



126
24
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

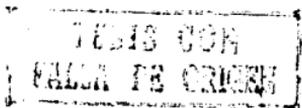
FACULTAD DE CIENCIAS

**ANÁLISIS DE LA PESCA DEPORTIVA DEL PEZ VELA
DEL ATLÁNTICO *Istiophorus albicans* (Latreille,
1804) EN LAS AGUAS ADYACENTES A LA ISLA
DE COZUMEL, QUINTANA ROO, MÉXICO.
(PISCES: ISTIOPHORIDAE)**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
B I O L O G O
P R E S E N T A :
MIGUEL ÁNGEL MARTÍNEZ CUAPIO

MEXICO, D. F.

1992





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

CONTENIDO

Resumen

I.- INTRODUCCION.....	1
II.- ANTECEDENTES.....	6
2.1 Objetivos.....	13
III.- AREA DE ESTUDIO.....	14
IV.- MATERIAL Y METODOS.....	17
4.1 Trabajo de campo	
4.2 Trabajo de gabinete	
V.- RESULTADOS	27
5.1 Distribución de las capturas, índices de abundancia relativa de las tres temporadas de pesca deportiva.	
5.2 Relación entre captura y las fases lunares	
5.3 Determinación de la "edad" de los ejemplares muestreados durante la temporada de pesca 1990.	
VI.- DISCUSION.....	48
VII.- CONCLUSIONES.....	69
VIII.-RECOMENDACIONES.....	70
IX.- LITERATURA CITADA.....	71

RESUMEN

El presente estudio proporciona información sobre la pesca deportiva del pez vela del Atlántico *Istiophorus albicans*, en las aguas adyacentes a la isla de Cozumel, Quintana Roo, México. Se obtuvo información biológica y estadística por medio de bitácoras diarias de pesca de las embarcaciones del Puerto de Abrigo del Club Náutico de Cozumel durante las temporadas de pesca deportiva 1989 1990 y 1991, que incluyen la distribución de las capturas del pez vela en forma mensual, por medio de la división del Área de estudio en cuadrantes de 4 minutos de latitud X 4 minutos de longitud que cubren 55.7 Km² cada uno. Se realizó un análisis estadístico de los resultados obtenidos de la Captura por Unidad de Esfuerzo CPUE (# de pez vela enganchados / # embarcaciones / día) como índice de abundancia relativa, durante los meses de marzo, abril y mayo para tres temporadas de pesca deportiva (1989, 1990 y 1991), con el objeto de estudiar si existe una relación entre la abundancia relativa del pez vela con respecto al periodo lunar. Los resultados obtenidos del análisis de varianza realizado, generan la conclusión de que no existen diferencias significativas entre los valores de la CPUE y el periodo lunar. Adicionalmente, se realizaron estimaciones de edad de algunos ejemplares de pez vela por medio de la lectura de anillos de crecimiento en cortes transversales de la tercera, cuarta y quinta espina dorsal lo cual, según las muestras analizadas puede ser útil en ejemplares de talla media en donde el centro de la espina dorsal no se encuentra muy vascularizado y no es recomendable en ejemplares de mayor tamaño en donde el análisis de otolitos puede ser el método más adecuado y se concluye que la falta de validación de los métodos de estimación de edad del pez vela en particular y de los peces de pico en general es un aspecto que no se encuentra suficientemente estudiado.

I. INTRODUCCION

Los peces de pico o picudos son especies pelágicas que se caracterizan morfológicamente por la prolongación de la mandíbula superior, la cual da forma a un rostro largo que semeja una lanza o arpón (Familia Istiophoridae) ó espada (Fam. Xiphiidae). Entre las especies reportadas en el Océano Atlántico Occidental se encuentran el pez vela Istiophorus albicans, el marlin blanco Tetrapturus albidus, el marlin azul Makaira nigricans, el pez aguja corta Tetrapturus pfluegeri y el pez espada Xiphias gladius (Beardsley y Conser, 1981; Nakamura, 1985).

El pez vela del Atlántico Istiophorus albicans (Latreille, 1804) representa un porcentaje importante en las capturas de las pesquerías comercial y deportiva de distintos países (Nakamura, op. cit.). En México es una de las principales especies de pesca deportiva, definida ésta como la pesca que se practica sin propósito de lucro, con los implementos previamente autorizados por la Secretaria de Pesca, dentro de un radio de acción de 50 millas náuticas a partir de la línea de costa (Diario Oficial de la Federación, 1986).

La pesca deportiva del pez vela del Atlántico y en general de los peces de pico, es considerada una parte importante dentro de la economía nacional debido a que es generadora de empleos y divisas, además de contribuir en el desarrollo de zonas turísticas en las costas del Golfo de México y Mar

Caribe Mexicano (Solórzano,1974; Lesser,1989a; Confederación Marítima Mexicana,1988a y b; Gálvez et al.,1990)

En el Caribe Mexicano, en la parte noreste del estado de Quintana Roo, se lleva a cabo buena parte de la captura del pez vela en las aguas adyacentes a la isla de Cozumel con profundidades de hasta 400 metros (De Sylva,1974; Sport Fishing Magazine, 1988; Lesser,1989a). En este lugar la temporada de pesca deportiva comprende los meses de marzo a junio y representa la única presión de pesca ejercida sobre el recurso, ya que la explotación comercial no se lleva a cabo entre otras razones, por la falta de pesca sistemática y de prospección que informen de la magnitud de las poblaciones (Quiroga,1983; Olvera et al.,1985; Grande-Vidal et al.,1988; Lozano,1989) así como al poco interés por el recurso y la falta de tecnología apropiada para las capturas (Compeán,1987). Estas características además de las dificultades técnicas que se presentan dentro del estudio de los peces de pico como son sus hábitos oceánicos, generalmente solitarios, imposibilidad de cultivo debido a su gran tamaño, rangos migratorios extensos entre otros (López, 1982), han ocasionado que el conocimiento de los aspectos biológicos y pesqueros de las especies de pico en la región se encuentre poco documentado y en consecuencia los estudios referentes al pez vela sean escasos.

El primer paso en la evaluación de un recurso pesquero consiste esencialmente en la obtención y el análisis de un pequeño grupo de datos básicos como son: la captura, el esfuerzo empleado en obtener esa captura, un índice (en términos absolutos o relativos) de la abundancia de la población de peces, y si es posible alguna información de los parámetros de crecimiento, reproducción y particularmente mortalidad (Gulland, 1978).

En la biología pesquera, los niveles de captura expresados en términos relativos al número de operaciones de pesca realizados utilizando un arte de pesca determinado, pueden ser proporcionales a los niveles reales de la población, siendo utilizados frecuentemente como índices de abundancia relativa de las poblaciones de peces sujetas a explotación por el hombre (Kleet y Martínez, 1986).

Los índices de captura dependen de la disponibilidad del recurso, de la recuperación reproductiva de las poblaciones capturables y de la capacidad de la flota pesquera (Vélez *et al.*, 1989). En la pesca deportiva, los índices de abundancia relativa obtenidos con base en el análisis de las estadísticas de captura y esfuerzo de las embarcaciones deportivas, se han utilizado para detectar cambios o tendencias en la abundancia del recurso de las especies de pico año con año, así como cambios a corto plazo en la disponibilidad estacional de las mismas (Beardsley y

Conser,1981; Kleet y Martínez,1986), asimismo éstos se han utilizado para inferir sobre los patrones de distribución de las especies en un área determinada y conocer sus posibles rutas migratorias (Nakamura y Rivas,1972; Beardsley y Conser,1981; Brusher et al.,1984; Brusher y Palko,1987).

Un aspecto importante a tratar dentro del análisis de la pesca deportiva, es el efecto de las fases lunares en relación a la captura de los peces. En general los pescadores han creído en la influencia de la luna sobre la captura de los peces pelágicos y en ciertas áreas se suspende la pesca comercial durante la luna llena (Margalef,1989). En la pesca deportiva, los periodos lunares claros (cuarto creciente a luna llena, luna llena a cuarto menguante) han sido señalados como una de las causas que propician la menor abundancia de los peces de pico, pues se supone que influyen de alguna manera en el comportamiento de las especies en los aspectos de reproducción y/o alimentación (Lesser,1989a), sin embargo esto es un factor que no se encuentra bien estudiado (Nakamura y Rivas,1972).

Poo otra parte, una herramienta importante en la biología pesquera es la habilidad para determinar la edad de los peces, ya que la información de edad en conjunción con medidas de longitud y peso, puede generar información sobre diferentes aspectos de una población de peces como son: las distintas clases o grupos de edad de los individuos que la

conforman, la edad en la que alcanzan la madurez sexual, la esperanza de vida de la especie, la tasa de mortalidad y producción entre otros (Bagenal y Tesch, 1978). Estas características junto con otros estudios biológicos y poblacionales sirven de marco de referencia para poder establecer planes de manejo adecuados para su explotación y conservación.

II. ANTECEDENTES

Los aspectos de la sistemática y distribución regional de los peces de la familia Istiophoridae han sido revisados por Nakamura (1974), para el pez vela se han reconocido diferencias morfológicas entre la especie del Océano Pacífico Istiophorus platypterus y Océano Atlántico Istiophorus albicans, las cuales se basan en la longitud máxima del cuerpo, longitud de la aleta pectoral y la abertura de la aleta caudal (Nakamura, 1985; Beardsley, 1989). Los aspectos generales de la biología y hábitos del pez vela del Atlántico se han revisado en detalle por Beardsley et al. (1975).

En el presente trabajo se utilizó la posición sistemática del pez vela del Atlántico, propuesta por Nakamura (1985):

Phylum: Chordata

Superclase: Gnathostomata

Clase: Osteichthyes

Subclase: Actinopterygii

Infraclase: Teleostei

División: Euteleostei

Superorden: Acanthopterygii

Orden: Perciformes

Suborden: Xiphoidei

Familia: Istiophoridae

Género: Istiophorus (Lacépède, 1801)

Especie: I. albicans
(Latreille, 1804)

De manera general se ha observado que la distribución del pez vela se encuentra influenciada por las condiciones ambientales y la disponibilidad de alimento (Nakamura y Rivas, 1972; Jolley, 1974 y 1977). Sus patrones de migración vertical no son extensos y pueden ser capturados a partir de la isobata de los 30 metros (Buchanan et al., 1977.). Con base en estudios de marcaje se ha planteado la existencia de dos poblaciones en el Atlántico (Buchanan op. cit.). Sus límites distribucionales son desde latitud 40° N a latitud 35° S (Nakamura, 1974). Se han reportado áreas de pesca comercial en el Golfo de México y aguas costeras de Sudamérica, desde Panamá hasta Brasil (Nakamura, 1974). Para el Caribe Mexicano se han reportado capturas en la pesca deportiva (Lesser, 1989a). Sus características morfológicas más notorias son la presencia de una aleta dorsal alta y continua y aletas pélvicas largas (Comisión Internacional del Atún del Atlántico, 1988).

Con respecto a los trabajos realizados en México que se ocupan del pez vela como especie de estudio la mayoría se ha realizado en el Pacífico Mexicano. Se han analizado aspectos de pesca deportiva así como información de captura y esfuerzo de la flota comercial en los puertos de Mazatlán, Sinaloa; Puerto Vallarta, Jalisco y los Cabos, Baja California Sur, en los cuales el pez vela del Pacífico Istiophorus platypterus resalta como una de las principales especies de estudio (Wares y Sakagawa, 1974; García y Arce,

1982; Beltrán, 1984; Kleet y Martínez, 1986; Polanco, 1987a y b; Vélez et al., 1989; Salinas y Ulloa, 1990; Gálvez et al., 1990). Se han reportado relaciones de longitud-peso para la especie en la región de Acapulco, Guerrero (Zurita, 1988) así como información merística de juveniles y adultos en las costas de Guerrero, Michoacán y Sinaloa (Guzmán y López Ramos, 1986; Osuna et al., 1986).

Para el Área del Caribe Mexicano, se han reportado aspectos generales de la pesca deportiva de picudos y estadísticas de captura y esfuerzo en el noreste del estado de Quintana Roo para Cancún y parte de Cozumel (Lesser, 1989a y b; Confederación Marítima Mexicana, 1989). Se ha trabajado sobre la histología gonádica de varias especies de pico de la pesca deportiva de Cozumel (González, en prensa). Asimismo se han realizado cruceros de pesca exploratoria y pesca experimental de tñidos y picudos por fuera del banco de Campeche y en el Caribe Mexicano a bordo de buques de investigación (Lozano, 1989). Hasta el presente, ningún trabajo se ha ocupado del pez vela como especie particular de estudio.

Los índices de abundancia relativa (# de peces enganchados por hora de pesca o por día) obtenidos para el análisis de la pesca deportiva, se han basado en la información obtenida de los registros de captura y esfuerzo de pesca diarios de

las embarcaciones deportivas (Ramírez, 1984; Brusher y Palko, 1987).

En el caso del pez vela, se han obtenido estimaciones de su abundancia relativa en el Área norte del Golfo de México en Texas, Louisiana y Florida por medio de la información obtenida en los torneos o en temporadas de pesca (Nakamura y Rivas, 1972; Beardsley y Conser, 1981; López, 1982; Brusher et al., 1984; Brusher y Palko, 1987). De Sylva (1974) estableció que al estudiar las tasas de captura en los registros de torneos de pesca es posible detectar fluctuaciones en la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) a lo largo del tiempo. Jolley (1974) realizó una comparación de tres torneos de pesca en el Área costera de Florida, graficando la CPUE (# pez vela/ barco/ día) vs día, con el objeto de obtener variaciones en la captura anual que pudieran predecir tendencias en la disponibilidad de peces para la actividad deportiva.

Se han realizado análisis de la pesca deportiva en distintas partes del mundo, en el Océano Indico cabe mencionar el trabajo de Williams (1970 en Van der Elst, 1989) para la pesca deportiva de pez vela en Kenya, Africa el cual es considerado uno de los análisis de pesca deportiva más completos (Nakamura y Rivas 1972; De Sylva, 1974).

En México se ha ignorado la información estadística que genera la flota deportiva y no se cuenta con un registro de información sobre captura, esfuerzo o algún indicador de ambos que refleje los niveles de intensidad de captura de la pesca deportiva, a pesar de que en el país se cuenta con lugares importantes de ésta actividad y donde sería posible llevar estadísticas de captura de varias temporadas de pesca (Ramírez, 1984; Salinas y Ulloa, 1990).

Son pocos los estudios que se han realizado sobre el efecto del periodo lunar con respecto al rendimiento en la pesca deportiva y comercial (Nakamura y Rivas, 1972; Pallares y García Mamolar 1985; Vélez *et al.*, 1989 ; Lesser, 1989a y b).

Entre los aspectos de edad y crecimiento del pez vela del Atlántico uno de los primeros estudios es el de De Sylva (1957) por medio del análisis de frecuencia de tallas. Se han reportado variaciones en la relación longitud-peso para la especie por Williams (1970 en Beardsley *et al.*, 1975); Nakamura y Rivas (1972); Wares y Sakagawa (1974); Jolley (1974 y 1977); Diouf (1989). También se han reportado estimaciones de edad y crecimiento teórico (Jolley 1974 y 1977; Radtke y Dean (1981 en Hedgepeth y Jolley, 1983). Estos estudios sugieren diferencias en la tasa de crecimiento entre hembras y machos.

En cuanto al uso de métodos directos para determinar la edad, se reconoce que para estimar la edad del pez vela, con base en la lectura de anillos de crecimiento, las espinas dorsales 4, 5 y 6 son las más importantes y adecuadas (Jolley, 1974 y 1977; López, 1982; Prince, *et al.*, 1986; Hill *et al.*, 1989), y que la periodicidad de cada anillo de crecimiento es anual (Hedgepeth y Jolley, 1983).

Se han realizado estudios con otolitos para determinar la edad del pez vela (Radtko y Dean, 1981 en Hedgepeth y Jolley, 1983; Prince *et al.*, 1986) concluyendo que es el mejor método para estimar la edad. Sin embargo presenta algunas desventajas, principalmente en que es un método que lleva mucho tiempo en su aplicación, es sofisticado y es necesario el microscopio electrónico de barrido para su uso. Radtko y Dean (1981 en Hedgepeth y Jolley, 1983) reportan que la edad estimada del espécimen más grande analizada en su estudio con base en otolitos fué de 7 años, estimación que coincide con el estudio de Jolley (1977).

Farber (1981 en Hedgepeth y Jolley, 1983) estudió la información de liberación-captura de peces vela marcados para determinar tasas de crecimiento, tasas de mortalidad y patrones de migración, registrando una edad máxima de 6 años y un crecimiento asintótico logrado a la edad de 3 años.

Cabe mencionar que en México se ha intentado estimar la edad y tasa de crecimiento del pez vela del Pacífico (Osuna, *et al.*, 1986; Gálvez *et al.*, 1990), sin embargo no se han obtenido resultados satisfactorios por la falta de técnicas que puedan dar idea de cómo clarificar más los anillos de crecimiento de las espinas dorsales analizadas.

2.1. OBJETIVOS

Dentro del contexto anterior, el presente trabajo pretende como objetivo general contribuir al conocimiento biológico y pesquero del pez vela Istionphorus albicans en el Caribe Mexicano, bajo el planteamiento de los siguientes objetivos particulares:

- a) Analizar los registros de captura de tres temporadas de pesca deportiva 1989, 1990 y 1991 para el pez vela en el Área de Cozumel, Q.Roo y establecer la abundancia relativa y distribución de las capturas de la especie.
- b) Establecer el efecto del periodo o ciclo lunar en la pesca deportiva del pez vela en la misma zona.
- c) Obtener estimaciones de edad a partir de estructuras duras (espinas dorsales) de los ejemplares muestreados durante la temporada 1990, empleando el método de lectura de anillos de crecimiento.

III. AREA DE ESTUDIO

El estado de Quintana Roo se localiza al este de la Península de Yucatán, posee alrededor de 860 km. de litoral marino y 21,000 km² de mar conocido comúnmente como Mar Caribe Mexicano, que puede definirse como la región oceánica situada frente al margen oriental de la Península de Yucatán hasta la altura del límite internacional con Belice (Merino, 1986).

La región norte del estado se caracteriza por la presencia de cuatro islas cercanas al litoral: Isla de Cozumel, Isla Mujeres, Isla Blanca e Isla Contoy, y es común la existencia de un arrecife tipo barrera que se encuentra a lo largo de la costa con dirección norte-sur (Jordán, 1979).

El área de estudio se localiza entre los 20^o 12' y 20^o 50' de latitud norte, y los 87^o 28' y 86^o 50' de longitud oeste dentro de las 50 millas náuticas reservadas para la práctica de la pesca deportiva en las aguas adyacentes a la Isla de Cozumel (Fig.1).

De acuerdo al sistema de clasificación climática de Köppen, modificado por García (1974) el clima del área de Cozumel es de tipo cálido subhúmedo (Aw2), con precipitación máxima en verano, un cociente de precipitación-temperatura media anual mayor a 22 (el clima más seco de los subhúmedos) una temperatura media del mes más frío mayor de 18^o C y poca

oscilación anual de las temperaturas medias mensuales (entre 5 y 7°C) (Merino,1986).

La característica geomorfológica más notoria de la isla es la presencia de una terraza submarina, que se acorta hacia el margen occidental y termina entre 20 y 30 metros de profundidad y origina una pendiente cercana a la vertical con profundidades mayores a 400 metros entre la isla y el margen continental (Jordán,1979 y 1988), la anchura del canal es de aproximadamente 19 kilómetros.

El ambiente que rodea a la isla se considera netamente marino, caracterizado por el constante movimiento de las masas de agua, las corrientes superficiales que se presentan en el área pertenecen a la corriente del Golfo de México con una dirección de sur a norte y una velocidad entre 1 y 3 nudos durante todo el año (Secretaría de Marina,1978; Jordán,1979). El contenido de nutrientes es bajo (oligotrófico) y la temperatura promedio es de 24.74°C (Secretaría de Marina,1978; Merino,1986). La termoclina se encuentra alrededor de los 22°C a una profundidad de aproximadamente 140 metros (Espinoza,1989). Los vientos predominantes en el área durante todo el año son los alisios (este y sureste), con la presencia de "nortes" en la parte final e inicial del año (octubre a enero) (Jordán,1979).

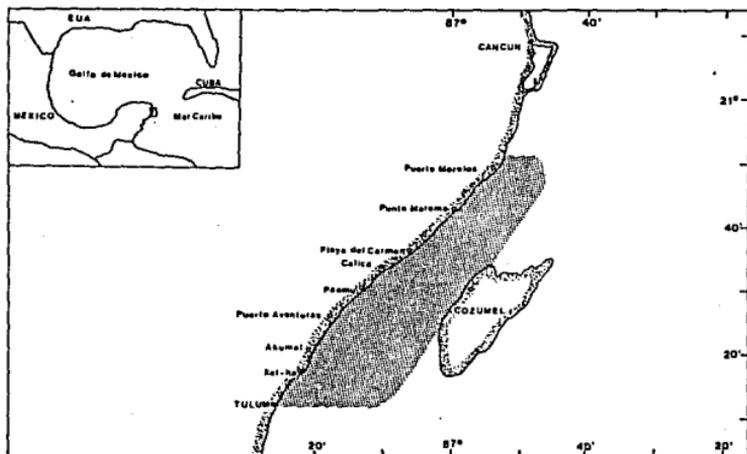


Fig. 1 Localización del Área de estudio.

IV. MATERIAL Y METODOS

Trabajo de campo

Registro de capturas temporadas 1990 y 1991.

El registro de los enganches o capturas para las temporadas de pesca deportiva de 1990 y 1991 se llevó a cabo en la marina del Puerto de Abrigo del Club Náutico de la isla de Cozumel, Q.Roo., durante los periodos comprendidos entre el 17 de marzo al 22 de mayo de 1990 y del 16 de marzo al 22 de mayo de 1991. Se obtuvo información estadística por medio de la bitácora de registro diario de la pesca de los capitanes de cada embarcación, según el formato propuesto por la Confederación Marítima Mexicana A.C., (Fig. 2) consistente en la fecha, nombre del barco, hora de inicio de troleo, área de inicio de pesca, número de horas de pesca efectiva, áreas de enganche de los peces, especies capturadas, hora de enganche del pez, tipo de carnada utilizada, profundidades y temperaturas del agua. Sin embargo no todos los datos se reportaron en las bitácoras particularmente los dos últimos.

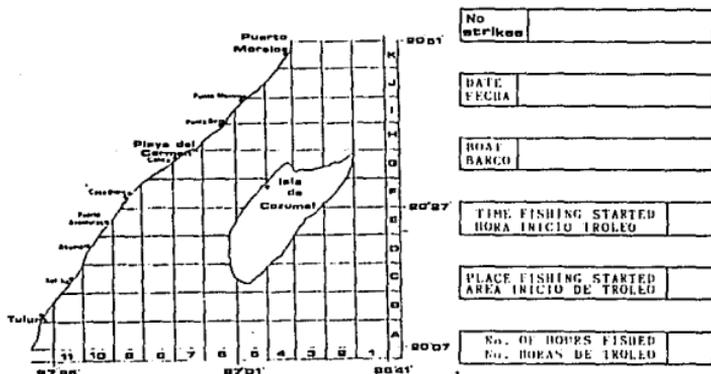
La pesca se realiza mediante embarcaciones destinadas específicamente a la pesca deportiva de 35 a 45 pies de eslora, con motores interiores que van desde uno o dos motores de 150 Hp hasta 800 Hp utilizando cana y carrete, con líneas monofilamentadas con fuerza tensil de 20 y 30 libras, utilizando la técnica del troleo, la cual consiste en arrastrar en la superficie del agua anzuelos con carnada viva, muerta o artificial a velocidades de 4 a 12 nudos,



Fundación Mexicana para la
Conservación de los Peces de Pico, A.C.

- COZUMEL OCEANOGRAPHIC PRACTICE CENTER -

- SAMPLING FORMAT FOR BILLFISH FORM SPORTFISHING BOATS -



N	SPECIES ESPECIE	HOOK ID TIME HORA ENGANCHADO	HOOK UP PLACE AREA ENGANCHADO	AVERAGE DEPTH LUGAR DONDE SE PROFUNDIDAD DE PESCA	AVERAGE WATER TEMP. TEMP. DEL AGUA	PAIR CAJADA
01						
02						
03						
04						
05						
06						
07						
08						
09						
10						

CONFEDERACION MARITIMA MEXICANA, A.C.

Londres 250 Col. Juárez México D. F., C.P. 06670 telen. 525-85-40 • 511-0744 • 533-1065 FAX 533-5608 Telex 1772278 ESCOMEX

Fig. 2 Bitácora de pesca deportiva del Club Náutico de Cozumel utilizada en el presente estudio.

colocando de 3 a 4 líneas de pesca en forma simultánea, los patrones de troleo de la embarcación son en zig-zag en dirección norte a sur y viceversa. Debido a políticas conservacionistas en el área de Cozumel, sólo es permitido pescar con carnada muerta o artificial y al final de la maniobra de pesca los picudos enganchados son identificados y posteriormente liberados, de tal manera que sólo llegan a ser desembarcados los picudos muertos por fatiga en la pesca, además de excepciones como son aquellos organismos que por su peso pueden llegar a ser un "record" deportivo potencial para el pescador y los que son destinados a la taxidermia.

Muestreo de ejemplares.

De las especies de picudos desembarcadas, sólo se consideraron para este estudio el total de ejemplares de pez vela Istiophorus albicans que se pudieron muestrear en la temporada 1990. La información que se obtuvo consistió en: La determinación de la especie, peso total, sexo, toma de datos morfométricos y muestreo de espinas dorsales para determinar la "edad" del organismo.

La determinación de la especie se basó en la clave para peces de pico propuesta por Nakamura (1985).

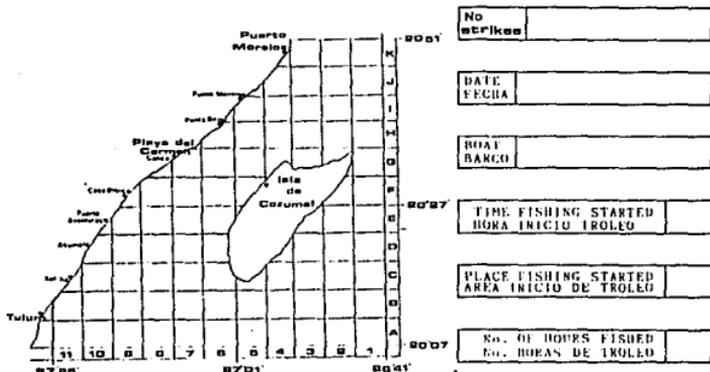
Para la obtención del peso total de cada uno de los organismos se empleó una balanza con capacidad de 500



Fundación Mexicana para la
Conservación de los Peces de Pico, A.C.

- COZUMEL OCEANOGRAPHIC PRACTICE CENTER -

- SAMPLING FORMAT FOR BILLFISH FROM SPORTFISHING BOATS -



N	SPECIES ESPECIE	HOOK UP TIME HORA ENGANCHADO	HOOK UP PLACE AREA ENGANCHADO	AVERAGE DEPTH LUNDAO FISHED PROFUNDIDAD DE PESCA	AVERAGE WATER TEMP. TEMP. DEL AGUA	PAIR CAJADA
01						
02						
03						
04						
05						
06						
07						
08						
09						
10						

CONFEDERACION MARITIMA MEXICANA, A.C.

Londres 230 Col. Juárez México D. F., C.P. 06070 tele 525-8640 - 511-0744 - 533-1065 FAX 533-8608 Telex 1772278 EBOCAM

Fig. 2 Bitácora de pesca deportiva del Club Náutico de Cozumel utilizada en el presente estudio.

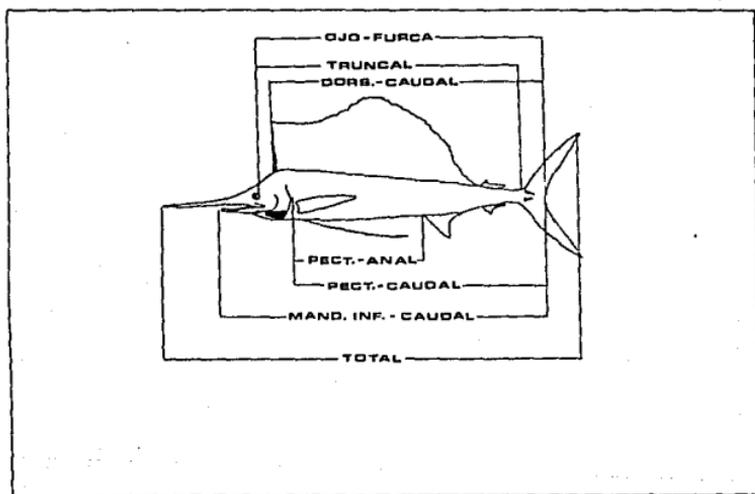


Fig. 3 Longitudes registradas de los ejemplares de pez vela.

Longitud Ojo - Furca Caudal (L.O.F.): Desde la parte anterior del ojo hasta la furca caudal en línea recta.

Longitud Truncal: Desde el margen posterior de la órbita del ojo hasta la inserción de las quillas caudales en línea recta.

Todas las longitudes se tomaron con una cinta métrica de dos metros graduada en centímetros. Al final toda la información se anotó en hojas de registro para su posterior procesamiento en el laboratorio de Recursos Pesqueros de la Estación de Investigaciones Marinas "Puerto Morelos" del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México ubicada en Puerto Morelos, Quintana Roo.

Trabajo de gabinete

Una vez finalizado el muestreo se realizó el proceso de la información; se obtuvieron datos complementarios de la Confederación Marítima Mexicana de la captura de peces de pico que incluyen las estadísticas correspondientes a la captura de pez vela, del 16 de marzo al 22 de mayo de 1989 y se conjuntaron con los datos de las temporadas 1990 y 1991, totalizando el número de días de pesca, el número total de pez vela enganchados por día, la mayor frecuencia de áreas de pesca por mes y temporada, el número de barcos que pescaron por día, el número de barcos que saliendo en

viaje de pesca no lograron enganches de pez vela, el tipo de carnada utilizada así como las profundidades y temperaturas del agua en las que ocurrieron los enganches.

La distribución de las capturas en el área de estudio se muestran en forma mensual para las tres temporadas, se siguió la división del área por medio de cuadrantes que cubren 55.7 km² (4 x 4 minutos de latitud y longitud) cada uno, propuestos por la Confederación Marítima Mexicana A.C. (1989), obteniéndose con base en las bitácoras el número de picudos enganchados por cuadrante, de ésta manera se obtuvo el número de pez vela para cada área de pesca.

Con base en los datos publicados por la Confederación Marítima Mexicana para la temporada 1989 se obtuvo el número de pez vela por cuadrante para ese año, posteriormente se realizó una comparación entre las tres temporadas de pesca 1989, 1990 y 1991.

Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE).

El índice de abundancia relativa se obtuvo con base en el número de peces vela enganchados por día (considerándosele como la captura) entre el número de barcos que pescaron por día (esfuerzo) incluyendo aquellas embarcaciones que saliendo a pescar no obtuvieron enganches. Los valores de la

Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) se graficaron contra el número de días para las diferentes temporadas estudiadas.

Relación entre CPUE y los diferentes periodos lunares.

Para estudiar la posible relación que pudiera tener un determinado periodo lunar con respecto a la captura, se consultó el calendario de mareas publicado por el Instituto de Geofísica de la U.N.A.M. para los años 1989, 1990 y 1991, se ajustaron los periodos lunares correspondientes a los días de la temporada y se agruparon los valores de la CPUE por periodo lunar.

Por medio del análisis estadístico se obtuvieron medias para cada fase lunar. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de dos factores Tipo I (Sokal y Rohlf, 1969). Se realizó la prueba de Bartlett (Zar, 1974), para verificar si existía homogeneidad de varianzas ($P_{0.5} < 19.7$), con el objeto de estimar si existían diferencias significativas entre las medias de captura con respecto a los cuatro periodos lunares. Por otro lado, con fines comparativos con el anterior análisis, se aplicó el estadístico "z" (comparación de dos medias), (Zar, 1974) con el fin de evaluar la hipótesis nula de que no existían diferencias significativas entre las medias de captura de los periodos claros y oscuros, es decir no se particularizó en cuartos lunares como en el ANOVA. El nivel de significancia utilizado en ambas pruebas estadísticas fué de 0.05. Posteriormente se

elaboraron tablas y gráficas para comparar las tres temporadas.

Determinación de la "edad" de los organismos muestreados durante la temporada de pesca de 1990.

Muestreo de las espinas dorsales.

La extracción de las espinas dorsales se llevó a cabo al separarlas del resto del cuerpo de los ejemplares desde la base, de acuerdo a la metodología descrita por Jolley (1977), las espinas se limpiaron del tejido restante y se marcaron con un número.

En el laboratorio, las espinas se secaron a temperatura ambiental y se obtuvieron secciones transversales a partir de la base del cóndilo de la tercera, cuarta y quinta espina dorsal por medio de una sierra de aluminio montada en un moto - tool Dremel mod.380 - S con velocidad variable, las secciones se secaron, pulieron con un esmeril a baja velocidad, se montaron con glicerina sobre un portaobjetos y se observaron bajo luz transmitida usando un microscopio estereoscópico binocular Wild Leitz a 10x, equipado con luz y campo oscuro.

Se identificaron las zonas translúcidas y opacas en cada corte transversal, se consideraron anillos anuales (annuli)

sólo las bandas concéntricas translúcidas que aparecían continuas en la circunferencia de la sección transversal completa (Hedgepeth y Jolley, 1983; Prince et al. 1986) y se realizaron tres conteos independientes de cada sección, de ésta manera se obtuvieron estimaciones del crecimiento que posteriormente se compararon con las estimaciones teóricas reportadas en la literatura.

Se tomaron impresiones de los cortes transversales con un equipo fotográfico Canon T70 y película Kodak ASA 100 a diferentes tiempos.

Por otro lado, con base en la longitud truncal y el peso total registrado de los ejemplares se realizó una comparación con los resultados del método de frecuencia de tallas (De Sylva, 1957) para estimar la edad aproximada con base en el peso del animal, así como con las estimaciones de crecimiento teórico de Jolley (1974 y 1977) obtenidas con espinas dorsales, Radkte y Dean (1981 en Hedgepeth y Jolley 1983) con otolitos, y con un dato validado (captura-marcaje-recaptura) de Prince et al., (1986), todos éstos reportados en la literatura.

Las estimaciones del crecimiento teórico en longitud y peso para los ejemplares muestreados, se calcularon a partir del cómputo de la estimación de edad de los anillos en la ecuación de crecimiento de Bertalanffy para el pez vela propuesta por Hedgepeth y Jolley (1983).

V. RESULTADOS

Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) y Distribución de las capturas.

CPUE (# de pez vela enganchados/embarcación/día).

Durante la temporada 1989, en un total de 563 embarcaciones se registraron 1164 pez vela enganchados en 68 días de pesca, donde 478 embarcaciones lograron enganches y 85 no los obtuvieron, se registró un promedio de 17.11 peces vela enganchados / día / temporada y un promedio de 8.27 barcos/viaje de pesca / día, para una CPUE de 2.06 (Tabla 1).

En la temporada 1990, se registró un total de 755 pez vela enganchados en 59 días, para 437 embarcaciones utilizadas, de las que 95 no lograron enganches. El promedio de peces vela enganchados / día / temporada obtenido fué de 12.79 y el promedio de barcos/viaje de pesca / día fué de 7.40 para una CPUE de 1.72 (Tabla 1).

Para 1991 el total de barcos fué de 861, de éstos 691 realizaron 2,200 enganches de pez vela en 68 días y 170 barcos no lograron enganches, se obtuvo un promedio de 32.79 peces vela enganchados/ día /temporada y un promedio diario de 12.66 embarcaciones por viaje de pesca, la CPUE obtenida fué de 2.55 (Tabla 1). Adicionalmente en esta temporada se obtuvo el valor del Enganche por Unidad de Esfuerzo (HPUE)

con base en el número de pez vela enganchados entre el número total de horas de troleo que fué de 0.41.

Los datos de captura y esfuerzo así como la CPUE promedio total para las temporadas 1989, 1990 y 1991, se resumen en la tabla 1.

El porcentaje total de capturas de las diferentes especies de pico para cada temporada en las aguas adyacentes a la isla de Cozumel, se muestra en la figura 4, donde se observa que el pez vela fué la especie con mayor frecuencia en los enganches.

En la gráfica de CPUE vs día obtenida para las tres temporadas de pesca analizadas, se aprecian fluctuaciones en la captura diaria dentro de un rango de CPUE de 1 pez vela para algunos días de marzo de 1989, 1990 y 1991, hasta una CPUE máxima de 6 peces vela el 10 de abril de 1991; con el promedio de captura para las tres temporadas en valores alrededor de 2 (Figura 5).

Cabe mencionar que la carnada más frecuentemente utilizada en los enganches de pez vela para las tres temporadas fué el escribano Hemirampus brasiliensis (Linnaeus), con el 97.56 % del total, 1.15 % de "pez volador" Cypselurus heterurus (Rafinesque), lisa Mugil cephalus (Linnaeus) con 1.15 % y carnada artificial con 0.14 % .(Fig.6).

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

TABLA 1.- Valores de Captura del Pez Vela y esfuerzo de pesca de las embarcaciones del Club Náutico de Cozumel para las temporadas de pesca 1989,1990 y 1991.

	FECHA	CAPTURA # PECES	ESFUERZO # BARCOS	ESFUERZO S/ENGANCHE	TOTAL DE BARCOS	# PECES ENGANCHE DIA/TEMPORADA	BARCOS/ DIA	CPUE	HPUE
1989	MARZO 16								
	* MAYO 22	1164	470	85	563	17.11	8.27	2.06	--
1990	MARZO 17								
	* MAYO 14	755	342	95	437	12.79	7.40	1.72	--
1991	MARZO 16								
	* MAYO 22	2200	691	170	861	32.79	12.66	2.55	0.41

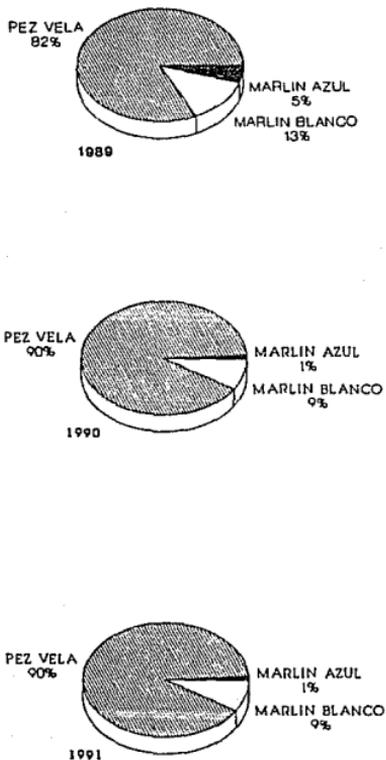


Fig. 4 Porcentaje total de capturas de las especies de pico en la pesca deportiva de Cozumel, temporadas 1989, 1990 y 1991. Pez vela *Istiophorus albicans*, Marlin blanco *Tetrapturus albidus*, Marlin azul *Makaira nigricans*.

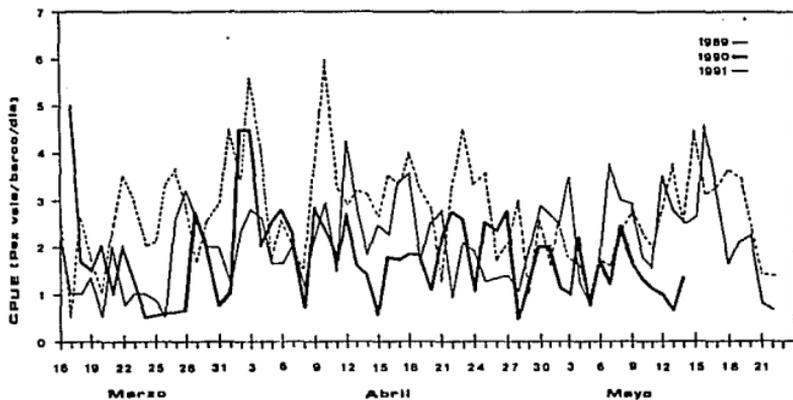


Fig. 5 CPUE (# de pez vela enganchados/ embarcación/ día) vs día para las temporadas de pesca deportiva 1989, 1990 y 1991 en las aguas adyacentes a la Isla de Cozumel Q. Roo.

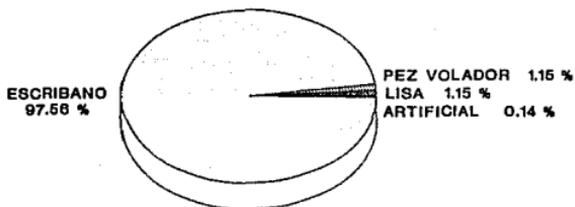
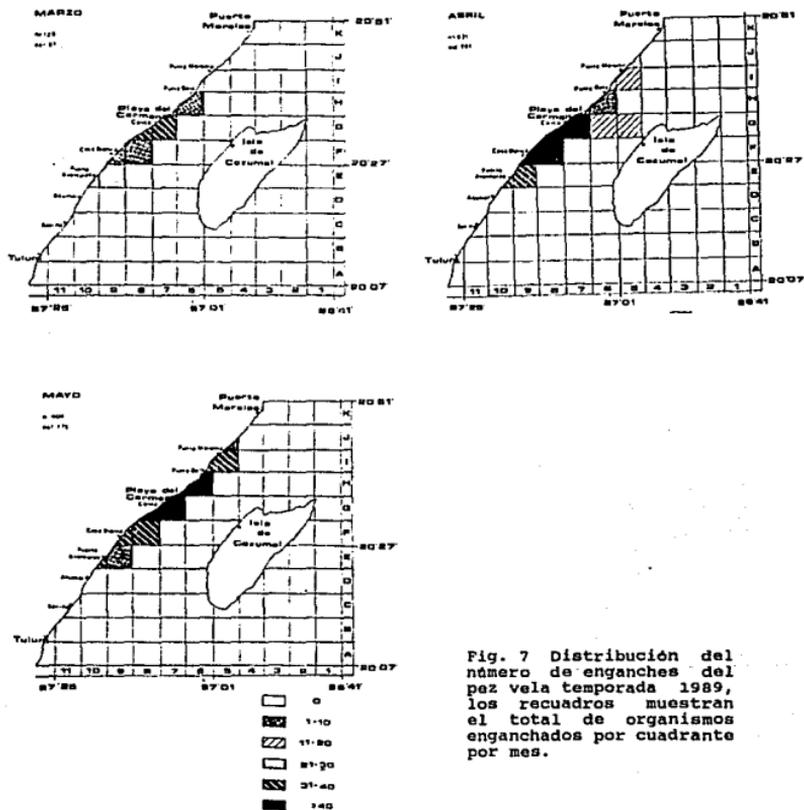


Fig. 6 Porcentaje total de carnada utilizada en los enganches del pez vela en la pesca deportiva de Cozumel, temporadas 1989, 1990 y 1991. Escribano Hemirampus brasiliensis, Pez volador Cypselurus heterurus, Lisa Mugil cephalus.

Distribución de las capturas (enganches) y el esfuerzo de pesca mensual.

La distribución del número de enganches del pez vela, por cuadrante en el área de pesca para la temporada 1989 se muestra en la figura 7 (a, b, c). En marzo se realizaron 129 enganches con un esfuerzo de pesca de 81 barcos, en abril 631 con esfuerzo de 307 barcos y en mayo 404 con 175 barcos. La temporada de pesca 1990 representada en la figura 8 (a, b, c,) presenta los enganches registrados: 41 en marzo con un esfuerzo de 26 barcos, 550 en abril y esfuerzo de 297 barcos y 164 en mayo con un esfuerzo de 114 barcos. Mientras que la figura 9 (a, b, c) muestra la correspondiente distribución para la temporada 1991: marzo con 263 enganches y esfuerzo de 108 barcos, abril 1089 y esfuerzo de 368 barcos y mayo 848 con esfuerzo de 385 embarcaciones.

Es importante hacer notar que no fué posible obtener el esfuerzo para cada área de pesca (cuadrante) porque las embarcaciones al "trolelear" en busca de enganchar peces cambian constantemente de un área a otra ocasionando que el esfuerzo en un día de pesca normal no se concentre específicamente en una sola área



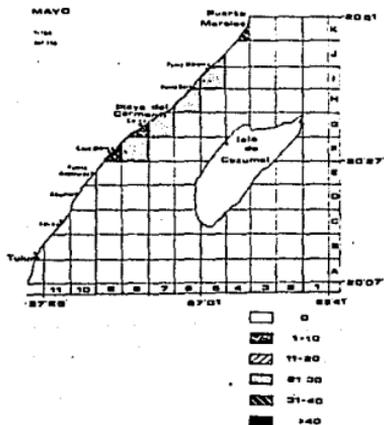
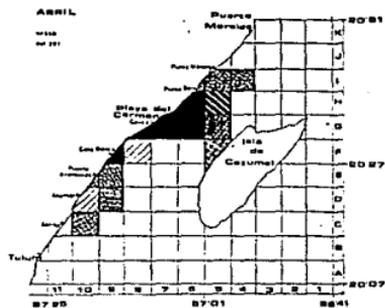
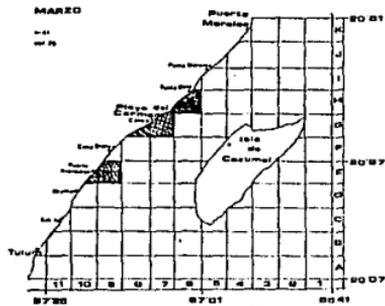


Fig. 8 Distribución del número de enganches del pez vela temporada 1990, los recuadros muestran el total de organismos enganchados por cuadrante por mes.

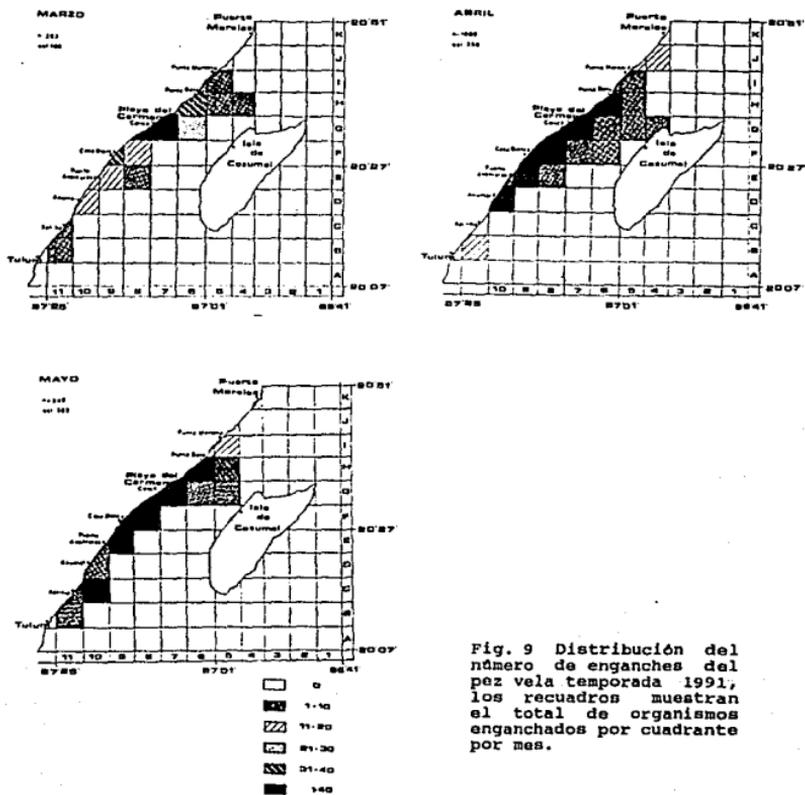


Fig. 9 Distribución del número de enganches del pez vela temporada 1991; los recuadros muestran el total de organismos enganchados por cuadrante por mes.

Relación entre la captura y las fases lunares.

En la tabla 2 se muestran los valores de las medias de la CPUE por temporada 1989, 1990 y 1991, y la figura 10 muestra los valores de la CPUE agrupados por fase lunar por mes.

Los resultados del análisis de varianza de dos factores aplicado a los valores de CPUE promedio obtenidos para los años 1989, 1990 y 1991, se explican en la tabla 3 y muestran que no existen diferencias significativas entre la CPUE de los periodos lunares ($F_{0,5} = 1.89 < 2.60$), pero sí entre la CPUE de los años analizados ($F_{0,5} = 16.76 > 3$). De esta manera se acepta la hipótesis nula de la no existencia de diferencias significativas entre las fases lunares. En la figura 11 se muestran los intervalos de confianza de las medias para las fases lunares y los intervalos de confianza de las medias para las tres temporadas de estudio. Las temporadas (años), son eventos no repetibles por lo que se consideraron como un bloque dentro del modelo del análisis de varianza, por ésta razón no se considera la interacción fase/año.

Por otro lado, el estadístico "z" (Tabla 3) muestra que no existen diferencias significativas entre las medias de captura de los periodos claros y oscuros ($Z_{\text{calc}} = 0.08403 < 1.96 Z_{\text{tablas}}$), al igual que en el análisis de varianza.

TABLA 2.- Medias e intervalos de confianza de la CPUE temporadas de pesca 1989, 1990 y 1991.

FASE LUNAR	N	MEDIA	INTERVALOS DE CONFIANZA DE LA MEDIA 95 %	
C. CRECIENTE	49	2.45	2.16	2.74
C. MENGUANTE	46	2.03	1.73	2.33
L. LLENA	53	2.03	1.75	2.31
L. NUEVA	47	2.17	1.87	2.46
TEMPORADA				
1989	68	2.06	1.78	2.27
1990	59	1.72	1.44	1.97
1991	68	2.55	2.24	2.72

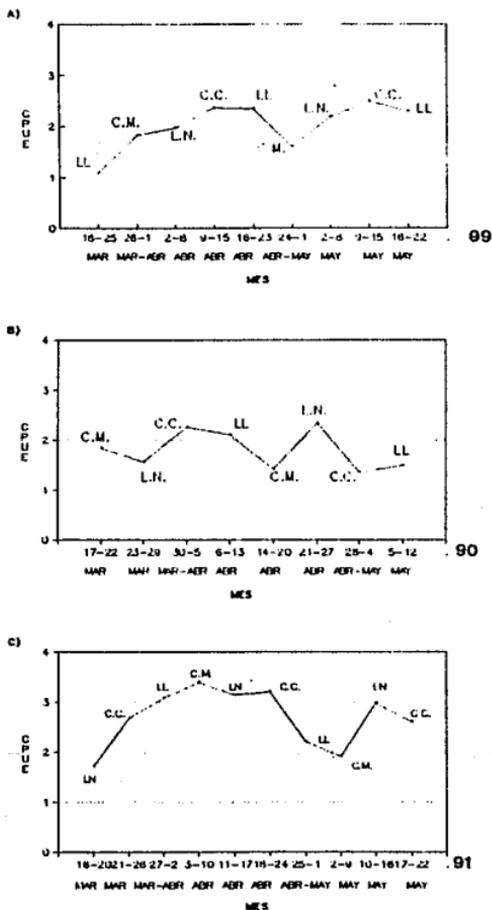


Fig. 10 CPUE promedio (# de pez vela / # barco/ día) para las temporadas 1989, 1990 y 1991 agrupados con base en los periodos lunares. CC= Cuarto Creciente, LN= Luna Nueva, CM= Cuarto Menguante y LL= Luna Llena.

TABLA 3.- Resultados del análisis de varianza de dos factores aplicado a los valores de CPUE promedio de tres temporadas de pesca deportiva 1989, 1990 y 1991 (considerando el esfuerzo de las embarcaciones que saliendo en viaje de pesca no realizan enganches), del # de pez vela enganchados/ # barcos/ día, para fases lunares y años.

ANALISIS DE VARIANZA

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F
FASES LUNARES	3	5.81	1.93	1.89 NS
AÑOS	2	34.21	17.10	16.76 **
ERROR	189	194.06	1.02	

$F_{0.5} (3, 189) = 2.60$

$F_{0.5} (2, 189) = 3$

Resultados del estadístico " z ".

$Z_{calc.} = 0.08403$

$Z_{tablas} = 1.96$

$0.08403 < 1.96$ Por lo tanto no se rechaza la hipótesis nula.

Determinación de la "edad" de los organismos muestreados durante la temporada de pesca 1990.

Se muestrearon 9 ejemplares de pez vela, cinco fueron hembras y cuatro machos, de los cuales se obtuvieron sus correspondientes espinas dorsales.

En la tabla 4 se muestran los datos complementarios de los ejemplares muestreados como la hora y área de enganche, profundidad y carnada utilizada, donde se observa que fueron capturados entre las 9 y 15 horas del día, a profundidades entre 30 y 100 metros en áreas cercanas al margen continental y con escribano Hemiramphus brasiliensis como carnada.

Los valores morfométricos de las diferentes longitudes para cada ejemplar se muestran en la tabla 5. La tabla 6 muestra las estimaciones obtenidas con base en la relación longitud-peso y ecuaciones de crecimiento de Bertalanffy por sexo reportadas en la literatura y las estimaciones de la edad obtenidas en los cortes transversales de la espina dorsal de los ejemplares analizados.

En tabla 7 se muestran las diferentes estimaciones de edad que se proponen para cada una de los ejemplares analizados por los diferentes métodos de estimación de edad a través del tiempo, hasta llegar a la edad validada de Prince et

TABLA 4.- Datos complementarios de los ejemplares de pez vela capturados en aguas adyacentes a la isla de Cozumel durante la temporada 1990.

sexo	peso kg	hora de enganche	profundidad mts.	area de enganche	carnada
M	14.5	10.20	30 mts.	H - 6	ES *
M	15.0	11.30	30 mts.	G - 7	ES
M	17.0	11.00	30 mts.	G - 7	ES
M	23.6	15.20	30 mts.	G - 7	ES
H	20.0	09.30	40 mts.	G - 7	ES
H	20.4	11.30	70 mts.	H - 6	ES
H	20.8	14.00	180 mts.	G - 7	ES
H	25.8	10.40	180 mts.	G - 7	ES
H	30.8	14.00	180 mts.	H - 6	ES

* ES = Escribano Hemirampus brasiliensis (Linnaeus).

TABLA 5.- Datos morfométricos de los ejemplares de pez vela capturados en aguas adyacentes a la Isla de Cozumel durante la temporada 1990.

sexo	peso kg.	L.O.F cm.	L.M.C. cm.	L.D.C. cm.	L.P.C. cm.	L.P.A. cm.
M	14.5	133.1	153.5	121.5	115.0	51.5
M	15.0	131.8	152.0	121.5	115.5	60.0
M	17.0	134.4	155.0	120.5	120.2	61.0
M	23.6	146.6	169.0	135.0	128.0	56.5
H	20.0	143.1	165.0	133.5	126.0	57.5
H	20.4	137.0	158.0	128.0	119.0	53.0
H	20.8	146.7	169.0	136.5	129.0	61.0
H	25.8	143.2	165.0	132.0	125.0	59.0
H	30.8	161.5	186.0	147.5	140.5	65.0

L.O.F.= Longitud ojo - furca caudal.

L.M.C.= Longitud mandibula inferior - furca caudal.

L.D.C.= Longitud aleta dorsal - furca caudal.

L.P.C.= Longitud aleta pectoral - furca caudal.

L.P.A.= Longitud aleta pectoral - aleta anal.

TABLA 6.-Estimaciones de edad de los ejemplares de pez vela capturados en aguas adyacentes a la isla de Cozumel durante la temporada 1990.

SEXO	PESO Kg.	L.O.F. cm.	L. TOTAL cm.	L.TRUNCAL cm.	AÑOS APROX. Obs* Teor **	
M	14.5	133.1	198.0	119.7	3-4	3-4
M	15.0	131.8	196.1	120.9	2-4	3-4
M	17.0	134.4	200.0	125.5	2-3	4-5
M	23.6	146.6	217.8	138.5	4-6	5-6
H	20.0	143.1	212.6	130.5	4-5	4-5
H	20.4	137.0	203.7	131.4	3-6	4-5
H	20.8	146.7	217.9	132.3	3-5	4-5
H	25.8	151.9	225.5	142.3	3-4	6-7
H	30.8	161.5	239.6	151.1	3-4	7-7

* Número de anillos observados en el presente estudio.

** Según Hedgepeth y Jolley (1983) para los datos del presente estudio.

TABLA 7.-Estimaciones edad de los ejemplares de pez vela muestreados según los cálculos utilizados por diferentes autores.

SEXO	PESO kg.	De Sylva (1957) Frec-Long	Radkte y Dean (1981) Otolitos	Hedgepath y Jolley (1983) Esp.dorsal	Prince et al. (1986) Esp.dors.
M	14.5	1.5		3	--
M	15.0	1.5		3	--
M	17.0	1.7	3 - 5	4	--
M	23.6	2.7		7	--
H	20.4	2.5		3	--
H	20.5	2.5		5	--
H	20.8	2.6		5	--
H	25.8	2.8	7 - 8	5	13-15 **
H	30.8	3.5		6	--

** Edad validada por recaptura.

al.1986, la cual sugiere que el método de la lectura de anillos de crecimiento de la espina dorsal subestima por mucho la " edad " del pez.

En la tabla 8 se realiza una comparación entre las estimaciones de edad obtenidas en el presente estudio y las que se obtienen de la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy propuesta por Hedgepeth y Jolley (1983).

TABLA 8 .- Estimaciones de peso, longitud y edad de los ejemplares de pez vela del presente estudio.

OBSERVADOS			TEORICOS			
S	PESO Kg.	L.TRUNCAL cm.	AÑOS APROX. Observados*	PESO kg.	L.TRUNCAL cm.	AÑOS APROX. Teóricos**
M	14.5	119.7	3 - 4	14.4	119.4	3.6
M	15.0	120.9	2 - 4	15.0	121.0	3.8
M	17.0	125.5	2 - 3	16.9	125.3	4.4
M	23.6	138.5	4 - 6	23.6	138.5	7.5
H	20.0	130.5	4 - 5	20.0	130.8	4.7
H	20.4	131.4	3 - 6	20.4	131.6	4.8
H	20.8	132.3	3 - 5	20.8	132.4	4.9
H	25.8	142.3	3 - 4	25.8	142.5	6.3 ***
H	30.8	151.1	3 - 4	30.7	151.0	7.8

* Anillos observados en el presente trabajo.

** Años que se obtienen según la ecuación de crecimiento de Bertalanffy propuesta por Hedgepeth y Jolley (1983), los pesos y longitudes se obtuvieron de la relación longitud-peso de Jolley (1974).

*** Para ésta longitud y peso se propone una edad de 13 - 15 años a partir del único dato validado por recaptura, según Prince et al., (1986).

VI. DISCUSION

Captura por Unidad de Esfuerzo y Distribución de las capturas.

CPUE (# de pez vela enganchados/embarcación/día).

Los índices de captura, registrados en las bitácoras de pesca o sea el número de enganches de pez vela por día no pueden ser considerados directamente como valores representativos de la magnitud total del recurso, sin embargo, si se considera el número de peces enganchados expresado en términos relativos al número de viajes de pesca utilizando un arte de pesca determinado, ésto puede ser proporcional a los niveles reales de la población según el criterio propuesto por Kleet y Martínez(1986).

Al analizar la gráfica de CPUE contra el día para las tres temporadas analizadas (Fig.5), son evidentes las fluctuaciones en el número de peces enganchados por barco por día que van desde 1 pez para algunos días de marzo y mayo, hasta 5 y 6 peces en el mes de abril, situación que coincide con la aparente mayor disponibilidad del pez vela que se observa para ese mes, al respecto se deben considerar también las variaciones naturales en cuanto a cambios estacionales, fisiológicos y de conducta del organismo que influyen en la disponibilidad y abundancia entre los días y años, así como las diferencias entre mejores días para la pesca que otros, diferencias en la habilidad de los pescadores para enganchar peces, equipos y lugares de pesca.

Beardsley y Conser (1981) encontraron amplias fluctuaciones en la CPUE del pez vela para el área del Golfo de México y Florida en un periodo de 8 años, señalando que podrían deberse a que si el pez vela tuviera una vida corta, el efecto de la presión de pesca sobre un grupo de edad en la población sería marcado, y adicionalmente, al ser el pez vela una especie de hábitos más costeros que por ejemplo el marlin blanco o el marlin azul, su disponibilidad se encontraría más fuertemente influenciada por las condiciones ambientales, como la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto etc., lo que contribuye en las fluctuaciones (Jolley, 1974 y 1977; Beardsley et al., 1975). Es posible que de éstas dos razones, la primera no sea muy aceptable pues se ha comprobado que el pez vela no es una especie con una esperanza de vida corta, sino que por el contrario puede alcanzar a vivir más de 15 años (Prince et al., 1986).

La comparación de los valores de CPUE obtenidos de las tres temporadas (Tabla 1) permitió inferir sobre las tendencias en la abundancia relativa del recurso, observándose que no existió gran variación respecto a las capturas de pez vela entre las temporadas analizadas, es decir se obtuvieron índices totales de abundancia relativa (CPUE) de al menos 2 peces vela enganchados por embarcación por día: para 1989 se obtuvo un valor de 2.06, para 1990 se obtuvo un valor de 1.72 y para 1991 se obtuvo un valor de 2.55. Cabe mencionar

que la temporada 1991 se ha considerado como la mejor temporada de pesca de pez vela de los últimos años.

Con relación a otros trabajos, en el área de Florida se obtuvo un promedio de CPUE para el periodo de 1968 a 1971 de 1.31 pez vela/barco/día, el cual se considera bajo, sin embargo, el esfuerzo de pesca en esa área fue considerablemente mayor que en Cozumel (Jolley, 1974). Beardsley y Conser (1981), encontraron valores de HPUE (# pez vela enganchados/hora de troleo) para diferentes áreas en el norte del Golfo de México, en un periodo de 8 años de muestreo (1971-1978) dentro de un intervalo de 0.02 a 0.04 para el área denominada Golfo de México, de 0.06 a 0.15 en el área norte de Florida y de 0.20 a 0.40 en el área sur de Florida, en éste último lugar, los valores son semejantes a los de HPUE obtenidos para la temporada 1991 del presente estudio, con un valor de 0.41 (Tabla 1), es decir, 1 pez vela enganchado por cada 2.5 horas de pesca, índice que puede considerarse alto, ya que para 1987 en el sur de Florida se obtuvo una HPUE de 0.017, es decir 1 pez vela enganchado por cada 58 horas de pesca (dos días y medio) (Fedler y Ditton, 1989).

Con base en los índices de abundancia relativa (CPUE) obtenidos (Tabla 1), es de suponerse que con el mismo esfuerzo de pesca para las futuras temporadas y considerando las fluctuaciones naturales entre los años el número mínimo

de peces vela disponibles para ser enganchados por día de pesca por temporada podría encontrarse entre valores cercanos a 2. Cabe mencionar que con el aumento en el número de barcos de la marina de Puerto Aventuras para la temporada 1992, es de esperarse que el número de enganches por día sea menor, es decir que la CPUE por día baje, si esto no ocurre y la CPUE se mantiene estable, entonces puede ser que la población de peces vela disponibles para la pesca deportiva pueda soportar una presión de pesca mayor, hasta el grado en que por más que se aumente el número de barcos, la CPUE se mantendrá estable o tenderá a bajar. (Gulland,1978).

Con fines de comparación con otros trabajos, y con objeto de definir una unidad de esfuerzo de pesca más precisa, se sugiera que en futuros análisis de datos de captura y esfuerzo en el área se utilice como índice de abundancia relativa el enganche por unidad de esfuerzo (HPUE), que es expresado como el número de peces enganchados entre el número de horas de troleo por día de pesca (Beardsley y Conser, 1981; Prince et al.,1986), el HPUE obtenido sólo para la temporada 1991 de 0.41 representa la posibilidad de enganchar 1 pez vela cada 2.5 horas de pesca, ésto también puede expresarse con la CPUE entre el número de horas de troleo y no entre el número de barcos, para las temporadas 1989 y 1990 ésto no pudo realizarse porque no se obtuvieron reportes del número de horas de pesca en las bitácoras correspondientes. El HPUE por día y por temporada

y el reporte de los peces enganchados, vistos y perdidos en la pesca puede generar información muy útil para la regulación pesquera del recurso.

Distribución de las capturas.

Los resultados obtenidos de la distribución de las capturas de pez vela para las tres temporadas de pesca en forma mensual (Figs. 7, 8 y 9), muestran la mayor frecuencia de enganches a lo largo del margen continental, en particular en las áreas localizadas al norte y sur de Playa del Carmen ($n > 40$) así como los cuadrantes frente a Puerto Aventuras y Akumal, los cuales comprueban en parte el comportamiento costero del pez vela (Buchanan *et al.*, 1977). Pocos registros de enganches se obtuvieron en áreas con mayor profundidad como la parte media del canal entre el continente y la isla de Cozumel y los alrededores de la isla (donde por la profundidad es más probable obtener enganches de marlin blanco o marlin azul) (Figs. 7 8 y 9). Sin embargo es necesario señalar que la mayor frecuencia de los enganches también se encuentra relacionada con las áreas de pesca seleccionadas previamente por el pescador (Lesser, 1989a), y en Cozumel los pescadores generalmente salen a pescar frente al margen continental, debido principalmente a la existencia de áreas con mejores condiciones ambientales para la práctica de la pesca. Nakamura y Rivas (1972) señalan que esto ocurre en el área costera de Florida y Texas y mencionan como aspectos importantes a la profundidad,

temperatura, visibilidad y color del agua. La temperatura es importante, pues las especies de pico se capturan normalmente en aguas por encima de la termoclina (Nakamura, 1985), y para la zona de estudio se encuentra reportada a una profundidad de aproximadamente 140 metros (Espinoza, 1989). En el presente estudio las temperaturas y profundidades de las áreas donde ocurrieron los enganches no pudieron ser determinadas por la falta sistemática de esa información en las bitácoras, sin embargo como las capturas son cercanas a la costa en la isobata de los 60 metros aproximadamente, éstas son siempre sobre la termoclina. De manera general, puede afirmarse que la mayor distribución y abundancia de los peces en el agua no es al azar y que estos organismos se integran, agregan, dispersan y concentran en hábitats específicos como resultado de la interacción entre las condiciones ambientales que les rodean como la temperatura, salinidad, color, visibilidad, oxígeno del agua y sus necesidades fisiológicas básicas y alimenticias (Roffer, 1986).

Es importante hacer notar que para abril de 1990 (Fig.8), el esfuerzo de pesca se diversificó hacia el sur, en áreas cercanas a Akumal y Tulum, esto tal vez se deba a que con el desarrollo de la marina de Puerto Aventuras en el margen continental, el número de barcos que pescaban en la misma área se incrementó notablemente (al norte y sur de Playa del Carmen), ocasionando que las embarcaciones de Cozumel se

dirigieran más al sur en busca de nuevas áreas de pesca, como se observa en la figura 9 (a, b, c) para la temporada de 1991 en donde para esas áreas se registró un gran número de enganches.

La temporada de pesca deportiva en Cozumel, se inicia a finales del mes de febrero incrementándose en los meses de marzo y abril manteniéndose a la baja hasta el mes de junio, lo que coincide con lo propuesto por Beardsley *et al.* (1975) que señalan que en el Golfo de México y Mar Caribe la mayor abundancia de pez vela es de abril a septiembre, después de lo cual se supone la migración del pez vela hacia el norte en lo que los pescadores han llamado tradicionalmente la "corrida", y lo que al menos se ha comprobado parcialmente con la recaptura de un pez vela marcado en Cozumel y recapturado frente a las costas de Florida, Estados Unidos (Scott y Tashiro, 1989), sin embargo esto no se puede tomar como una generalidad, ya que se han obtenido muy pocas recapturas, pues de 344 pez vela marcados en Cozumel en 1988, sólo 4 se recuperaron, 1 en la misma área de liberación, 1 en la costa noroeste de Cuba, 1 en el noroeste de Florida y 1 en el noroeste del Golfo de México. Para 1989 de 234 pez vela marcados, sólo 1 fué recuperado al norte de la Península de Yucatán (Scott *et al.*, 1990). Aparentemente podría pensarse que los peces marcados en Cozumel siguen un patrón de migración hacia el norte, sin embargo, registros de recapturas más antiguos señalan algunos peces marcados en

Cozumel que han sido recapturados en las costas de Venezuela (Confederación Marítima Mexicana, 1988b), lo que sugiere que tal vez algunos peces realizan migraciones al sur, como consecuencia de aspectos relacionados con el desove, la variación de las condiciones oceánicas como la temperatura o la disponibilidad del alimento (Greenough y Rotschild, 1989).

Efectos del periodo lunar en las capturas.

El efecto de las fases lunares en la pesca deportiva de picudos en el Caribe Mexicano ya había sido tratado anteriormente por Lesser (1989a y b), quien estableció un mejor rendimiento de la pesca durante el periodo oscuro de la luna (Creciente y Nueva). Sin embargo el estudio se basó en los promedios de captura obtenidos de la totalidad de especies de pico enganchados por fase lunar (pez vela, marlín blanco, marlín azul), sin particularizar en una sola especie y sin la utilización de algún tratamiento estadístico en el análisis de los datos. El mejor "rendimiento" de la pesca se obtiene en el periodo oscuro de la luna (nueva a creciente, menguante a nueva), se ha relacionado con aspectos alimenticios o de reproducción de las especies de pico (Lesser, 1989a y b). En relación a la alimentación, se ha establecido que las migraciones verticales de los picudos en la columna de agua se encuentran ligadas con el movimiento diurno y nocturno de los organismos de los cuales se alimentan, y particularmente para el pez vela, se ha reportado con base en el grado de

llenado del estómago, que presentó mayor actividad trófica durante la tarde-noche, en aguas del Golfo de México (Ovchivnnikov,1970). Si existe realmente una relación fase lunar-alimentación, es de suponerse que en noches con mayor luz o periodos con noches "claras" (creciente a llena, llena a menguante), los organismos susceptibles de ser predados no realicen la migración vertical en su totalidad o permanezcan ocultos, interpretándose la migración vertical, en este caso; como un mecanismo defensivo (Margalef,1989), es decir, que durante las horas de luz en que podrían ser más fácilmente vistos por sus depredadores, los animales marinos se dirigirían hacia capas más profundas, lo que ocasionaría aparentemente la menor abundancia de pez vela, y por el contrario, en periodos con noches "oscuras" en donde existe mayor posibilidad de obtener alimento se favorezca la abundancia del pez vela. Sin embargo, también es posible que ocurra lo contrario, es decir que la luz favorezca la abundancia del pez vela, ya que existe mayor visibilidad y facilita la obtención del alimento. Nakamura (1949 en Beardsley *et al.*, 1975) señala que algunos peces demersales son atrapados en la noche cuando se acercan a la superficie en lugar de que los peces de pico "bajen" a alimentarse durante el día. Cabe mencionar que los pescadores deportivos señalan que el pez vela se alimenta en las primeras horas del día y que es por esa razón que es atraído por la carnada y se engancha al anzuelo (López,1982).

Por otro lado, Nakamura y Rivas (1972) establecieron que en algunas áreas costeras de Florida se obtuvo un mejor rendimiento de la pesca en el periodo de luna nueva a cuarto creciente (oscuro), mientras que para otras áreas se obtenía mejor rendimiento en días con Luna Llena, situación completamente contraria, por lo que sus conclusiones fueron que el periodo lunar no representaba un factor de importancia en la pesca.

Los resultados obtenidos del análisis de varianza para los datos de CPUE en relación a las fases lunares y el estadístico "z" de comparación de medias de lunas "claras" vs lunas "oscuras" (Tabla 3), no muestran diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$), por lo que puede concluirse con un 95% de confianza que para el área de Cozumel las fases lunares no representan ningún factor que influya en el rendimiento en capturas de pez vela en la pesca deportiva.

En cuanto a las tres temporadas (años) en el análisis de varianza son evidentes las diferencias significativas ($P < 0.05$), ya que los años no pueden repetirse y no pueden ser iguales entre sí, por ésta razón no se considera una interacción fase/año.

La asociación entre los valores promedio obtenidos de CPUE y los intervalos de confianza para cada fase lunar

representados en la figura 11 muestran que el periodo de luna nueva a cuarto creciente presentó el promedio más alto, razón por la cual es aparentemente el mejor periodo para pescar y donde se obtendrían mejores capturas; sin embargo los intervalos de confianza de las medias de la CPUE son amplios y muestran que existe la misma probabilidad en todos los cuartos de pescar con el mismo éxito, sin importar si son claros u oscuros .

La relación de las fases lunares con la pesca, se ha obtenido en el análisis de datos de captura y esfuerzo pesquero para otros peces pelágicos mayores como los atunes. Pallares y García (1985), analizaron los valores de la CPUE de dos especies de atún en relación a las fases lunares en la pesca comercial española, encontrando para el atún aleta amarilla (Thunnus albacares) con el mayor rendimiento de la pesca en el Cuarto Menguante y el menor rendimiento entre el final del Cuarto Menguante y el Cuarto Creciente; sin embargo para el atún barrilete (Katsuwonus pelamis) no se encontró relación alguna con el periodo lunar.

Por otro lado, se ha establecido que los aspectos reproductivos pudieran estar relacionados con los periodos lunares (Lesser, 1989a y b). En relación a esto, en el área de estudio no fué posible llevar a cabo un muestreo de ejemplares en los distintos periodos lunares que pudiera generar alguna información. En el Pacifico Mexicano, se ha

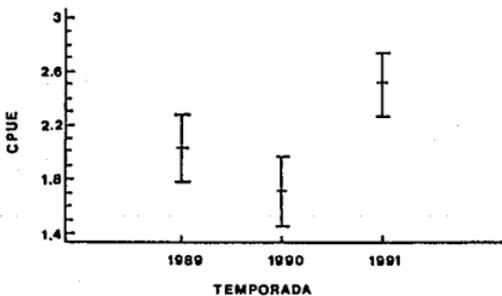
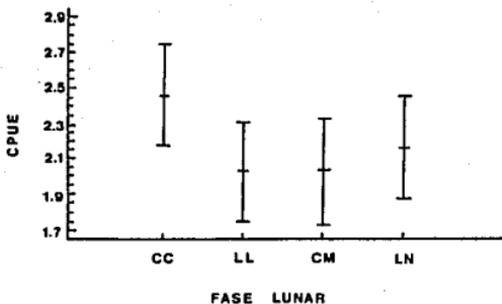


Fig. 11 Intervalos de confianza de la media de CPUE (# de pez vela enganchados/ embarcación / día) para fases lunares y años.

reportado que para el marlin rayado Tetrapturus audax, el evento de una reproducción aparente, coincide con la disminución de su captura o abundancia relativa (Gálvez et al., 1990), lo que no se ha investigado es si existe alguna relación con el periodo lunar pues no existen trabajos al respecto.

Determinación de la "edad" de los organismos muestreados durante la temporada de pesca 1990.

Como se mencionó anteriormente, debido a la práctica de liberación del pez una vez enganchado como consecuencia de las políticas de conservación, bajo la premisa de que la liberación puede incrementar la disponibilidad de peces para la pesca deportiva, el total de ejemplares obtenidos en la temporada resultó ser una fracción muy pequeña, sin embargo fué suficiente para el objetivo de este estudio en determinar la edad de los peces vela desembarcados en la marina de Cozumel durante la temporada 1990.

Las observaciones de los anillos de crecimiento en los cortes transversales de la espina dorsal, (Fig.12, Tabla 6) fueron similares a las observados por Jolley (1974 y 1977) y Hedgepath y Jolley (1983). Sin embargo el problema de la vascularización del centro de la espina impidió observar los supuestos anillos de crecimiento que corresponderían a los primeros años en los ejemplares mayores de 20 kg. La



Fig. 12 Sección transversal de la 4a espina dorsal de Istiophorus albicans, edad aproximada con base en el # de anillos observados: a) 4-6 años (24 kg.), b) 3-4 (30.8 kg.). La excesiva vascularización del centro de la espina en ejemplares más grandes, ocasiona que los anillos no sean fácilmente evidentes, es de esperarse que para el ejemplar b se presenten de 13 a 15 años.

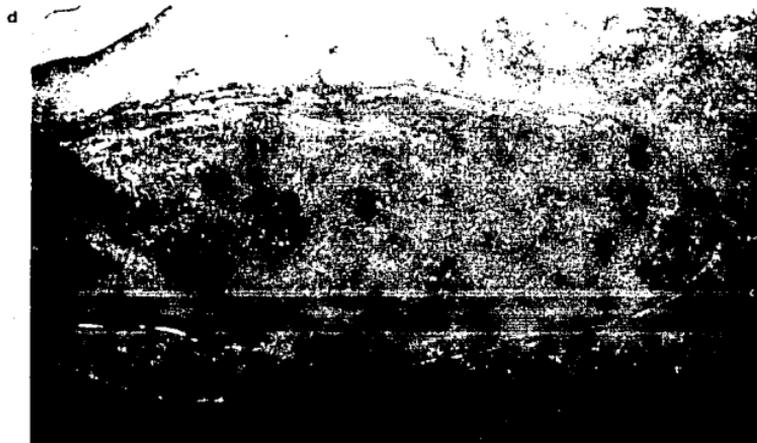


Fig. 12 Sección transversal de la 4a espina dorsal de Istiophorus albicans, edad aproximada con base en el # de anillos observados: c) 3-4 años (14.5 kg.), teóricos 3-4 años. Ejemplar d) # de anillos observados 4-5 años (20.43 kg.), teóricos 4-5 años.



Fig. 12 Sección transversal de la 4a espina dorsal de Istiophorus albicans, edad aproximada con base en el # de anillos observados: e) 2-3 años (15 kg.), teóricos 3-4 años. Ejemplar f) # de anillos observados 4-5 años (23.6 kg.), teóricos 5-6 años.

vascularización del centro de la espina así como las bandas múltiples que se observan en ciertos anillos, se han señalado como los impedimentos más significantes para determinar la edad en espinas dorsales de peces vela de mayor edad (Hedgepeth y Jolley, 1983; Ehrhardt, 1989), y en otros picudos como el marlin azul (Prince *et al.*, 1986; Hill *et al.*, 1989).

En términos generales las estimaciones de edad obtenidas de las lecturas de los cortes transversales de la espina dorsal resultaron ser adecuadas en los ejemplares menores de 20 kg., por lo que es necesario que en organismos de mayor peso sea necesario estimar la edad con base en otro método.

Estimación de la "edad" por medio del análisis de frecuencia de tallas.

En las estimaciones de edad de los ejemplares por medio del análisis de frecuencia de tallas empleado por De Sylva (1957), (Tabla 7), es evidente que se subestima por un gran margen la edad del pez, esto se debe principalmente a que en el tiempo en que se asignaron las edades por éste método, no se reconocía la existencia de diferencias en la tasa de crecimiento entre hembras y machos. (Nakamura y Rivas, 1972; Jolley, 1974), lo que explicaría la alta variación en longitud y peso observada a cierta edad, adicionalmente no se realizaron estudios con partes duras para validar éstas

estimaciones y no se consideraba que en el análisis de frecuencia de tallas al sobrelaparse las distribuciones de longitud-edad existe pérdida de información precisa, ya que se genera confusión en el seguimiento de las modas que indicarían los años (Erdhart, 1989), es quizá por ésta razón que con éste método sólo se alcanza una edad máxima para la especie de 4 años. Este problema se incrementa al ser el pez vela una especie que desova varias veces por año (Ovchivnnikov, 1970).

Estimación de la "edad" por medio de la ecuación de crecimiento de Bertalanffy propuesta por Hedgpeth y Jolley (1983).

Al calcular los valores obtenidos de la longitud truncal en la ecuación de la relación longitud-peso de Jolley (1974) (Tabla 8), tanto para hembras como para machos, se obtuvieron valores del peso teórico muy similares a los obtenidos en el campo para los ejemplares de cada sexo. La gran similitud de éstos valores con los de estudio de Jolley (1974), puede deberse a que los ejemplares se encontraban dentro del mismo intervalo en longitud que los que se utilizaron para ese estudio y también es posible que los ejemplares muestreados del presente trabajo pertenezcan a la misma población que los peces que se capturan en Florida, ya que con base en las recapturas de peces marcados y considerando la naturaleza altamente migratoria de la

especie, posiblemente los peces que se encuentran en Cozumel en primavera-verano sean los mismos que se encuentren en Florida posteriormente. Sin embargo esto no es una generalidad y es necesario continuar con los estudios de captura-marcaje y recaptura para establecer con mayor certeza este patrón.

Al sustituir el valor de t (años) por el de la estimación de los años obtenidos en las lecturas de la espina dorsal en la ecuación de Bertalanffy propuesta por Hedgepeth y Jolley (1983) para hembras y machos se obtuvieron valores de logitud trunca teórica muy similares a las longitudes truncales obtenidas de los ejemplares muestreados (Tabla 8). Sin embargo al estimar la edad con base en esa ecuación para el ejemplar hembra en el cual se conoce la edad validada por recaptura de Prince *et al.* (1986), la estimación obtenida (6-7 años) subestima grandemente la estimación de la recaptura (13-15 años). Ehrhardt (1989) señala que esta diferencia en las estimaciones puede ser debida a que, en peces con longitudes mayores y en consecuencia peces de mayor edad, el crecimiento no sigue un patrón de dirección anterior-posterior (crecimiento en longitud), sino que los cambios en la forma del cuerpo del pez ocurren ventral y oblicuamente en la sección anterior del cuerpo, esto puede explicar la falta de correlación observada entre longitud y edad en peces mayores a la edad 3. Este mismo autor propone que la longitud mandíbula inferior-caudal no es la adecuada a considerar en la relación longitud-peso.

Adicionalmente ya que no existe una validación de la edad y si existen errores u omisiones en el conteo de los anillos de crecimiento debido a la vascularización del centro de la espina, entonces las estimaciones de los años con base en los parámetros de las ecuaciones de crecimiento no son los adecuados. Bartoo y Parker (1982), señalan que el cálculo de edades a partir de longitudes por medio de la ecuación de crecimiento de Bertalanffy da origen a sesgos (inexactitud), cuando el sobrelapamiento se incrementa con la edad, las estimaciones de edad-frecuencia generalmente estarán más sesgadas para edades más grandes que para edades jóvenes (ver Fig. 12).

Es evidente que en cuanto a la longevidad máxima del pez vela, ésta se encuentre alrededor de los 20 años, debido a que se han capturado ejemplares de hasta 45.5 kg. (100 libras) (Beardsley, 1983; Prince *et al.*, 1986).

El problema fundamental en la estimación de edad en el pez vela y en general en todos los peces de pico, sin importar el método utilizado es la validación de ésta estimación, definida como la confirmación de que el conteo de un anillo (annuli), sea igual a la medida del paso del tiempo (un año). Para lograr ésta se han propuesto dos alternativas: La primera, es obtener información del crecimiento de ejemplares juveniles con el fin de conocer la edad de la especie en edades tempranas y de esta manera saber con base en la longitud y el peso la edad en peces más

grandes (López,1982). El otro es obteniendo información de ejemplares que se hayan marcado, liberado y recapturado después de un periodo largo de tiempo, pues de esta manera se conoce el tiempo que el animal pasó en libertad, como lo ha demostrado la recaptura del pez vela hembra en Florida a una edad de 10 años y 10 meses (Prince et al.1986), la información obtenida de éste ejemplar ocasionó que se revisaran los estudios acerca de la longevidad máxima del pez vela, a partir de los cálculos de Hedgepeth y Jolley (1983) pues se comprobó parcialmente que el método de espinas dorsales subestima la "edad" del pez por un periodo largo de tiempo.

VII. CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas de los resultados del presente estudio son las siguientes:

- La mayor distribución de los enganches de pez vela en las aguas adyacentes a la isla de Cozumel para el periodo de estudio comprendieron áreas frente al margen continental y no cerca de la isla, comprobando así el comportamiento costero de la especie, la mayor abundancia relativa en áreas con mejores condiciones ambientales y de hábitat de los peces, la preferencia del pescador para la pesca del pez vela en áreas con poca profundidad y siempre por encima de la termoclina, así como la expansión de la pesca deportiva hacia el sur a partir de la temporada 1991.

- Se obtuvieron índices de abundancia relativa total del pez vela para las tres temporadas de pesca deportiva analizadas de alrededor de 2 peces vela enganchados/ embarcación /día. El esfuerzo pesquero (# viajes de pesca/día) se mantuvo más o menos uniforme durante 1989 y 1990, sin embargo es posible que haya aumentado notablemente en 1991 con los barcos de la marina de Puerto Aventuras.

- El ciclo lunar para el periodo de estudio, no tuvo un efecto significativo ($P > 0.05$), en la pesca deportiva del pez vela en el área de Cozumel.

- La lectura de anillos de crecimiento de las espinas dorsales es un método adecuado para estimar la edad de peces con longitud media (ejemplares de hasta 20 kilos), ya que en peces más grandes (25 kgs. en adelante), la vascularización del centro de la espina ocasiona que se pierda información, pues no se distinguen los anillos o se generan sesgos en las estimaciones de edad. De ésta manera el mejor método para estimar la edad en el pez vela es por medio del análisis de los otolitos, sin embargo es un método que consume mucho tiempo, es sofisticado y caro, desde la extracción y la infraestructura necesaria para su análisis.

VIII. RECOMENDACIONES

- En futuros análisis de los datos de captura y esfuerzo en el área de Cozumel, utilizar como índice de abundancia relativa el HPUE (enganche por unidad de esfuerzo) ó expresar la CPUE entre las horas de troleo y no por día, con el fin de obtener mayor precisión en el esfuerzo de pesca y poder hacer comparaciones con otros estudios.

- Mejorar la consistencia en la toma de datos, en especial en la obtención de parámetros ambientales como temperatura, profundidad y color del agua, dirección del viento, etc. y relacionarlos con los índices de abundancia relativa.

- Mantener en continua retroalimentación la toma de la estadística en la marina de Cozumel analizando los resultados de futuras temporadas, así como realizar a partir de la temporada de pesca 1992 un muestreo sistemático que comprenda la obtención de la estadística diaria de captura y esfuerzo de las embarcaciones de la marina de Puerto Aventuras en el margen continental, con el fin de comparar los resultados de ambos lugares y de esta manera continuar el desarrollo de estadísticas más completas de la pesca deportiva en el Caribe Mexicano.

- En cuanto a los estudios de determinación de edad, aprovechando la práctica de liberación del pez en el área de Cozumel, es necesario que se continúe con el marcaje de los peces a gran escala, ya que de ésta manera se tendrán mayores posibilidades de obtener recapturas que ayudarán a validar las estimaciones realizadas con estructuras duras y se aumentará el conocimiento de las rutas migratorias de la especie.

LITERATURA CITADA

- Bagenal, T.B. y F.W. Tesch. 1978. Age and growth. In: T.B. Bagenal (Ed.) Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters. Third edition IBP handbook No. 3 Blackwell Scientific Publications, London.
- Bartoo, N.W. y K.R. Parker. 1982. Reduction of bias generated by age-frequency estimation using the von Bertalanffy growth equation U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 8: 25-27.
- Beardsley, L.G. 1989. Planning the future of the Billfishes. Research and Management in the 90s and beyond. Part 1 Fishery and Stock Synopsis. In Proceedings of the Second International Billfish Symposium. Kailua-Kona, Hawaii, August 1-15, 1988. National Coalition for Marine Conservation Inc. Savannah, GA.
- Beardsley, L.G. 1983. Size and possible origin of Sailfish *Istiophorus platypterus* from the eastern Atlantic Ocean. Fish. Bull. 78 (3):805-808.
- Beardsley, G.L. and R. Conser. 1981. An analysis of catch and effort data from the U.S. Recreational Fishery for Billfishes (Istiophoridae) in the Western North Atlantic Ocean and Gulf of Mexico, 1971-1978. Fish. Bull. 79 (1):49-68.
- Beardsley, G.L., N.R. Merret y W.J. Richards. 1975. Synopsis of the biology of the Sailfish, *Istiophorus platypterus* (Shaw and Nodder, 1791). In: R.S. Shomura and F. Williams (editors), Proceedings of the International Billfish Symposium, Kailua Kona, Hawaii, 9-12 August, 1972, part 3, pp. 95-120. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-675.
- Beltrán, R. 1984. La pesca deportiva del puerto de Mazatlán, Sinaloa, México. Ciencias del Mar, Epoca 1, ano 2, ndm 6
- Brusher, H.A., M.L. Williams, L. Trent and B.J. Palko. 1984. Use of charterboat catch record for fisheries management. Mar. Fish. Rev. 46 (3):48-55
- Brusher, H.A. and B.J. Palko. 1987. Results from the 1984 and 1985 charterboat surveys in southeastern U.S. waters and the U.S. caribbean sea. Mar. Fish. Rev. 42 (2):109-117.
- Buchanan, C., D. McClellan y M. Brassfield. 1977. Migrations of Sailfish, White marlin and Blue marlin in the north Atlantic. A working paper prepared for Billfish Technical Workshop. December 5-19, 1977 Honolulu, Hawaii.
- Calendario Gráfico de Mareas 1989. Instituto de Geofísica. Univ. Nal. Autón. de México.

Calendario Gráfico de Mareas 1990. Instituto de Geofísica. Univ.Nal.Autón. de México.

Calendario Gráfico de Mareas 1991. Instituto de Geofísica. Univ.Nal.Autón. de México.

Comisión Internacional del Atún del Atlántico.1988. Instrucciones provisionales para el muestreo en el programa ICCAT de investigación intensiva sobre marlines.

Compeán, G.J.1987. Atunes y pesquerías de atún en el Golfo de México. Documento preparado para la II Reunión Indicativa de Actividades regionales relacionadas con la Oceanografía. Veracruz, Ver. 25, 26 y 27 de noviembre de 1987.

Confederación Marítima Mexicana.1988a. La industria de la pesca deportiva marina. Instituto Mexicano de Pesca Deportiva, A.C.

Confederación Marítima Mexicana.1988b. Mexican Sportfishing News. Instituto Mexicano de Pesca Deportiva, A.C.

Confederación Marítima Mexicana.1989. Sportfishing Seasons 1988, 1989 in Cozumel Island. Club Náutico de Cozumel, Q.Roo. Instituto Mexicano de Pesca Deportiva, A.C.

De Sylva, D.P.1957. Studies on age and growth of the Atlantic Sailfish Istiophorus americanus (Cuvier) using length-frequency curves. Bull. Mar. Sci. 7 (1):1-22.

De Sylva, D.P.1974. A review of the world sportfishery for billfishes (Istiophoridae and Xiphiidae). In: R.S. Shomura and F. Williams (editors). Proceedings of the International Billfish Symposium. Part 2. p.12-33. U.S. Dep. Commer. NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF 675.

Diario Oficial de la Federación, Vier. 26 Dic. 1986.

Diouf, T., 1989. Relación longitud-peso del pez vela en la pesca deportiva de Senegal, Africa. Reunión del grupo de trabajo sobre marlines ICAAT.

Ehrhardt, M.N., 1989. The potential of using allometric growth characters for resolving routine size and age estimations of billfishes. In: Planning the future of billfishes. Research and Management in the 90s and beyond. Part 2 Contributed papers Kailua Kona, Hawaii. National Coalition for Marine Conservation, Savannah Georgia. p. 277-285

Espinoza, C.T.L., 1989. Biomasa fitoplanctónica y afloramiento en el Caribe Mexicano y la porción oriental del Banco de Campeche. Tesis profesional. ENEP-Iztacala, UNAM, 121p.

Fedler, J.A., R.B. Ditton. 1989. A social and economic research agenda in support of billfish conservation. In: Planning the future of billfishes. Research and Management in the 90s and beyond. Part 2 Contributed papers Kailua Kona, Hawaii. National Coalition for Marine Conservation, Savannah Georgia. p. 263-268.

Galvez, J.R., R.Torres., H.R. Vizcarra. 1990. Taller de picudos y especies afines. CRIP La Paz baja California Sur, México.

García, E., 1973. Modificaciones al sistema climático de Kóppen. Inst. de Geografía. UNAM 251p.

García, R.E., A.M. Arce. 1982. La pesca deportiva de la familia Istiophoridae en áreas cercanas a Mazatlán, Sinaloa y Puerto Vallarta, Jalisco, México. IV Congreso Nacional de Zoología. Ciencias del Mar, UAS. Mazatlán, Sin.

Greenough, J.W., B.K. Rotschild. 1989. Billfish Management in the Pacific and Indian Oceans. In: Planning the future of billfishes. Research and Management in the 90s and beyond. Part 2. Contributed papers Kailua Kona, Hawaii. National Coalition for Marine Conservation, Savannah Georgia. p. 293-311

Grande Vidal, J.M., C.A. Severino y A.J. Valdez. 1988. Evaluación tecnológica de las posibilidades de explotación comercial de atún en el Golfo de México. Ciencia Pesquera. Inst. Nal. de la Pesca. Sria. de Pesca. México (6):105-108.

González, V. M. (en prensa). Aspectos reproductivos y alimenticios de algunas especies de la pesca deportiva de la Isla de Cozumel, Q. Roo, México (PISCES: Istiophoridae, Xiphiidae y Coryphaenidae). Tesis Profesional. Fac. Ciencias UNAM.

Gulland, J.A. 1978. Assessment of a Fishery. In T.B. Bagenal (Ed.) Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters. IBP handbook No.3 Blackwell Scientific Publications, London.

Guzmán, A.M. y J.O. López Ramos. 1986. Descripción y registro de juveniles de Pez Vela (Istiophorus platypterus, Shaw and Nodder, 1791) (Pisces, Istiophoridae) en las costas del estado de Michoacán, Pacífico Sur de México. Rev. Ciencias Marinas 12 (2):53-67.

Hedgspath, M.Y., J.W. Jolley Jr. 1983. Age and growth of Sailfish Istiophorus platypterus using cross sections from the fourth dorsal spine. In: E.D. Prince and L.M. Pulos (editors). Proceedings of the International Workshop on age determination of Oceanic Pelagic Fishes: Tunas, Billfishes and Sharks. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS-8. p. 131-136

Hill, K.T., G.M. Caillet and R.L. Radtke. 1989. A Comparative Analysis of Growth zones in four Calcified Structures of Pacific Blue marlin Makaira nigricans. Fish. Bull. 87:829-843.

Jolley, J.W., Jr. 1974. On the biology of Florida East Coast Atlantic Sailfish (Istiophorus platypterus). In: R.S. Shomura and F. Williams (editors). Proceedings of the International Billfish Symposium. Kailua-Kona, Hawaii 9-12 August 1972. Part 2. Review and Contributed papers. p.81-88. U.S. Dep. Commer, NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-675.

Jolley, J.W., Jr. 1977. The biology and fishery of Atlantic Sailfish Istiophorus platypterus from Southeast Florida. Fla. Mar. Res. Publ. 28, 31p.

Jordán, E., 1979. Estructura y composición de arrecifes coralinos en la región noreste de la Península de Yucatán. México. An. Centro de Ciencias del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 6 (1):69-86.

Jordán, E., 1988. Arrecifes profundos en la Isla de Cozumel, México. An. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 15 (2):195-208.

Kleet, A. y A.T. Martínez. 1986. Análisis preliminar de la pesca deportiva del pez picudo en el estado de Baja California Sur. (temporada 1984-1985) INP-CRIP La Paz, B.C.S.

Lesser, H., 1989a. Generalidades sobre la pesca deportivo recreativa en Q.Roo. Trabajo presentado en el Segundo festival Internacional de Cultura del Caribe, Cancún, Q.Roo. Agosto, 1989. 12p.

Lesser, H., 1989b. Informe de actividades del Grupo Mexicano de Pesquerías Deportivas. XIII Reunión MEXUS-GOLFO, Mérida Yucatán. Nov. de 1988.

López, A.M., 1982. Oceanic gamefish investigations. Statistical results of billfish data collected 1972-1981 NOAA Tech. Mem. NMFS. SEFC. 106. 28pp.

Lozano, E., 1989. Informe técnico preliminar de las campañas oceanográficas de prospección de tónidos y picudos del Caribe mexicano. Estación Puerto Morelos del Instituto de Ciencias del mar y Limnología. Univ. Nal. Autón. México.

Margalef, R., 1989. Ecología. Ed. Omega. Barcelona España. p. 701-735.

Mexino, M., 1986. Aspectos de circulación superficial del Caribe mexicano con base en observaciones utilizando tarjetas de deriva. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. Mo. 13 (2):31-46.

Nakamura, I., 1985. Billfishes of the world. FAO Fish. Synop. 125 Vol. 5.

Nakamura, I., 1974. Some aspects of the systematics and distribution of billfishes. In Shomura R.S. and F. Williams (editors). Proceedings of the International Billfish Symposium. August 9-12, 1972. Kailua Kona Hawaii. Part 2. p. 45-61.

Nakamura, I. and L. R. Rivas. 1972. An analysis of the sportfishery for billfishes in the northeastern Gulf of Mexico, during 1971. In Shomura R.S. and F. Williams (editors). Proceedings of the International Billfish Symposium. August 9-12, 1972. Kailua Kona Hawaii. Part 2. p. 269-289.

Olvera, R.M., G. Compean., J.L. Cerecedo. 1985. Distribución de larvas de tónidos en el Golfo de México y Mar Caribe: Abundancia y Biomasa de tres especies en la Zona Económica Exclusiva. Inst. Nal. Pesca. México. Ciencia Pesquera. (6):119-140.

Osuna, F. I., P. Fariás., H. Sainz. 1986. Estudio de los caracteres merísticos y morfométricos de dos especies de la familia Istiophoridae capturados en aguas cercanas a Mazatlán, Sin. Tesis profesional. Escuela Ciencias del Mar.

Ovchinnikov, V.V. 1970. Swordfishes and Billfishes in the Atlantic Ocean. Ecology and Functional Morphology. Atl. Sci. Res. Inst. Fish. Oceanogr. 77p.

Pallares, P., J.M. García Mamolar. 1985. Efectos de las fases de la luna sobre los rendimientos de la flota atunera tropical española. Collec. Doc. Cient. CICA. 23.

Polanco, J.E., 1987a. Acuerdo que regula el aprovechamiento de las especies marlin, pez vela y pez espada conocidos comúnmente como picudos, en la Zona Económica Exclusiva del litoral del Océano Pacífico. Sria. de Pesca. Síntesis Pesquera 1982-1987 México. 157-168.

Polanco, J.E., 1987b. Esquema de regulación propuesto para la administración de la pesquería mexicana de picudos en el Océano Pacífico Oriental. En: Pesquerías mexicanas estrategias para su administración. Sria. de Pesca. México.

Prince, E.D., D.W. Lee., C.A. Wilson., J.M. Dean. 1986. Longevity and age validation of a tag-recaptured Atlantic Sailfish *Istiophorus platypterus* using dorsal spines and otoliths. Fish. Bull. 84 (3):493-502.

- Quiroga, C.B., 1983. Diagnóstico de la actividad pesquera en el estado de Quintana Roo y alternativas para su desarrollo. Tesis profesional. Fac.de Ciencias. Univ.Nal.Autón.México. 177p.
- Ramírez, A. F. 1984. Pesca deportiva, Para quién?. Información Científica y Tecnológica. CONACYT. 6, (98).
- Roffer, M. 1986. Hi tech fishing via satellite. In: 1986 World Record Game Fishes. IGFA. Ft. Lauderdale. Fla p.37-48.
- Salinas, C.Z., P.A.Ulloa, 1990. Pesquería de picudos en el Pacifico Mexicano. En Pesquerías de México. Fac.de Ciencias. Univ.Nal.Autón.México.
- Secretaría de Marina., 1978. Estudio geográfico de la region de Cozumel, Q.Roo. Dirección General de Oceanografía, México, D.F.
- Scott, L.E., J. Tashiro. 1989. Cooperative Gamefish Tagging Newsletter. Annual Newsletter 1988. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFC-242. 15p.
- Scott, L.E., J. Tashiro., R.E.Bayley. 1990. Cooperative Gamefish Tagging Newsletter. Annual Newsletter 1989. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFC-258. 15p.
- Sokal, R.R., F.J.Rohlf. 1969. Biometria. Principios y Métodos estadísticos en la investigación Biológica H.Blume ediciones. Madrid.
- Solórzano, A., 1974. The Mexican Marine Sportfisheries. Mar. Fish. Rev. 36 (2):19-22.
- Sportfishing Magazine., 1988 The magazine of offshore fishing. March.
- Van der Elst, R. P. 1989. Aspects of the biology and sportfishery for billfishes in the South Western Indian Ocean. In Planning the future of billfishes. Research and Management in the 90s and beyond. Part 2 Contributed papers Kailua Kona, Hawaii. National Coalition for Marine Conservation, Savannah Georgia. p.147-158.
- Vález, R.M., D.Mendizábal. y A.N.Venegas. 1989. Prospección y pesca exploratoria de recursos Pesqueros en la Zona Económica Exclusiva del Océano Pacifico. Inst.Nal.Pesca. CRIP. Manzanillo, Col.

Wares, P. and G. Sakagawa. 1974. Some morphometrics of Billfishes from the eastern Pacific Ocean. In: R.S. Shomura and F. Williams (editors). Proceedings of the International Billfish Symposium. Kailua-Kona, Hawaii 9-12 August 1972. Review and Contributed Papers. U. S. Dep. Commer. NOAA. Tech Rep. NMFS. SSRF - 675:107-120.

Zar, J. H. 1974. Biostatistical analysis. Prentice Hall Englewood Cliffs N. J.

Zurita, H., 1988. Composición mensual de tallas y relación peso-longitud del pez vela Istiophorus platypterus en la región de Acapulco, Guerrero. Tesis profesional. Esc. Sup. Ecol. Marina. Univ. Autón. Guerrero.