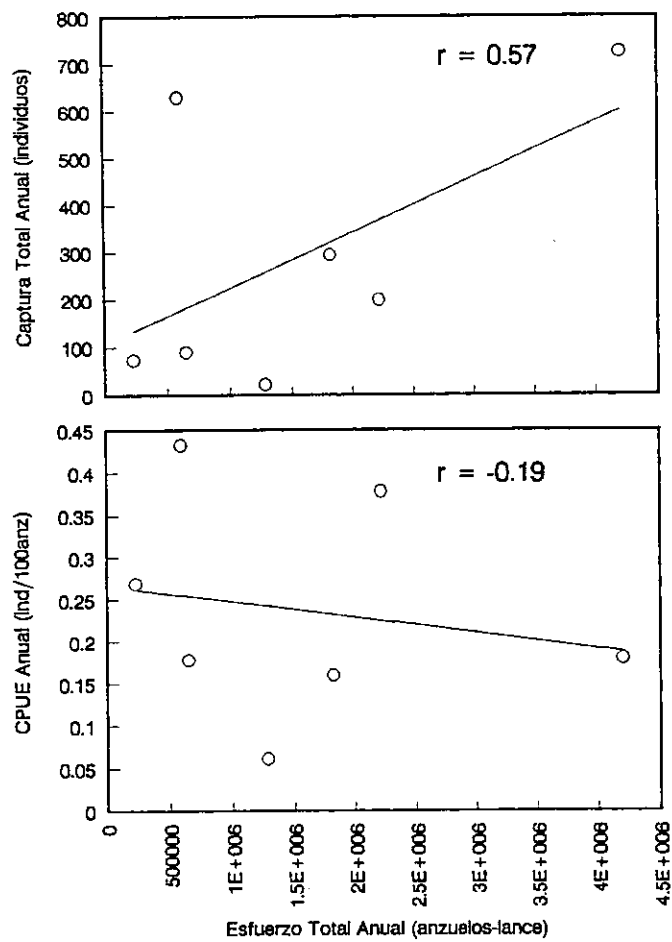


Figura 47. Relación Captura y Abundancia relativa total anual contra Esfuerzo total anual para tiburones del género *Sphyrna*. Se observa una buena relación entre Captura y Esfuerzo.

Alopias spp.

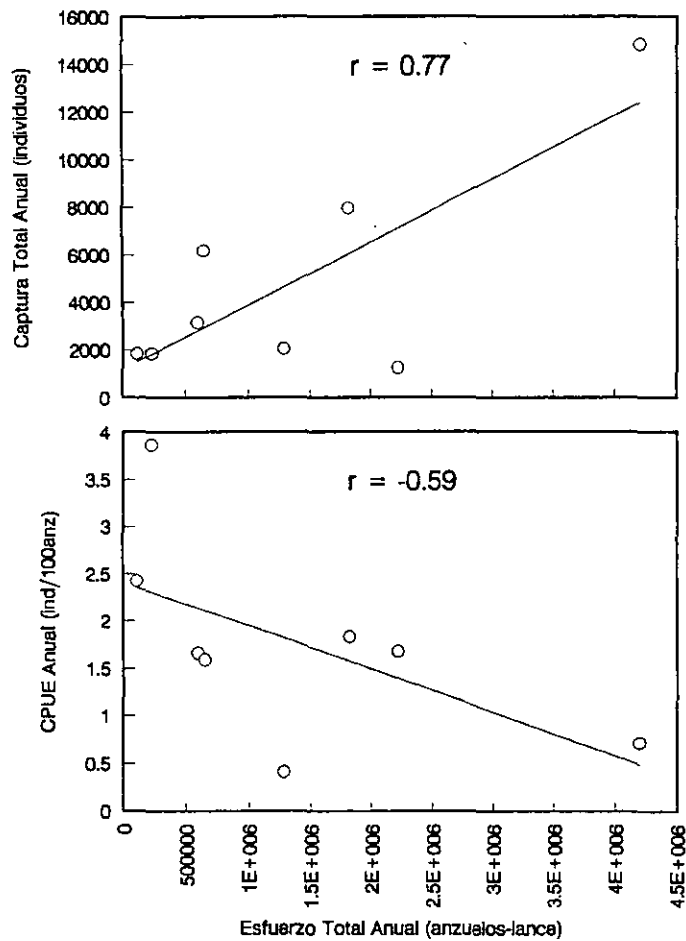


Figura 48. Relación Captura total anual y CPUE anual contra Esfuerzo total anual para tiburones coludos del género *Alopias*. Se observa una alta relación entre Captura y Esfuerzo. Se observa además una relación negativa entre CPUE y esfuerzo.

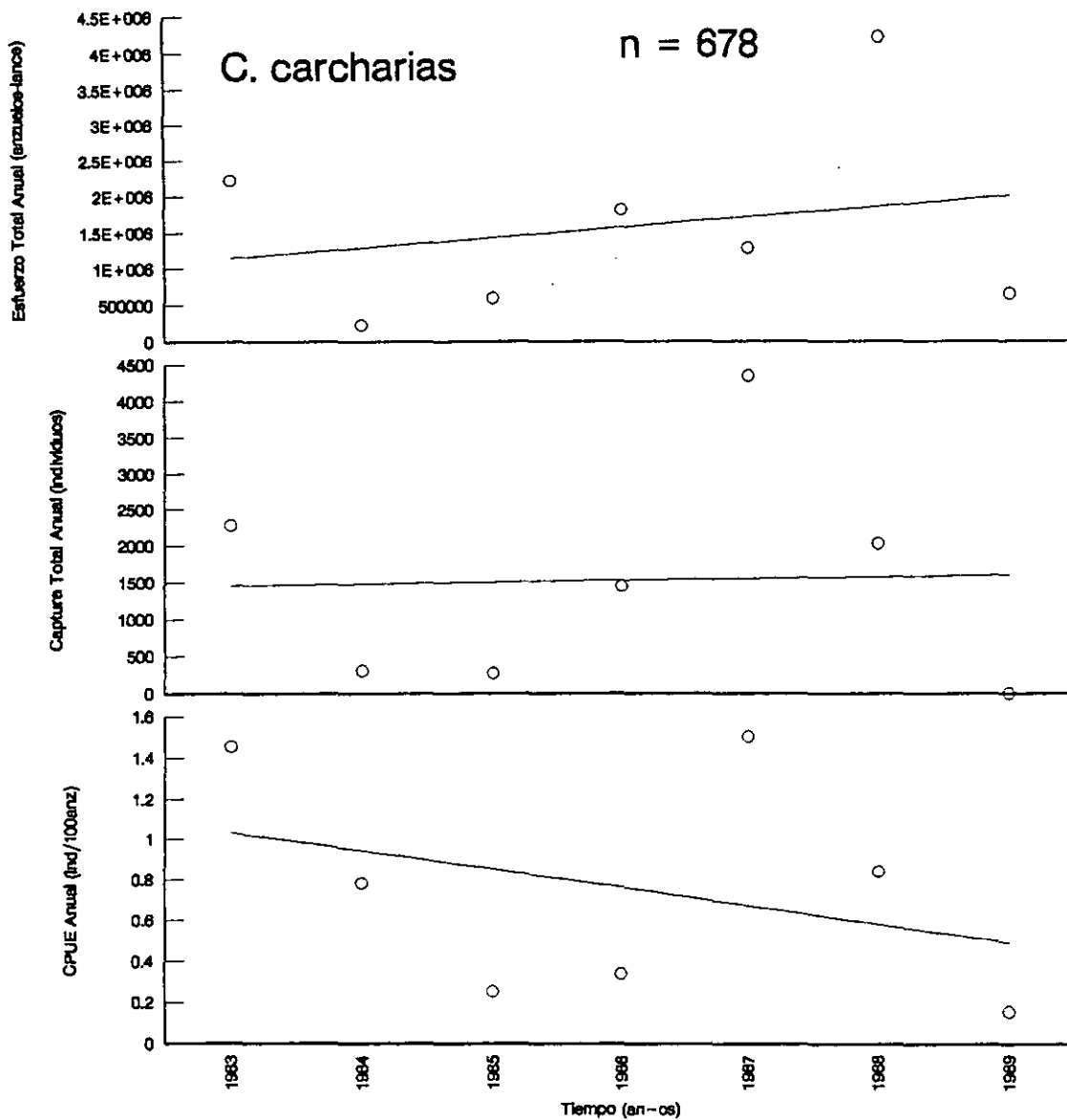


Figura 49. Gráficas de estado del recurso para *C. carcharias*. Se observa una tendencia hacia abajo de la abundancia relativa del tiburón blanco.

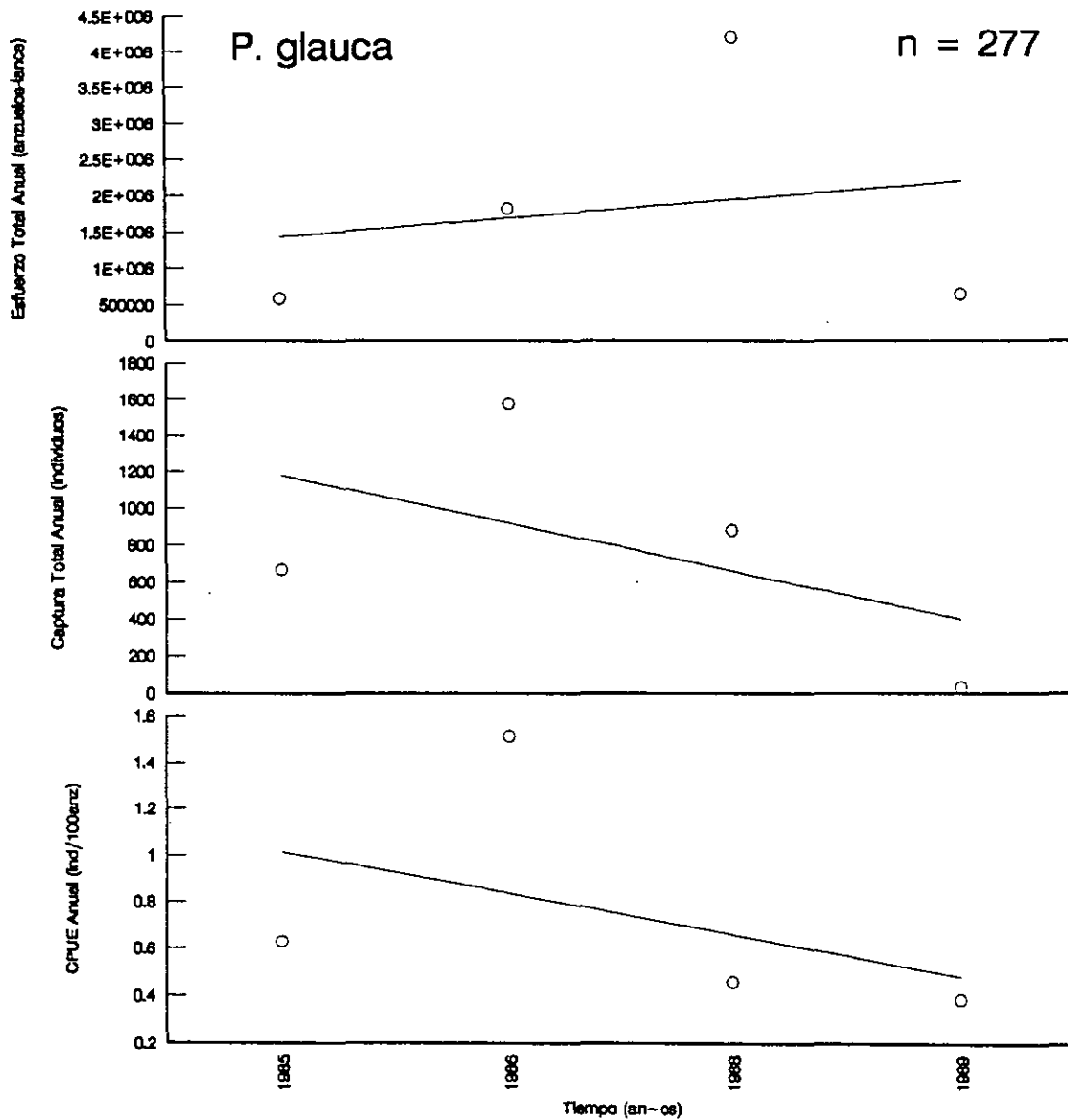


Figura 50. Estado del recurso tiburón azul. Se observa que a través de los años el Esfuerzo total anual empleado para la captura de este tiburón prácticamente se mantuvo constante con un ligero incremento. Se observa que la captura total anual tiene una tendencia hacia abajo al igual que la abundancia relativa.

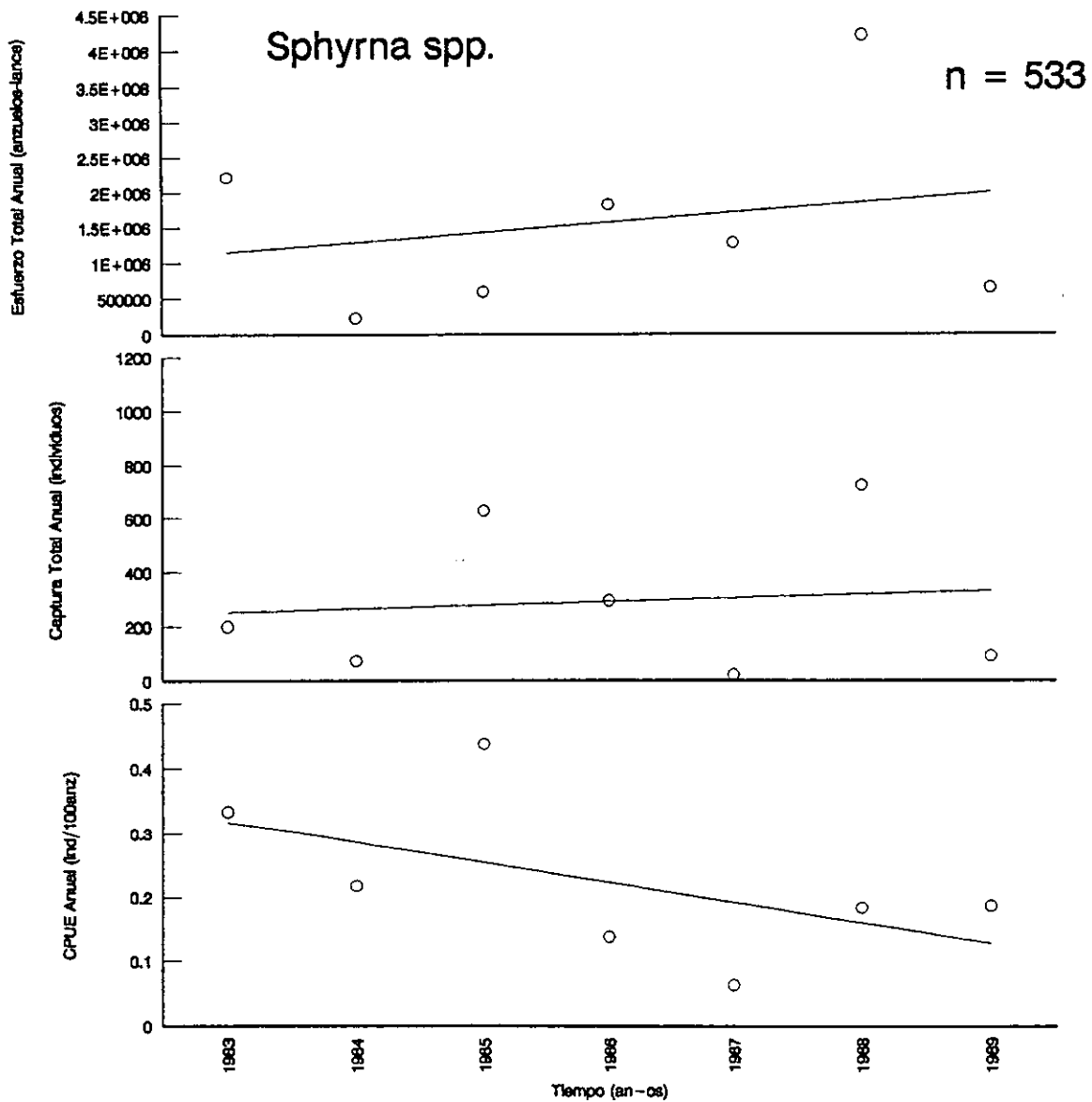


Figura 51. Estado del recurso tiburón martillo (*Sphyrna spp.*). Se observa disminución de la abundancia relativa con el paso de los años. El número de datos en la muestra es de 533.

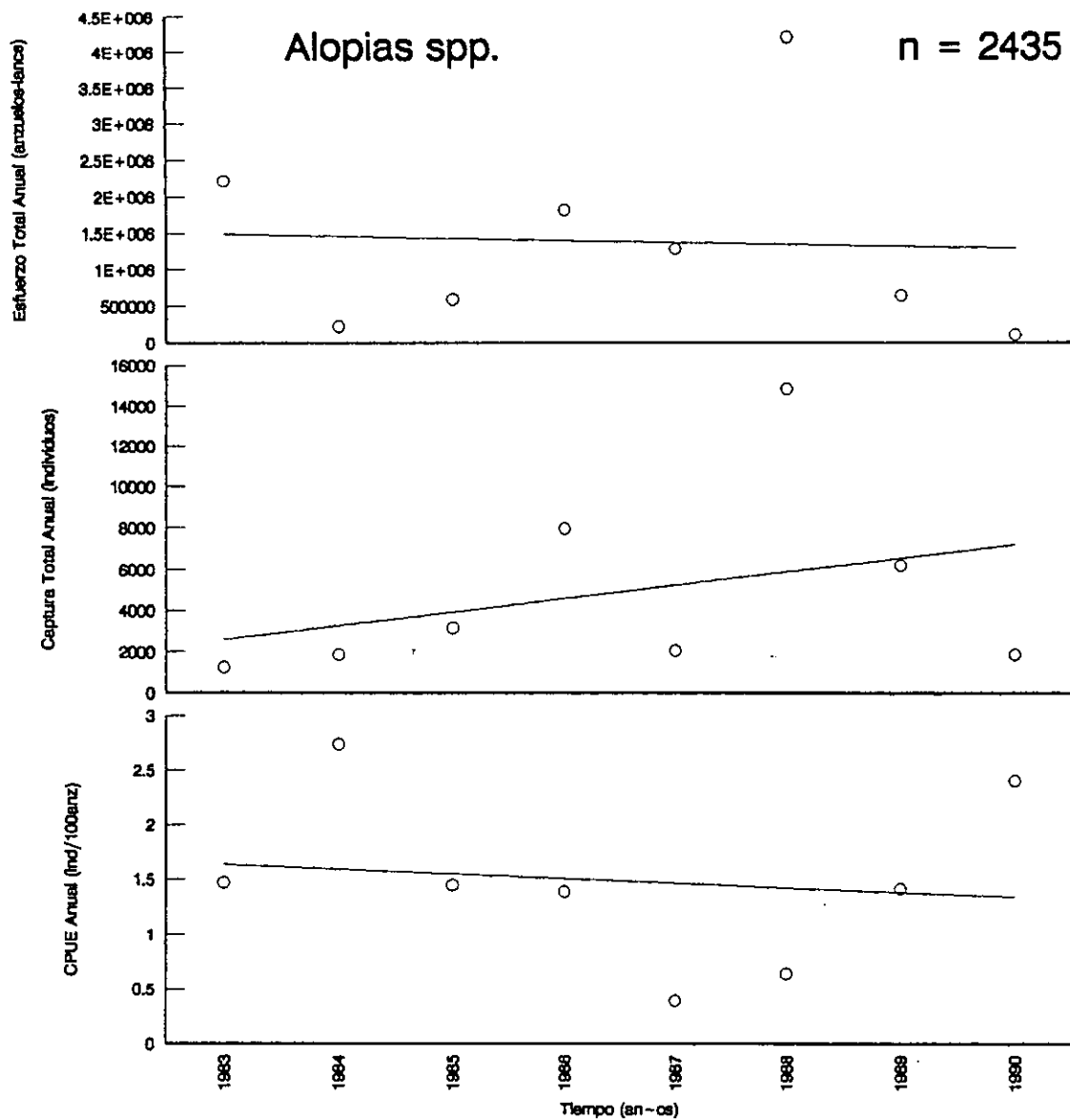


Figura 52. Gráfica de estado del recurso tiburón coludo (*Alopias spp.*). Obsérvese la relación entre esfuerzo de pesca y captura. La gráfica sugiere además una relación inversa entre Esfuerzo y abundancia.