

Distribución espacial y temporal de las especies que conforman la captura objetivo e incidental, obtenida por barcos palangreros de altura en el Pacífico Mexicano: 1983-2002

Heriberto Santana-Hernández,^{*} Juan J. Valdez-Flores^{*} e Ignacio Méndez Gómez-Humarán^{**}

A partir de los registros de las operaciones de la flota palangrera de altura con permiso para pescar tiburón entre 1983 y 2002, en la Zona Económica Exclusiva del Pacífico Mexicano (ZEEPM), se analiza la distribución espacio-temporal de cuatro especies de tiburón, pez vela, marlin rayado, pez espada, dorado y atún aleta amarilla, para identificar las variaciones de la captura objetivo e incidental en las cuatro áreas en que fue dividida dicha zona y los cuatro trimestres del año, mediante un análisis de varianza multivariado y el método de correlación canónica. En la zona sur fue mayor la probabilidad de pescar pez vela, tiburón martillo y dorado; en la centro, tiburón zorro, aunque se atraparon ejemplares de todas las especies, y las zonas noreste y noroeste, tiburón azul y pez espada. Durante el primer trimestre abundaron el tiburón azul, el marlin rayado y el pez espada, mientras que en el segundo cobraron importancia el dorado y el atún; el pez vela en el tercero y el cuarto. La captura incidental fue más alta al sur de los 16° N, donde las aguas cálidas (30-32 °C) son favorables para el pez vela y el dorado; en cambio, frente a la costa occidental de Baja California fueron más abundantes los tiburones azul y zorro, que prefieren aguas templadas (15-20 °C). La riqueza específica en las zonas centro y noreste podría atribuirse a la variabilidad ambiental resultante de la interacción de corrientes marinas cálidas y frías. Estos resultados pueden servir para aminorar la captura de especies exclusivas de la pesca deportiva en la ZEEPM.

Palabras clave: Pelágicos mayores, tiburón, distribución espacial y temporal, coeficiente canónico.

Spatial and temporal distribution of targeted and incidental catch from the high sea longline vessels in the Mexican Pacific: 1983-2002

Records of the 1983-2002 longline fishery operations in the Mexican Pacific Economic Exclusive Zone (MPEEZ) were used to analyze space-time distribution of major species of sharks, sailfish, striped marlin, swordfish, dolphin fish and yellowfin tuna. The aim was to identify variations in spatial and temporal captures of target and incidental catch in the four selected areas and quarters in which the MPEEZ was divided and 4 yearly trimesters, by multivariate variance analysis and canonic correlation. The probability of catching sailfish, hammer shark and dolphin fish in the southern zone was high; in the central area, thresher shark, although other species were also caught; and in the northeast and northwest area, blue shark and swordfish. Blue shark, marlin and swordfish were abundant during the first trimester, while during the second dolphin fish and tuna were important; the sailfish was important during the third and fourth trimester. The highest incidental catch was found south of 16° 00', where warm water (30-32 °C) favors the presence of sailfish and dolphin fish; in the other hand, off the west coast of Baja California, blue and thresher sharks were more abundant, preferring template waters (15-20 °C). Specific richness of the center and northeast zone could be due to the variability in the environment condition resulting of the warm and cold marine currents. These results can help lower the catch of species exclusive to the sport fishing in the MPEEZ.

Key words: Large pelagic, sharks, temporal and spatial distribution, canonical coefficients.

^{*} Dirección Regional de Investigación Pesquera en el Pacífico Sur, Playa Ventana s/n. Manzanillo, Colima.

^{**} Centro de Investigación en Matemáticas, AC. Unidad Aguascalientes. Bartolomé de las Casas, núm. 314, Aguascalientes, Ags. CP 20259.

Introducción

Los muestreos realizados por el Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA) a bordo de barcos palangreros dedicados a la pesca de tiburón en la Zona Económica Exclusiva del Pacífico Mexicano (ZEEPM), datan de principios de la década de los años ochenta (Polanco *et al.*, 1987; Santana-Hernández, 1989, 1997, 2001; Sosa-Nishizaki, 1998). La información obtenida ha incrementado el conocimiento sobre la distribución y la abundancia relativa de las especies capturadas, el esfuerzo pesquero aplicado y los cambios en la estructura de las poblaciones en el espacio y el tiempo relacionados con las características ambientales (Santana-Hernández *et al.*, 1996; Santana-Hernández, 1997, 2001).

Actualmente existe demanda de conocimientos acerca de la selectividad del palangre tiburonero (DOF, 2007a y b), ya que este arte también pesca ejemplares de pez vela, marlines y otras especies legalmente destinadas a la pesca deportiva (Squire y Muhlia-Melo, 1993), los cuales comparten el área de distribución y tienen hábitos alimentarios similares a los de los tiburones.

Los movimientos migratorios de los peces pelágicos mayores en el Pacífico Oriental (PO) están relacionados con el desplazamiento de las masas de agua asociadas a las corrientes oceánicas dominantes (Kume y Joseph, 1969; Joseph *et al.*, 1974; Miyabe y Bayliff, 1987; Polanco *et al.*, 1987; Squire y Muhlia-Melo, 1993), caracterizadas por Wyrski (1964, 1965, 1966, 1967); por otro lado, Santana-Hernández *et al.* (1996) y Santana-Hernández (1997, 2001) encontraron que los intervalos de la temperatura superficial del mar y sus valores promedio pueden servir para identificar y caracterizar diferentes zonas dentro de la ZEEPM.

Las capturas de la flota palangrera de altura obtenidas entre 1983 y 1996 estuvieron conformadas por pez vela (*Istiophorus platypterus*), tres especies de marlin (*Tetrapturus audax*, *Makaira nigricans* y *M. indica*), pez espada (*Xiphias gladius*), dorado (*Coryphaena hippurus*) y atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), principalmente; en algunos lances los ejemplares de estas especies representaron más de 50% del total, mientras que el porcentaje restante estuvo integrado por diversas especies de tiburón, entre las

que destacan el zorro (*Alopias pelagicus*), azul (*Prionace glauca*) y los puntas negras (*Carcharhinus limbatus* y *C. falciformis*) mezclados con otras especies de las familias Carcharhinidae, así como tiburón martillo, representado por las especies *Sphyrna zygaena* y *S. lewini* (Santana-Hernández, 2001).

La Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables (LGPAS) (DOF, 2007a) establece que los marlines, pez vela, pez espada, sábalo o chiro (*Megalops atlanticus*), pez gallo (*Nematistius pectoralis*) y dorado, son especies destinadas a la pesca deportivo-recreativa dentro de una franja de 50 mn, medida a partir de la línea desde la que se mide el mar territorial. El artículo 68 de la misma ley define la captura incidental (CI) como “la de cualquier especie no comprendida en la concesión, permiso o autorización respectiva, ocurrida de manera fortuita”. La LGPAS en su artículo 66, el Reglamento de Pesca vigente en su artículo 32 y la Norma Oficial Mexicana NOM-029-PESC-2006 “Pesca responsable de tiburones y rayas. Especificaciones para su aprovechamiento” en su apartado 4.9 (DOF, 2007b), mencionan que el INAPESCA debe analizar los registros históricos de captura de las principales flotas tiburoneras, con el objetivo de recomendar tasas de captura permisibles de las especies destinadas a la pesca deportiva dentro de las 50 mn. De esta manera, se esperaba que en los permisos de pesca de tiburón con palangre se establecieran tasas de CI para que esos ejemplares pudieran comercializarse, ya que este arte de pesca retiene indistintamente tiburones y otros peces pelágicos mayores.

En un análisis realizado por Goodyear (1999) con datos de la pesquería palangrera de atunes y pez espada del Atlántico, se concluyó que es posible reducir significativamente la CI de otras especies, como el pez vela y el marlin, suspendiendo la pesca en ciertas áreas y temporadas, sin que disminuya de manera importante la captura de las especies objetivo. De manera similar se demostró que se puede reducir la captura de pez vela, marlin rayado y dorado si se modifica el tipo de anzuelo y la carnada empleados en los palangres tiburoneros de la flota de mediana altura que opera en el Pacífico central mexicano (Santana-Hernández *et al.*, 2008).

El objetivo del presente estudio fue evaluar las variaciones de la abundancia de los tiburones

y de otras especies capturadas por la flota palangrera de altura que operó en el Pacífico mexicano durante el periodo 1983-2002, tanto a lo largo y ancho de la ZEEPM como en las diferentes épocas del año, para detectar las áreas y el periodo en que es mayor la probabilidad de capturar especies no objetivo. La flota estaba autorizada para pescar tiburones carcarínidos, *Carcharhinus limbatus* y *C. falciformis*, los tiburones martillo *Sphyrna lewini* y *S. zygaena*, zorro *Alopias pelagicus* y azul *Prionace glauca*; las especies incidentales eran el pez vela *Istiophorus platypterus*, el marlin rayado *Tetrapturus audax*, el pez espada *Xiphias gladius*, el dorado *Coryphaena hippurus* y el atún aleta amarilla *Thunnus albacares*. Con este propósito en este trabajo la ZEEPM se dividió en cuatro zonas geográficas y cuatro periodos trimestrales, definidos por las condiciones oceanográficas dominantes.

Materiales y métodos

El área de estudio abarca la Zona Económica Exclusiva del Pacífico Mexicano (ZEEPM) y zonas adyacentes, en donde trabajó una flota de seis barcos palangreros de 1983 a 2002 (Fig. 1a), de los cuales cuatro tuvieron como base el puerto de Manzanillo, Colima, y dos de San Carlos, Sonora y La Paz, Baja California Sur; el área de operación de estas embarcaciones era muy amplia debido a que podían permanecer hasta 35 días en el mar y la capacidad de su bodega variaba entre 100 y 200 t. Estos buques miden más de 40 m de eslora (Okamoto y Bayliff, 2003) y portaron palangres tipo “convencional” (Hinton y Nakano, 1996) que contaban con una cantidad variable de entre cuatro y siete anzuelos entre las líneas de flotación u orinques¹, la longitud de la línea madre era de 50 a 70 mn (92-130 km), por lo que utilizaban entre 1 300 y 1 500 anzuelos por lance. El número promedio de lances por viaje de pesca era de 25.

La base de datos analizada incluye el número de ejemplares capturados por especie, el esfuerzo (representado por la cantidad de lances de pesca y anzuelos), la fecha y la posición geo-

gráfica de los sitios en donde se tiraron los palangres, así como la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), que es igual a la cantidad de individuos retenidos por cada mil anzuelos. Se realizaron 3 272 lances en todo el periodo, de los cuales 723 correspondieron a la zona sur, 803 a la centro, 1 017 a la noreste y 729 a la noroeste (Fig. 1b). Estos datos representaron entre 50% y 60% del esfuerzo, expresado en número de anzuelos, aplicado por los barcos palangreros de bandera mexicana que operaron entre 1983 y 2002.

Durante un análisis preliminar se detectó que la dispersión de los datos de captura incidental (CI) por lance, expresada en porcentaje, fue muy alta (0 a 100%) debido a factores relacionados con la disponibilidad, la accesibilidad y la vulnerabilidad de los recursos y a la eficiencia del sistema de pesca, por lo que la información se agrupó en conjuntos de 25 lances, ya que esa cantidad es representativa del número de lances realizados por viaje de pesca.

La CI de pez vela, marlin rayado, dorado y atún aleta amarilla se expresó como porcentaje de la captura total, por lo que se establecieron intervalos de 25%, representativos de la probabilidad de capturarlos, que fueron denominados como *baja* de 0 a 25%, *media* de 26 a 50%, *alta* de 51 a 75% y *muy alta* de 76 a 100 por ciento.

La ZEEPM se dividió en cuatro zonas de operación, definidas por sus características oceanográficas: la sur, ubicada entre los paralelos 10° y 16° N, donde es mayor la influencia de las corrientes provenientes del ecuador, que se caracteriza por el predominio de masas de agua con temperaturas superficiales cálidas (28-32°C) durante la mayor parte del año; la centro, entre los 16° y 20° N, cuyas características ambientales son de transición y, dependiendo de la época del año, dominan las condiciones cálidas o templadas; la noreste (boca del Golfo de California) está limitada por los paralelos 20° y 27° N y el meridiano 110° O, donde los cambios dependen del efecto de las masas de aguas ecuatoriales, la corriente de California y las del norte del Golfo de California que se desplazan hacia la boca durante el verano, por lo que las temperaturas superficiales varían entre 18 y 33 °C; y la zona noroeste (costa occidental de Baja California), que abarca desde los 20° N hasta la frontera con EU y de los 110° a 120° O (Fig. 1b), cuya influencia principal es

1. Estas secciones son conocidas como “canastas”.

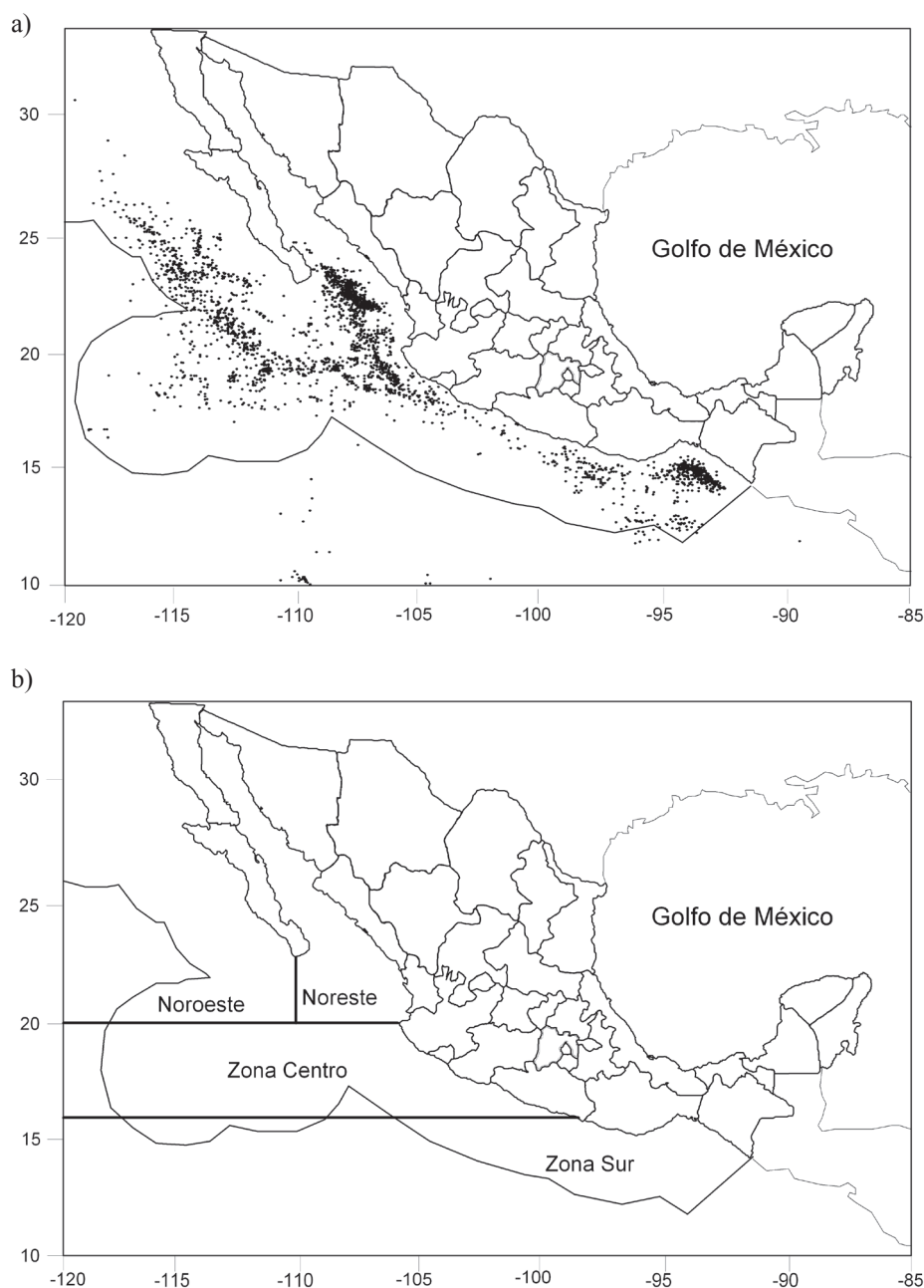


Fig. 1. a) Posición de inicio de los lanzes de pesca aplicados por barcos palangreros mexicanos durante el periodo 1983-2002. b) División del área de operación en cuatro zonas con características oceanográficas diferentes en la composición de especies objetivo y no objetivo.

la corriente de California que se caracteriza por temperaturas superficiales entre 15 y 20 °C.

Los datos, ya ordenados por zona, se clasificaron en cuatro trimestres: el primero abarcó de enero a marzo, el segundo de abril a junio, el tercero de julio a septiembre y el cuarto de octubre a diciembre. Esta clasificación se utilizó porque en esos periodos el sistema de corrientes

(Wyrtki, 1964, 1965, 1966, 1967) y las características oceánicas en la ZEEPM son diferentes: durante el primer y el segundo trimestres dominan las corrientes provenientes del norte, en cambio, durante el tercero y el cuarto las que vienen del sur (Fig. 2), aunque la magnitud de su influencia es diferente en cada zona de operación. En la boca del Golfo de California hay cambios bruscos

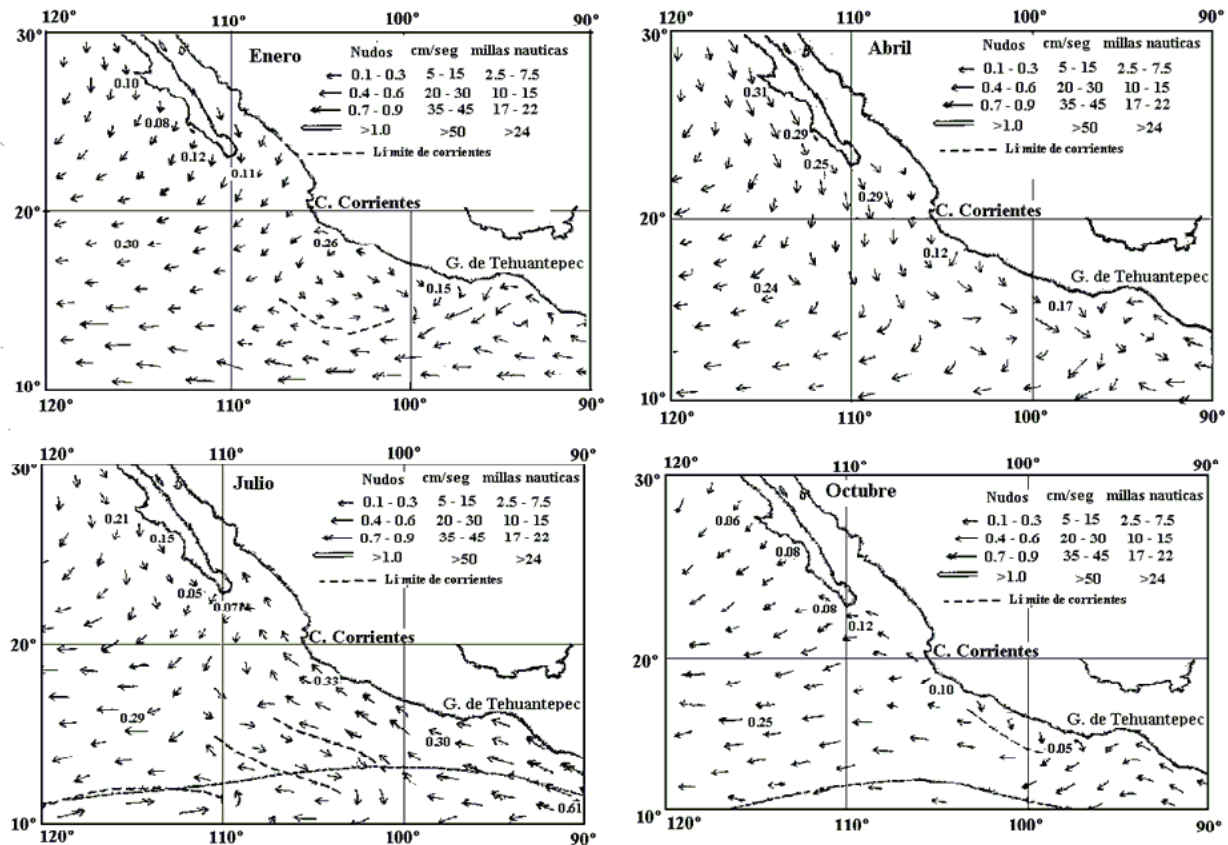


Fig. 2. Representación de las corrientes superficiales dominantes, con los cambios mensuales promedio más significativos (enero, abril, julio y octubre) en el Pacífico mexicano. Las condiciones de estos meses son representativas de las que prevalecen en cada uno de los trimestres seleccionados en este trabajo. Adaptado de la representación mensual de la dirección e intensidad de las corrientes de Wyrtki (1965).

en las corrientes, especialmente al inicio del tercer trimestre.

La CPUE de cada especie se comparó entre las zonas y las temporadas (trimestres) mediante un análisis de varianza multivariado o MANOVA (Hair *et al.*, 1992) y el método de correlación canónica, con el fin de buscar la relación entre la CPUE de cada especie con las temporadas o las zonas. Estas pruebas se aplicaron con el programa JMP5 (SAS Institute, 2002).

Resultados

Los porcentajes que representaron los tiburones y las especies incidentales en las capturas variaron entre las zonas. Los tiburones fueron más escasos en la zona sur (20.48%) y más abundantes en la noroeste (71.27%). En las zonas centro y

noreste representaron 63.39% y 62.83%, respectivamente, de la captura total (Fig. 3).

El pez vela fue el más abundante entre las especies no objetivo, con porcentajes superiores a 60% en la zona sur y de más de 20% en el centro y noreste. El dorado también fue frecuente en la zona sur (14%), pero a diferencia del pez vela, representó menos de 2% en las zonas centro, noreste y noroeste. En cambio, la captura de marlín rayado y de pez espada se incrementó de sur a norte, ya que ambos fueron muy escasos en el sur, alcanzaron valores intermedios en el centro y noreste y abundaron en el norte (Fig. 4).

El porcentaje que correspondió al atún aleta amarilla fue muy variable: el más alto se obtuvo en el noroeste (3.79%), seguido por la zona sur (1.73%) y el centro y noreste, donde fue de alrededor de uno por ciento (Fig. 4).

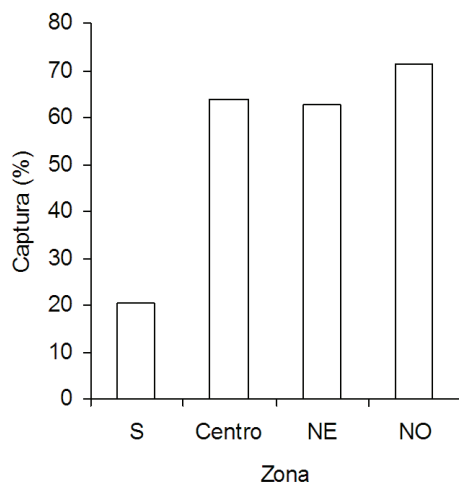


Fig. 3. Porcentaje de la captura del conjunto de tiburones obtenida en cuatro zonas en que se dividió el Pacífico mexicano, durante el periodo 1983-2002.

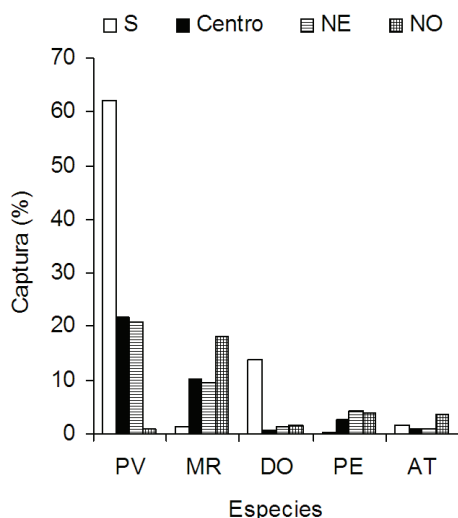


Fig. 4. Captura de las especies incidentales, obtenida en las cuatro zonas en que se dividió el Pacífico mexicano, durante el periodo 1983-2002. El pez vela y el marlin rayado fueron las especies más comunes en la zona sur y la noroeste, respectivamente. Claves: PV=pez vela, MR=marlin rayado, PE=pez espada, DO=dorado y AT=atún aleta amarilla.

La probabilidad de obtener CI por cada 25 lances disminuyó de sur a norte. En el sur predominaron las categorías *alta* y *muy alta*; en la zona centro fueron más variables, ya que hubo probabilidades *baja*, *media* y *alta* (Fig. 5). En la zona noroeste, ubicada frente a la costa occidental de Baja California, fueron más frecuentes las categorías *baja* y *media*, en cambio en el interior del Golfo de California (zona noreste), aunque

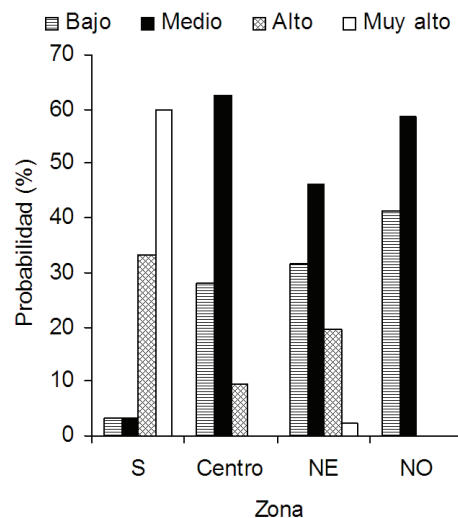


Fig. 5. Distribución de la probabilidad de obtener captura incidental acumulada por cada 25 lances en cuatro intervalos: bajo (0-25%), medio (26-50%), alto (51-75%) y muy alto (76-100%). Las especies analizadas fueron el pez vela, marlin rayado, dorado y atún aleta amarilla.

hubo probabilidades de las cuatro categorías, fue más usual la *media*.

Los resultados del MANOVA muestran que existe una diferencia significativa de las frecuencias de captura de las especies entre las zonas (Lambda de Wilks, $p < 0.0001$). Los coeficientes canónicos resultantes del análisis de la distribución de las especies permiten detectar tres grupos; el primero, bien definido, integrado por el pez vela, el dorado y el tiburón martillo cuya afinidad fue mayor a la zona sur; el segundo incluye el atún aleta amarilla, el tiburón azul y el marlin rayado, especies que son más comunes en la zona noroeste, y el tercero estuvo integrado por pez espada, tiburón zorro y los tiburones carcarínidos que son más frecuentes en las zonas centro y noreste (Fig. 6).

Los coeficientes de correlación canónica muestran que durante el primer trimestre son más comunes el tiburón azul, el marlin rayado, el tiburón zorro y el pez espada (Fig. 7). En el segundo es mayor la abundancia relativa del atún aleta amarilla, dorado y tiburón martillo.

La abundancia relativa del pez vela es elevada durante el tercero y el cuarto trimestres, peces que presentaron los valores más altos de un grupo conformado por el dorado, los tiburones carcarínidos (*Carcharhinus limbatus*, *C. falciformis*) y el tiburón martillo (*Sphyrna lewini* y *S. zygaena*).

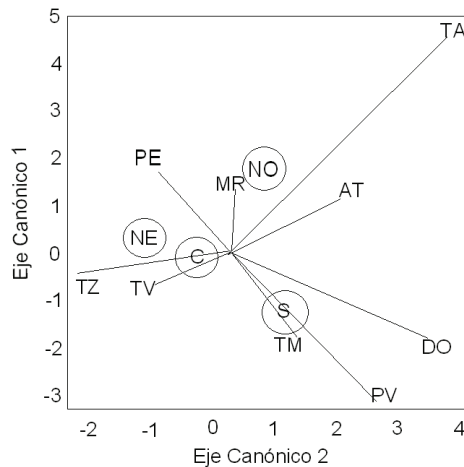


Fig. 6. Gráfica de centroides canónicos del efecto de zona. NE=Noreste, NO=Noroeste, C=Centro, S=Sur, PV=pez vela, MR=marlin rayado, PE=pez espada, DO=dorado, AT=atún aleta amarilla, TV=tiburones varios (tiburón volador, sedoso y otros carcarínidos), TM=tiburón martillo, TZ=tiburón zorro y TA=tiburón azul.

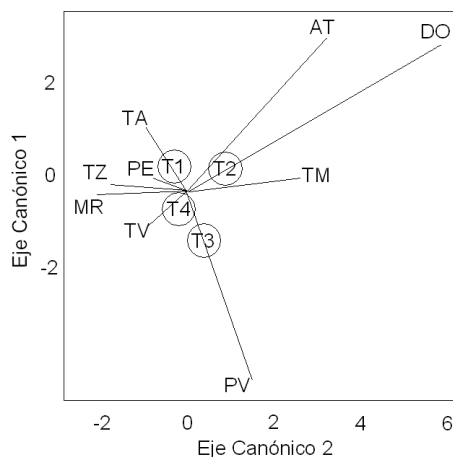


Fig. 7. Gráfica de centroides canónicos del efecto de Trimestre. T1=primer trimestre, T2=segundo trimestre, T3=tercer trimestre, T4=Cuarto trimestre, PV=pez vela, MR=marlin rayado, PE=pez espada, DO=dorado, AT=atún aleta amarilla, TV=tiburones varios (tiburón volador, sedoso y otros carcarínidos), TM=tiburón martillo, TZ=tiburón zorro, TA=tiburón azul.

Discusión

En el Pacífico mexicano hay variaciones cíclicas en las condiciones ambientales determinadas, entre otros factores, por la alternancia de las corrientes marinas dominantes (Wyrski, 1964, 1965, 1966, 1967); estos cambios se manifiestan en las fluctuaciones estacionales de la temperatura superficial marina, cuya relación con la CPUE es buen indicador de las preferencias ambientales

de las especies capturadas por la flota palangrera mexicana (Santana-Hernández, 2001). Por otro lado, puesto que en el periodo de estudio los barcos pescaron indiscriminadamente tiburones y otras especies de pelágicos mayores, amparados en que sus permisos no establecían cuotas de CI y sólo estaban limitados por la capacidad y la autonomía de los barcos (DOF, 1987; Sosa-Nishizaki, 1998), la abundancia relativa por zona de las especies puede considerarse como un reflejo de su distribución en la ZEEPM.

La distribución de los organismos y sus cambios a lo largo del tiempo están relacionados con las condiciones ambientales más favorables para las especies (Miyabe y Bayliff, 1987).

Los desplazamientos del pez vela en el Pacífico occidental coinciden con los movimientos estacionales de la isoterma de 28 °C (Nakamura, 1985), razón por la que la CPUE obtenida por la flota palangrera de altura que operó en la ZEEPM fue más elevada cuando la temperatura superficial marina promedio era de 30.2 °C (Jiménez-Quiroz², com. pers.). En contraste, el pez espada tolera temperaturas de 5° a 27 °C, aunque en el océano Pacífico noroccidental su intervalo óptimo es de 18° a 22 °C, mientras que el marlin rayado habita en ambientes cuya temperatura se encuentra entre 5° y 20 °C (Nakamura, 1985) y el tiburón azul prefiere temperaturas de frías a templadas (7-16 °C) (Compagno, 1984). Estos intervalos térmicos explican por qué Squire y Muhlia-Melo (1993) encontraron los valores más altos de la CPUE de pez vela en aguas aledañas al Golfo de Tehuantepec, mientras que el marlin rayado y pez espada fueron más abundantes en las zonas noreste y noroeste.

Los cambios periódicos en las corrientes oceánicas están relacionados con las migraciones latitudinales de las especies (McCann, 1964), así por ejemplo, los tiburones azul y zorro, el pez espada y el marlin rayado se desplazan “siguiendo” la corriente templada de California mientras que el pez vela, los tiburones martillo, los carcarínidos y el dorado están relacionados con las corrientes cálidas provenientes del ecuador, lo cual influye

2. Dra. Ma. del Carmen Jiménez-Quiroz. Investigadora de la Dirección General de Investigación Pesquera en el Pacífico Sur. INAPESCA, Manzanillo, Col.

en la probabilidad de captura de estas especies en la ZEEPM entre los trimestres del año.

En comparación con las condiciones ambientales relativamente estables que prevalecen en las zonas sur y norte del ZEEPM, en la central las variaciones de la temperatura superficial son muy amplias y, de manera similar, la dispersión de los datos de la abundancia relativa de las especies es grande. Las condiciones en esta zona son más afines a las registradas en el noreste o en el sur, dependiendo de la magnitud de la influencia de la corriente de California o Norecuatorial (Santana-Hernández, 2001), que varía en cada trimestre, pero también de la presencia (ausencia) de eventos oceánicos-atmosféricos como El Niño-La Oscilación del Sur. La variabilidad ambiental en esta zona podría explicar la mezcla de especies con diferentes preferencias ambientales que se encontró en la captura (Begon *et al.*, 1995).

La abundancia relativa de los tiburones es mayor al norte del paralelo 16° N, en contraste con las especies incidentales (principalmente de pez vela y dorado) que son más comunes al sur de ese paralelo (Santana-Hernández, 1997, 2001); por otro lado, el pez vela, el dorado y el atún aleta amarilla comparten la misma área de distribución durante la primavera y el verano (Miyabe y Bayliff, 1987; Polanco *et al.*, 1987), motivo por el cual son capturados ahí con mayor frecuencia que los tiburones en esos periodos.

La alta tasa de captura incidental de pez vela, atribuida al elevado esfuerzo pesquero aplicado al sur de ese paralelo antes de 1996, generó la inconformidad de los pescadores deportivos (Squire y Muhlia-Melo, 1993; Sosa-Nishizaki, 1998) y obligó a las autoridades pesqueras a reforzar los operativos de vigilancia en los polígonos decretados como zonas de “no pesca” con palangre, una estrategia establecida en la década de los años ochenta para reducir la captura incidental (DOF, 1987).

Durante el periodo 1983-2000 hubo cambios significativos en la composición de especies capturadas que resultaron del cambio de zona de operación de la flota (Santana-Hernández y Valdez-Flores, 2001³), ya que el esfuerzo dismi-

nuyó en la zona sur y se incrementó en las zonas noreste y noroeste, como resultado del permiso que a partir de 1998 las autoridades pesqueras dieron a los barcos palangreros mexicanos para pescar pez espada, que se distribuye principalmente en las inmediaciones de la península de Baja California (Squire y Muhlia-Melo, 1993). Antes de 2006 estos barcos ya habían trabajado en la zona noroeste, lugar donde los tiburones azul (*P. glauca*) y zorro (*A. pelagicus*) abundan, por lo que disminuyó significativamente la CI de las especies destinadas a la pesca deportiva (Santana-Hernández y Valdez-Flores 2001³).

El análisis muestra que la abundancia relativa de los tiburones es mayor al norte del paralelo 16° N, mientras que los valores más altos de captura incidental, principalmente de pez vela y de dorado, han sido obtenidos al sur de ese paralelo. Estos resultados pueden servir para establecer criterios de administración de la pesquería que contribuyan a reducir la CI. Por otro lado, además de restringir las áreas de pesca con palangre, se pueden instrumentar otras estrategias tales como determinar la eficacia de diferentes tipos de carnada, modificar las profundidades de operación, cambiar el horario en que se hacen los lances, estimar la probabilidades de sobrevivencia de organismos liberados vivos y cambiar de zona de pesca cuando la captura incidental sea excesiva, entre otras (Santana-Hernández *et al.*, 1996; Santana-Hernández, 1998; Santana-Hernández, 1997, 2001).

Conclusiones

- La captura de tiburones y de especies no objetivo, obtenida por los barcos palangreros dentro la ZEEPM entre la frontera con Guatemala y el paralelo 27° N, presentó variaciones significativas entre las épocas del año y zonas geográficas.

de la tendencia de la captura, esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo de la pesquería de tiburones por barcos palangreros de altura, durante el periodo 1983-2002. Informe Técnico (documento interno). Instituto Nacional de la Pesca. Centro Regional de Investigación Pesquera-Manzanillo. 19p.

3. SANTANA-HERNÁNDEZ, H. y J.J. Valdez-Flores. 2001. Análisis

- Las mayores tasas de captura incidental de pez vela y dorado se registraron al sur de los 16° N, zona caracterizada por las altas temperaturas superficiales del mar (28 a 32 °C).
- Los valores más bajos de captura incidental se obtuvieron en la zona noroeste, frente a la costa occidental de Baja California, donde las especies más abundantes fueron los tiburones azul y zorro, y predominan las temperaturas superficiales del mar entre 15 y 20 °C.
- La mayor variabilidad de la captura incidental en las zonas centro y noreste puede ser atribuida a que se trata zonas de transición en las que se alternan las corrientes de California que transportan aguas templadas, y las corrientes de origen ecuatorial de aguas cálidas.

Agradecimientos

A los empresarios y cooperativas de la pesquería palangrera, a los capitanes y miembros de las tripulaciones por las facilidades y apoyo proporcionados durante las campañas de muestreo a bordo y en los puertos que sirvieron como base de operaciones. También se agradece de manera especial a quienes participaron en las diferentes etapas de revisión e hicieron sugerencias para mejorar la calidad de la presentación de este trabajo, especialmente a la Dra. María del Carmen Jiménez Quiroz por su apoyo en las correcciones del manuscrito.

Literatura citada

- BEGON, M., J.L. Harper y C.R. Townsend. 1995. *Ecología: Individuos, poblaciones y comunidades*. Omega, Barcelona, España. 890p.
- COMPAGNO, L.J.V. 1984. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. Part 1. Hexanchiformes to Lamniformes. FAO Fisheries Synopsis, Roma 125(4):1-249.
- DOF. 1987. Acuerdo que regula el aprovechamiento de las especies marlin, pez vela y pez espada conocidas comúnmente como picudos, en la Zona Económica Exclusiva del Litoral del Océano Pacífico. Diario Oficial de la Federación. México. 28 de agosto de 1987.
- DOF. 2007a. Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables. Diario Oficial de la Federación. México. 24 de julio de 2007.
- DOF. 2007b. Norma Oficial Mexicana NOM-029-PESC-2006. Pesca Responsable de Tiburones y Rayas. Especificaciones para su aprovechamiento. Diario Oficial de la Federación. México. 14 de febrero de 2007.
- GOODYEAR, C.P. 1999. An analysis of the possible utility of time-area closures to minimize billfish bycatch by U.S. pelagic longlines. *Fisheries Bulletin* 97:243-255.
- HAIR, J., R. Anderson, R. Tatham y W. Black. 1992. *Multivariate Data Analysis with reading*. Macmillan. New York, EU. 544p.
- HINTON, M.G. y H. Nakano. 1996. Standardizing catch and effort statistics using physiological, ecological, or behavioral constraints and environmental data, with an application to blue marlin (*Makaira nigricans*) catch and effort data from Japanese longline fisheries in the Pacific. *Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin* 21(4):169-200.
- JOSEPH, J., W.L. Klawe y C.J. Orange. 1974. A review of the longline fishery for billfishes in the eastern Pacific Ocean. NOAA. Species Science Report Fisheries 675(2):309-331.
- KUME, S. y J. Joseph. 1969. La pesca japonesa con palangre de atunes y peces espada en el Océano Pacífico Oriental, al Este de los 130° Oeste 1964-1966. *Comisión Interamericana del Atún Tropical* 13(2):376-404.
- MCCANN, C. 1964. A coincidental distributional pattern of some of the larger marine animals. *Tuatara* 12(2):119-124.
- MIYABE, N. y W.H. Bayliff. 1987. Un examen de la pesca palangrera japonesa de atunes y peces espada en el Océano Pacífico oriental, 1971-1980. *Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin* 19(1):123-159.
- NAKAMURA, I. 1985. Billfishes of the World. An annotated and illustrated catalogue of marlins, sailfishes, spearfishes and swordfishes known to date. *FAO Fisheries Synopsis* 125(5):1-65.
- OKAMOTO, H. y W.H. Bayliff. 2003. A review of the Japanese longline fishery for tunas and billfishes in the Eastern Pacific Ocean,

- 1993-1997. 2003. *Inter-American Tropical Tuna Commission* 22(4):388.
- POLANCO, E., R. Mimbela, L. Beléndez, P. González, M.A. Flores, A. Pérez, N. Aguilar, R. Pérez, R. Calderón, J.L. Guerra, J. Romo, H. Gómez, J.J. Mimbela, S. Cabrera, D. Peralta, J. García y M. Ochoa. 1987. Pesquerías mexicanas: estrategias para su administración. SEPESCA. México. 466p.
- SANTANA-HERNÁNDEZ, H. 1989. Distribución y abundancia relativa, espacio temporal de las especies capturadas por la pesquería palangrera en la Zona Económica Exclusiva del Pacífico Mexicano. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Nayarit, México. 53p.
- SANTANA-HERNÁNDEZ, H. 1997. Relación del éxito de la pesca palangrera con la temperatura superficial y la profundidad en el Pacífico mexicano. Tesis de Maestría. Fac. de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 89p.
- SANTANA-HERNÁNDEZ, H. 2001. Estructura de la comunidad de pelágicos mayores capturados con palangre en el Pacífico mexicano (1983-1996) y su relación con la temperatura superficial del mar. Tesis Doctoral. Fac. de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Colima, México. 122p.
- SANTANA-HERNÁNDEZ, H., R. Macías-Zamora y A. Vidaurri-Sotelo. 1996. Relación entre la abundancia de peces de pico y la temperatura del agua en el Pacífico mexicano. *Ciencia Pesquera* 13:62-65.
- SANTANA-HERNÁNDEZ, H., I. Méndez Gómez-Humarán, J.J. Valdez-Flores y M.C. Jiménez-Quiroz. 2008. Experimento para determinar la selectividad y eficiencia del tiburón con embarcaciones de mediana altura en el Pacífico central mexicano. *Ciencia Pesquera* 16:57-66.
- SAS Institute, 2002. *JMP® 5 Administrator's Guide to Annually Licensed Windows and Macintosh Versions*. Versión 5. Cary, NC: SAS Institute Inc. Disponible en <http://support.sas.com/archive/installation/admindoc/installation/JMP501AdminGuide.pdf>
- SOSA-NISHIZAKI, O. 1998. Revisión histórica del manejo de los picudos en el Pacífico mexicano. *Ciencias Marinas* 24(1):95-111.
- SQUIRE, J.L. y A.F. Muhlia-Melo. 1993. A review of striped marlin (*Tetrapturus audax*), swordfish (*Xiphias gladius*), and sailfish (*Istiophorus platypterus*) fisheries and resource management by Mexico and the United States in the northeast Pacific Ocean. NOAA. NMFS. SWFSC. Adm. Rep. LJ-93-96, 44p.
- WYRTKI, K. 1964. The thermal structure of the eastern tropical Pacific Ocean. *Deutschen Hydrographischen Zeitschrift, Ergänzungsheft A* 6:1-84.
- WYRTKI, K. 1965. Surface currents of the eastern tropical Pacific Ocean. *Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin* 9(5):207-304.
- WYRTKI, K. 1966. Oceanography of the eastern equatorial Pacific Ocean. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 4:33-68.
- WYRTKI, K. 1967. Circulation and water masses in the eastern equatorial Pacific Ocean. *International Journal of Oceanology and Limnology* 1:117-147.

Recibido: 2 febrero de 2009.

Aceptado: 25 agosto de 2009.