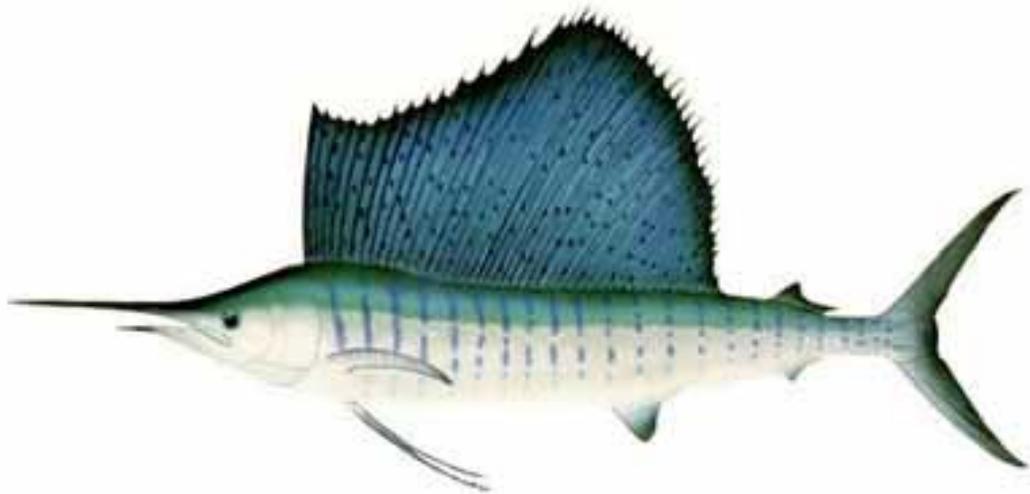




INFORME TECNICO FINAL ENERO-DICIEMBRE/2007

PROYECTO: Análisis de la abundancia relativa del pez vela (*Istioporus platypterus*) en el Pacífico Mexicano



ENERO/2008

INTEGRANTES:

DRA. SOFIA ORTEGA GARCIA
DR. MICHAEL DOMEIER
DR. HERIBERTO SANTANA HERNANDEZ
BIOL. ALEXANDER KLETT TRAUlsen

ESTUDIANTES PIFI:

MARCELA SELENE ZUÑIGA FLORES
RAUL OCTAVIO RINCON FLORES
GENOVEVA CERDENARES LADRON DE GUEVARA
FERNANDO ARIAS OLAIZ

NOTA: DEBIDO AL TAMAÑO DEL ARCHIVO NO SE INCLUYEN TODAS LAS FIGURAS

RESUMEN

Una de las especies que suele ser capturada de manera incidental es el pez vela (*Istiophorus platypterus*), una especie importante tanto para la pesca comercial como para la deportiva. Con información de la captura incidental del pez vela registrada por los barcos palangreros que operaron en el Océano Pacífico mexicano durante el periodo 1983-1996, se determinó la distribución espacio-temporal de la abundancia relativa de esta especie, así como su variabilidad interanual y estacional y su relación con variables ambientales como, temperatura superficial del mar, fase lunar, batimetría y MEI (Multivariate ENSO Index). La base de datos fue estandarizada debido a las diferencias en el esfuerzo pesquero en el periodo de estudio. Como indicador de la abundancia relativa se utilizó la *CPUEe* definida como número de organismos capturados por 1000 anzuelos estandarizados. En el Océano Pacífico mexicano se encontraron áreas de alta abundancia de pez vela: la boca del Golfo de California (de Agosto a Enero) y el Golfo de Tehuantepec (durante todo año), presentando variaciones periódicas estadísticamente significativas tanto estacionales como interanuales. El porcentaje de efectividad de captura de pez vela y la abundancia relativa del mismo presenta una relación directamente proporcional con la TSM, la cual también presentó una relación estrecha con los patrones migratorios del pez vela en el Pacífico mexicano. Si bien no se encontraron diferencias significativas en los valores de *CPUEe* en relación a las diferentes fases lunares, si se observaron mayores valores de *CPUEe* durante $\frac{3}{4}$ y luna llena. En cuanto a la relación de la *CPUEe* y la batimetría se obtuvo que entre 0 y 2000 metros de profundidad la abundancia fue alta (zona costera), entre los 2000 y los 4000 metros fue baja (zona oceánica) y entre los 4000 y los 6000 metros aumentó considerablemente (fosas frente al Golfo de Tehuantepec). El análisis del índice ambiental mostró que a valores del MEI mayores a 1, la *CPUEe* disminuyó y a valores menores de -1, la *CPUEe* aumentó.

INTRODUCCIÓN

Dentro de las especies comprendidas como recursos pesqueros pertenecientes a los picudos se pueden considerar como las de principal importancia, el pez vela (*Istiophorus platypterus*), el marlin (*Makaira nigricans*, *Tetrapturus audax* y *Makaira indica*) y el pez espada (*Xiphias gladius*) (Sosa-Nishisaki, 1998).

El término "picudo" ha sido aceptado ampliamente para denominar a los grandes peces de la familia Xiphiidae e Istiophoridae, caracterizados por tener la mandíbula superior extremadamente elongada, constituyendo un grupo de especies pelágicas altamente migratorias, distribuidas en las regiones tropicales de todos los océanos del mundo (Miyabe & Bayliff, 1987). Incluyen doce especies, cuatro géneros y dos familias (Nakamura, 1985).

El pez vela se caracteriza por tener un cuerpo en forma de torpedo comprimido lateralmente, alcanzando una longitud total hasta de 340 cm. Se reconoce fácilmente por tener la primera aleta dorsal en forma de vela, con una dimensión mayor que la altura del cuerpo; sus aletas pélvicas son muy largas pudiendo alcanzar el orificio anal (Nakamura, 1985).

Habita aguas en zonas tropicales y subtropicales de todos los océanos, presentando una distribución predominantemente costera. En el Pacífico Occidental se encuentra desde los 27° S hasta los 40° N. En el Pacífico Oriental la distribución está más restringida, aunque el recurso parece más abundante entre los 5° S y los 25° N (Joseph *et al.*, 1974 ; Squire, 1974).

Diferentes autores han descrito la presencia de una población importante de pez vela en el Océano Pacífico Oriental (OPO) a lo largo de la costa entre México y Ecuador, con un límite Norte en el área de la boca del Golfo de California (Kume & Joseph, 1969; Shingu *et al.*, 1974; Miyabe & Bayliff, 1987; Nakano & Bayliff, 1992; Uosaki & Bayliff, 1999).

Particularmente en el Pacífico mexicano se han reportado dos zonas importantes de abundancia de pez vela, la primera comprende desde Bahía Magdalena, Baja California Sur hasta Bahía de Banderas, Nayarit y Jalisco, ocupando la zona conocida como boca del Golfo de California y la segunda al sur de México; en el Golfo de Tehuantepec y zonas adyacentes, aunque cabe mencionar que se tienen registros de su presencia dentro de toda la Zona Económica Exclusiva de México (ZEEEM) (Guzmán-Arroyo & López-Ramos, 1986; Kume & Joseph, 1969; Shingu *et al.*, 1974; Miyabe & Bayliff, 1987; Nakano & Bayliff, 1992; Uosaki & Bayliff, 1999).

Existen algunas condiciones y características que influyen directa o indirectamente sobre los organismos que habitan en el medio ambiente marino, tales condiciones van desde las propiedades oceánicas (temperatura, transparencia, salinidad, etc.), los procesos oceánicos (corrientes, surgencias, masas de aguas, etc.) a las relaciones bio-ecológicas (alimento, migraciones, áreas de reproducción, etc.) que de alguna u otra manera determinan su distribución y abundancia (Fuentes & Irazoqui, 1999).

Durante muchos años se han realizado estudios en los que se ha demostrado que la distribución de las especies capturadas con palangre presentan un grado de estratificación espacial y temporal, en función de las condiciones oceanográficas en el área del Pacífico mexicano, caracterizadas por las altas concentraciones de picudos y tiburones (Kume & Joseph, 1969; Joseph *et al.*, 1974; Miyabe & Bayliff, 1987; Polanco *et al.*, 1987; Santana-Hernández, 1989). Sin embargo la información disponible en la actualidad permite profundizar en este tipo de estudios con la finalidad de entender el comportamiento del recurso respecto a las variantes condiciones del medio en que habita.

La pesquería de pez vela se caracteriza porque existen dos tipos de aprovechamiento: en forma comercial y deportiva. Dentro de la pesca deportiva existen para el Pacífico mexicano aproximadamente 15,400 embarcaciones entre nacionales y extranjeras (Quezada, 1991), apoyados principalmente por los prestadores de servicios turísticos asociados a esta actividad. En cuanto a la pesca comercial para la ZEEM, se realiza con palangre de deriva, la cual tiene como objetivo la pesca de tiburón, siendo el pez vela considerado como captura incidental (Nakamura, 1985).

El pez vela es un recurso de suma importancia para México ya que en la pesca comercial representa cerca del 40% de las capturas totales y en cuanto a la pesca deportiva esta especie en la zona centro y sur del Pacífico mexicano ha representado siempre más del 50% de las capturas pudiendo llegar al 90% de ellas en los principales puertos. Es por esto que siendo un recurso tan importante en el Pacífico mexicano, no solo por el valor de su carne, sino por la generación de empleos directos e indirectos y la derrama económica producida por la pesca deportiva tanto a los prestadores de servicios en sí como a todo el sector turístico, se requiere un mayor esfuerzo en su estudio para ampliar el conocimiento del recurso.

1. MATERIAL Y MÉTODOS

BASE DE DATOS DE CAPTURA Y ESFUERZO

Para el desarrollo de este trabajo se utilizaron los registros de las bitácoras de pesca de los barcos de la flota tiburón (posteriormente llamada mar-flota) que operaron en el Pacífico mexicano, el cual se define para este trabajo de los 35° a los 5° de latitud Norte y de los 120° a los 90° de longitud Oeste, durante el periodo 1983-1996. De estas bitácoras se obtuvo información de la posición geográfica de los lances (latitud y longitud), el número de anzuelos utilizados en cada lance, la fecha y el número de peces vela capturados incidentalmente. Un total de 2408 lances fueron registrados en el área de estudio para el periodo de 1983-1996, mismos que se organizaron en una hoja de cálculo de un software comercial (Microsoft Excel, 2002).

BASE DE DATOS DE VARIABLES AMBIENTALES Y TOPOGRAFÍA

La información de temperatura superficial del mar utilizada, fue derivada del procesamiento de imágenes de satélite del sensor Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR), con una resolución de 4 Km., las cuales fueron procesadas mediante el software comercial Windows Image Manager (Karu, 2005).

Los valores diarios de intensidad de luz se obtuvieron de las bases de datos proporcionadas por el departamento de aplicaciones astronómicas del USNO (United States Naval Observatory).

La topografía del área de estudio se obtuvo de la información disponible del paquete Windows Image Manager (Karu, 2005) con una resolución espacial de dos minutos cuadrados y fue graficada mediante el uso de un software comercial (Surfer 8.0)

Con el fin de evidenciar el efecto que han ejercido los diferentes eventos interanuales en la $CPUE$ del pez vela, se utilizó el índice MEI para el periodo de estudio. Esta información se obtuvo de los datos disponibles en Internet por la NOAA Climate Diagnostics Center (www.cdc.noaa.gov).

ANÁLISIS DE LA BASE DE DATOS DE CAPTURA Y ESFUERZO

La base de datos ha sido depurada, geo-posicionando los puntos con la ayuda de un software comercial (Golden Software, 2002), de tal forma que se pudieran detectar errores en la captura de la información.

Considerando estudios previos y como una forma de poder hacer comparativos los resultados, la $CPUE_n$ fue definida como el número de organismos capturados por cada 1000 anzuelos utilizados;

$$CPUE_n = \frac{\sum_{i=1}^n c * (1000)}{\sum_{i=1}^n f}$$

donde:

$CPUE_n$ = tasa de captura (número de organismos capturados por cada 1000 anzuelos)

c = número de organismos

f = número de anzuelos

i = número de operaciones de pesca durante el mes, trimestre o año.

Como análisis previo a la estandarización del esfuerzo pesquero se aplicaron técnicas estadísticas multivariadas (análisis de cluster y análisis discriminante) a la matriz de las características físicas de las embarcaciones que integraban la flota palangrera mexicana, con lo que se descartó la necesidad de llevar a cabo una estandarización del esfuerzo pesquero entre las diferentes embarcaciones de la flota tiburón ya que estas no presentaban diferencias significativas entre ellas. Sin embargo dado que en el análisis exploratorio de la distribución espacio-temporal del esfuerzo de pesca, se observó que la flota operó de manera exhaustiva para los años 1983-1990, disminuyendo considerablemente el esfuerzo pesquero para el periodo 1991-1996, se consideró necesario la estandarización del esfuerzo de pesca entre periodos por las diferencias significativas encontradas entre estos ($H_{(1,2408)} = 16.18687; p < 0.05$). La estandarización se llevó a cabo de la siguiente manera:

$$CPUE_{es} = mediana(CPUE_n)$$

$$PP_1 = \frac{mediana(CPUE_n)}{CPUE_{es}}$$

$$PP_2 = \frac{\text{mediana}(CPUE_{n_2})}{CPUE_{es}}$$

$$fe = f \times PP_i$$

$$CPUEe = \frac{(1000 \times fe)}{pv}$$

Donde:

$CPUE_{es}$ = mediana de la CPUE del periodo designado como estándar (periodo 2)

$CPUE_{n_{1,2}}$ = mediana de CPUE del periodo i

PP_i = poder de pesca del periodo i

f = esfuerzo nominal

fe = esfuerzo estandarizado

pv = número de organismos (pez vela) capturados

$CPUEe$ = captura por unidad de esfuerzo estandarizado

DISTRIBUCIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LA CAPTURA Y EL ESFUERZO

Con el objetivo de representar gráficamente la distribución espacio-temporal de las operaciones de pesca de la flota palangrera y observar la variabilidad inter e intra-anual, se elaboraron mapas de distribución total, mensual y anual con la posición geográfica de los lances e indicando aquellos en los que se obtuvo pesca incidental de pez vela.

El análisis de la abundancia relativa del pez vela se llevó a cabo en tres partes, la primera consta de un análisis de las variaciones latitudinales en un año tipo, la segunda en el análisis de la serie de tiempo 1983-1996 y la tercera en el análisis de los cambios inter e intra- anuales de la $CPUEe$.

Debido a que la variación espacio-temporal del pez vela es principalmente latitudinal, se realizó un análisis de distribución latitudinal de la abundancia relativa del pez vela a lo largo de un año tipo, para lo que se determinó la $CPUEe$ promedio mensual por cuadrantes de $5^\circ \times 5^\circ$ para todo el periodo de estudio, los valores resultantes se promediaron perpendicularmente al transecto que se trazó en el área de estudio con un ángulo de 135° con respecto al eje de las x en un plano cartesiano que va del punto superior (30° N ; 115° W) al punto inferior (5° N ; 90° W) con el motivo de eliminar la variación longitudinal y dejar solamente para analizar la variación latitudinal de la $CPUEe$.

Una vez determinada la matriz con los valores de $CPUEe$ promedio mensual a las diferentes latitudes, se realizó una interpolación lineal para la representación gráfica de los movimientos latitudinales de la abundancia relativa del pez vela en un año tipo.

El análisis de la serie de tiempo se encuentra representado por dos valores, el primero se refiere a las anomalías estandarizadas mensuales de los valores de *CPUEe*, valores que fueron obtenidos de la siguiente manera:

$$anomalía = \frac{\text{promedio mensual de } CPUEe - \text{media mensual del año tipo}}{\text{desviación estandar mensual del año tipo}}$$

Debido a que las pruebas de normalidad y homocedasticidad de la información fueron rechazadas (K-S $d=.25223$, $p<.01$; B=729.73, $p<.01$), para determinar si existían diferencias intra-anales (meses y trimestres) así como interanuales en la *CPUEe*, se aplicó un análisis de varianza de Kruskal-Wallis.

RELACIÓN CON LAS VARIABLES AMBIENTALES

Temperatura Superficial del Mar

Para determinar el comportamiento de la TSM asociada a los lances efectivos y totales por área de un grado, se realizó un histograma de frecuencias, para posteriormente calcular el porcentaje de efectividad de pesca a las diferentes temperaturas determinado por:

$$\% \text{efectividad} = \frac{\# \text{ de lances efectivos}}{\# \text{ de lances realizados}} \times 100$$

En un año tipo se graficaron los promedios mensuales de temperatura tanto para los lances realizados como para los lances en los que se presentó captura de pez vela con dos fines, el primero para ver las variaciones interanuales de TSM a lo largo del año, y el segundo para ver si existían diferencia entre las zonas de pesca y aquellas donde se capturó el pez vela.

Para ver la relación entre la TSM y la abundancia relativa del recurso, se promediaron los valores de *CPUEe* para cada intervalo de un grado de TSM con el fin de observar el comportamiento y el grado de correlación de estas dos variables.

Con el fin de establecer una posible relación entre los movimientos latitudinales de la abundancia relativa del pez vela y la TSM se obtuvieron los valores promedio mensuales de TSM para un año tipo, siguiendo la metodología antes mencionada para la distribución latitudinal de la *CPUEe*. Los valores de TSM obtenidos se graficaron como isolíneas de temperatura entre el intervalo de los 16 °C a los 31 °C sobre el mapa de distribución latitudinal de la abundancia relativa del pez vela en un año tipo.

Fase Lunar

Para el análisis de la fase lunar primero se llevó a cabo una distribución de frecuencia de los lances totales y de los lances con captura de pez vela para los 10 diferentes intervalos de intensidad luminosa (valores entre 0 y 1) con el fin de ver el comportamiento de los datos en los diferentes tiempos del ciclo lunar, así como una gráfica de dispersión entre los valores de *CPUEe* y la intensidad luminosa.

Tomando en cuenta el porcentaje de luminosidad, el periodo de fase lunar se dividió en 5 intervalos: luna nueva (de 0 a 0.2), cuarto (de 0.2 a 0.4), luna media (de 0.4 a 0.6), tres cuartos (de 0.6 a 0.8) y luna llena (de 0.8 a 1), una vez realizada la asignación se llevó a cabo un análisis de Kruskal-Wallis para determinar si existían diferencias significativas de *CPUEe* entre las diferentes fases lunares.

Batimetría

Para el análisis de la relación entre la *CPUEe* y la topografía del suelo marino, primero se llevó a cabo una distribución de frecuencia de los lances totales y de los lances con captura de pez vela para los diferentes intervalos de profundidad (de 0 a 6000 metros de profundidad con una amplitud de 500 metros por intervalo).

Con el fin de hacer una representación gráfica de la distribución espacial de los lances, se geoposicionaron todos los lances a nivel superficial en un mapa de batimetría del área de estudio y se llevaron al fondo para ver la asociación de estos con el fondo marino.

Con la finalidad de determinar una posible tendencia entre la *CPUEe* promedio y la topografía, se calculó la *CPUEe* promedio a los diferentes intervalos de profundidad (cada 500 metros), estos promedios se agruparon en tres categorías: lances someros (de 0 a 2000 metros), lances oceánicos (de 2000 a 4000 metros) y lances abismales (de 4000 a 6000 metros). Una vez separados los tres grupos se realizaron mapas de distribución de los lances para cada uno de los grupos y por medio de una interpolación se realizó un mapa del área de estudio separando las tres zonas. Para determinar si había diferencia significativa en la *CPUEe* promedio por tipo de lance (somero, oceánico y abismal) se aplicó un análisis de varianza de Kruskal-Wallis.

RESULTADOS

Distribución espacio-temporal de captura y esfuerzo

El número total de lances efectuados por la flota palangrera mexicana en el Pacífico mexicano durante el periodo analizado fue de 2408 lances, registrando captura de pez vela en el 70% de ellos. El mayor esfuerzo pesquero se ejerció durante el periodo 1983-1990 con 2059 lances y el menor se presentó en el periodo 1991-1996 con 349 lances únicamente (Fig.1).

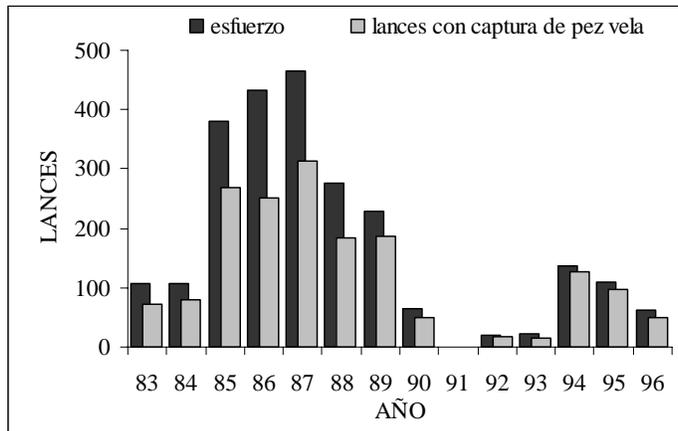


Figura 1. Número total de lances y número de lances con captura de pez vela, realizados por la flota palangrera mexicana en el Pacífico mexicano durante el periodo 1983-1996.

La distribución espacial de los lances de pesca realizados por la flota palangrera mexicana durante el periodo 1983-1996 se presenta en la figura 2. Como puede observarse, la flota palangrera operó a lo largo de todo el Pacífico mexicano en dos principales zonas de operación, una en la boca del Golfo de California la cual se extiende hasta la parte sur de Bahía de Banderas, Jalisco y la segunda zona se encuentra en el Golfo de Tehuantepec. En la misma figura, se puede observar que los lances con captura de pez vela también se encontraron distribuidos a lo largo de todo el Pacífico mexicano.

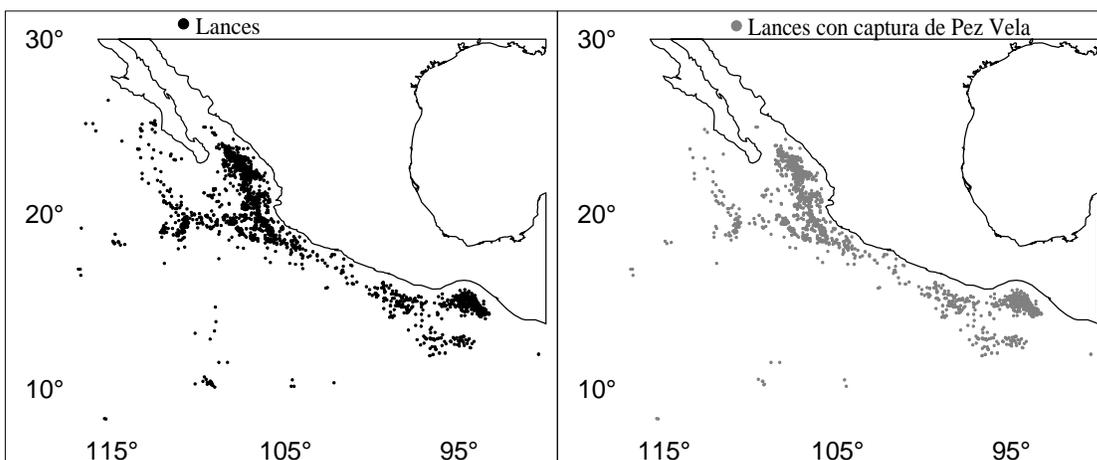


Figura 2. Distribución total de los lances de pesca y de aquellos en los la flota tiburón obtuvo captura de pez vela en el Pacífico mexicano durante el periodo 1983-1996.

La distribución interanual de los lances presentó una mayor actividad de la flota en la primera parte del periodo de estudio (1983-1989), con una distribución a lo largo de todo el pacífico, particularmente de 1984 a 1988, periodo durante el cual la flota registró una mayor cobertura de operación. Durante el periodo 1990-1996, se detectó una fuerte disminución del esfuerzo pesquero principalmente entre 1992-1993, cuando solamente se aplicó esfuerzo en la boca del Golfo de California, igual que en 1995. Durante el año 1991 no se registró ningún lance. En cuanto a las capturas que se observaron durante todo el periodo de estudio (1983-1996), en la gran mayoría de las zonas en donde se llevó a cabo esfuerzo pesquero se obtuvieron capturas de pez vela.

Estandarización del esfuerzo

Caracterización de la flota

En la figura 3, se presenta el resultado del análisis de cluster aplicado para el total de embarcaciones de la flota palangrera mexicana que operaron durante el periodo analizado. Se observa que la flota palangrera mexicana presentó cuatro diferentes grupos de embarcaciones y que las cuatro embarcaciones de la flota tiburón-Mar flota se encuentran en el mismo grupo.

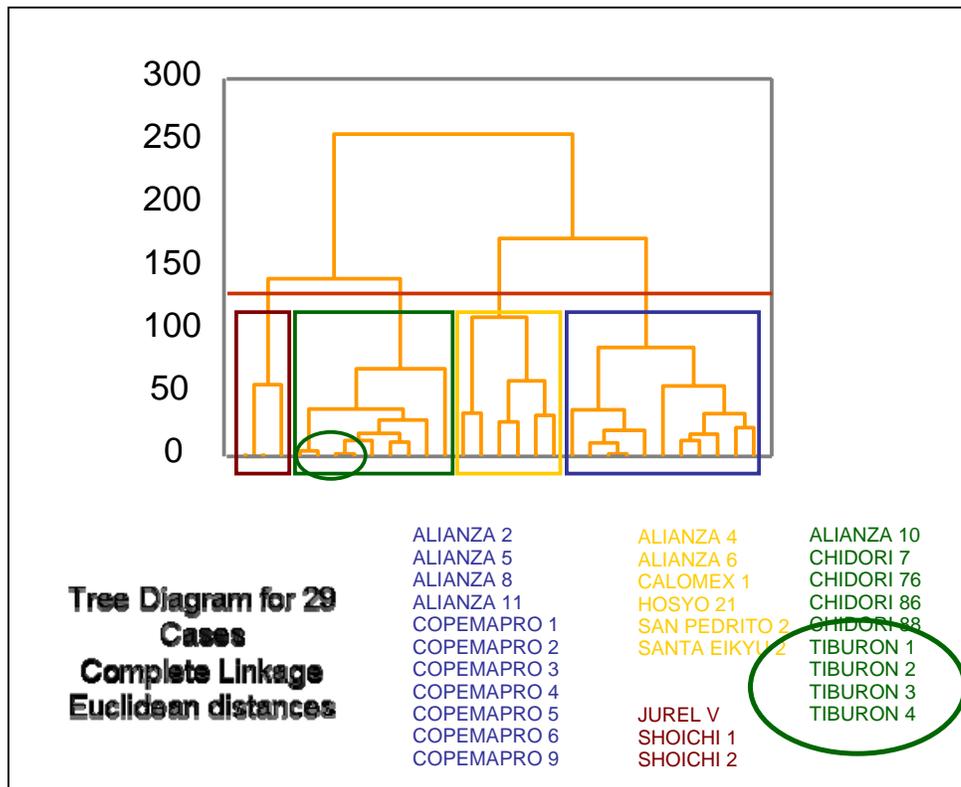


Figura 3. Análisis de Cluster aplicado a las características físicas de los barcos de la flota palangrera mexicana.

Estandarización temporal del esfuerzo

El otro aspecto que se consideró para determinar si era necesaria la estandarización del esfuerzo de pesca fue la variabilidad espacio/temporal del esfuerzo. En la figura 4 se presenta la frecuencia de lances aplicados en los dos periodos, el primero de 1983 a 1990 y el segundo de 1992 a 1996, donde se encontraron diferencias significativas en la *CPUEe* de los dos periodos ($H_{(1, 2408)} = 16.18687$ $p = .0001$). Esto, junto con la observación de que la distribución espacial del esfuerzo, fue diferente para los dos periodos, lo cual llevó a la necesidad de estandarizar el esfuerzo de pesca.

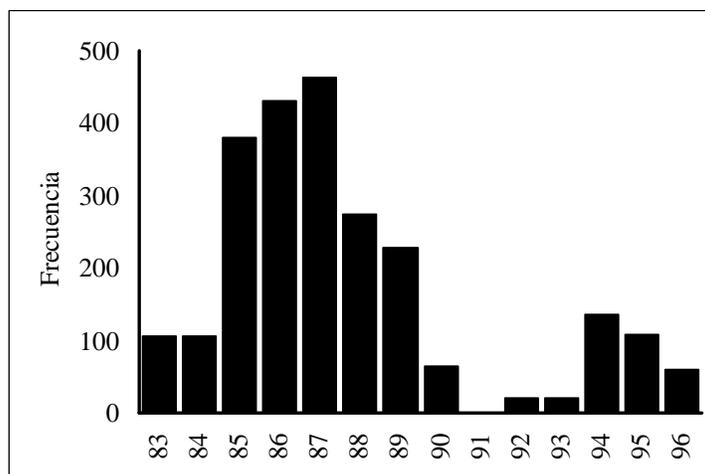


Figura 4. Distribución de frecuencias del esfuerzo pesquero aplicado durante el periodo 1983-1996 en el Pacífico mexicano.

El poder de pesca del segundo periodo se consideró como estándar, es decir con un valor de 1, por lo que el poder de pesca de la flota en el primer periodo fue de 0.57176623. Multiplicando el poder de pesca por el esfuerzo nominal se obtuvo el esfuerzo efectivo de pesca y con este se estimó la *CPUEe*.

Distribución latitudinal de la *CPUEe*

Figura 5. Distribución latitudinal de la abundancia relativa del pez vela (*CPUEe*) en un año tipo para el periodo 1983-1996.

En la figura 5, se observa como en la primera mitad del año el pez vela se encontró principalmente en la parte centro y sur del Pacífico mexicano, principalmente en el Golfo de Tehuantepec. Durante los meses de junio-julio comienza a expandirse su área de distribución hacia al norte durante los meses de julio a octubre ya se localizan dos zonas de alta abundancia, la zona de la boca del Golfo de California y el Golfo de Tehuantepec. Durante noviembre y diciembre la concentración del recurso es en la boca del Golfo de California, siendo nula su presencia en el Golfo de Tehuantepec.

Variaciones periódicas de la CPUE

Tanto la variabilidad mensual como la estacional de la abundancia relativa del pez vela presentaron diferencias significativas. ($H_{(11,2408)} = 909.1594$ $p < 0.05$); ($H_{(3,2408)} = 624.7226$ $p < 0.05$), con los valores mas elevados de CPUE en los meses de mayo a octubre. Por otro lado las variaciones interanuales también presentaron diferencias significativas ($H_{(12,2408)} = 178.5239$ $p < 0.05$) con los valores de CPUE mas altos en los años de 1985 a 1990 y en 1994.

Variables ambientales

Temperatura Superficial del Mar

En la figura 16, se presenta la distribución de frecuencias del esfuerzo asociada a la TSM, así como la frecuencia de los lances en los que se obtuvo captura de pez vela, en donde se puede apreciar que el esfuerzo pesquero presenta dos valores máximos importantes, el primero de los 24 °C a los 26 °C y el segundo de los 29 °C a los 31 °C con 280 y 350 lances promedio respectivamente. En la distribución de frecuencias de la captura se observa una tendencia creciente con un máximo en los 30 °C.

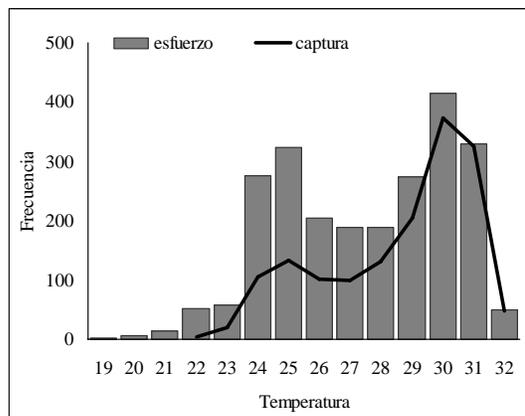


Figura 6. Distribución de frecuencias de los lances y de los lances con captura de pez vela para el periodo 1983-1996 asociados a cada intervalo de TSM.

En la figura 7 se muestra la comparación de los promedios de temperatura superficial de los lances efectuados por la flota tiburón, con respecto a los lances en los que se obtuvo captura mensual de pez vela, en donde se observa que no hubo diferencia entre estas dos a lo largo del año.

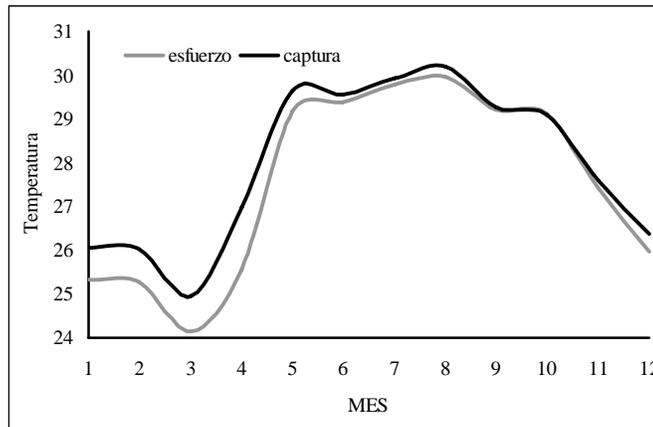


Figura 7. Temperatura promedio asociada a la captura de pez vela y al esfuerzo por mes en un año tipo para el periodo 1983-1996.

Para tener una representación espacio-temporal de lo que muestra la figura 8 acerca de la relación de la abundancia relativa del pez vela con la TSM, se presenta la figura 20, con un mapa de la distribución latitudinal que representa la abundancia relativa del pez vela y las isolíneas de temperatura superficial del mar en un año tipo. En ella se puede observar que a temperaturas menores de los 21 °C no se capturó pez vela, que de los 21 °C a los 26 °C se encuentran las abundancias relativas medias y que a temperaturas superiores a los 27 °C se obtuvieron las mayores abundancias de esta especie.

Figura 8. Distribución latitudinal de la abundancia relativa del pez vela en un año tipo para el periodo 1983-1996 y su asociación con la TSM.

Fase Lunar

En la figura 9 se muestra la distribución de frecuencias de los lances efectuados por la flota tiburón y de los lances que presentaron captura de pez vela en cada intervalo de intensidad luminosa. Aquí se puede observar la misma tendencia en los dos valores, mayor esfuerzo y mayor captura cuando los valores extremos fueron la luna nueva y la luna llena; de la misma manera se observó un menor esfuerzo y menor captura cuando las intensidades de iluminación fueron intermedias.

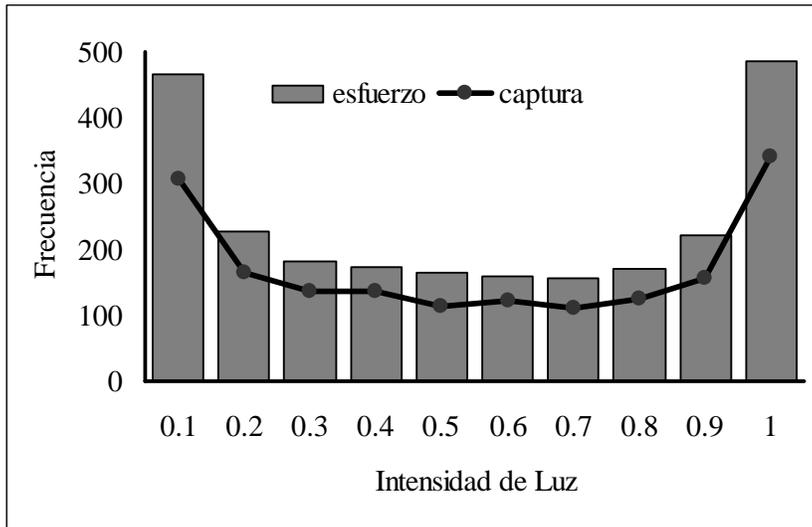


Figura 9. Frecuencia del número de lances totales y de los que presentaron captura de pez vela asociados a los diferentes intervalos de intensidad luminosa durante el periodo 1983-1996.

La comparación de la $CPUE_e$ respecto a las diferentes intensidades luminosas no mostraron diferencia significativa ($H_{(4, 2408)} = 5.784446$ $p = .2158$).

Batimetría

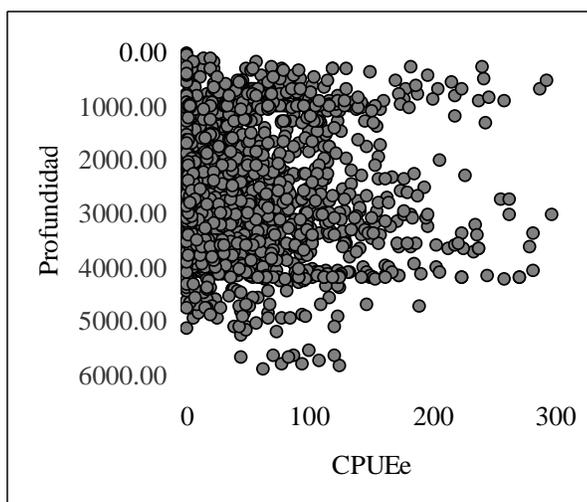


Figura 10. Dispersión de los datos de $CPUE_e$ asociados a los diferentes intervalos de profundidad.

En la figura 11 se muestra el mapa del suelo marino del Pacífico mexicano, en que sobre la superficie se encuentran geoposicionados los lances que realizó la flota tiburón-mar flota durante el periodo 1983-1996. Estos lances fueron relacionados con el fondo marino con el fin de identificar la asociación de estos con el suelo oceánico. Se encontró que cerca del 60% de los lances se realizaron sobre la plataforma y el talud continental, zona que se define entre los 0 y los 2500 metros de profundidad. El 40% restante de los lances se encontraron en la zona oceánica y abisal del área de estudio. En la zona oceánica se pudo observar una asociación con bajos, islotes, cordilleras y montañas submarinas.

Figura 11. Batimetría asociada a los puntos geo-posicionados de esfuerzo de la flota tiburón-mar flota en el Pacífico mexicano durante el periodo 1983-1996.

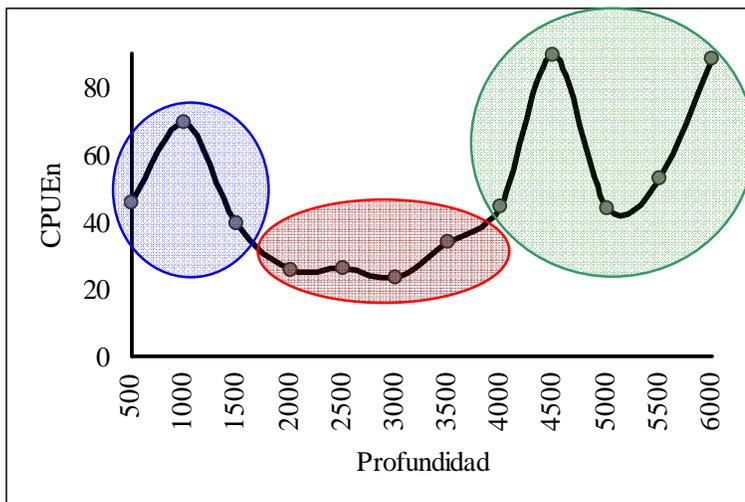


Figura 12. Promedio de abundancia relativa del pez vela asociada a cada intervalo de profundidad durante el periodo 1983-1996.

En la figura 12 se muestra la asociación entre la profundidad y la *CPUEe*, en donde los valores promedio que se muestran en la gráfica se separaron en tres diferentes grupos, el primero esta caracterizado por valores promedios altos de *CPUEe* (28 org./1000 anz. y profundidades bajas (de 0 a 2000 metros), el segundo por valores bajos de *CPUEe* (19 org./1000 anz y profundidades medias (2000 a 4000 metros) y el tercero por valores máximos de *CPUEe* (49 org./1000 anz. y altas profundidades (4000 a 6000 metros).

Para explicar gráficamente la distribución de los lances de los tres grupos en un solo mapa, se aplicó una interpolación y se obtuvo la figura 13, en la que se confirma lo mencionado anteriormente.

Figura 13. Zonificación de los lances en base a la *CPUEe* y la Batimetría.

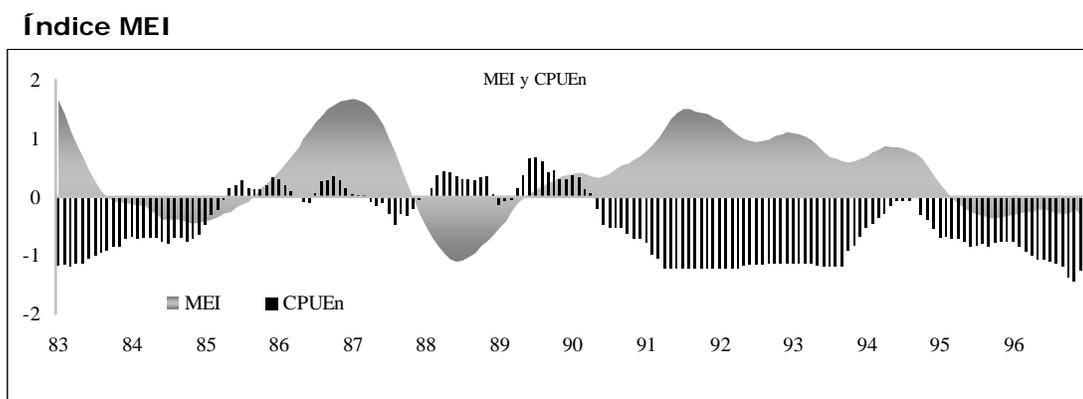


Figura 14. Serie de tiempo del MEI y de *CPUEe* para el periodo 1983-1996.

En la figura 14, se muestra la serie de tiempo del índice ambiental MEI, asociado a la serie de *CPUEe* para el periodo 1983-1996, en donde se puede observar que a valores mas altos del MEI, los valores de *CPUEe* son mas bajos, presentándose con mayor evidencia durante el periodo 1990-1994, mostrando una relación inversamente proporcional.

CONCLUSIONES

- Se determinaron dos zonas importantes de abundancia relativa de pez vela: la boca del Golfo de California con valores máximos en la segunda mitad del año y el Golfo de Tehuantepec que presenta valores altos durante todo el año.
- La abundancia relativa del pez vela presenta variaciones periódicas significativas tanto intra como inter-anales, registrando los valores mas altos durante los meses de mayo a septiembre, del periodo 1985-1990 y 1994
- Se puede inferir un patrón migratorio del pez vela: en la primera mitad del año solamente lo encontramos en el sur del pacifico, para el mes de junio una fracción de la población inicia su desplazamiento hacia el norte, que para los meses de agosto a noviembre se encuentra principalmente en las dos zonas de alta abundancia, que son boca del Golfo de California y el Golfo de Tehuantepec y en el mes de diciembre esta fracción de la población regresa al la zona sur.
- El porcentaje de efectividad de captura de pez vela y la abundancia relativa del mismo presentan una relación directamente proporcional con la TSM, la cual también presenta una relación estrecha con los patrones migratorios del pez vela en el Pacifico mexicano
- No obstante que no se encontraron diferencias significativas en el éxito de pesca en relación a los diferentes porcentajes de luminosidad de la luna, si se observaron valores mayores cuando ésta estuvo entre 0.6 y 1
- En cuanto a la relación de la abundancia relativa con la batimetría, se encontraron valores altos en las zonas costeras (0-2000 m), valores de medios a bajos en las zonas oceánicas asociadas a montañas submarinas, bajos e islotes (2000-4000 m) y valores máximos de abundancia relativa en las zonas abisales del Golfo de Tehuantepec (4000-6000 m).
- Se encontró una relación inversamente proporcional entre el Índice ambiental "MEI" y la abundancia relativa, lo que indica que a valores del MEI mayores que 1, la abundancia disminuye y a valores menores de -1, se incrementa.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Anderson & Davey. 1998. Predicting the El Niño of 1997/98. *Weather*. 53(9). Royal Meteorological Society. Pp. 303-310.
- Arias-Olaiz F. 2005. Distribución espacio-temporal de la CPUE del pez vela (*Istiophorus platypterus*), registrada por los barcos palangreros que operaron en el noroeste de México durante el periodo 1985-1987. Tesis de Licenciatura. México. UABCS. 53pp.
- Arizmendi-Rodríguez, D.I., Abitia-Cárdenas, L.A., Galván-Magaña, F. & Trejo-Escamilla, I. 2006. Food habits of sailfish *Istiophorus platypterus* off Mazatlán, Sinaloa, México. *Bulletin of Marine Science*. 79(3): 777-791.
- Barber R, & F. Chávez. 1983. Biological Consequences of El Niño. *Science*. Vol 222. No 4629. 1203-1210 pp.
- Bennet E. 1966. Monthly charts of surface salinity in the eastern Tropical Pacific Ocean. Inter American Tuna Commission. Bull 11. (1): 1-44
- Beardsley Jr. G.L., N.R. Merret & W.J. Richards. 1975. Synopsis of the biology of the sailfish. NOAA Tech. Rep. NMFS. Proceeding of the international Billfish symposium Kailua-Kona, Hawaii, 9-12 August 1972 Part 1. Report of the symposium. Richard S.S. & Francis W. Ed. 95-120.
- Cifuentes F.,M. Torres & M. Mondragón. 1995. El océano y sus recursos. No 24 "Las ciencias del mar: oceanografía biológica". FCE. México. 197pp.
- Dalamas D., Apostolopoulou M. & Megaloufonou P. 2005. Environmental, spatial-temporal and operational effect on long-line swordfish catch rates in the eastern Mediterranean sea. ICES CM 2005/O:33
- Diario oficial de la federacion (1987). Agosto 28.
- Draganik, B., & Cholyst, J., 1987. Temperature and moonlight as simulators for feeding activity by swordfish. *Reports of Sea Fisheries Institute*, vol. 22: 73-84.
- Fiedler P. & M.Lavin. 2006. Introduction: a review of eastern tropical pacific oceanography. Elsevier. *Progress in Oceanography* 69 (2006) 94–100.
- Fischer W., Krupp F., Schneider W., Sommer C., Carpenter K.E. & Niem V.H. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental. Volumen I. Plantas e invertebrados. Roma, FAO. 1995. I:1-646p.
- Fuentes, V. M. & Irazoqui, A. J. 1999. Análisis de los factores que afectan la distribución espacial y temporal del atún aleta amarilla *Thunnus albacares*, en el océano Pacífico Oriental y sus efectos sobre la pesquería. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa. Mazatlán, Sin. 59 pp.
- Gallegos-Garcia & Barberan-Falcon. 1998. Surgencia eólica. El Golfo de Tehuantepec, el ecosistema y sus recursos. Capítulo 3. 27-34 pp.
- Galvan-Magaña F. 1988. Composición y análisis de la dieta del atun aleta amarilla en el Océano Pacífico mexicano en el periodo 1984-1985. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. Mexico. 85pp.
- Gómez-Muñoz V.M. 1990. Áreas y épocas de pesca mas importantes para la flota atunera mexicana en el Pacífico Oriental de 1975-1986. *Inv.Mar. CICIMAR-IPN*, 5(1):47-53.
- Guzmán-Arroyo M. & J.O. López-Ramos. 1986. Descripción y registros de juveniles de pez vela (*Istiophorus platypterus*), en las costas del estado de Michoacán, Pacífico sur de México. *Ciencias Marinas*. 12(2): 53-67.
- Halpern D. 1983. Equatorial Pacific warm event. *Tropical ocean-atmosphere news letter special*. Issue. Feb. 1983. 16:1-120.
- Hernández-Herrera A. 1994. Patrón reproductivo del Pez Vela (*Istiophorus platypterus*, Shaw y Nodder, 1791) al sur del Golfo de California. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. México. 53pp.
- Hernández-Herrera A. 2001. Biología del Pez Vela (*Istiophorus platypterus*, Shaw y Nodder, 1791) al sur del Golfo de California, México. Tesis doctoral. CIB-NOR. México. 71pp.
- Instituto Nacional de la Pesca, INP. 2000. "Sustentabilidad y pesca responsable en México." Breviario de la pesquería del marlin rayado del Océano Pacífico.
- Jiménez-Quiroz M., R. Macias-Zamora & Vidaurri-Sotelo A. 2006. Relación entre la TSM y la pesca de pez vela en barcos palangreros en la ZEEM (1985-1989). XIV congreso Nacional de Oceanografía
- Joseph, J., W. L. Klawe & C. J. Orange. 1974. A review of the long line fishery for billfishes in the Eastern Pacific Ocean. In: R. S. Shomura & F. Williams (eds.). *Proceedings of the International Billfish Symposium*. Kailua-Kona, Hawaii, 9-12 August 1972. Part 2.

- Kikawa S. 1972. Synopsis on the biology of the shortbill spearfish. In: R. S. Shomura & F. Williams (eds.). Proceedings of the International Billfish Symposium. Kaliua-Kona, Hawaii, 9-12 August 1972. Part I. Review and Contributed Papers. 309-331 p. U. S. Department of Com. NOAA Technical Report NMFS SSRF-675.
- Kiladis, G.N., & H.F. Diaz, 1989: Global climatic anomalies associated with extremes in the Southern Oscillation. *J. Climate*, 2, 1069-1090.
- Kume, S. & J. Joseph. 1969. The Japanese longline fishery for tunas and billfishes in the Eastern Pacific Ocean, East of 130°W, 1964-1966. *Inter-Am. Trop. Tuna Comm. Bull.* 13(2): 277-418.
- Laurs R., P Fielder & D. Montgomery. 1984. Albacore tuna catch distribution relative to environmental features observed from satellites. *Deep-sea search*. 31(9):1085-1090.
- Macías-Zamora R. 1993. Relación entre la pesca deportiva y comercial de pez vela (*Istiophorus Platypterus*) en el Pacífico mexicano. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. México. 71pp.
- Macias-Zamora R., A.L. Vidaurri Sotelo & H. Santana-Hernández. 1994. Análisis de la tendencia de la captura por unidad de esfuerzo en la pesquería del pez vela en el Pacífico mexicano. *Ciencias Marinas*. 20(3): 393-408.
- Macias-Zamora R. 2006. Influencia de "El Niño" en la pesca deportiva en el océano Pacífico mexicano entre 1954-2001.
- Martínez-Rincón R.O., 2005. Distribución espacio-temporal de la captura por unidad de esfuerzo del pez vela (*Istiophorus Platypterus*) en el Golfo de Tehuantepec y su relación con la temperatura superficial del mar y la concentración de pigmentos fotosintéticos. Tesis de Licenciatura. México. UNICACH. 70pp.
- Miyabe, N. & W. H. Bayliff. 1987. A review of the Japanese longline fishery for tunas and billfishes in the eastern Pacific Ocean, 1971-1980. *Inter-Am. Trop. Tuna Comm. Bull.* 19 (1): 1-163.
- Moreno, S., J. Pol & L. Muñoz. 1991. Influencia de la luna en la abundancia del emperador. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*. 35: 508 -510.
- Monreal-Gómez M. & D. Salas de Leon. 1998. Dinámica y estructura termohalina. El Golfo de Tehuantepec, el ecosistema y sus recursos. Capítulo 2. 13-26 pp.
- Nakamura, I. 1985. FAO, Species catalogue Vol. 5 Billfishes of the world. An annotated and illustrated catalogue of marlins, sailfish, spearfish and swordfish known to date. *FAO Fish Synop.* (125) Vol 5: 65 p.
- Nakano, H. & W.H. Bayliff. 1992. A review of the Japanese longline fishery for tunas and billfishes in the Eastern Pacific Ocean, 1981-1987. *Inter-Am. Trop. Tuna Comm. Bull.* 20(5): 187-355.
- Ortega-García S. 1989. Análisis y normalización del esfuerzo de pesca de la flota atunera mexicana de cerco y vara que opera en el Pacífico Oriental. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. Mexico. 100pp.
- Ortega-García S., F. Arias-Olaiz, J.P. Arias-Aréchiga & M. Zúñiga-Flores. 2007. Boletín informativo, tercer trimestre 2006. Cabos San Lucas BCS. Mexico. CICIMAR-IPN. API. 8pp.
- Osuna-Flores I. 1991. Análisis de la pesquería del pez vela (*Istiophorus Platypterus*) en el océano Pacífico Oriental con énfasis en la ZEEM. Tesis de maestría. México. CICIMAR-IPN. 100pp.
- Pallares, P. & J.M. Garcia-Mamolar. 1985. Efectos de las fases de la luna sobre los rendimientos de la flota atunera-tropical española. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*. 23: 228-236.
- Ponce-Díaz. G. Ortega-García S. & A. Klett-Traulsen 2003. Analysis of sportfishing catch rates of striped marlin (*Tetrapturus audax*) at Cabo San Lucas, Baja California Sur, México, and their relation to sea surface temperature. *CSIRO*. vol. 54, no. 4, pp. 483-488(6).
- Polanco E., Mimbela R., Belendez L., Gonzáles P., Flores M.A., Pérez A., Aguilar N., Pérez R., Calderón R., Guerra J.L. Romo J., Gómez H., Cabrera S., Peralta D., García J., & Ochoa M., 1987. Pesquerías mexicanas. Estrategias para su administración. SEPESCA. 11-466.
- Quezada, H.S. 1991. La pesca deportivo-recreativa como atractivo turístico. Comisión Nacional Consultiva de Pesca. Secretaria de Pesca. México.
- Rosas-Alayola J., Hernández-Herrera, Galván-Magaña, F, Abitia-Cardenas, L.A., y Muhlia-Melo A.F. 2002. Diet composition of sailfish (*Istiophorus platypterus*, Shaw and Nodder,

1792) from the southern Gulf of California, Mexico. *Fisheries Research*. 57 (2002): 185-195.

- 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 profesional. Universidad Autónoma de Nayarit. 89pp.
- Santana-Hernández H. R. Macías-Zamora & A. Vidaurri-Sotelo. 1996. Relación entre la abundancia de especies de pico y la temperatura del agua del Pacífico mexicano. *Ciencia Pesquera*. No13. pp. 62-65.
- 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. Universidad de Colima. México. 122pp.
- Shapiro S. 1950. The Japanese long-line fishing for tunas. *Comm. Fish. Rev.* 12:4, 1-26.
- Shingu, C., P. K. Tomlinson & C. L. Peterson. 1974. A review of the Japanese longline fishery for tunas and billfishes in the Eastern Pacific Ocean, 1967-1970. *Inter-Am. Trop. Tuna Comm. Bull.* 16(2): 67-230.
- Sosa-Nishisaki, O. 1998. Revisión histórica del manejo de los picudos en el Pacífico mexicano. *Ciencias Marinas*. 24(1): 95-110.
- Squire, J. L. 1974. Migration patterns of Istiophoridae in the Pacific Ocean as determined by Cooperative Tagging Programs. En: R. S. Shomura & F. Williams (eds.). *Proceedings of the International Billfish Symposium*. Kaliua-Kona, Hawaii, 9-12 August 1972. Part 2. Review and Contributed Papers. 226-237 p. U. S. Department of Com. NOAA Technical Report NMFS SSRF-675.
- Squire J. & Au D. 1990. Striped Marlin in the Northeast Pacific- A case for local depletion and core area Management. In.: *planning the future of billfishes*. Part 2. National coalition for marine conservation: pp, 199-214.
- Thomas W. 1977. Nutrient phytoplankton interrelationship in the eastern tropical pacific ocean. *IATTC. Bull* 17(3):172-212.
- Torres-Orozco E. 2004. Características dinámicas e hidrográficas del océano con relación a la captura de atun aleta amarilla. Tesis doctoral. CIBNOR. México. 116pp.
- Uosaki, K & W. H. Bayliff. 1999. A review of the japanese longline fishery for tunas and billfishes in the eastern Pacific Ocean, 1988-1992. *Inter-Am. Trop. Tuna Comm. Bull.* 21(6): 274-488.
- Wolter K. & Timlin M. 1998. Measuring the strength of ENSO events. How does 1997/98 rank?. *Weather* 53(9): 315-323.

IMPACTO:

La biología y distribución de esta especie es poco conocida y dentro de la Carta Nacional Pesquera (Diario Oficial de la Federación, 2004), documento oficial que resume los indicadores sobre la disponibilidad y conservación de los recursos pesqueros, el cual constituye la base para la toma de decisiones en lo concerniente a la administración de nuestros recursos pesqueros, se reconoce la existencia de capturas incidentales de esta especie tanto por las flotas palangreras como artesanales, pero que se desconoce la magnitud de éstas, mencionando que es necesario evaluarlas para determinar su impacto sobre las capturas deportivas. El haber determinado un posible patrón migratorio de la especie también es de suma importancia en el manejo de este recurso, por lo que estos resultados podrán ser de gran apoyo en el establecimiento de medidas de explotación.