



SECRETARIA
DE
EDUCACION PUBLICA

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS



CICIMAR

DEPARTAMENTO DE PESQUERIAS

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE
CIENCIAS MARINAS
BIBLIOTECA
MEXICO
D.F.

EDAD Y CRECIMIENTO DE *Istiophorus platypterus*
(SHAW Y NODDER, 1791) (PISCES: ISTIOPHORIDAE) AL SUR
DEL GOLFO DE CALIFORNIA

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN CIENCIAS PESQUERAS

PRESENTA:

BIOL. REYNA MA. ALVARADO CASTILLO

1993

INDICE

Glosario.....	1
Lista de figuras.....	II
Lista de tablas.....	IV
Resumen.....	V
Abstract.....	VI
1. Introducción.....	1
2. Antecedentes.....	5
3. Justificación.....	8
4. Objetivos.....	9
5. Material y métodos.....	10
5.1 Muestreo.....	10
5.2 Determinación de bandas de crecimiento.....	13
5.3 Periodicidad de formación de bandas de crecimiento...	13
5.4 Relación longitud del pez vs. diámetro de la espina . .	13
5.5 Relación peso-longitud.....	15
5.6 Crecimiento.....	15
5.7 Estructura por tallas.....	17
5.8 Estructura por edades.....	17
6. Resultados.....	18
6.1 Muestreo.....	18
6.2 Determinación de bandas de crecimiento.....	18
6.3 Validación de la edad.....	20
6.4 Relación longitud del pez vs. diámetro de la espina . .	23
6.5 Relación peso-longitud.....	24
6.6 Crecimiento.....	28
6.7 Estructura por tallas.....	30
6.8 Estructura por edades.....	35
7. Análisis.....	39
8. Conclusiones.....	47
9. Recomendaciones y sugerencias.....	48
10. Bibliografía.....	50
11. Anexo.....	55

Glosario

Banda hialina - Zona en un corte de la espina que permite el paso de la luz, generalmente se forma en el período de lento crecimiento. La zona aparece clara con luz transmitida y oscura con luz reflejada.

Banda opaca - Zona en un corte de la espina que inhibe el paso de la luz, generalmente se forma en el período de rápido crecimiento. La zona aparece oscura con luz transmitida y clara con luz reflejada.

Grupo de edad - Grupo de peces de edad similar.

Luz transmitida - Luz que pasa desde abajo a través de un objeto.

Validación de la edad - Confirmación de la temporalidad de aparición de las bandas de crecimiento.

Zona de crecimiento anual - El crecimiento en una estructura que se forma en un año.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.- Area de estudio.....	11
Figura 2.- Morfométricos del pez vela.....	12
Figura 3.- Area de corte transversal de la 4a. espina dorsal.....	12
Figura 4.- Representación de un corte transversal de la 4a. espina.....	14
Figura 5.- Comparación entre las dos lecturas realizadas a cortes de espinas de pez vela.....	19
Figura 6.- Porcentaje de aparición del borde opaco en el periodo 1989-1991 para los grupos de edad 2, 3 y 4.....	22
Figura 7.- Relación entre la longitud mandibular y el diámetro de la 4a. espina dorsal.....	23
Figura 8.- Relaciones peso-longitud mandibular para cada zona de muestreo en el período 1989-1991.....	25
Figura 9.- Relación entre el parámetro de alometría y condición para cada zona de muestreo en el período 1989-1991.....	26
Figura 10.- Relación peso-longitud global.....	27
Figura 11.- Distribución de tallas por grupo de edad para el periodo 1989-1991.....	29
Figura 12.- Curvas de crecimiento del pez vela del sur del Golfo de California.....	30
Figura 13.- a) Relación longitud mandibular-longitud furcal. b) Relación longitud posorbital-longitud furcal c) Relación longitud posorbital-longitud mandibular..	31
Figura 14.- Distribución de tallas del pez vela en el sur del Golfo de California.....	32
Figura 15.- Distribución de frecuencias de tallas de la captura deportiva de pez vela en el sur del Golfo de California para 1989, 1990 y 1991.....	33

Figura 16.- Distribución de frecuencias de tallas mensual de la captura de pesca deportiva de pez vela en el sur del Golfo de California.....	34
Figura 17.- Distribución de frecuencias de tallas de la captura de pesca deportiva de pez vela por sitio de muestreo.....	35
Figura 18.- Distribución de frecuencias de grupos de edad de pez vela para los años 1989,1990 y 1991.....	36
Figura 19.- Distribución de frecuencias mensual por grupo de edad para pez vela durante 1989,1990 y 1991.....	37
Figura 20.- Distribución de frecuencias por grupo de edad de pez vela por sitio de muestreo.....	38
Figura 21.- Relación del porcentaje de aparición del borde opaco con la temperatura superficial del mar en el período 1989-1991 para los grupos de edad 2, 3 y 4.....	42

LISTA DE TABLAS

Tabla I.- Organismos muestreados durante 1989 a 1991.....	18
Tabla II.- Resultados de las dos lecturas efectuadas a los cortes de espinas de Pez Vela.	19
Tabla III.- Número y porcentaje de aparición mensual de espinas con borde opaco e hialino para los grupos de edad 2, 3 y 4.....	21
Tabla IV.- Parámetros de la relación peso-longitud para cada zona de muestreo.....	24
Tabla V.- Frecuencia de organismos por grupo de talla y edad	28
Tabla VI.- Parámetros del modelo de crecimiento de Von Bertalanffy.....	29
Tabla VII.- Parámetros de las relaciones lineales entre las longitudes mandibular, posorbital y furcal.....	30

RESUMEN

Se midieron 973 organismos de pez vela *Istiophorus platypterus* capturados por la flota de la pesca deportiva del sur del Golfo de California durante 1989 a 1991 y se recolectó la cuarta espina de la aleta dorsal de 754 ejemplares para hacer cortes transversales y estimar la edad y el crecimiento de estos peces. Se contaron las bandas opaco hialinas presentes en cada corte y el 97% fueron legibles. El análisis mensual del tipo de borde, opaco o hialino, indicó que la formación de una banda opaca seguida por una hialina es anual. Se estimaron grupos de edad del cero al 7 siendo los grupos más abundantes el 3, 2 y 4 respectivamente. En el análisis de la composición de longitud, Se encontró, que la mayoría de los organismos midieron entre 180 y 210 cm de longitud mandibular. La ecuación de Von Bertalanffy en longitud fue: $L_t = 207.3 [1 - e^{-0.752(t+0.0016)}]$. Se observó que el crecimiento de los organismos es muy rápido en las primeras etapas de vida y alcanzan cerca de su longitud máxima a los 3 años.

Abstract

Specimens (973) of the sailfish *Istiophorus platypterus* caught by sport fishing in southern Gulf of California during 1989 to 1991 were measured. I collected the fourth spine of the dorsal fin of 754 specimens to estimate age and growth based on observations of a transversa section. I was able to read the opaque and transparent bands of 97% of the sections. A monthly analysis of the type of edge, opaque or transparent, indicated that the formation of an opaque band from a transparent one takes one year. From this, I was able to estimate the numbers in age groups from 0 to 7. The most abundant age group were, in order, 3, 2 and 4. The length of the specimens was also analyzed. The majority of them were between 180 and 210 cm jaw length. The Von Bertalanffy growth equation using length is: $L_t = 207.3 [1 - e^{-0.752(t+0.0016)}]$. Growth was shown to be very fast in the early years, asymptoting to full growth at 3 years.

1. INTRODUCCION

Los "picudos" son un grupo de peces que tienen la mandíbula superior muy alargada. Entre ellos se encuentran el marlin rayado (*Tetrapturus audax*), marlin azul (*Makaira mazara*), marlin negro (*Makaira indica*), pez espada (*Xiphias gladius*) y pez vela (*Istiophorus platypterus*) (Kume y Joseph, 1969).

Debido a la naturaleza migratoria de estas especies y a su extensa distribución geográfica, son muchos los países que participan en su captura. Aunado a esto, la pesca comercial y deportiva ha provocado un conflicto de intereses en algunos países, como México, haciendo muy difícil la toma y aplicación de medidas para administrar esta pesquería (Joseph et al., 1986; Osuna, 1991; Macias, 1993).

El Pez Vela *Istiophorus platypterus* es una especie pelágica migratoria que habita sobre la termoclina en aguas tropicales y subtropicales. Se distribuye entre los 40-45°N y 40°S en los Océanos Pacífico e Indico y entre los 40°N y 35-40°S en el Atlántico. En el Pacífico Oriental, los registros de captura muestran altas concentraciones de pez vela desde el Golfo de California hasta el Norte de Perú (Beardsley et al., 1975).

El pez vela es el recurso más atractivo en la pesca deportiva y es una de las especies más abundantes en la captura comercial de "picudos" en la zona económica exclusiva de México (Miyabe y Bayliff, 1987; Osuna, 1991).

En el presente trabajo de tesis se aborda el tema de la determinación de edad y crecimiento del pez vela, a través de

lecturas en cortes de la 4a. espina de la aleta dorsal.

2. ANTECEDENTES

El interés por los "picudos" se ha incrementado paulatinamente a partir de la Segunda Guerra Mundial, sin embargo los estudios biológicos han sido difíciles de realizar dada su naturaleza migratoria (Strasburg, 1970).

Las primeras investigaciones sobre edad y crecimiento en estos organismos, se basaron en el análisis de frecuencias de tallas y sugieren que son organismos de rápido crecimiento y corta vida (De Sylva, 1957; Strasburg, 1970). Sin embargo este método no es adecuado ya que los grupos modales se traslapan a medida que los ejemplares son más grandes, haciendo difícil la discriminación de modas (Radtke, 1983).

La determinación de edad en "picudos", también ha sido realizada en base al análisis de las marcas de crecimiento que presentan algunas estructuras esqueléticas como otolitos, vértebras y espinas de las aletas dorsal y anal. La mayoría de estos trabajos se han llevado a cabo en el Océano Atlántico.

Para el pez espada *Xiphias gladius*, las estimaciones de edad con otolitos y espinas de la aleta anal, indican la presencia de 10 a 11 grupos de edad y una relación lineal entre el diámetro de la espina y la longitud mandibular; la formación de las bandas de crecimiento es anual (Bearkeley y Houde, 1983; Ehrhardt, 1992).

En otra investigación basada en el análisis de otolitos y espinas del pez espada, se considera una edad máxima de 9 años para machos y 15 años para las hembras, predominando los de 2 y 3

años (Wilson y Dean, 1983). Estos resultados difieren de los encontrados por Radke y Hurley (1983), quienes analizaron otolitos con el microscopio electrónico y reportan una edad máxima de 14 años para los machos y 32 años para las hembras de esta especie.

El uso de otolitos en trabajos de edad en peces de pico, no es frecuente ya que esta estructura es pequeña y difícil de extraer. Radtke (1983) propone un método para la extracción de otolitos y describe su morfología para siete especies de la familia Istiophoridae, los examina con un microscopio electrónico de barrido y en 5 de las 7 especies estudiadas logra leer las bandas de crecimiento; sin embargo, no encuentra una relación fuerte entre el tamaño de los otolitos y la talla de los organismos, concluyendo que no pueden ser utilizados para retrocálculo.

En las estimaciones de edad para el marlin azul del Atlántico *Makaira nigricans*, basadas en lecturas de otolitos y espinas de la aleta dorsal, se encuentran organismos hasta de 20 años de edad, además de una relación lineal entre el radio de la espina y la longitud de los peces (Prince et al., 1984). Sin embargo el análisis de la microestructura del otolito no es confiable en organismos mayores de 212 cm o de 1.4 años, debido a que las bandas de crecimiento casi no se distinguen (Prince et al., 1991). Estos resultados difieren de lo encontrado para el marlin azul del Pacífico, en donde se encuentran entre 10 y 11 grupos anuales, en trabajos basados en cortes de las espinas anal y dorsal (Hill et al., 1989).

En las investigaciones sobre la edad del marlin rayado *Tetrapturus audax*, hechas con espinas de la aleta dorsal se plantea el problema del uso de esta estructura. El crecimiento de la zona vascularizada obscurece la zona que está asociada al crecimiento rápido de los organismos, existiendo un enmascaramiento de las primeras bandas de crecimiento; esto trae como consecuencia la subestimación de la edad, aunque el diámetro de la espina refleje adecuadamente el crecimiento en longitud de los organismos (Yatomi, 1990).

Para el Pez Vela *Istiophorus platypterus* en aguas del Pacífico Mexicano, se encuentra la presencia de juveniles de 234 a 237 mm de longitud mandibular en el Golfo de Tehuantepec (Lauris y Nishimoto, 1970). Frente a las costas de Michoacán se han capturado juveniles de 65 a 210 mm de longitud (Guzmán y López, 1986). También se encontraron 3 juveniles de pez vela en el contenido estomacal del pez dorado *Coryphaena hippurus* en la zona de Cabo San Lucas (B. Aguilar, com. pers. CICIMAR).

Las tallas encontradas para los ejemplares adultos de pez vela capturados por la flota deportiva de Manzanillo, Colima, están comprendidas entre 114-208 cm de longitud posorbital, con una moda en 165-175 cm (Macias, 1993). Para el pez vela capturado por la flota deportiva de Mazatlán, se reportan tallas modales entre 270-284 cm y pesos entre 25-44 kg. En Puerto Vallarta la moda está entre 240-254 cm y peso de 35-44 kg (García et al., 1982).

Los estudios de migración del pez vela realizados a través del marcado de organismos no han tenido los resultados esperados, ya

que de 4821 ejemplares marcados en el Golfo de California, sólo se recuperaron 10, pero en la misma zona del marcado. Un solo ejemplar se capturó después de 457 días a una distancia de 250 millas del sitio de marcado (Squire, 1974). En 1973 un pez vela marcado cerca de Cabo San Lucas, fue recapturado 4.7 años después cerca del mismo sitio (Anónimo, 1979).

En la estimación de la relación peso-longitud del pez vela del Atlántico, se reporta un parámetro de alometría menor de 3 (Lenarz y Nakamura, 1974), mientras que Jolley (1974), encuentra que este factor es menor de 3 en hembras y mayor de 3 en machos. En el Océano Indico, Williams (1970), estimó parámetro de alometría menor de 3 y considera que su crecimiento es semejante al pez vela del Atlántico. En el Pacífico Oriental también se encuentran parámetros de alometría menores de 3 (Kume y Joseph, 1969; Skilman y Young, 1974; Wares y Sakagawa, 1974).

En estimaciones indirectas de la edad del pez vela del Atlántico, basadas en el análisis de frecuencias de tallas, se han encontrado entre 3 y 4 grupos modales (De sylvia, 1957). Para el pez vela del Pacífico, Koto y Kodama (1962; citados en Jolley, 1977), encuentran también 3 grupos modales. En ambas investigaciones se concluye que esta especie es de rápido crecimiento y de ciclo de vida corto.

Otra técnica indirecta para determinar la edad del pez vela, es el uso de las características de crecimiento alométricas, para discriminar grupos de edad a través de componentes principales; consiste en tomar imágenes con una cámara de video de los

organismos que han sido desembarcados, para posteriormente procesarlas en el laboratorio con un digitalizador de imágenes. Mediante esta técnica Ehrhardt (1990) estima hasta 7 grupos de edad para el pez vela capturado por la flota deportiva de Florida, EUA.

Las estimaciones directas de la edad del pez vela, basadas en el análisis de las bandas de crecimiento que presentan las estructuras esqueléticas, las inició Jolley (1974) con ejemplares de la pesca deportiva del Atlántico; usando cortes de la 4a. espina de la aleta dorsal, encuentra hasta 7 grupos de edad y una relación lineal entre el diámetro de la espina y la longitud de los peces.

Posteriormente, Jolley (1977) encuentra hasta 9 grupos de edad con predominancia de los de 3 y 4 años, y concluye que la periodicidad de las bandas de crecimiento en la espina dorsal es anual, formándose la banda opaca durante la primavera y verano y la banda hialina en invierno. Hedgepet y Jolley (1983), mencionan que en los cortes de espinas las bandas anuales de crecimiento, en ocasiones se presentan en forma doble y triple. También encuentran hasta 7 grupos de edad, con predominancia de los de 3 y 4 años y consideran que el pez vela del Atlántico es una especie que presenta un rápido crecimiento en el primer año de vida.

Otra estructura utilizada para la estimación de edad del pez vela del Atlántico es el par de otolitos sagitta. En organismos capturados por la pesca deportiva Radtke y Dean (1981), analizaron esta estructura con el microscopio electrónico, encontrando hasta

7 años de edad y una relación lineal entre el peso de los organismos y la edad.

A partir de datos de marcado y recaptura, Farber (1981) (citado en Hedgepet y Jolley, 1983) estimó la edad del pez vela encontrando una edad máxima de 6 años. Una conclusión de su trabajo es que la talla asintótica la alcanzan a los 3 años.

Las investigaciones realizadas sobre determinación de edad en estructuras óseas del pez vela capturado por la pesca deportiva en el Atlántico, han mostrado que estos organismos alcanzan hasta 9 años de edad; sin embargo, Prince et al. (1986), basándose en el análisis de otolitos con el microscopio electrónico, encontraron que una hembra recapturada después de casi 11 años de haber sido marcada, podía tener entre 13 y 15 años.

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE
CIENCIAS MARINAS
BIBLIOTECA
I.P.N.
DONATIVO

3. JUSTIFICACION

La pesca deportiva es una actividad generadora de empleos y divisas en los centros turísticos de la costa del Pacífico Mexicano, en la que participan todas las ramas relacionadas con el sector turismo, tales como hoteles, restaurantes, transportes, agencias de viajes, pescadores, dueños de lanchas, abasto de insumos, instalaciones portuarias, taxidermia, etc. La economía de estas poblaciones tiene vinculación estrecha con esta actividad, la cual generó en 1989 una derrama de 575 millones de dólares, por parte de pescadores nacionales y extranjeros (González, 1988; Anónimo (b), 1991).

La información biológica sobre el pez vela en la zona del Pacífico Mexicano es escasa, en particular los estudios de edad y crecimiento. La necesidad de realizar estos estudios es evidente, ya que son parte importante en la evaluación de recursos pesqueros y permiten definir la edad máxima de las especies, identificar las clases anuales que componen un stock, determinar las edades de primera madurez y de reclutamiento (Ehrhardt, 1981).

El presente trabajo se desarrolló en el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN), dentro del proyecto "Estudios biológicos en dos especies de peces de pesca deportiva", en la línea de investigación sobre edad y crecimiento del pez vela, con el siguiente objetivo :

4. OBJETIVO

Determinar la edad, el crecimiento y la estructura por edades y tallas del pez vela *Istiophorus platypterus* capturado por la flota deportiva de Manzanillo, Colima; Puerto Vallarta, Jalisco; Mazatlán, Sinaloa; Cabo San Lucas y La Paz, Baja California Sur.

Para cubrir este objetivo, se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- A. Determinar las bandas periódicas de crecimiento en cortes transversales de la 4a. espina de la aleta dorsal.
- B. Determinar la periodicidad de formación de la banda de crecimiento en el borde de la espina.
- C. Establecer la relación entre el diámetro de la espina y la longitud del pez.
- D. Establecer la relación peso-longitud.
- E. Estimar los parámetros del modelo de crecimiento de Von Bertalanffy para el pez vela.
- F. Estimar la estructura por tallas y edades de la pesca deportiva del pez vela.

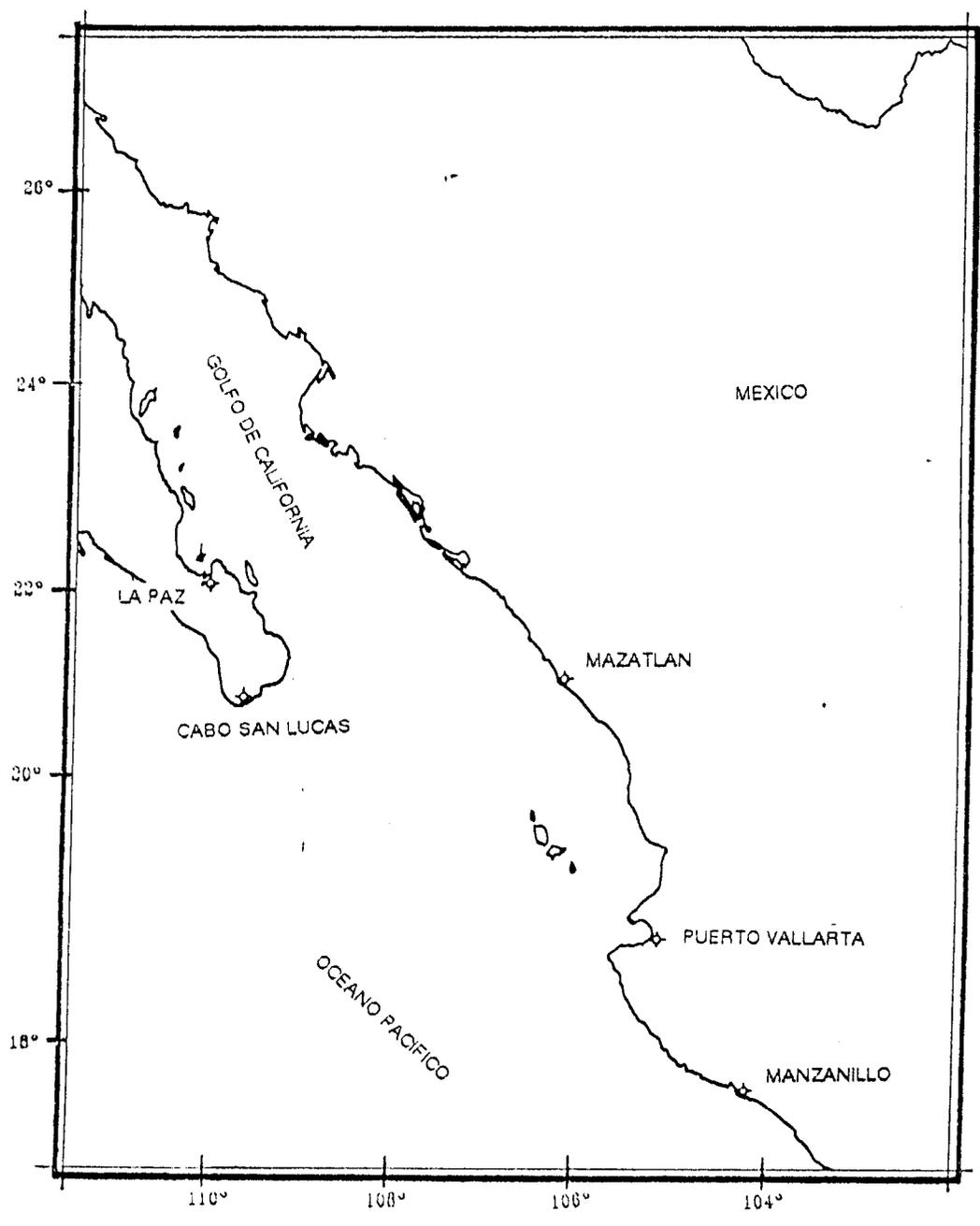


FIGURA I. AREA DE ESTUDIO

CENTRO DE ESTUDIOS Y MONITORIO EN
CIENCIAS DEL MAR
BIBLIOTECA
I.P.N.
DONATIVO

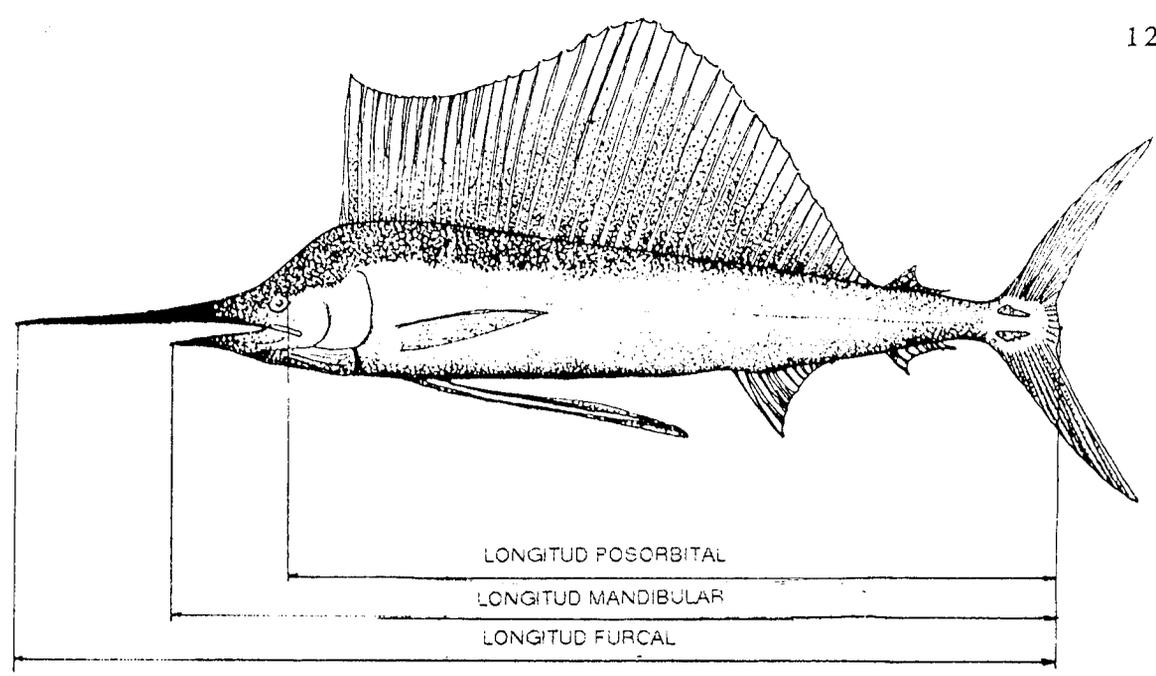


FIGURA 2. MORFOMETRICOS DEL PEZ VELA *Istiophorus platypterus*

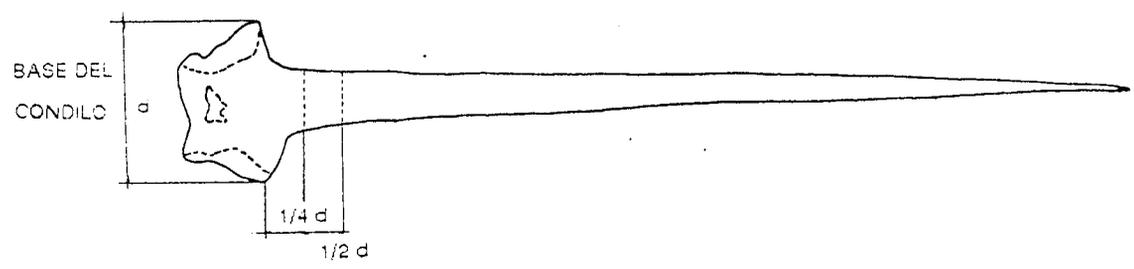


FIGURA 3. AREA DE CORTE TRANSVERSAL DE LA 4a. ESPINA

5.2 Determinación de bandas de crecimiento.

Para determinar el número de bandas de crecimiento en los cortes de espinas, se utilizó un microscopio estereoscópico de baja resolución (16x-40x) con una fuente de iluminación de luz transmitida. Se realizaron lecturas independientes por dos personas y se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar la consistencia entre ambas lecturas (Steel y Torrie, 1980).

5.3 Periodicidad de formación de bandas de crecimiento.

Para determinar la periodicidad de aparición de las bandas de crecimiento en los cortes de espinas, se registró el tipo de banda (opaca o hialina) en el borde de la espina y se calculó su porcentaje para cada mes (Fitch, 1951). Esto se hizo sólo para los grupos de edad más abundantes en los tres años estudiados.

5.4 Relación longitud del pez y el diámetro de la espina.

El diámetro de las espinas (Fig. 4), se midió con un vernier y se estableció su relación con la longitud mandibular. Estos datos fueron ajustados a una línea recta de la forma:

$$LM = a + b \cdot DE$$

donde:

LM = Longitud Mandibular
DE = Diámetro de la espina
a = Punto de intersección con el eje LM
b = Pendiente de la recta

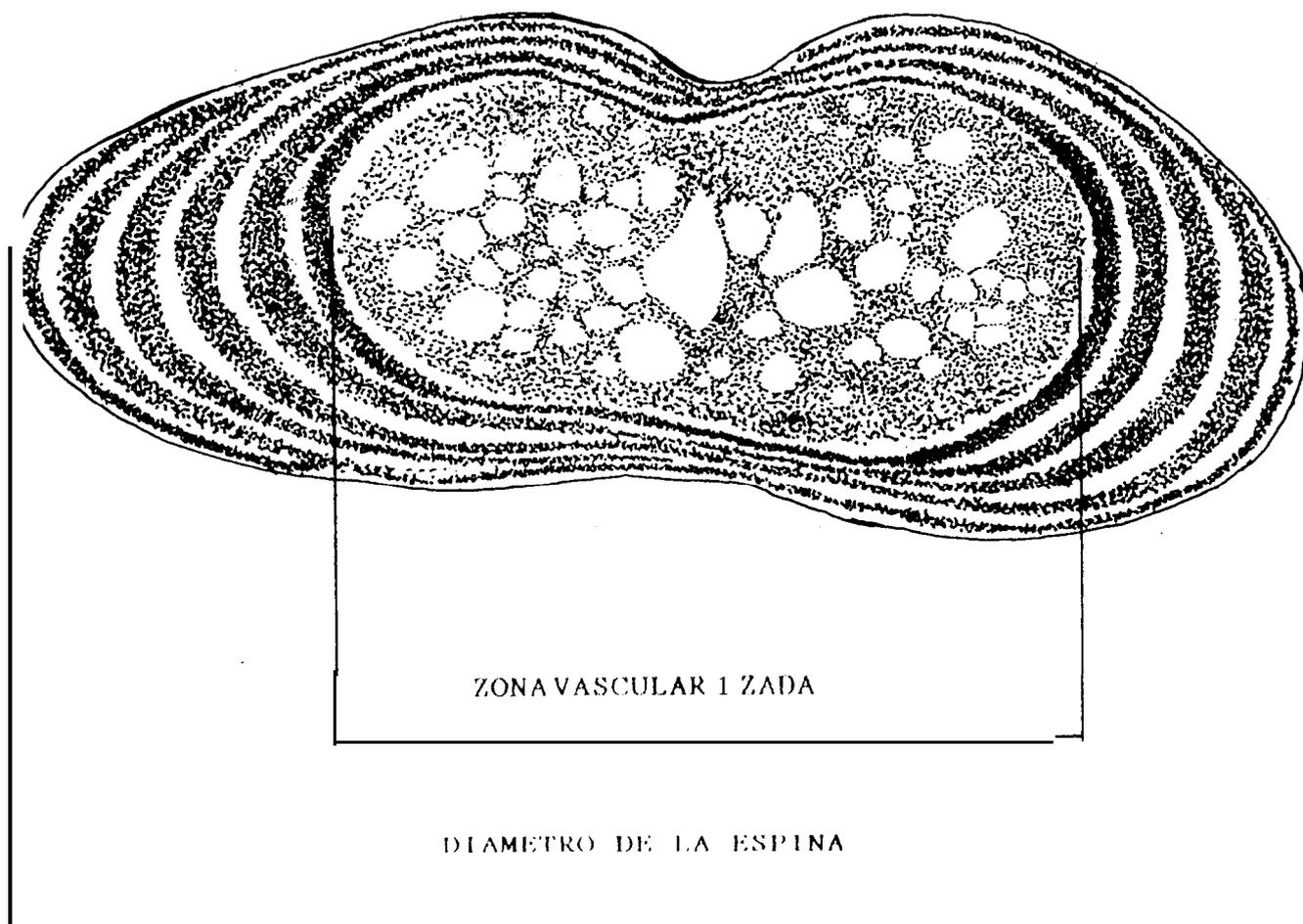


FIGURA 4. REPRESENTACION DE UN CORTE TRANSVERSAL DE LA 4ª ESPINA.

5.5 Relaciones peso longitud.

Para definir la relación peso-longitud se utilizó la siguiente función:

$$W = a \cdot LM^b$$

donde:

W = Peso total
 LM = Longitud mandibular
 a = Ordenada al origen o factor de condición.
 b = Pendiente de la recta o parámetro de alometría (Hilborn y Walters, 1992)

Para estimar los parámetros "a" y "b" se hizo una transformación logarítmica de los datos de talla y de peso, realizándose con ellos una regresión lineal simple por mínimos cuadrados. En esta relación se utilizó la longitud mandibular (LM) y los parámetros "a" y "b" se estimaron para cada una de las zonas de muestreo y de manera global. A esta última estimación se le aplicó una prueba del coeficiente de regresión (Daniel, 1977) para determinar la isometría o alometría en el crecimiento.

5.6 Crecimiento.

Los datos de edad obtenidos del conteo de bandas de crecimiento y los de la talla correspondiente, fueron agrupados por intervalo de talla y por grupo de edad, para estimar la talla promedio para cada grupo de edad.

El crecimiento individual del pez vela se describió con el modelo de Von Bertalanffy, ya que es un modelo simple que se ajusta a un amplio intervalo de patrones de crecimiento y sus parámetros tienen un significado fisiológico (Ehrhardt, 1981). La formulación del modelo es:

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

Donde:

- L_t = Longitud a la edad t
- L_∞ = Longitud máxima promedio
- k = Tasa de metabolismo
- t_0 = Edad cuando la longitud es igual a 0
- t = Edad

Los parametros de la ecuación de crecimiento de Bertalanffy, se calcularon utilizando el método de López-Veiga (Erhardt, 1981), que consiste en la aplicación de las siguientes ecuaciones:

$$L_\infty = \frac{(L_{t_1})^2 - L_0 L_{t_2}}{2L_{t_1} - L_{t_2} - L_0}$$

$$k = \frac{\ln\left(\frac{L_\infty - L_0}{L_\infty - L_{t_1}}\right)}{t_1}$$

$$t_0 = \frac{\ln\left(\frac{L_\infty - L_0}{L_\infty}\right)}{k}$$

donde:

- L_{t_1} = Longitud para la edad t_1
- L_{t_2} = Longitud para la edad t_2
- L_0 = Longitud cuando $t = 0$

Para hacer el cálculo de los parámetros de la ecuación de crecimiento por este método, se tomaron como L_{t_1} , la longitud promedio del grupo de edad 3 y como L_{t_2} la del grupo 7. Además fué necesario contar con un estimado de la talla de las larvas al momento de la eclosión del huevo (L_0). Debido a que este dato no se encontró en la literatura consultada, se tomó la medida de 2.5

mm que es la larva más pequeña encontrada por Leis et al. (1987).

Los parámetros L_{∞} , k y t_0 estimados con el método de López-Veiga, se usaron como valores iniciales en el método iterativo de Marquardt (Draper y Smith, 1981) para encontrar un mejor ajuste del modelo de crecimiento de Bertalanffy .

5.7 Estructura por tallas.

La longitud mandibular fue la medida que se consideró más apropiada para describir la estructura de tallas, debido a que es la que presenta menor variación, ya que algunos ejemplares presentaban el pico roto ocasionando problemas para medir la longitud furcal. Debido a que en ocasiones no se tomó LM, se establecieron las siguientes relaciones entre LM y LF, LPO y LF, y LPO y LM, para hacer la transformación de una longitud a otra.

La distribución de frecuencias relativas de tallas se hizo en forma mensual, anual y para cada zona de muestreo, además de una global.

5.8 Estructura por edades.

Cada grupo de edad quedó definido por el conjunto de una banda opaca y una hialina. La estructura por edades del pez vela se estimó en base a la frecuencia de aparición de cada grupo de edad en la muestra analizada. Esto se hizo en forma mensual, anual y para cada zona de pesca.

6. -RESULTADOS

6.1 Muestreo.

Durante 1989 y 1990 las muestras de pez vela fueron tomadas exclusivamente en Cabo San Lucas y La Paz, B.C.S. En 1991 se amplió la zona de muestreo incluyendo a Mazatlán, Puerto Vallarta y Manzanillo. En la tabla 1 se resume la información del número de peces recolectados mensualmente durante el periodo de estudio, cuyo total ascendió a 973 individuos.

Tabla 1. Organismos muestreados durante 1989 a 1991.

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
1989	0	0	0	0	0	0	25	146	2	37	1	0	211
1990	0	0	0	0	1	13	39	70	19	2	5	0	149
1991	0	12	4	0	38	17	68	54	13	68	327	12	613

6.2 Determinación de bandas de crecimiento.

Debido a que muchos de los peces se muestrearon en los torneos de pesca deportiva, en ocasiones no fue posible recolectar la espina de la aleta dorsal, obteniéndose sólo 754 de ellas. En las dos lecturas realizadas a los cortes de estas espinas, se encontraron 8 grupos de edad los cuales fueron numerados del 0 al 7. Ambos lectores coinciden en que el grupo de edad 3 fue el que predominó en las capturas (Tabla II y Fig. 5).

Tabla II. Resultados de las dos lecturas efectuadas a los cortes de espina de pez vela

GRUPO DE EDAD	LECTURA 1	LECTURA 2
0	8	5
1	83	66
2	198	171
3	253	243
4	122	132
5	50	61
6	15	23
7	4	6
ESPINAS NO LEGIBLES *	21	47
TOTAL DE ESPINAS	754	754

* No se consideraron en la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

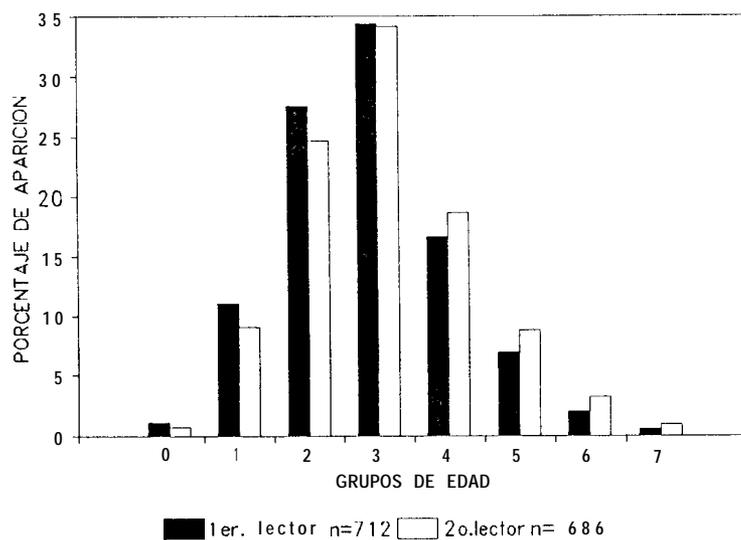


FIGURA 5. COMPARACION ENTRE LAS DOS LECTURAS REALIZADAS A CORTES DE ESPINAS DE PEZ VELA.

La prueba de Kolmogorov-Smirnov aplicada a los resultados de las dos lecturas (Anexo 1), nos indica que no existe evidencia estadística para afirmar que los resultados de ambos lectores son diferentes, por lo que la primer lectura fue la base para los análisis posteriores.

6.3 Validación de la edad.

En el seguimiento mensual de aparición de espinas con el borde opaco para los grupos de edad más abundantes en la muestra analizada (Tabla III y Fig. 6), se observa que durante 1991, (año mejor representado), el grupo 2 tiene un máximo de bordes opacos en los meses de agosto y septiembre. El grupo 3 lo tiene en los meses de junio y julio y el grupo 4 en julio.

Aunque en los dos primeros años existe poca información, se puede observar que en 1990, el máximo de aparición de bordes opacos se presenta en el mes de agosto para los tres grupos de edad. En el año de 1989 se tiene un máximo en el mes de julio para el grupo 2, mientras que para los grupos de edad 3 y 4 el máximo aparece en el mes de octubre (Fig. 6).

Tabla III. Número y porcentaje de aparición mensual de espinas con borde opaco e hialino para los grupos 2, 3 y 4.

Año	Mes	GRUPO 2		GRUPO 3		GRUPO 4	
		Opaco	Hialino	Opaco	Hialino	Opaco	Hialino
L989	Jul	n 6	3				
		% 66.6	33.3				
	Ago	n 16	31	9	32	4	10
		% 34.0	65.9	21.9	78.1	28.6	71.4
	Oct	n 2	5	4	5	4	3
		% 28.5	71.4	44.4	55.5	57.1	42.9
1990	Jun	n 0	3	0	1		
		% 0	100	0 *	100 *		
	Jul	n 1	6	3	5	1	7
		% 14.3	85.7	37.5	62.5	12.5	87.5
	Ago	n 6	6	10	13	3	3
		% 50	50	43.5	56.5	50	50
	Sep	n 0	4	0	3	1	2
		% 0	100	0	100	33.3	66.7
	Oct	n 0		1	0		
		% 0		100 *	0 *		
	Nov	n 1	0				
		% 100 *	0 *				
1991	Feb	n 0	4	1	1	1	1
		% 0	100	50 *	50 *	50 *	50 *
	Mar	n 0	2	1	1		
		% 0 *	100 *	50 *	50 *		
	May	n 1	9	2	14	0	4
		% 10	90	12.5	87.5	0	100
	Jun	n 1	3	3	4	0	3
		% 25	75	42.9	57.1	0	100
	Jul	n 4	11	8	11	4	2
		% 26.7	73.3	42.1	57.9	66.7	33.3
	Ago	n 5	10	5	14	1	3
		% 33.3	66.7	26.3	73.7	25	75
Sep	n 1	2	1	3	1	1	
	% 33.3	66.7	25	75	50 *	50 *	
Oct	n 3	10	5	9	4	3	
	% 23.1	76.9	35.7	64.3	57.1	42.9	
Nov	n 9	28	22	54	18	36	
	% 24.3	75.7	28.9	71.1	33.3	66.7	
Dic	n 0	1	2	3	1	0	
	% 0 *	100 *	40	60	100 *	0 *	

* Datos no graficados en la figura 6

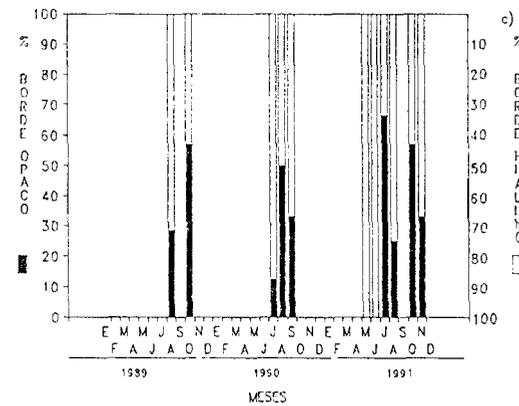
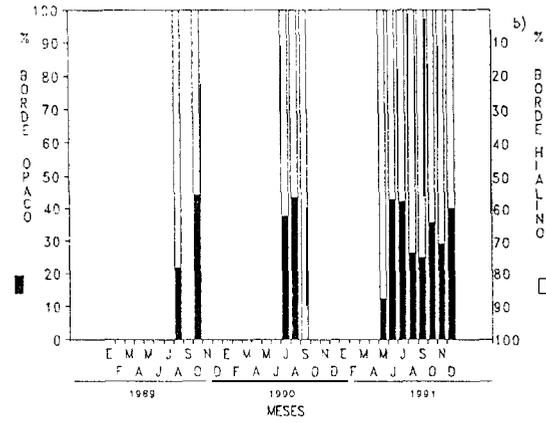
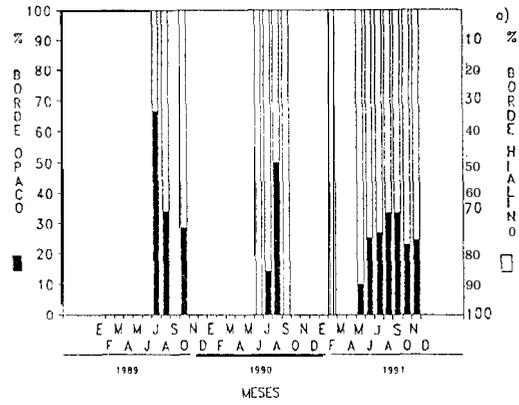


FIGURA 6. PORCENTAJE APARICION DE BORDE OPACO EN EL PERIODO 1989-1991 PARA LOS GRUPOS: a) 2 ; b) 3 ;c) 4.

6.4 **Relacion** longitud del pez vs diámetro de la espina.

La gráfica de dispersión de los puntos de LM vs DE, muestran que existe una proporcionalidad entre estas dos medidas, ya que a un mayor diámetro de la espina le corresponde una talla mayor (Fig. 7). La recta resultante del ajuste por mínimos cuadrados fue:

$$LM = 140.93 + 62.07 \text{ DE}$$

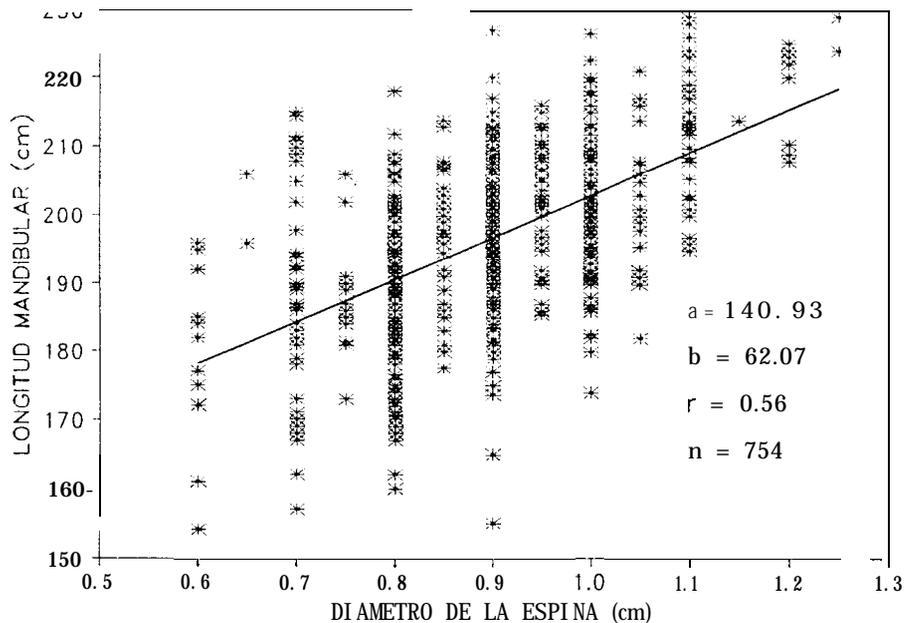


FIGURA 7. RELACION ENTRE LA LONGITUD MANDIBULAR Y EL DIAMETRO DE LA ESPINA.

6.5 Relación peso longitud

En las relaciones peso-longitud del pez vela para los sitios muestreados, se observa que la dispersión de los datos de peso y longitud para las zonas de Mazatlán y Cabo San Lucas, fue mayor que en el resto de las localidades, y aunque todos los coeficientes de correlación son significativos, en estas zonas se presentaron los valores más bajos (Tabla IV y Fig. 8).

Tabla IV. Parámetros de la relación peso-longitud para cada zona de muestreo.

Zona de muestreo	a	b	n	r^2
La Paz	3.99E-5	2.57	310	0.616
Cabo San Lucas	7.61E-4	2.016	119	0.54
Mazatlán	3.37E-4	2.158	169	0.56
Puerto Vallarta	2.03E-4	2.253	129	0.62
Manzanillo	1.61E-4	2.72	201	0.726

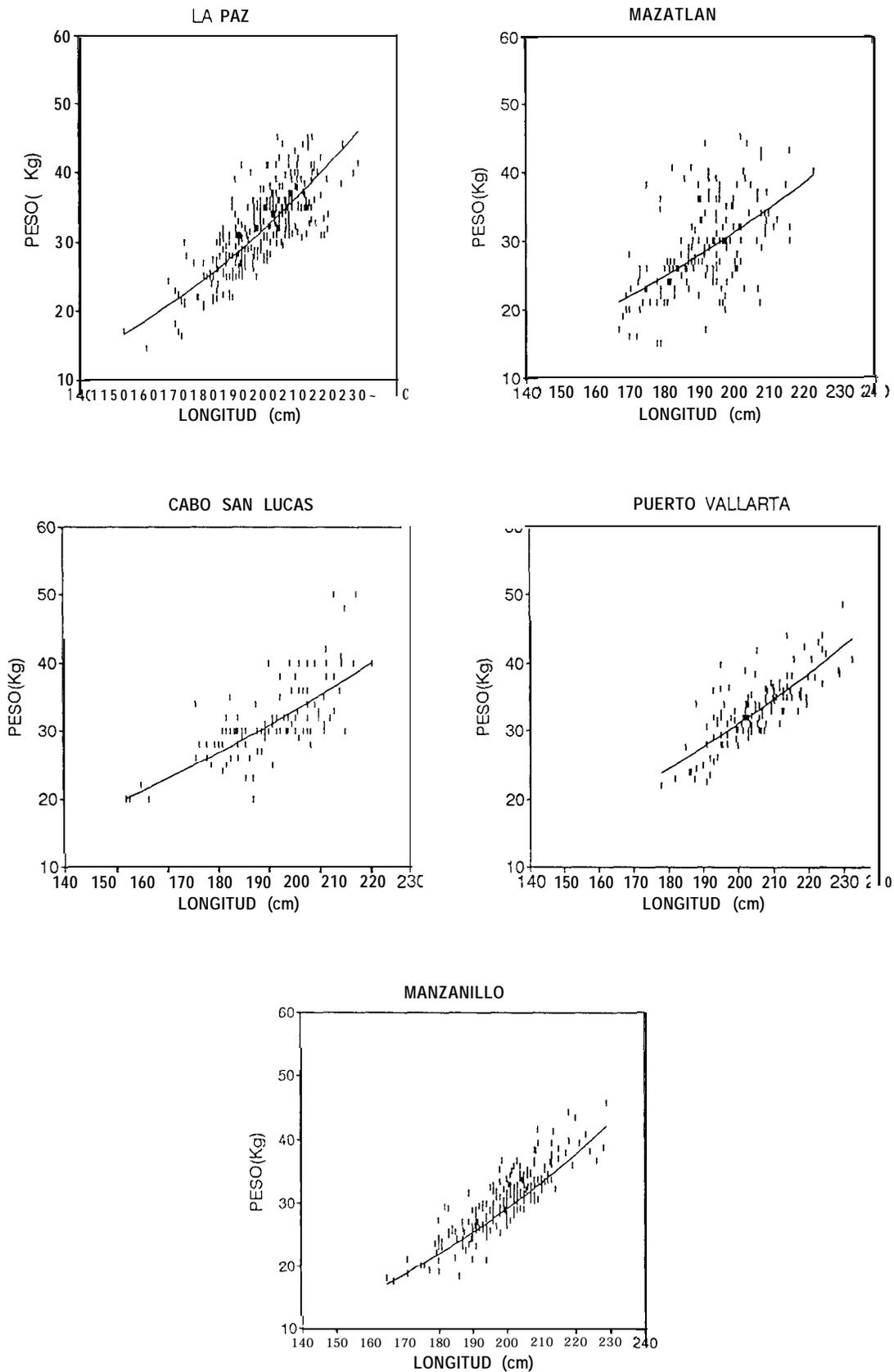


FIGURA S. RELACIONES PESO-LONGITUD MANDIBULAR PARA CADA ZONA DE MUESTREO EN EL PERIODO 1989-1991

En estos resultados se observa que el parámetro "a" o factor de condición, aumenta de sur a norte mientras que el exponente "b" o parámetro de alometría disminuye en esa dirección. Los resultados para los organismos capturados en La Paz, B.C.S., no se apegan al comportamiento anterior (Fig. 9).

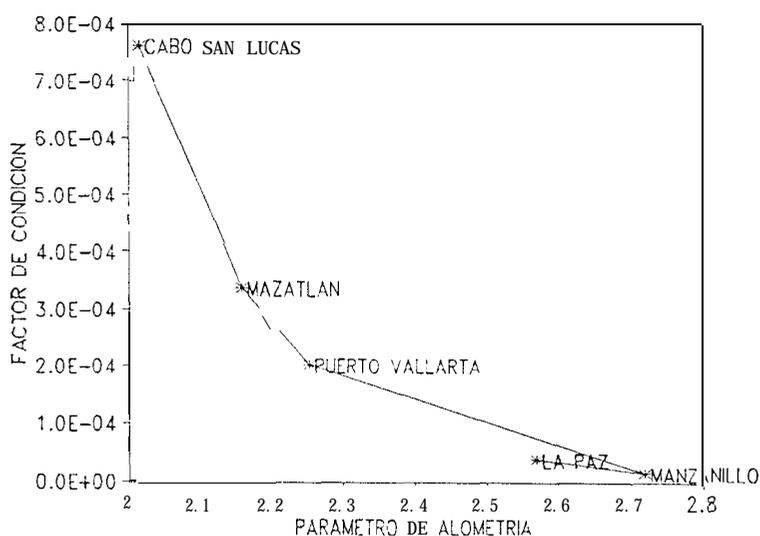


FIGURA 9. RELACION ENTRE EL PARAMETRO DE ALOMETRIA Y FACTOR DE CONDICION PARA CADA ZONA DE MUESTREO EN EL PERIODO 1989-1991.

Para la relación peso-longitud global, donde se consideró la información de todas las localidades durante 1989 a 1991 (Fig. 10), se obtuvieron los siguientes resultados:

$$W = 1.81E-4 \cdot LM^{2.28}$$

El número de datos utilizados en esta regresión ($n = 928$) fue menor que el total de organismos muestreados (973), debido a que en algunas ocasiones no se obtuvo el peso o la longitud. La prueba del coeficiente de regresión, mostró que no existe evidencia estadística suficiente para decir que los organismos presentan un crecimiento de tipo isométrico ($P < 0.05$), por lo cual se asume que el crecimiento es de tipo alométrico (Anexo 1).

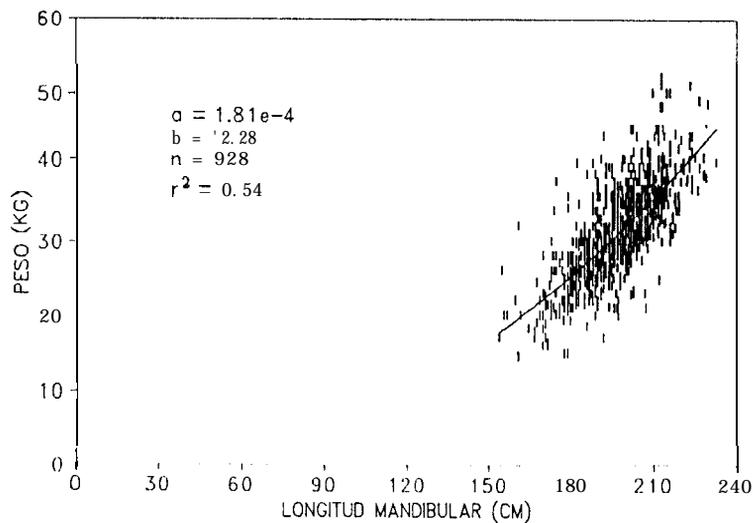


FIGURA 10. RELACION PESO-LONGITUD PARA EL PEZ VELA DEL SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA EN EL PERIODO 1989-1991.

6.6 Crecimiento

En la distribución de frecuencias de tallas por grupo de edad del pez vela para el periodo de 1989 a 1991, se observa una secuencia lógica en la que a los individuos más grandes se les estimó una mayor edad. Esto se presenta tanto en la estimación de la talla promedio para cada grupo de edad (Tabla V), como en el desplazamiento de las modas hacia tallas mayores a medida que los individuos son más viejos (Fig. 11). Esta situación es evidente no obstante que el intervalo de tallas para cada uno de los grupos de edad, es muy parecido.

Tabla V. Frecuencia de organismos por grupo de talla y edad.

LONGITUD (cm)	GRUPOS DE EDAD							
	0	1	2	3	4	5	6	7
151-155	1	0	1	0	0	0	0	0
156-160	0	1	0	0	0	0	0	0
161-165	1	0	1	1	0	1	0	0
166-170	0	1	3	4	2	1	0	0
171-175	1	4	9	6	3	0	0	0
176-180	0	5	8	8	9	1	0	0
181-185	0	11	17	21	5	1	0	0
186-190	0	8	27	28	9	5	0	0
191-195	3	13	29	40	15	5	2	0
196-200	1	16	34	35	12	4	6	1
201-205	0	11	29	50	30	3	2	1
206-210	1	10	19	36	14	11	2	0
211-215	0	2	15	15	15	7	1	2
216-220	0	0	3	5	6	4	1	0
221-225	0	0	1	4	1	4	1	0
226-230	0	1	2	0	1	3	0	0
LONG PROM.	184.3	193.6	194.6	197.1	199.1	204.4	203.3	206.8

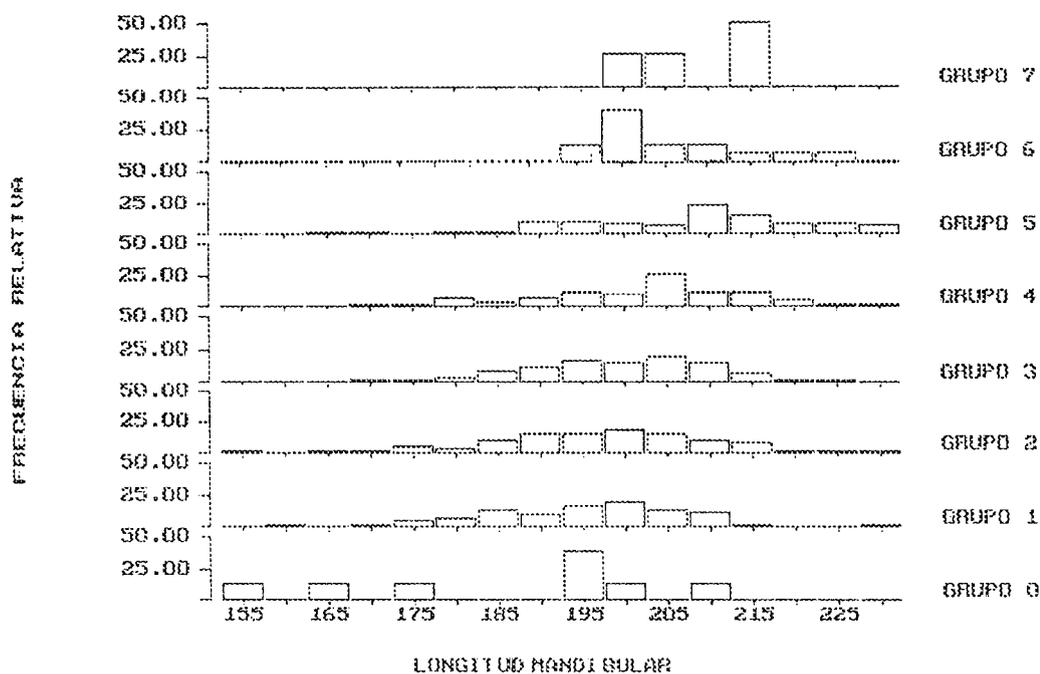


FIGURA 11. DISTRIBUCION DE TALLAS POR GRUPO DE EDAD PARA EL PERIODO 1989-1991.

De acuerdo a la estimación de los parámetros del modelo de crecimiento de Bertalanffy, por los métodos de Lopez-Veiga y el iterativo de Marquardt (Tabla VI), y a las curvas de crecimiento estimadas para el pez vela (Fig. 12), se deduce que la tasa de crecimiento de esta especie es muy acelerada en las primeras etapas de vida. Los individuos del grupo de edad 3 (grupo completamente reclutado a la pesquería) llegan a alcanzar una talla promedio de 197 cm (LM). Esta tasa disminuye considerablemente después de este periodo.

Tabla VI. Parámetros del modelo de crecimiento de Von Bertalanffy para el pez vela.

METODO	L_{∞}	K	t_0	SCD
LOPEZ-VEIGA	207.3	0.752	-0.0016	6711.81
ITERATIVO	203.74	0.991	-0.0018	3491.53

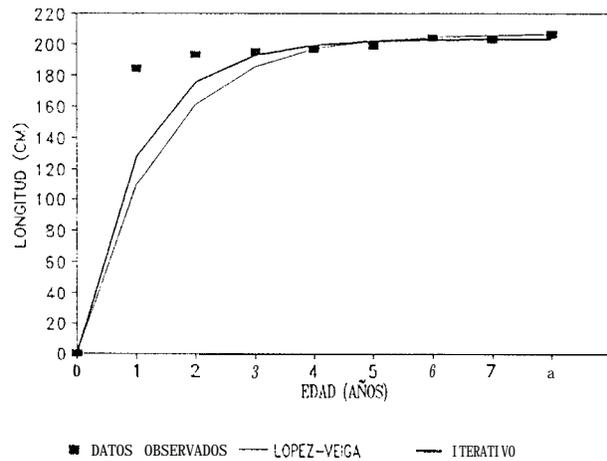


FIGURA 12. CURVAS DE CRECIMIENTO DE EL PEZ VELA DEL SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA PARA EL PERIODO.

6.7 Estructura por tallas

Las relaciones lineales entre las longitudes mandibular, posorbital y furcal, establecidas como factor de conversión entre **estas** medidas, presentaron una buena correlación. La relación entre la LPO y LM tuvo una menor dispersión y una correlación mayor porque en las otras dos relaciones se implica la medición del pico **de** los organismos, el cual en ocasiones lo presentaban roto (Tabla VII, Fig. 13)

Tabla VII. Parámetros de las relaciones lineales entre las longitudes mandibular, posorbital y furcal.

Relación entre	Punto de intersec.	Pendiente	Correlación	N
LM vs LF	21.0	0.769	0.803 *	706
LPO vs LF	12.0	0.693	0.807 *	651
LPO VS LM	-2.2	0.877	0.943 *	909

* Significativos (P < 0.05))

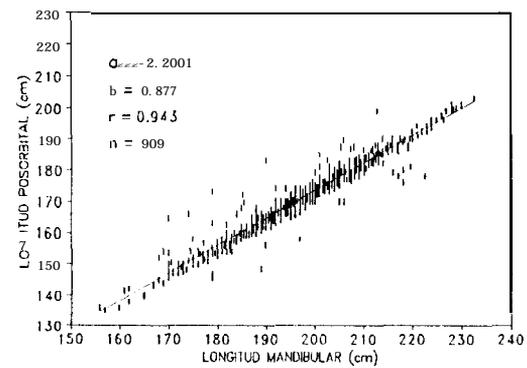
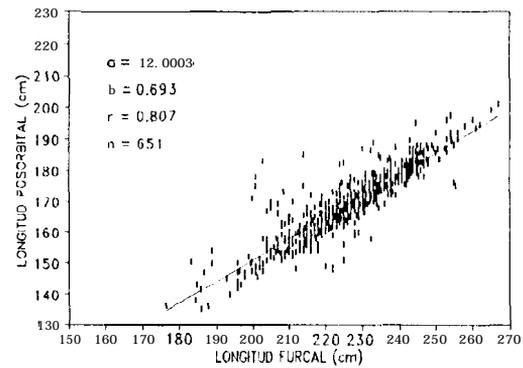
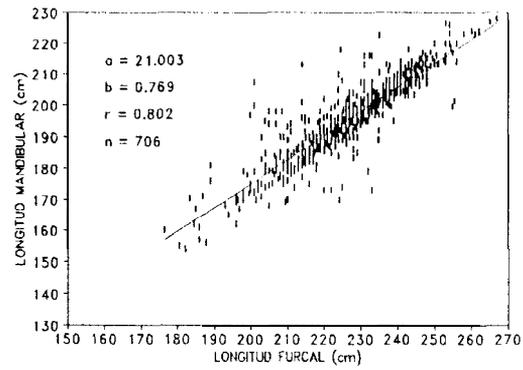


FIG. 13 (a) RELACION LONGITUD MANDIBULAR-LONGITUD FURCAL;
(b) RELACION LONGITUD POSORBITAL-LONGITUD FURCAL;
(c) RELACION LONGITUD POSORBITAL-LONGITUD MANDIBULAR

La distribución de frecuencias de tallas del pez vela, capturado por la flota deportiva en el sur del Golfo de California durante 1989 a 1991, presenta un intervalo de tallas entre 155 a 235 cm (LM). Más del 85 % de los individuos fue capturado en el intervalo de talla de 180 cm a 215 cm (Fig. 14).

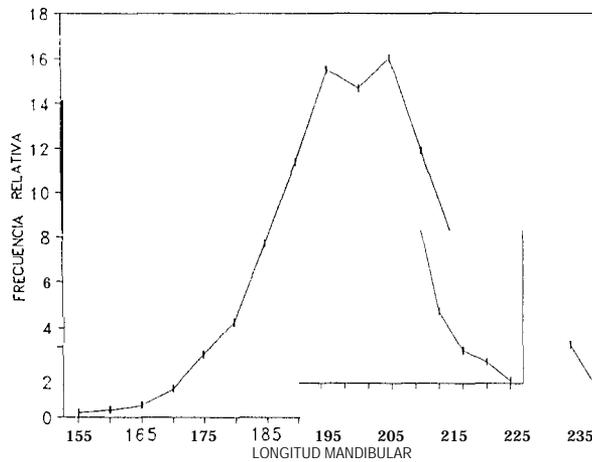


FIGURA 14. DISTRIBUCION DE TALLAS DEL PEZ VELA EN EL SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA EN EL PERIODO 1989-1991.

La distribución anual de tallas durante 1989 a 1991 son muy parecidas entre sí. En 1989 se presentó una moda en la clase de 205 cm mientras que en 1990 y 1991 la moda se presentó en la clase 195 cm. La talla promedio en 1989 y 1991 fué de 200 cm y en 1990 de 195 cm (Fig. 15).

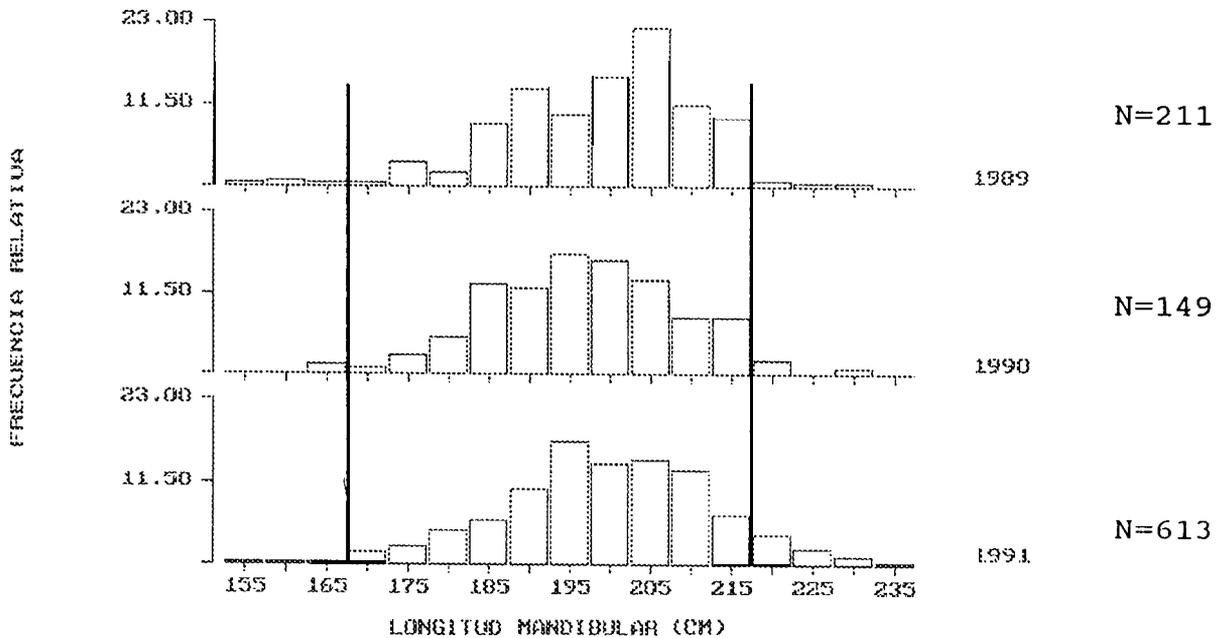


FIGURA 15. DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE TALLAS DE LA CAPTURA DEPORTIVA DE PEZ VELA EN EL SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA PARA 1989, 1990 Y 1991.

En la distribución mensual de tallas se observa que los individuos menores de 170 cm, se capturaron en el mes de julio en los tres años estudiados, aunque en 1991 también hubo registros en el mes de mayo. Los ejemplares mayores de 215 cm se capturaron más frecuentemente de septiembre a octubre, aunque también se registraron algunos ejemplares grandes entre mayo y agosto (Fig. 16).

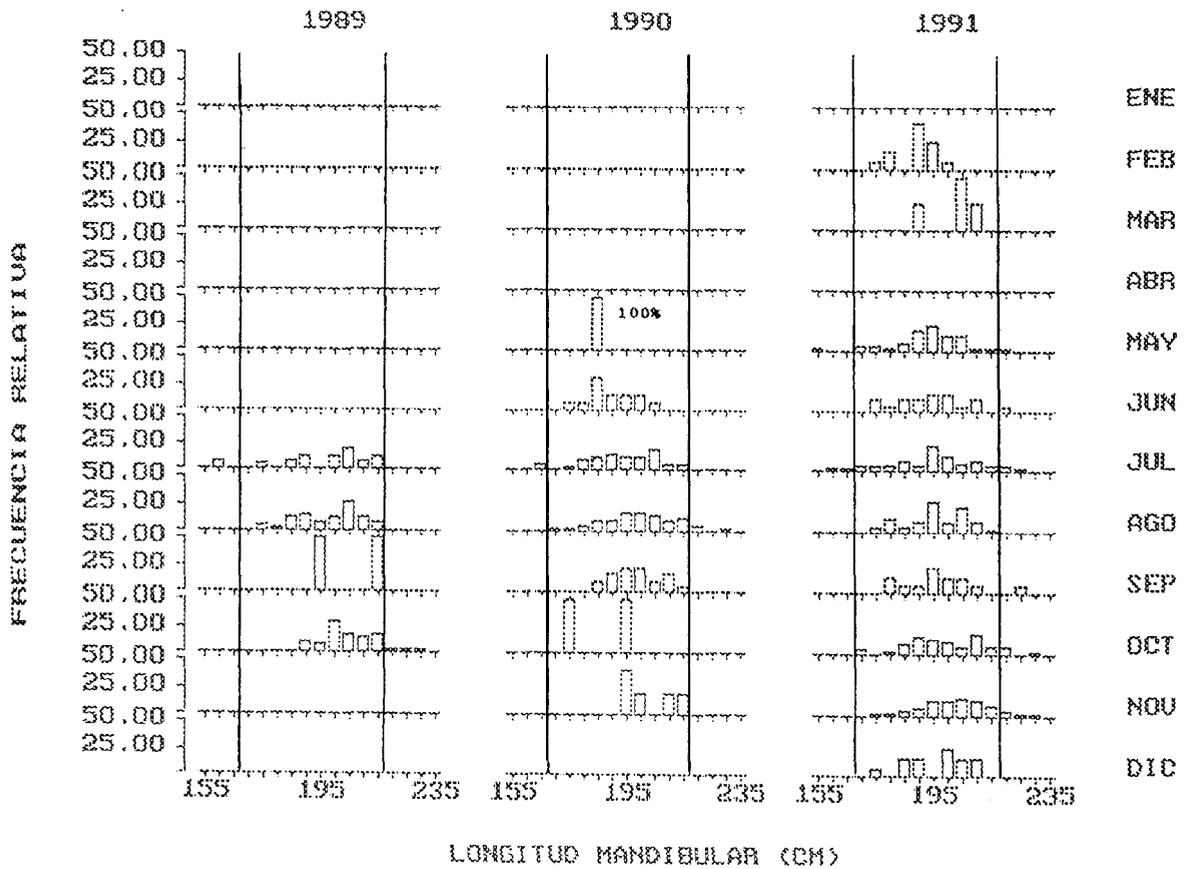


FIGURA 16. DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE TALLAS MENSUAL DE LA CAPTURA DE PESCA DEPORTIVA DE PEZ VELA EN EL SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA.

No obstante que en las cinco zonas de pesca estudiadas, es posible capturar pez vela de todos los intervalos de talla registrados, los ejemplares pequeños (menores de 170 cm), aunque escasos, se capturan con mayor frecuencia en La Paz, Cabo San Lucas y Mazatlán. Los individuos mayores de 215 cm se capturan con mayor frecuencia en Puerto Vallarta y Manzanillo (Fig. 17).

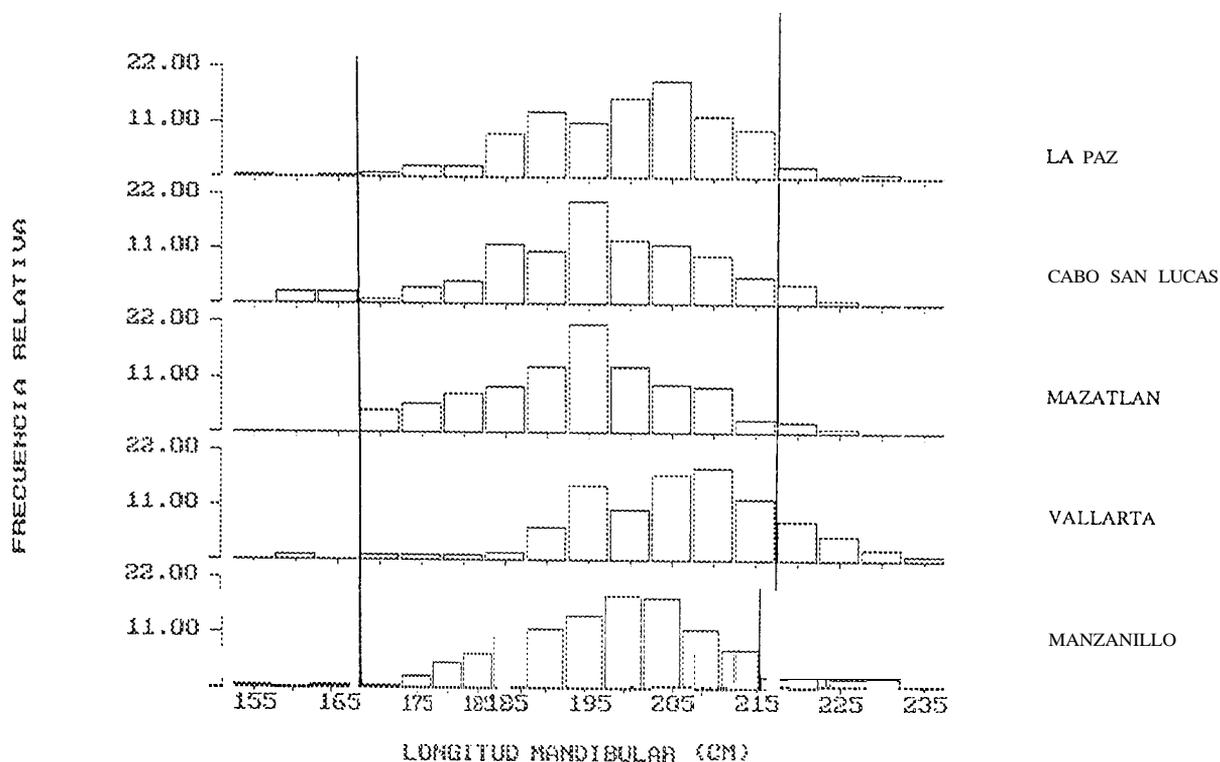


FIGURA 17. DISTRIBUCION DE FRECUENCIA DE TALLAS DE LA CAPTURA DE PESCA DEPORTIVA DE PEZ VELA EN CADA SITIO DE MUESTREO.

6.8 Estructura por edades

Los grupos de edad encontrados durante el periodo de 1989 a 1991 fueron 8, los cuales se numeraron del 0 al 7. El grupo 3 fue el más abundante representando más del 34% de la captura; los grupos 2 y 4 son los que siguen en orden de importancia, quedando representados cada uno por el 27% y el 16% respectivamente (Fig. 5).

En la distribución anual de edades de 1989, se presentaron organismos de casi **todos** los grupos de edad siendo la excepción el grupo 6. En este año el grupo capturado con mayor frecuencia fue el 2 seguido por el 3. En 1990, sólo se capturaron individuos de los

grupos de edad 1 al 5, y en 1991 se capturaron organismos pertenecientes a todos los grupos. En ambos años, los grupos más frecuentes fueron el 3, seguido por el 2 (Fig. 18).

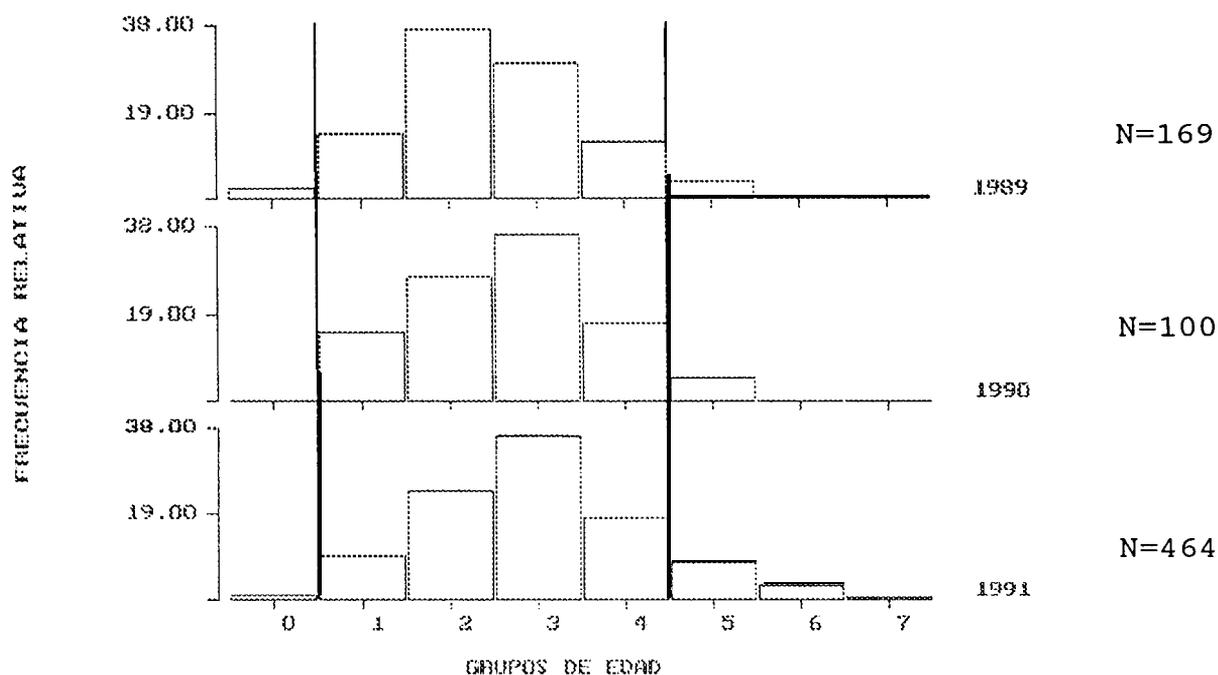


FIGURA. 18 DISTRIBUCION DE FRECUENCIA DE GRUPOS DE EDAD DE PEZ VELA PARA LOS AÑOS 1989, 1990 Y 1991.

La edad en la captura del pez vela no presenta un patrón definido a lo largo del año. Se puede apreciar en la distribución mensual de los grupos de edad, que en 1989 se capturaron organismos del grupo de edad cero en los meses de julio y agosto y para 1991 sólo se capturaron en el mes de julio. Los individuos de los grupos 5, 6 y 7, se capturaron en agosto y octubre de 1989 y de julio a septiembre de 1990; en 1991 se presentaron en febrero y de junio a diciembre capturandose en mayor proporción de octubre a diciembre (Fig. 19).

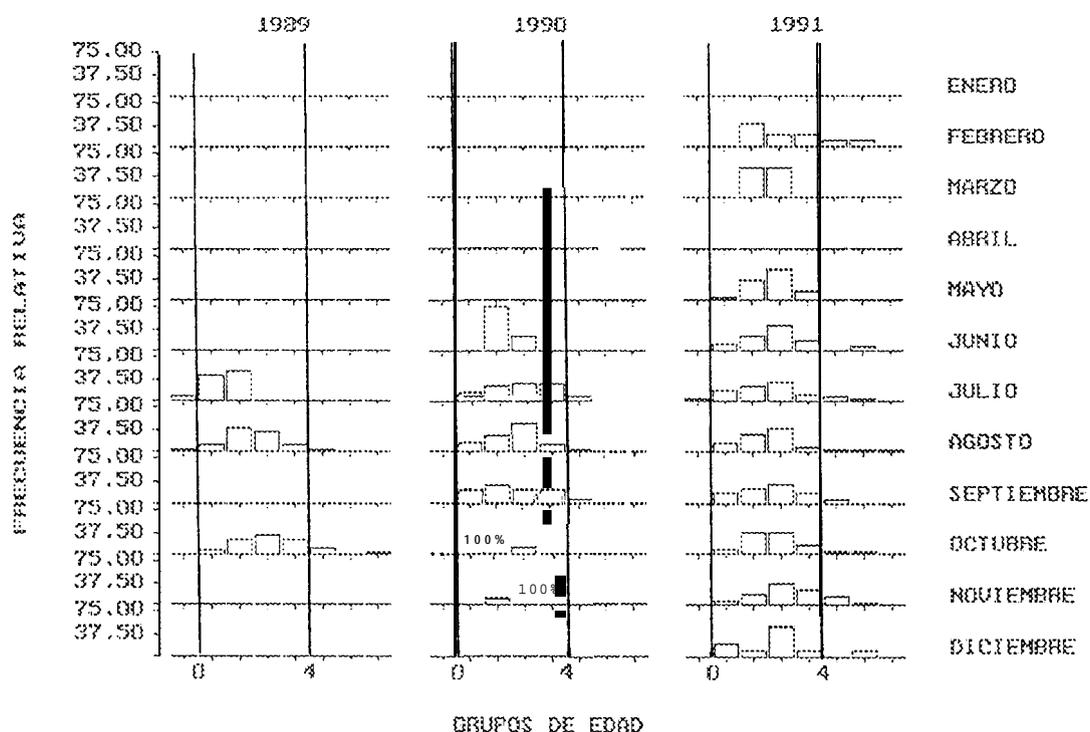


FIGURA. 19 DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS MENSUAL POR GRUPO DE EDAD PARA PEZ VELA DURANTE 1989,1990 Y 1991.

Analizando la distribución de frecuencias por grupo de edad por zonas' (Fig. 20) se observa que en La Paz, Mazatlán y Vallarta, se incidió sobre organismos de los grupos de edad 3 y 2 en mayor proporción. En Cabo San Lucas se capturaron individuos del grupo 2 principalmente, seguido por el 1 y 3. En Manzanillo se incidió sobre los grupos 3 y 4 en mayor proporción.

De manera general se observa que en todas las zonas, los organismos que más se capturan son de los grupos 2,3 y 4. En la zona de La Paz, Cabo San Lucas y Mazatlán se capturan con mayor frecuencia organismos de los grupos 0 y 1, comparados con Puerto Vallarta y Manzanillo, donde se incide sobre organismos de grupos de edad 5,6 y 7 en mayor proporción

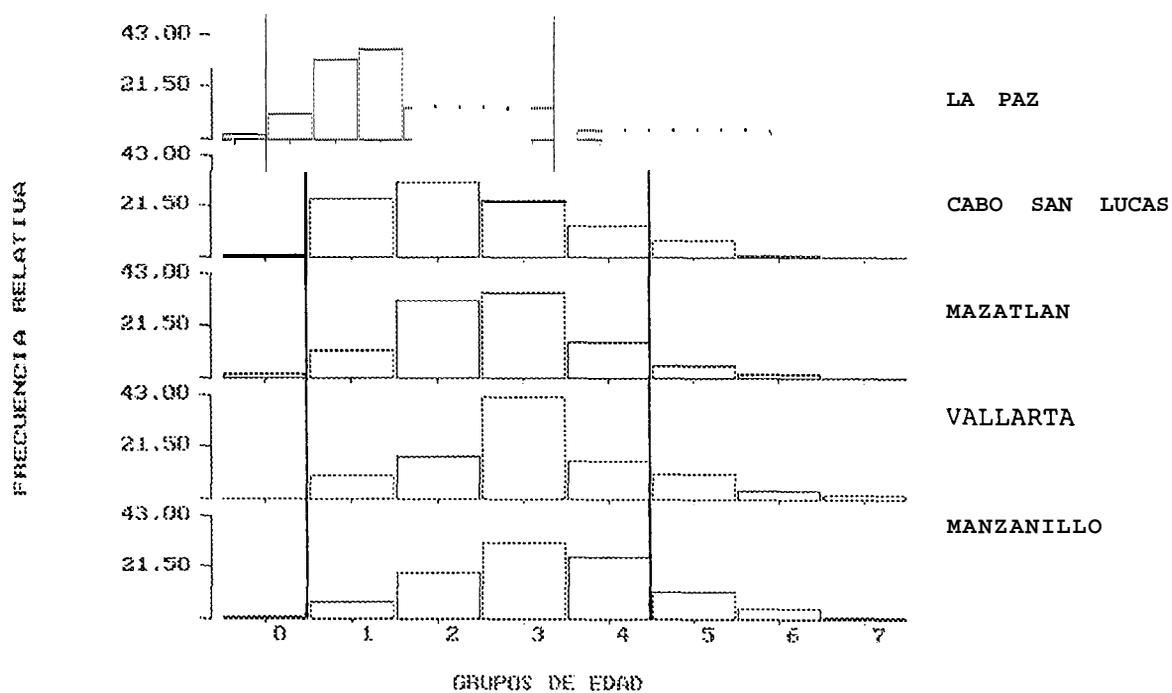


FIGURA. 20 DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS POR GRUPO DE EDAD DE PEZ VELA POR SITIO DE MUESTREO.

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE
 CIENCIAS MARINAS
BIBLIOTECA
I.P.N.
 DONATIVO

7. ANALISIS

7.1 Muestreo.

La falta de información en los primeros cinco meses de los años 1989 y 1990, se debió principalmente a que las zonas de muestreo fueron La Paz y Cabo San Lucas. En estos lugares la captura del pez vela presenta estacionalidad, siendo más abundante durante verano y otoño y muy escaso en el invierno y principios de primavera. Este comportamiento estacional coincide con lo encontrado por Xume y Joseph (1969), quienes mencionan que el centro de abundancia de esta especie durante el invierno es frente a las costas de Acapulco y el Golfo de Tehuantepec, desplazándose hacia el norte hasta Baja California Sur durante el verano y el otoño.

Durante 1991 la continuidad de los muestreos aumentó, aunque faltaron los meses de enero y abril. Esto se debió a que la zona de muestreo se amplió hasta Mazatlán, Puerto Vallarta y Manzanillo, en donde es más frecuente la captura de pez vela durante todo el año. De hecho existen reportes de que cada año se celebra un torneo de pesca deportiva en el mes de febrero (Macías, 1993).

7.2 Determinación de bandas de crecimiento

En el 97% de los cortes de espinas analizados, se logró estimar la edad en base al conteo de bandas de crecimiento. En algunos casos las bandas se presentaron en forma doble o triple ocasionando confusión en el conteo. Este problema se solucionó

cuando se comprobó que este patrón de bandas múltiples se presentaba en todas las bandas de la misma espina. Esto ha sido reportado también para el pez vela del Atlántico (Hedgepet y Jolley, 1983).

Otro problema que se presentó en la determinación de edad, fué la zona vascularizada de la parte central de la espina, la cual puede enmascarar las primeras bandas de crecimiento. Este problema se agudiza a medida que los ejemplares tienen mayor edad, porque presentan una zona vascularizada más grande. Esta situación ha sido planteada para el pez vela del Atlántico (Prince et al, 1986), y para otras especies de peces de pico (Yatomi, 1990).

A pesar de que en este trabajo no es posible cuantificar el enmascaramiento de las bandas de crecimiento, se considera que en los individuos más viejos se está omitiendo como máximo una sola banda.

7.3 Validación.

La falta de muestras en los primeros meses del año mencionada en párrafos anteriores, no permite tener una conclusión clara en cuanto a la periodicidad con que se forman las bandas de crecimiento en las espinas del pez vela.

Los resultados obtenidos en cuanto a la aparición de espinas con borde opaco e hialino, indican que la formación de la banda opaca ocurre entre los meses de mayo a noviembre, ya que en este periodo es cuando encontramos los máximos en la aparición de este tipo de borde, para los tres grupos de edad en los tres años estudiados. La formación de la banda hialina podría estar

ocurriendo durante el invierno y principios de primavera, aunque esto es aún menos evidente.

Al comparar el porcentaje mensual de aparición de bordes opacos, junto con la variación de la temperatura superficial del mar en la zona sur del Golfo de California (Anónimo 1989, 1990 y 1991 a), se observa que los puntos máximos del porcentaje de bordes opacos, parecen estar en fase con las temperaturas más elevadas que se presentan entre los meses de agosto a octubre (Fig. 21).

Si consideramos que las bandas de crecimiento en las espinas del pez vela de las costas de Florida EUA son anuales, y que la banda opaca se forma durante la primavera y verano y la banda hialina en el invierno (Jolley, 1977), y tomando en cuenta que la zona de nuestro estudio está situada más o menos en la misma latitud, entonces el resultado que se tiene en cuanto a la formación de las bandas de crecimiento, en las espina del pez vela de la región sur del Golfo de California, tiene una mayor credibilidad.

Por las razones anteriores las bandas de crecimiento, en las espinas del pez vela de la zona sur del Golfo de California, también se forman anualmente.

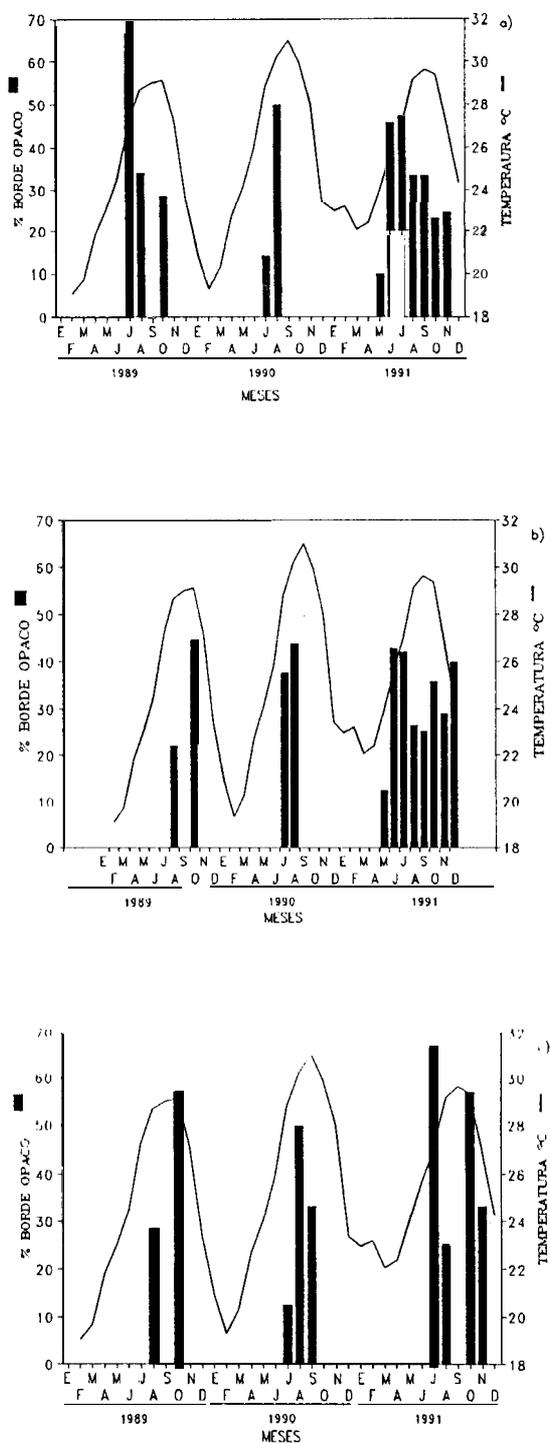


FIGURA 21. RELACION DEL PORCENTAJE DE APARICION DEL BORDE OPACO CON LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR EN EL PERIODO 1989-1991 PA LOS GRUPOS a) 2 ; b)3; c) 4.

7.4 Relación entre longitud del pez y **diámetro de la espina**

El resultado del análisis de regresión lineal entre el diámetro de la espina y la longitud mandibular del pez vela (Anexo I), nos indica que la espina es una estructura adecuada para estimar la edad y el crecimiento del pez vela, ya que su diámetro es proporcional a la longitud de estos organismos. Jolley (1974) también llegó a esta conclusión para el pez vela del Atlántico.

7.5 Relación peso longitud.

El hecho de que en la relación peso longitud de cada uno de los sitios muestreados, se haya estimado un parámetro de alometría "b" menor que 3, significa que los organismos tienen un mayor crecimiento en talla que en peso. Esta estimación coincide con lo reportado para el pez vela en otras áreas de captura (Lenarz y Nakamura, 1974; Williams, 1970; Kume y Joseph, 1969; Skilman y Young, 1974; Wares y Sakagawa, 1974).

El gradiente de variación de norte a sur que presentan los parámetros "a" y "b", de las relaciones peso-longitud en los sitios de muestreo (Fig. 9), podría tener relación con el circuito migratorio que se ha encontrado para el pez vela (Kume y Joseph, 1969), desde Acapulco hasta las costas de la Península de Baja California.

La ecuación encontrada que describe la relación entre el peso total y la longitud mandibular, del pez vela en el sur del Golfo de California, no debe considerarse como definitiva ya que en las muestras tomadas de la pesca deportiva, se presentan sólo los ejemplares más grandes de la población y faltan los individuos

pequeños.

7.6 Crecimiento.

En la talla promedio para los tres primeros grupos de edad (Tabla V y Fig. 12) se consideran valores sobreestimados debido a que aún no están totalmente reclutados a la pesca deportiva y en las muestras sólo se tuvieron los individuos más grandes de estos grupos de edad. Por esta razón en la estimación de los parámetros del modelo de Bertalanffy por el método de López-Veiga, se usó como L_{t1} la talla promedio para el grupo de edad 3 y como L_{t2} la talla promedio para el grupo de edad 7.

La alta tasa de crecimiento observada en las primeras etapas de vida del pez vela en la zona sur del Golfo de California, concuerda con lo reportado para esta especie en otras zonas de captura (De Sylva, 1957; Jolley, 1977; Hedgepet y Jolley, 1983; Farber, 1981 citado en Hedgepet y Jolley, 1983).

No obstante que la suma de las desviaciones del modelo estimado por el método iterativo de Marquardt, es menor que la del método de López-Veiga (Tabla VI), se considera que en este último la estimación del crecimiento es más realista, debido a que se evitó el problema de la sobreestimación en la talla de los primeros tres grupos de edad, mientras que en el iterativo estos puntos fueron tomados en cuenta.

Los dos valores de L_{∞} estimados con los métodos de López-Veiga y el iterativo de Marquardt (tabla VI), parecen estar subestimados si se considera que la distribución de frecuencias de tallas del pez vela (fig. 14), se presentan algunos individuos que están muy

por encima de estos valores. Esta situación se debió en parte a que la estimación de los parámetros del modelo de Bertalanffy fué a partir de la talla promedio por grupo de edad, en donde las tallas mayores y las menores quedan representadas por el promedio. Por otro lado de los 973 individuos medidos, no fué posible recolectar la espina de 219 peces y algunos de estos eran ejemplares con talla mayor a la L_{∞} estimada y por lo tanto no fueron considerados en la estimación de la talla promedio por grupo de edad.

7.7 Estructura de tallas y edades

El intervalo de tallas sobre el cual incidió la pesca deportiva no es muy amplio (Fig. 14), debido a que en esta actividad de competencia, el esfuerzo es dirigido a organismos de talla y peso grande, por lo que en los muestreos es difícil obtener información de organismos pequeños. Esto también se ve reflejado en los grupos de edad encontrados, ya que aparecen en menor proporción los grupos 0 y 1 (Fig. 5).

En la distribución de tallas y edades por zona de muestreo, (Fig. 17 y 20), no se presenta un patrón de estratificación definido. Sin embargo, existen indicios para creer que los organismos de tallas menores de 170 cm (LM) pertenecientes a los grupos de edad 0 y 1, se capturan con más frecuencia en La Paz y Cabo San Lucas y los mayores de 215 cm (LM) de grupos de edad 5, 6 y 7 se capturan en Puerto Vallarta y Manzanillo. Mazatlán puede considerarse como una zona intermedia.

El patrón de distribución anual de tallas y edades fue similar en los años de 1990 y 1991 (Fig. 15 y 18), y no se

presentaron cambios apreciables en las tallas y edades de los organismos capturados. Este patrón sugiere que la población del pez vela en la zona sur del Golfo de California se encuentra estable. Lo anterior se ve apoyado por el trabajo de Macías (1993) en el área de Manzanillo, donde analizó series de tiempo de la captura de la pesca deportiva del pez vela, y sugiere que la población se encuentra en fase de equilibrio.

8. CONCLUSIONES.

Tomando en cuenta las limitaciones que se tuvieron para obtener ciclos anuales completos de información, así como el procesamiento de las muestras y la interpretación de los datos, se puede concluir con las reservas del caso que:

1. Con la evidencia que se cuenta se puede decir que el conjunto de una banda opaca seguida por una hialina, en la 4a espina dorsal de *Istiophorus platypterus* al sur del Golfo de California, representa un periodo anual.

2. La formación de la banda opaca ocurre en los meses de verano y otoño y se relaciona con altas temperaturas, mientras que la banda hialina se forma en el invierno y se relaciona con temperaturas bajas.

3. El pez vela que se distribuye al sur del Golfo de California, presenta un crecimiento de tipo alométrico en el intervalo de tallas entre 155 y 235 cm de longitud mandibular.

4. El pez vela presenta una tasa de crecimiento muy acelerada en los primeros años de vida, alcanzando una talla cercana a L_{∞} a los 4 años de edad. Posteriormente la tasa disminuye considerablemente.

5. De acuerdo a la estructura de tallas y edades, donde es posible encontrar individuos hasta de 8 años de edad, y en donde predominan los de 4 años, se puede decir que la población del pez vela al sur del Golfo de California, no presenta indicios de sobreexplotación.

9. SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES.

Los métodos para la determinación de edad cada vez son más sofisticados y confiables, además son base importante para entender la dinámica poblacional de los recursos, por lo cual se dan las siguientes sugerencias:

Confirmar el número de bandas presentes en la 4a. espina de la aleta dorsal con las bandas que aparecen en otolitos ya son los que mejor registran los cambios en el metabolismo de los organismos, aunque esto implica el uso de un microscópio electrónico de barrido.

Es necesario intensificar los muestreos en los primeros meses del año y ampliar la zona de muestreo hasta Acapulco para completar la información y tener más evidencias para la validación, así como obtener organismos de tallas menores a 155 cm de LM para una mejor representación de los grupos de edad 0 y 1 en esta especie y poder completar con certeza la curva de crecimiento en las primeras etapas de vida y asegurar que a organismos de tallas mayores a 210 cm de LM se les estime la edad, para evitar la subestimación de L_{∞} .

Las investigaciones sobre biología básica en pez vela, son pocas en la zona del Pacífico, de manera que se recomienda hacer estudios sobre alimentación, reproducción, fecundidad, e intensificar los programas de marcado y recaptura para establecer la ruta o rutas de migración y conocer más acerca de su crecimiento.

Dada la naturaleza migratoria del pez vela en el Pacífico Oriental, es necesario establecer convenios institucionales nacionales e internacionales para completar los estudios biológico-pesqueros y poder hacer una reglamentación y regulación adecuada de la pesquería.

BIBLIOGRAFIA

- ANONIMO, 1979. Billfish newslwetter. Southwest Fisheries Center. Cooperative marine game fish tagging program & Pacific billfish angler survey. Nacional Oceanic & Atmospheric Administration Nacional Weather Service Forecast Office San Francisco.
- ANONIMO, 1989. Oceanographic analysis. Nacional Oceanic & Atmospheric Administration Nacional Weather Service Forecast Office San Francisco.
- ANONIMO, 1990. Oceanographic analysis. Nacional Oceanic & Atmospheric Administration Nacional Weather Service Forecast Office San Francisco.
- ANONIMO, 1991. (a) Oceanographic analysis. Nacional Oceanic & Atmospheric Administration Nacional Weather Service Forecast Office San Francisco.
- ANONIMO, 1991.(b) Fomento y modernización de la pesca deportivo-recreativa 1991-1994. Secretaria de Pesca . Comisión Nacional Consultiva de Pesca la. ed. 63 p.
- BEARDSLEY, G.L., Jr., N.R. MERRETT Y W. J. RICHARDS. 1975. Synopsys 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, p. 95-120. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-675.
- BERKELEY, **S.A.,** E.H. HOUDE. 1983. Age determination of broadbill swordfish, *Xiphias gladius*, from the straits of Florida, using anal fin spine section. In: E.D. Prince and L.M. Pulos (editors). Proceeding of the international workshop on age determination of oceanic plagic fishes: tunas, billfishes, and sharks, U.S. Dep Commer., NOAA Tech Reo. NMFS-8. p 137-143.
- DANIEL, W.W. 1977. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. Ed. Limusa. México. D.F . 485p.
- DE SYLVA, D.P. 1957. Studies on the age and growth of the Atlantic sailfish , *Istiophorus americanus* (Cuvier), using length frecuency curves. Bull. Mar. Sci. Gulf Caribb. 7:1-20
- DRAPER, N.R. Y H. SMITH. 1981. Applied regression analisis. 2a Ed. John Wiley & Sons., Inc. USA. p 471.

- EHRHARDT, N.M. 1981. Curso sobre métodos de evaluación de recursos y dinámica de poblaciones 3a. parte. Parámetros poblacionales FAO-CICIMAR. La. Paz B.C.S. México. 134 p.
- EHRKARDT, N.M. 1990. The potential of using allometric growth characters for resolving routine size and age estimations of billfishes. In: Planing the Future of Billfishes. Stoud R.H (editor) p. 277-285
- EHRHARDT, N.M. 1992. Age and growth of swordfish, *Xiphias gladius*, in the Northwestern atlantic. Bulletin of Marine Science 50(2):292-301.
- ELDRIGE M.B. Y WARES P.G., 1974. Some biological observation of billfishes taken in the eastern pacífic ocean 1967-1970. In: R.S. Shomura and F. Williams (editors). Proceeding of the international billfish symposium, Kailua-Kona, Hawaii, 9-12 August 1972, Part 2 , Review and contributed paper, 89-101. U.S. Dep Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-675.
- FITCH, J.E. 1951. Age composition of the southern California catch of pacific mackerel, 1939-40 through 1950-51. Dept. of Fish and Game. Fish Bull. No. 83:73pp.
- GARCIA, P.E., A.F. RAMIREZ Y I.A.M ARCE . 1982. La pesca deportiva de la familia Istiophoridae en áreas cercanas a Mazatlán Sinaloa., y Puerto Vallarta Jalisco., México. VI Congreso de Zoología. Mazatlán Sin., 6-12 Diciembre.
- GONZALEZ, P. J. 1988. Pesca deportiva. Mosaico pesquero. Dirección general de comunicación social SEPESCA.
- GUZMAN, A.M. Y J.O. LOPEZ. 1986. Descripción y registros de juveniles de pez vela (*Istiophorus platypterus*, Shaw y Nodder, 1791), (*Pisces*, *Istiophoridae*), en las costas del Estado de Michoacán, Pacífico sur de México. Ciencias Marinas (Mex) 12(2):53-67
- HEDGEPEETH M.Y. Y J.W. JOLLEY Jr. 1983. Age and growth of sailfish *Istiophorus platypterus*, using cross section from the fourth dorsal fine spine. In: E.D. Prince and L.M. Pulos (editors). Proceeding of the international workshop on age determination of oceanic plagic fishes: tunas, billfishes, and sharks, . U.S. Dep Commer., NOAA Tech Rep. NMFS-8. p131-136
- HILBORN, R. Y C. J WALTERS. 1992. Quantitative fisheries stock assessment. Choice, dvnamics and uncertainty. Chapman and Hall, New York. 570 p.

- HILL, K.T., G.M. CAILLIET, Y R.L. RADTKE. 1989. A comparative analysis of growth zones in four calcified structures of Pacific blue marlin, *Makaira nigricans*. Fish. Bull, U.S. 87(4): 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). Proceeding 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. No.28, 31p.
- JOSEPH, J., KLAWE W., Y P. MURPHY. 1986. Atunes y peces espada - los peces sin patria. Comisión Interamericana del atún tropical, La Jolla Calif. 46 pp.
- KUME, S. AND J. JOSEPH. 1969. Size composition and sexual maturity of billfish caught by the Japanese longline fishery in the Pacific Ocean East of 130°W. Bull Far Seas Fish Res Lab.(Shimizu) 2: 115-162.
- LAURS M.R. Y R.N. NISHIMOTO .1970. Five juvenile sailfish *Istiophorus platypterus*, from the Eastern tropical Pacific. Copeia (3):590-594.
- LEIS, J.M., B. GOLDMAN Y S. UEYAHAGI. 1987. Distribution and abundance of billfish larvae (Pisces: Istiophoridae) in the Great Barrier Reef Lagoon and Coral Sea near Lizard Island, Australia. Fish. Bull. 85(4): 757-765.
- LENARZ, W.H. Y E.L. NAKAMURA. 1974. Analisis of length and weight data on three species of billfish from the Western Atlantic Ocean. In: R.S. Shomura and F. Williams (editors), Proceeding of the international billfish symposium, Kailua-Kona, Hawaii, 9-12 August 1972, part 2, Review and contributed papers, p 121-125. U.S. Dep Commer., Noaa Tech Rep. NMFS SSRF-675.
- MACIAS, Z.R. 1993. Relaciones entre la pesca deportiva y comercial de pez vela (*Istiophorus platypterus*) en el Pacífico mexicano. Tesis de maestría. CICIMAR, IPN. La Paz, B.C.S. México. 71 p.
- MIYABE, N. Y W.H. BAYLIFF. 1987. Un examen de la pesca palangrera japonesa de atunes y peces de espada en el Océano Pacífico Oriental 1971-1980. Inter.Amer. Trop. Tuna. Comm. Bull. 19(1):123-159.

- OSUNA, F.I. 1991. Análisis de la pesquería del Pez Vela *Istiophorus platyptrus* (Shaw y Nodder, 1971) en el Océano Pacífico Oriental con énfasis en la Zona Económica Exclusiva de México. Tesis de maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S. México. 100 p.
- PRINCE, E.D., D.W. LEE, Ch. A. WILSON Y J.M. DEAN. 1984. Progress in estimating age of blue marlin, *Makaira nigricans*, and white marlin, *Tetrapturus albidus*, from the western Atlantic Ocean, Caribbean Sea, and Gulf of Mexico. Coll. Vol. Sci. Pap. 20(2):435-447. Int. Comm. Conserv. Atl. Tunas.
- PRINCE, E. d., D. W. LEE, C.A. WILSON AND J.M. DEAN. 1986. Longevity and age validation of a tag-recaptured Atlantic sailfish, *Istiophorus platypterus* using dorsal spine and otholiths. fish bull. 84(3): 493-502.
- PRINCE, E.D., D.W. LEE., Y J.R. ZWELFEL. 1991. Estimating age and growth of young Atlantic blue marlin *Makaira nigricans* from otolith microstructure. Fish. Bull. U.S. 89(3):441-459.
- RADTKE, R. L. 1983. Istiophorid otoliths: Extraction, morphology, and possible use as ageing structures 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 123-129.
- RADTKE, R.L., Y D.M. DEAN. 1981. Morphological features of the otoliths of the sailfish, *Istiophorus platypterus* useful in age determination. Fish. Bull., U.S. 79 : 360-367.
- RADTKE, R. L., Y P.C.F. HURLEY. 1983. Age estimation and growth of broadbill swordfish, *Xiphias gladius*, from the northwest Atlantic based on external features of otoliths. 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, p 123-129. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS-8.
- SKILMAN, A.R. Y M.Y.Y. YOUNG. 1974. Length-weight relationships for six species of billfishes in the Central Pacific Ocean. In: R.S. Shomura and F. Williams (editors), Proceeding of the international billfish symposium, Kailua-Kona, Hawaii, 9-12 August 1972, part 2, Review and contributed papers, p 126-137. U.S. Dep Commer., NOAA Tech Rep. NMFS SSRF-675.

- SQUIRE, J.L. JR. 1974. Migration patterns of Istiophoridae in the Pacific Ocean as determined by cooperative tagging programs. for six species of billfishes in the Central Pacific Ocean. In: R.S. Shomura and F. Williams (editors), Proceeding of the international billfish symposium, Kailua-Kona, Hawaii, 9-12 August 1972, part 2, Review and contributed papers, p 226-237. U.S. Dep Commer., NOAA Tech Rep. NMFS SSRF-675.
- STEEL, R.G.D. Y J. TORRIE. 1980. Principles and procedure of statistic a biometrical approach. 2a. Ed. Mc graw-Hill. Inc. New York.
- STRASBURG, D.W. 1970. A report on the billfishes of the Central Pacific Ocean. Bulletin of Marine Science 20(3): 575-604.
- YATOMI, H. 1990. A potential problem in estimating the ages of striped marlin using dorsal fin spines. In: Planning the Future of Billfishes. Stroud R.H. (editor). Proceedings of the second International Billfish Symposium Kailua-Kona, Hawaii, August 1-5. Part 2. p 317-321.
- WARES, P.G. Y G.T. SAKAGAWA. 1974. Some morphometrics of billfishes from the Eastern Pacific Ocean. In: R.S. Shomura and F. Williams (editors), Proceeding of the international billfish symposium, Kailua-Kona, Hawaii, 9-12 August 1972, part 2, Review and contributed papers, p 126-137. U.S. Dep Commer., NOAA Tech Rep. NMFS SSRF-675.
- WILLIAMS, F. 1970. The sport fishery for salfish at Malandi, Kenya 1958-1968, with some. biological notes. 20(4): 830-852.
- WILSON, Ch. A., Y J.M. DEAN 1983. The potential use of sagittae for estimating age of atlantic swordfish, *Xiphias gladius*. 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, p 151-156. U.S. Dep Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS-8.

ANEXO 1

Anexo Ia.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar si la distribución de ambos lectores es diferente.

Ho = La distribución de los dos lectres es igual

Ha = La distribución de los dos lectres es diferente

Grupo edad	F1	F2	F1 acum	F2 acum	F1 rel	F2 rel	d(F1rel-F2rel)
0	8	5	8	5	0.01	0.01	0.004
1	83	66	91	71	0.12	0.10	0.024
2	198	171	289	242	0.39	0.34	0.052
3	253	243	542	485	0.74	0.69	0.053* Dmax
4	122	132	664	617	0.91	0.87	0.033
5	50	61	714	678	0.97	0.96	0.015
6	15	23	729	701	0.99	0.99	0.003
7	4	6	733	707	1.0	1.00	0.000

$$D_{\alpha} = \sqrt{\frac{n_1+n_2}{n_1 n_2}}$$

$$K_{\alpha} = \sqrt{\frac{-\ln\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{2}}$$

si $\alpha = 0.05$ $K_{0.05} = 1.3581$

$D_{0.05} = 0.07265$

Conclusión :

Dado que D_{\max} es menor que $D_{0.05}$ se no se tiene evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, por lo que la distribución de ambos lectores es igual.

Anexo Ib

Análisis de la regresión: longitud mandibular y diámetro de la espina .

Parámetro	Estimado	Error estandar	T
a	140.937	3.074	45.84
b	62.074	3.387	18.32

Análisis de varianza

Fuente	suma de cuadrados	Df	cuadrado medio	F
modelo	36143.609	1	36143.609	335.71
error	78701.122	753	107.662	

$$H_0: \beta = 0$$

$$H_a: \beta \neq 0$$

$$F_{\text{crit}} = 3.84$$

Conclusión:

Con un $\alpha = 0.05$ no se tiene evidencia suficiente para aceptar la H_0 , por lo que se asume que la pendiente de la recta es diferente de cero

Anexo Ic

Prueba "t" de Student para determinar si el crecimiento es isométrico ($b=3$) o alométrico ($b \neq 3$).

$$H_0: \beta = 3$$

$$H_a: \beta \neq 3$$

ESTADISTICO DE PRUEBA

$$t = \frac{b - \beta_0}{S_b} = -41.66$$

$$S^2_b = \frac{S^2_{y/x}}{\sum (X_i - X_c)^2}$$

$$S^2_{y/x} = \frac{\sum (Y_i - Y_c)^2}{n-2}$$

$$\alpha = 0.05 \quad \text{G.L. } n-2 = 644 \quad t_{\text{critica}} = 1.961$$

Conclusión:

No se tiene evidencia estadística suficiente para aceptar H_0 , por lo que se concluye con un 95% de confianza que la pendiente de la relación peso longitud global es diferente de 3, por lo que el tipo de crecimiento que se presenta es alométrico.