

ANÁLISIS DE LA TENDENCIA DE CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO EN LA PESQUERÍA DEL PEZ VELA EN EL PACÍFICO MEXICANO

ANALYSIS OF THE TENDENCY OF CATCH PER UNIT EFFORT IN THE MEXICAN PACIFIC SAILFISH FISHERY

R. Macías-Zamora
A. L. Vidaurri-Sotelo
H. Santana-Hernández

Centro Regional de Investigación Pesquera, INP
Playa Ventanas s/n
Apartado postal 591
Manzanillo, Colima, 28200, México

Recibido en febrero de 1994; aceptado en julio de 1994

RESUMEN

Con objeto de determinar la tendencia en la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) en la pesca del pez vela, se analizó la información de los cuadernos de bitácora de la flota palangrera que operó con bandera mexicana de 1980 a 1990. Se utilizaron técnicas de análisis multivariado (análisis de componentes principales) para agrupar las unidades de pesca que constituyen esta flota. Mediante técnicas de series de tiempo, se estimó la tendencia en la CPUE como indicador de abundancia y se comparó con el comportamiento del mismo índice en la pesca deportiva del pez vela realizada en Manzanillo, Colima, en este periodo. Los resultados indican que el recurso se encuentra subutilizado.

Palabras clave: pez vela, flota palangrera, captura por unidad de esfuerzo, pesca deportiva.

ABSTRACT

Information from the logbooks of the longline fleet operating under Mexican flag from 1980 to 1990 was analyzed to determine the tendency of the catch per unit effort (CPUE) of the sailfish fishery. Multivariate analysis techniques (principal components analysis) were used to group the fishing units of this fleet. Time series methods were used to estimate the tendency of the CPUE as an abundance indicator, and this was compared to the behavior of the same index for sailfish sport fishing in Manzanillo, Colima, during this period. The results indicate that the resource is underutilized.

Key words: sailfish, longline fleet, catch per unit effort, sport fishing

INTRODUCCION

El pez vela (*Isthiophorus platypterus*) forma parte de un grupo de peces conocidos comúnmente como picudos, en el que se incluye también al marlín (varias especies) y al pez espada (*Xiphias gladius*). Estos se caracterizan por

INTRODUCTION

Sailfish (*Isthiophorus platypterus*) form part of a group of fish commonly known as billfish, which also includes marlin (various species) and swordfish (*Xiphias gladius*). They are characterized as having the upper jaw

poseer la mandíbula superior extremadamente alargada más allá de la mandíbula inferior, formando un largo *rostrum* o pico que origina su calificativo (Nakamura, 1985). Su pesquería se caracteriza, según sea su aprovechamiento, en comercial o deportiva, dualidad que ha provocado ciertos conflictos entre los pescadores interesados en su aprovechamiento (Secretaría de Pesca, 1987).

La pesca comercial con palangre en el Pacífico oriental (al este de los 130°) se inició durante 1956 por parte de la flota japonesa, y se extendió al norte y sur del ecuador, de forma que para 1963 el área era explotada completamente. El nivel de esfuerzo aplicado continuó incrementándose en esta zona hasta 1976, cuando México adoptó el régimen de 200 millas de Zona Económica Exclusiva Mexicana (ZEEM) y, desde principios de 1977, dejó de permitir que la flota internacional que operaba dentro del límite de las 200 millas continuara pescando (Squire y Au, 1990). Paralelo a esto, México contrajo el compromiso de determinar su capacidad permisible de captura sobre los recursos vivos de esa zona y permitir el acceso a otros países al excedente de dicha captura cuando no tuviera capacidad para explotarla totalmente. Por este motivo, el gobierno mexicano promovió la creación de empresas mexicanas con inversión extranjera minoritaria e inició en 1980 la operación de una flota palangrera que sumaba, en 1986, un total de 21 barcos autorizados, orientados a la captura de atún y tiburón. Estos operaron dentro de la ZEEM (Secretaría de Pesca, 1987) y obtuvieron cantidades superiores al 40% de picudos, como pesca incidental.

Macías *et al.* (1993) hacen un análisis de la pesca deportiva y encuentran una época de marcada disminución en la CPUE de la flota dedicada a esta actividad. Mencionan que esta época se extiende desde mediados de los años cincuenta hasta 1976 y la atribuyen al incremento en el esfuerzo pesquero ejercido sobre el recurso por la flota palangrera internacional. Asimismo, informan de un periodo (1976 a 1990) con tendencia ligeramente mayor de cero, asociado a la reducción del esfuerzo propiciada por el establecimiento de la ZEEM, con fluctuaciones periódicas correlacionadas con cambios en las

extremely longer than the lower, forming a long rostrum, from which their name originates (Nakamura, 1985). Its fishery is divided into two types: commercial and sport, duality that has provoked certain conflicts among the fishermen interested in its exploitation (*Secretaría de Pesca*, 1987).

The Japanese fleet began longline commercial fishing in the East Pacific (east of 130°) during 1956, and extended north and south of the equator in such a manner that by 1963 the entire area was exploited. The level of effort continued to increase in this zone until 1976 when Mexico adopted the 200 mile Mexican Exclusive Economic Zone (MEEZ) regimen, and since the beginning of 1977 it has not allowed an international fleet to operate within the 200 mile limit (Squire and Au, 1990). Parallel to this, Mexico made the commitment to determine the permissible catch capacity of the live resources in this zone, and to allow other countries access to the surplus of said catch when it was unable to exploit it completely. For this reason, the Mexican government promoted the formation of Mexican businesses with little foreign investment, and in 1980 initiated the operation of a longline fleet that in 1986 totaled 21 authorized boats geared for the capture of tuna and shark. These operated within the MEEZ (*Secretaría de Pesca*, 1987), and obtained amounts greater than 40% in incidental billfish fishing.

Macías *et al.* (1993) analyze the sport fishery, and find a period of marked decrease in the CPUE of the fleet dedicated to this activity. They mention that this period extends from the mid-nineteen fifties to 1976, and they attribute it to the increase in the fishing effort exerted on the resource by the international longline fleet. In the same manner, they report a period (1976-1990) with a tendency slightly greater than zero associated to the reduction in the effort propitiated by the establishment of the MEEZ, with periodic fluctuations correlated to changes in environmental conditions, particularly the El Niño phenomenon (Fig. 1).

In view of the above, the present study analyzes the information taken from the logbooks of the Mexican longline fleet that operated in a

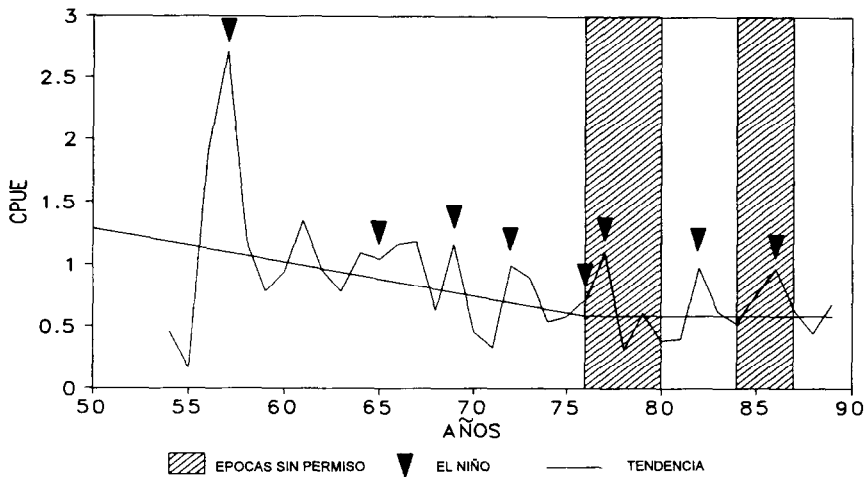


Figura 1. Tendencia de la CPUE en torneos de pesca deportiva. Las áreas sombreadas representan épocas sin permiso para pesca palangrera. Las flechas representan ocurrencia del fenómeno El Niño (tomada de Macías *et al.*, 1993).

Figure 1. CPUE tendency in sport fishing competitions. The shaded areas represent seasons without permission for longline fishing. The arrows represent the occurrence of the El Niño phenomenon (taken from Macías *et al.*, 1993).

condiciones ambientales, particularmente con el fenómeno de El Niño (Fig. 1).

Considerando lo anterior, en el presente trabajo, se analiza la información proveniente de las bitácoras de la flota palangrera mexicana que operó en forma discontinua en la década de los ochenta y se revisa el desarrollo de la CPUE como un indicador de abundancia y del efecto del esfuerzo pesquero ejercido sobre el pez vela, bajo las condiciones de explotación posteriores a la adopción del régimen de 200 millas de ZEEM.

MATERIAL Y METODOS

Se analizó una base de datos relativa a la actividad de la flota palangrera con bandera mexicana que operó desde 1980 hasta 1990, compilada en su mayor parte (aproximadamente el 75%) por el Comité Técnico Consultivo de la Pesquería de Picudos y Especies Afines, y en la parte restante por personal del Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP), en Manzanillo, con base en las bitácoras que estas embarcaciones entregaban a la Secretaría de Pesca. De esta forma, se documentaron en total

discontinuous manner during the nineteen eighties, and reviews the development of the CPUE as an indicator of abundance, and of the effect of the fishing effort exerted on the sailfish under the conditions of exploitation subsequent to the adoption of the 200 mile EEZM regimen.

MATERIAL AND METHODS

A data base was analyzed relative to the activity of the longline fleet that operated from 1980 to 1990 under Mexican flag. The majority (approximately 75%) was compiled by the *Comité Técnico Consultivo de la Pesquería de Picudos y Especies Afines*, and the remaining part by the *Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP)* in Manzanillo, based on the logbooks that these boats submitted to the *Secretaría de Pesca*. In this manner, a total of 7,344 executed fishing sets were documented in this period. A fishing set is defined as the maneuver of casting and recovering the longline.

This data base consisted of 31 boats which were classified according to 13 variables corresponding to the physical characteristics of the

7,344 lances de pesca efectuados en este periodo, considerando lance de pesca la maniobra de tendido y cobrado del palangre.

Esta base de datos incluía 31 embarcaciones clasificadas de acuerdo con 13 variables correspondientes a características físicas de la embarcación, como tonelaje, capacidad de bodega, eslora, año de construcción y potencia, así como el porcentaje de las especies presentes en la captura (tabla 1). Los valores relativos a las características de las embarcaciones fueron obtenidos del Registro Nacional de la Pesca y la composición específica de la captura se calculó con base en las bitácoras de pesca. Es necesario aclarar que el número de 31 buques de pesca listados no corresponde al total de barcos que operaron. La diferencia se debe a que algunos cambiaron de nombre; por ejemplo, cuatro de los barcos llamados Chidori se convirtieron en Copemapros y, por esta razón, el número real de embarcaciones que pescó en forma simultánea es menor que el de este listado. Para propósitos del análisis, se consideraron como barcos diferentes, con el fin de contemplar la posibilidad de algún cambio de estrategia asociado con este cambio de administración.

Se realizó un análisis descriptivo donde las unidades de pesca se agruparon en función de sus nombres, ya que éstos generalmente implican administración y estrategia operativa común. Se graficaron las posiciones de sus lances de pesca, se calculó el porcentaje de captura obtenido de cada una de las especies y se localizaron las áreas de pesca de mayor éxito, definido aquí como el de lances con un número de organismos capturados de la especie en cuestión superior al 50%. Posteriormente, se validó esta agrupación empleando el análisis de componentes principales (Pielou, 1984; Chatfield y Collins, 1980) del paquete estadístico Statgraphics con los datos estandarizados utilizando como variables: 1) todas las características, 2) sólo los porcentajes de cada una de las especies capturadas y 3) sólo las características físicas de las embarcaciones. Los resultados se graficaron en función de sus dos primeros componentes, que agrupan el mayor porcentaje de la variación de los datos, y se interpretaron de acuerdo con el peso de cada variable en relación con los componentes principales.

boat, such as tonnage, storage capacity, length, year made, and horsepower, as well as the percentage of the species present in the catch (table 1). The relative values of the boats' characteristics were obtained from the *Registro Nacional de la Pesca*, and the fishing logbooks were used to calculate the specific composition of the catch. It is necessary to mention that the 31 fishing boats listed do not correspond to the total number of boats operated. The difference is due to the fact that some changed their names; for example, four of the boats called Chidori were changed to Copemapros, and for this reason, the real number of boats that fished in a simultaneous manner is less than that listed. For analysis purposes, they were considered as different boats in order to contemplate the possibility of some change in strategy associated to this change in the administration.

A descriptive analysis was made where the fishing units were grouped together by name, since this generally implies a common administration and strategic operative. The positions of the fishing sets were plotted, the catch percentage for each species was calculated, and the areas of greatest fishing success were located, defined here as sets with a number of captured organisms of the species in question greater than 50%. Afterwards, this grouping was validated by using the principal components analysis (Pielou, 1984; Chatfield and Collins, 1980) from the statistical package Statgraphics with the standardized data using as variables: 1) all of the characteristics, 2) only the percentages of each species captured and 3) only the physical characteristics of the boats. The results were plotted in terms of their first two components, which contain the greatest percentage of variation of the data, and were interpreted according to the weight of each variable in relation to the principal components.

Based on this grouping, a group of boats was selected that directly affected the sailfish, and their monthly average CPUE was calculated, defined here as the number of organisms caught per each thousand hooks. The data missing from the series were calculated by using linear interpolation. Third order moving averages were applied to smooth the series, (while trying to conserve as much as possible the seasonable-

Tabla 1. Características catastrales y porcentajes de captura por especie de la flota palangrera.
Table 1. Cadastral characteristics and catch percentages per species of the longline fleet.

Barco	Tonelaje neto	Tonelaje bruto	Capacidad de bodega	Eslora (m)	Año de construc.	Potencia (HP)	Lances	Anz. prom.	Porcentaje de captura					
									Vela	Marlin	Espada	Tiburón	Atún	Dorado
Alianza 2	150.7	296.6	140	39.5	1964	850	229	2359	16.76	34.65	1.01	38.78	8.37	0.23
Alianza 4	243.9	438.9	285	53.7	1962	750	39	2098	40.25	8.25	0.18	43.99	0.99	6.34
Alianza 5	179.1	336.4	220	48.7	1962	1000	52	2500	83.85	15.40	0.75	0.00	0.00	0.00
Alianza 8	165.8	344.7	165	47.5	1970	1100	244	2184	36.57	28.47	2.09	26.77	5.40	0.71
Alianza 10	199.2	373.9	199	48.5	1971	1500	46	1547	6.01	31.18	2.70	43.10	17.01	0.00
Alianza 11	174.3	335.2	174	44.5	1963	950	220	2125	33.89	36.53	0.70	16.45	10.92	1.51
Calomex 1	110.0	236.8	50	38.4	1964	700	49	1916	5.44	2.03	0.08	86.74	6.02	0.00
Chidori 7	115.8	251.8	190	46.8	1979	850	453	2573	6.07	43.58	50.35	0.00	0.00	0.00
Chidori 33	141.2	283.6	220	45.2	1972	900	44	2500	0.64	25.21	74.16	0.00	0.00	0.00
Chidori 35	141.2	283.6	220	45.2	1972	950	47	2500	0.00	27.84	72.10	0.00	0.00	0.00
Chidori 76	150.5	299.2	230	44.2	1970	1000	490	2500	3.78	56.79	39.43	0.00	0.00	0.00
Chidori 86	115.8	251.8	190	46.8	1977	850	97	2500	0.97	46.38	52.66	0.00	0.00	0.00
Chidori 88	141.2	283.6	220	45.2	1972	1000	371	2557	2.37	42.52	55.11	0.00	0.00	0.00
Copemapro 1	150.5	299.2	230	44.2	1970	1000	210	2158	2.19	61.96	15.44	13.98	6.14	0.29
Copemapro 2	141.2	283.6	220	45.2	1972	1000	427	2218	13.24	55.73	12.18	13.38	4.55	0.92

Tabla 1 (Cont.)

Barco	Tonelaje neto	Tonelaje bruto	Capacidad de bodega	Eslora (m)	Año de construc.	Potencia (HP)	Lances	Anz. prom.	Porcentaje de captura					
									Vela	Marlin	Espada	Tiburón	Atún	Dorado
Copemapro 3	149.1	299.8	165	44.2	1969	1000	377	2307	2.62	55.18	18.06	19.08	4.27	0.07
Copemapro 4	115.8	251.8	190	46.8	1977	850	150	2352	1.16	64.01	20.39	11.04	2.84	0.57
Copemapro 5	115.8	251.8	190	46.8	1979	850	246	2073	7.05	48.85	11.88	10.45	18.12	3.21
Copemapro 6	129.6	254.4	290	41.2	1970	900	442	2147	2.47	65.38	18.09	8.66	4.22	0.36
Copemapro 9	153.2	299.9	240	50.2	1970	1300	147	1942	3.42	62.98	9.51	19.31	4.78	0.00
Hoshio 21	149.1	299.8	165	44.2	1969	1000	476	2500	1.91	44.45	53.64	0.00	0.00	0.00
Jurel 5	114.8	162.6	50	24.4	1981	365	25	215	4.57	6.60	0.00	88.83	0.00	0.00
Jurel 6	114.8	162.6	50	28.4	1981	365	4	500	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Keifuku 5	199.2	373.2	199	48.5	1971	1500	25	1000	36.76	45.28	17.96	0.00	0.00	0.00
Shoichi 1	129.6	254.4	290	41.2	1970	900	327	2233	1.05	24.79	74.15	0.00	0.00	0.00
Shoichi 2	129.6	254.4	290	41.2	1970	900	42	2233	1.53	20.38	78.10	0.00	0.00	0.00
Sta Eikiu 2	168.0	344.6	463	47.2	1976	300	68	2455	8.47	40.97	0.96	44.52	5.08	0.00
Tiburón 1	108.6	309.7	120	44.7	1980	900	487	1216	37.70	6.59	2.17	45.98	0.74	6.82
Tiburón 2	83.2	300.0	120	44.7	1982	900	424	1268	33.04	5.36	2.24	50.14	1.49	7.54
Tiburón 3	83.6	300.0	83	44.7	1981	900	419	1324	52.00	3.19	3.02	36.77	0.20	4.82
Tiburón 4	83.2	300.0	120	44.7	1982	900	665	1248	38.50	4.00	1.66	47.10	0.71	8.04

Con base en esta agrupación se seleccionó un grupo de barcos que incidía directamente sobre el pez vela y se calculó su CPUE promedio mensual, definida como el número de organismos capturados por cada mil anzuelos. Los datos faltantes en la serie se calcularon mediante interpolación lineal. Con objeto de suavizar la serie, se aplicaron promedios móviles de tercer orden (tratando de conservar en lo posible la estacionalidad; es decir, sin mezclar condiciones de primavera e invierno, por ejemplo) y se calculó el espectro (periodograma) para identificar las frecuencias más importantes presentes en ella (Chatfield, 1980). Mediante el método del descenso cíclico, se calcularon las amplitudes y fases de los componentes armónicos presentes y se optimizaron las frecuencias (Bloomfield, 1976). Se filtraron los componentes estacionales de la serie original. La tendencia lineal de la serie residual se calculó mediante mínimos cuadrados y se probó su significación mediante la *t* de Student (Daniel, 1979).

RESULTADOS

En la Fig. 2, se presenta la distribución geográfica del esfuerzo ejercido por las embarcaciones agrupadas en función de su nombre. Se observa que el grupo de Copemapros operó casi exclusivamente en la parte norte (Fig. 2b) y capturó grandes cantidades de marlin y pez espada (Fig. 3b). El grupo Alianzas operó en las partes norte y sur (Fig. 2a), donde capturó marlin, poco pez espada, tiburón y pez vela (Fig. 3a). Los barcos Tiburones operaron en las partes del centro y sur de la ZEEM (Fig. 2c), capturando principalmente tiburón y pez vela (Fig. 3c).

Considerando la distribución del esfuerzo pesquero ejercido por esta flota y la distribución de las áreas donde predominó la captura de cada una de las especies, se apreció que existe coincidencia entre la zona de influencia del grupo de embarcaciones Tiburones y el área de mayor abundancia del pez vela (Fig. 4).

Los resultados del análisis de componentes principales se presentan en la Fig. 5. La tabla 2 incluye los valores propios (*eigenvalues*) y el porcentaje de variación explicada acumulada; en ella, se observa que los dos primeros compo-

ness; that is, without mixing spring and winter conditions, for example), and the spectrum (periodogram) was calculated in order to identify the most important frequencies present in it (Chatfield, 1980). Using the cyclic declination method, the ranges and phases of the harmonic components present were calculated, and the frequencies were optimized (Bloomfield, 1976). The seasonal components were filtered from the original series. The linear tendency of the residual series was calculated by using least squares, and its significance was proven by using Student's *t* test (Daniel, 1979).

RESULTS

Figure 2 presents the geographic distribution of effort exerted by the boats grouped by name. It is observed that the Copemapros group operated almost exclusively in the northern part (Fig. 2b), and caught large amounts of marlin and swordfish (Fig. 3b). The Alianzas group operated in the northern and southern parts (Fig. 2a), and caught marlin, some swordfish, shark and sailfish (Fig. 3a). The Tiburones boats operated in the central and southern parts of the MEEZ (Fig. 2c), and caught mainly shark and sailfish (Fig. 3c).

Considering the distribution of the fishing effort exerted by this fleet, and the distribution of the areas where each of these species were predominantly caught, a coincidence was found between the zone of influence of the Tiburones group, and the area of greatest abundance of sailfish (Fig. 4).

The results of the principal components analysis are presented in Fig. 5. Table 2 includes the eigenvalues and the percentage of the explained accumulated variation; it is observed that the first two principal components explain approximately 60% of the total variation. When variables were used that represented both the physical characteristics of the boats and of the catch obtained, the separation was observed of a group of four units, called Tiburones, based in the Port of Manzanillo; these are presented in Fig. 5a with a circle drawn around them. Also separated are two small multiple fishing ships that were conditioned to op-

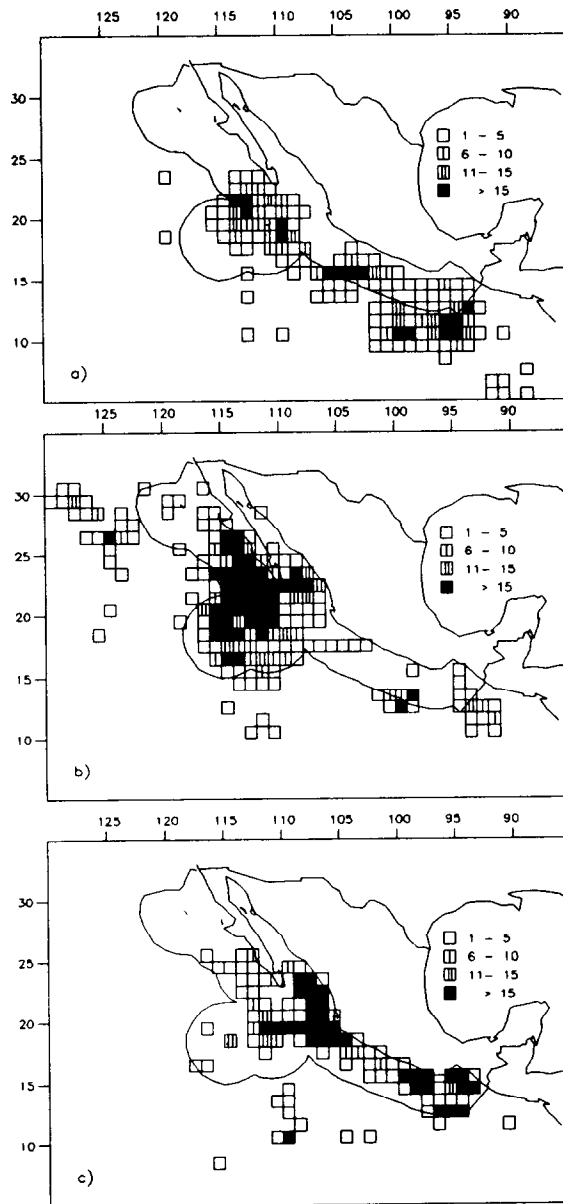


Figura 2. Distribución geográfica del esfuerzo ejercido por la flota palangrera mexicana de 1980 a 1990, por grupos: a) Alianzas, b) Copemapros y c) Tiburones.

Figure 2. Geographic distribution by group of the effort exerted by the Mexican longline fleet during 1980-1990: a) Alianzas, b) Copemapros and c) Tiburones.

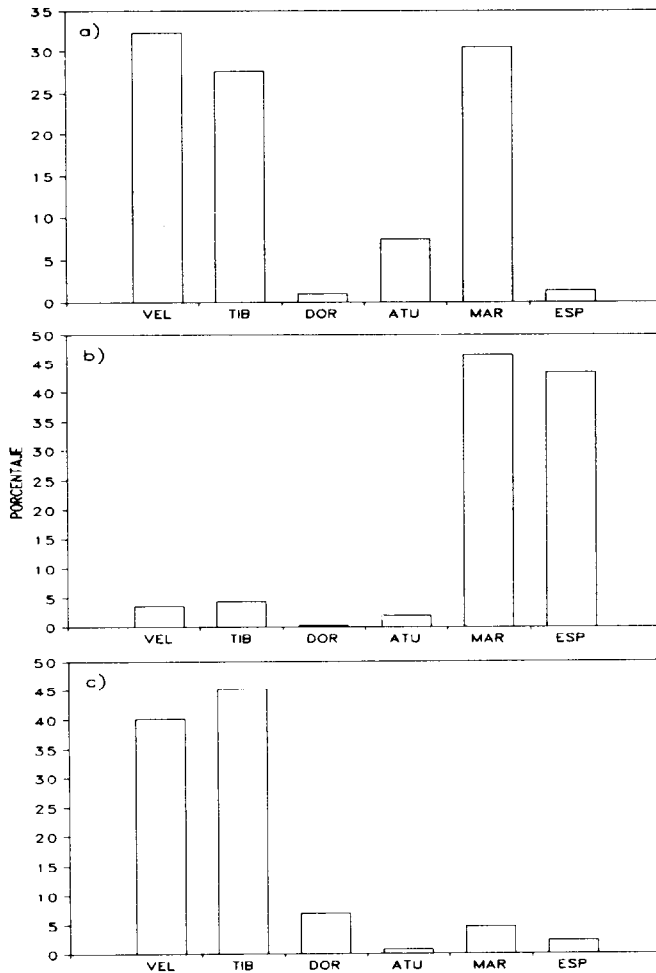


Figura 3. Composición específica de la captura por grupos en la flota palangrera mexicana. a) Tiburones, b) Alianzas y c) Copemapros.

Figure 3. Specific catch composition by group in the Mexican longline fleet. a) Tiburones, b) Alianzas and c) Copemapros.

nentes principales explican aproximadamente el 60% de la variación total. Cuando se utilizaron variables que representaban tanto características físicas de la embarcación como de la captura obtenida, se observó la separación de un grupo de cuatro unidades que tienen como base el puerto de Manzanillo, denominadas Tiburones, que se presentan en la Fig. 5a encerradas por un círculo. Además, se separan dos embarcaciones

erate a small shark longline, and report less than 30 total sets. The rest of the boats are based in Ensenada, and a large boat based in this port is also separated. The same situation is presented in Figs. 5b and c; however, the separation of the Manzanillian fleet is not as obvious in these last figures.

In the boat grouping process, taking into account all of the variables (Fig. 5a), those vari-

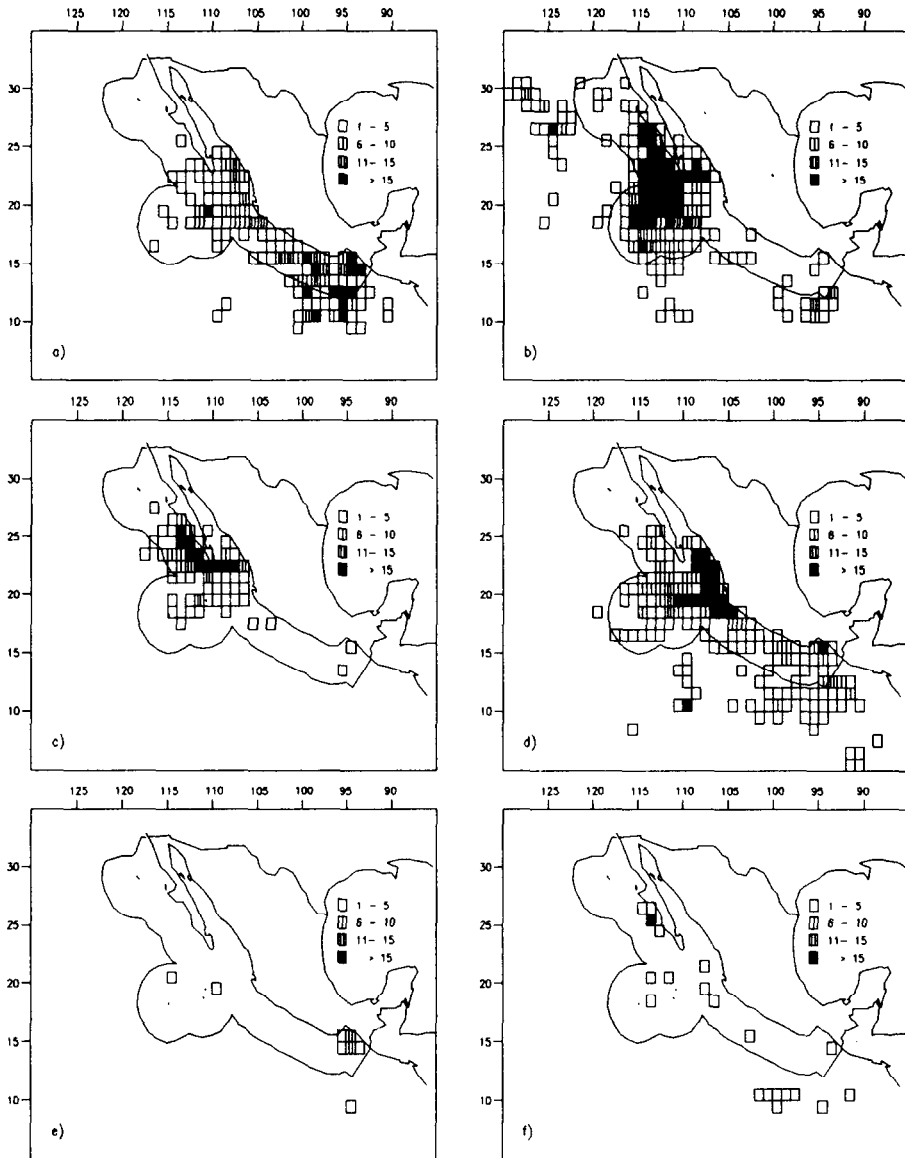


Figura 4. Zonas de abundancia por especie, utilizando como índice el número de lances con más del 50% de organismos de la especie en cuestión: a) pez vela, b) marlin, c) espada, d) tiburón, e) dorado y f) atún.

Figure 4. Abundance zones by species, using as an index the number of sets with more than 50% of the organisms of the species in question: a) sailfish, b) marlin, c) swordfish, d) shark, e) dorado and f) tuna.

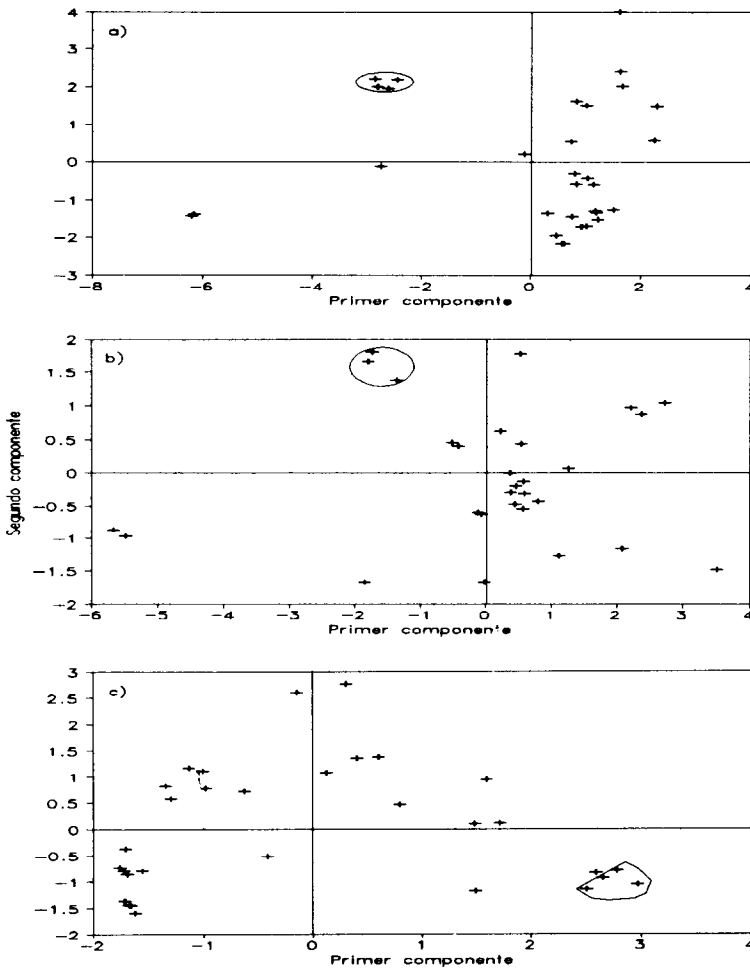


Figura 5. Gráfica de los dos primeros componentes, utilizando como variables: a) características de las embarcaciones y composición específica de sus capturas, b) características de las embarcaciones y c) composición específica de la captura. Se encierra en un círculo al grupo de buques que reportan al pez vela como principal especie de pico capturada.

Figure 5. Graph of the first two components used as variables: a) characteristics of the boats and specific composition of its catches, b) characteristics of the boat and c) specific composition of the catch. The group of boats that report sailfish as the principal billfish species caught are enclosed in a circle.

pequeñas de pesca múltiple que fueron acondicionadas para operar un pequeño palangre tiburonero y que reportan menos de 30 lances de pesca en total. El resto de las embarcaciones tiene como base el puerto de Ensenada, y también se separa una embarcación de gran tamaño con base en este puerto. La misma situación se

ables with greater correlation to the principal components were: length, horsepower, and gross tonnage in the first quadrant; shark and sailfish catches in the second; the year the boat was made in the third; the number of hooks, storage capacity and marlin and swordfish catches in the fourth.

Tabla 2. Valores propios (*eigenvalues*) y porcentaje acumulado de variación explicada en el análisis de componentes principales.

Table 2. Eigenvalues and accumulated percentage of explained variation in the principal components analysis.

Componente	Valores propios	Porcentaje acumulado
1	37.718	37.718
2	22.225	59.944
3	11.925	71.869
4	9.561	81.431
5	5.132	86.563
6	3.617	90.181
7	3.223	93.405
8	2.642	96.047
9	2.153	98.201
10	1.149	99.351
11	0.532	99.884
12	0.115	99.999
13	0.001	100.000

presenta en las Figs. 5b y c; sin embargo, en estas últimas la separación de la flota manzanillense no es tan obvia.

En el proceso de agrupación de las embarcaciones, tomando en cuenta todas las variables (Fig. 5a), las de mayor correlación con los componentes principales fueron: en el primer cuadrante, eslora, potencia de la máquina y tonelaje bruto; en el segundo, captura de tiburón y pez vela; en el tercero, año de construcción del barco; en el cuarto, número de anzuelos, capacidad de bodega y captura de marlin y pez espada.

De acuerdo con lo anterior, las unidades agrupadas en el primer cuadrante corresponden a embarcaciones grandes, con algunas capturas de pez vela (*Alianzas*); en el segundo se agrupan las embarcaciones de construcción más reciente y que capturan cantidades considerables de pez vela y tiburón (*Tiburones*); el tercero agrupa solamente tres embarcaciones que reportan capturas mayores del 80% de tiburón; al cuarto corresponden las unidades grandes que capturaron las mayores cantidades de marlin y pez espada (*Copemapros*).

Con base en estos criterios de agrupación se seleccionó al grupo de buques *Tiburones* como representativo de la tendencia de la CPUE

According to the above, the units grouped in the first quadrant correspond to large boats with some sailfish catches (*Alianzas*); the second quadrant groups the most recently built boats that catch considerable amounts of sailfish and shark (*Tiburones*); the third quadrant groups only three large boats that report shark catches greater than 80%; the fourth corresponds to large units that catch the greatest amounts of marlin and swordfish (*Copemapros*).

Based on this grouping criteria, the group of boats *Tiburones* was selected as representative of the CPUE tendency for the sailfish fishery with 1,995 sets from July 1983 to October 1990. Figure 6a presents the number of organisms caught per thousand hooks (CPUE), and the series smoothed with third order moving averages in order to eliminate fluctuations due to annual seasonal changes.

The most important frequencies present in the series were estimated, and two harmonic components were identified (Fig. 6b) that contain a large part of the variation observed, and present periods of 12.01 and 42.57 months; these seasonal fluctuations were filtered from the series.

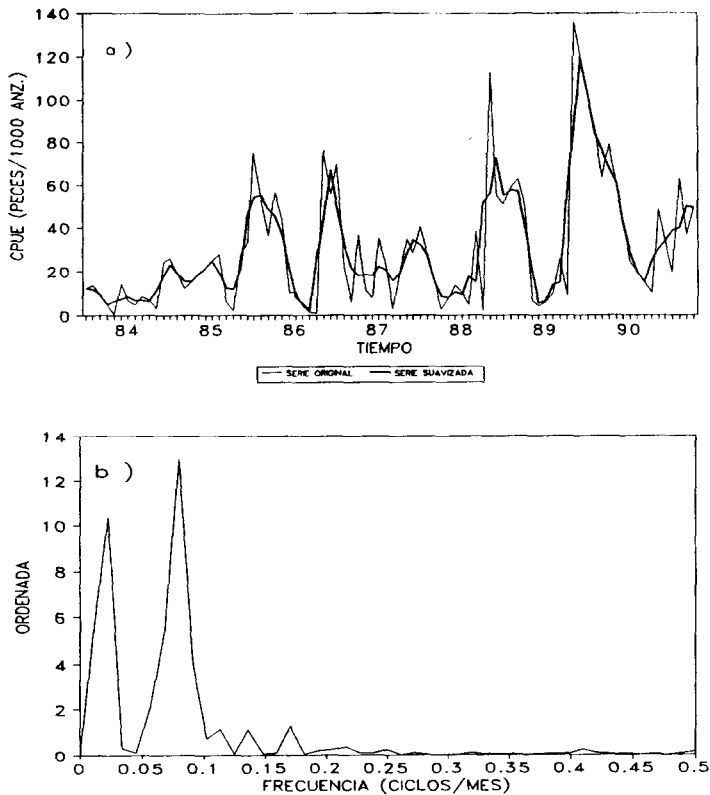


Figura 6. a) Número de peces vela capturados por cada mil anzuelos (CPUE) y serie suavizada con promedios móviles de tercer orden. b) Periodograma para la serie de CPUE suavizada.
Figure 6. a) Number of sailfish caught per thousand hooks (CPUE) and series smoothed with third order moving averages. b) Periodogram for the CPUE smoothed series.

del pez vela en la pesquería, con 1995 lances desde julio de 1983 a octubre de 1990. En la Fig. 6a, se presenta el número de organismos capturados por cada mil anzuelos (CPUE) y la serie suavizada con promedios móviles de tercer orden con objeto de eliminar las fluctuaciones debidas a los cambios estacionales anuales.

Se estimaron las frecuencias más importantes presentes en la serie y se identificaron dos componentes armónicos (Fig. 6b) que contienen gran parte de la variación observada, y presentan periodos de 12.01 y 42.57 meses; estas fluctuaciones estacionales fueron filtradas de la serie.

En la Fig. 7 se presenta la serie suavizada, el modelo de dos componentes armónicos que

Figure 7 presents the smoothed series, the two harmonic components model that represents the seasonal variations, the residual series, and the (linear) tendency calculated by least squares with a slope of 0.359 ($r = 0.53$), statistically different from zero [$t = 5.80$; $t(.95) = 1.6641$].

DISCUSSION

Based on the grouping made, the fleet is basically divided into two groups: the first of these includes the great majority of the fishing units, and includes the Ensenada based boats that report mainly marlin and sailfish; the second is made up of four boats that share the

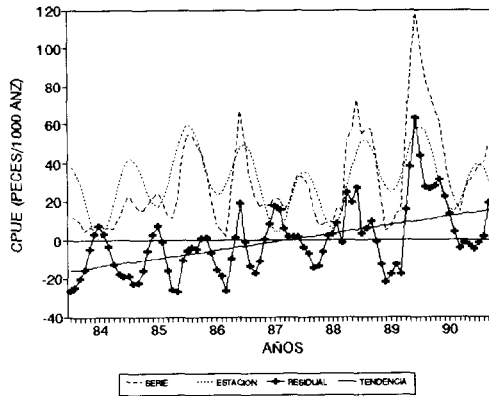


Figura 7. Tendencia de la CPUE para pez vela en la flota palangrera mexicana (1983 a 1990).
Figure 7. CPUE tendency for sailfish in the Mexican longline fleet (1983-1990).

representa las variaciones estacionales, la serie residual y la tendencia (lineal) calculada por mínimos cuadrados con una pendiente de 0.359 ($r = 0.53$), estadísticamente diferente de cero [$t = 5.80$; $t(.95) = 1.6641$].

DISCUSION

Con base en la agrupación realizada, se observa que la flota se encuentra dividida básicamente en dos grupos: el primero de ellos incluye la gran mayoría de las unidades de pesca y comprende las embarcaciones con base en Ensenada que reportan principalmente marlin y pez espada; el segundo está compuesto por cuatro buques que comparten las características de aportar un gran porcentaje de tiburón y pez vela en sus capturas, combinado con cantidades pequeñas de las especies de marlin y espada, además de coincidir también su puerto de base, Manzanillo.

De los resultados del proceso de agrupación mediante la técnica de componentes principales destaca el hecho de que en todos los casos persiste la agrupación de la flota manzanillense. Sin embargo, en los dos últimos, donde se utilizan las características físicas del barco y su porcentaje de captura en forma independiente, su separación no es tan clara como al considerar estos aspectos en conjunto. Esto indica que existen diferencias tanto operacionales (zona

characteristic of reporting a great percentage of shark and sailfish combined with small amounts of marlin and swordfish in their catches, in addition to sharing their base port, Manzanillo.

The results from the grouping process, by means of the principal components method, emphasize the fact that the Manzanillian fleet persists in all of the cases. However, in the last two, where the boat's physical characteristics and its catch percentage are used independently, its separation is not as clear as when these aspects are considered jointly. This indicates that both operational (zone of operation, fishing maneuver, etc.) and cadastral (length, tonnage, etc.) differences exist, which makes this fraction of the Mexican longline fleet a different entity that provides a certain selectivity in the species caught.

It is necessary to mention that the area of operation of the Tiburones group was influenced by the storm period, that is, during the cyclone season (from July to October approximately), the fleet operated in the northern part of the zone of influence, shifting towards the Central and South Pacific during the rest of the year. These seasonal shifts, and the long term changes in the environmental conditions (fluctuations with periods greater than one year that can be associated principally to the climatologic phenomenon El Niño; Masaki, 1985) influence the CPUE index in a periodic manner, provok-

de operación, maniobra de pesca, etc.) como catastrales (eslora, tonelaje, etc.) que hacen de esta fracción de la flota palangrera mexicana una entidad diferente que propicia cierta selectividad de las especies capturadas.

Es necesario mencionar que el área de operación del grupo Tiburones fue influenciada por la época de temporales; esto es, durante la temporada de ciclones (de julio a octubre aproximadamente), la flota operó en la parte norte de su zona de influencia y se desplazó hacia el Pacífico centro y sur durante el resto del año. Estos desplazamientos estacionales y los cambios a largo plazo en las condiciones ambientales (fluctuaciones con periodos mayores de un año, asociadas principalmente con el fenómeno climático El Niño; Masaki, 1985) influyen en el índice de CPUE de manera periódica, y provocan variaciones en torno a una tendencia promedio que depende, en alguna medida, del nivel de explotación del recurso.

Después de extraer las fluctuaciones periódicas de la serie, el hecho de que la serie residual presente una pendiente positiva indica que el recurso se encontraba durante el análisis en la etapa posterior a un periodo de intensa explotación, ya que, teóricamente, para una pesquería sobreexplotada esta pendiente debe ser negativa y diferente (significativamente) de cero y para una pesquería en equilibrio o subexplotada la CPUE debe ser constante, es decir, con una pendiente (tendencia) de cero. Csirke (1980) menciona que, al estabilizarse una población, se estabiliza también la captura por unidad de esfuerzo, y mientras el esfuerzo pesquero se mantenga constante, las capturas también serán constantes.

Lo discutido anteriormente, bajo el supuesto de que la CPUE es un indicador de abundancia, coincide con los resultados obtenidos por Macías *et al.* (1993), de manera que, para el periodo analizado, la tendencia de la CPUE tanto en pesca comercial como deportiva presenta un valor positivo.

Otra posible causa de la tendencia presentada puede ser la adquisición de mayor destreza en el manejo de las artes de pesca de la tripulación de los barcos. Sin embargo, esto parece poco probable, ya que, de acuerdo con comunicaciones personales de patronos y pescadores de

ing variations around an average tendency that depends, in some measure, on the level of exploitation of the resource.

After extracting the periodic fluctuations from the series, the fact that the residual series presents a positive slope indicates that during the analysis, the resource was found in the stage subsequent to an intense period of exploitation, since theoretically, this slope should be negative and different (significantly) from zero for an overexploited fishery, and the CPUE should be constant, that is, with a zero slope (tendency) for an underexploited or balanced fishery. Csirke (1980) mentions that once a population is established the CPUE is also established, and while the fishing effort remains constant, the catches will also be constant.

That previously discussed, under the assumption that the CPUE is an abundance indicator, coincides with the results obtained by Macías *et al.* (1993), in such a manner that for the period analyzed, the CPUE tendency for both commercial and sport fishing presents a positive value.

Another possible cause of the tendency presented can be that the crews acquired greater management skills in the art of fishing. However, this does not seem very probable, since according to personal communiqués from the bosses and fishermen of these boats, the maximum period required to thoroughly master the operation of this equipment, in their case, did not exceed 12 months.

CONCLUSIONS

Based on the operational characteristics of the national longline fleet, and on the distribution of the resource that provide a certain specific selectivity, it is possible to establish measures for the administration of the sailfish fishery independent from the other billfish species.

The growing tendency in the CPUE index during the period studied, suggests that the effect of the effort exerted by the longline fleet under Mexican flag that operated from 1983 to 1990, was qualitatively different from the effect of the international fleet that operated from 1956 to 1976 in this region. In view of the

estos buques, el periodo máximo requerido para dominar completamente la operación de estos equipos, en su caso, no excedió de 12 meses.

CONCLUSIONES

Con base en las características operacionales de la flota palangrera nacional y la distribución del recurso, que propician una cierta selectividad específica, es posible establecer medidas para la administración de la pesquería del pez vela en forma independiente de las demás especies de picudos.

La tendencia creciente del índice de CPUE durante el periodo analizado sugiere que el efecto del esfuerzo aplicado por la flota palangrera con bandera mexicana que operó de 1983 a 1990 fue cualitativamente diferente del efecto de la flota internacional que operó de 1956 a 1976, en esta región. Considerando lo anterior, puede pensarse en la existencia de un cierto nivel de esfuerzo de la pesca comercial, inferior al aplicado por la flota internacional en la región, y posiblemente similar al de la flota nacional sin que esto afecte negativamente los índices de captura registrados en la década de los ochenta en la pesca deportiva.

REFERENCIAS

- Bloomfield, P. (1976). **Fourier analysis of time series: An introduction**. John Wiley, New York, 257 pp.
- Chatfield, C. (1980). **The analysis of time series: An introduction**. Second edition, Chapman and Hall, London, 268 pp.
- Chatfield, C. and Collins, A. J. (1980). **Introduction to Multivariate Analysis**. Chapman and Hall, London, 246 pp.
- Csirke, B. J. (1980). **Introducción a la dinámica de poblaciones de peces**. FAO, Doc. Tec. Pesca (192), 82 pp.
- above, it is possible to consider the existence of a certain level of commercial fishing effort, inferior to that applied by the international fleet in the region, and possibly similar to that of the national fleet, without this having a negative effect on the sport fishing catch indices registered during the decade of the nineteen eighties.
- English translation by Jennifer Davis.
-
- Daniel, W. W. (1979). **Bioestadística**. Limusa. México, 485 pp.
- Macías-Zamora, R., Venegas, N.A. y Vidaurri, A.L. (1993). La pesca deportiva del pez vela (*Istiophorus platypterus*) y su relación con la pesca comercial. **Investigaciones Marinas, CICIMAR**, 8 (2): 7.
- Masaki, K. (1985). El Niño, Effects in the Kuroshio and Western North Pacific. In: Warren S. Wooster and David L. Fluharty (eds.), **El Niño North**.
- Nakamura, I. (1985). **FAO species catalogue. Billfishes of the world**. An annotated and illustrated catalogue of marlins, sailfishes, spearfishes and swordfishes known to date. FAO Fish. Synop. (125), Vol. 5, 65 pp.
- Pielou, E. C. (1984). **The interpretation of ecological data. A primer on classification and ordination**. John Wiley and Sons, New York, 263 pp.
- Secretaría de Pesca (1987). **Diario Oficial de la Federación**, Organó del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, 28 de agosto de 1987.
- Squire, J. L. and Au, D.W.K. (1990). Striped Marlin Resources 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.