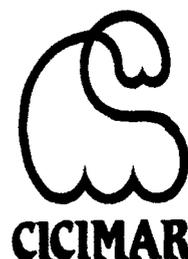




CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE
CIENCIAS MARINAS
BIBLIOTECA
I.P.N.
DONATIVO

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

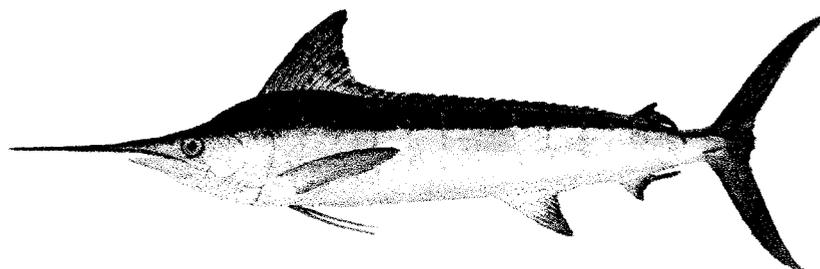


**Edad y crecimiento del marlin rayado, *Tetrapturus*
audax, (Philippi, 1887), en Cabo San Lucas, B.C.S.,
México**

Tesis que para obtener el grado de
MAESTRO EN CIENCIAS
Con Especialidad en Manejo de Recursos Marinos

Presenta:

BIOL. MAR. FELIPE NERI MELO BARRERA



La Paz, Baja California Sur, México

Febrero de 2001

ÍNDICE

GLOSARIOI
LISTA DE FIGURAS	I 1
LISTA DE TABLAS	II 1
RESUMEN	I V
ABSTRACTV
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	2
3. JUSTIFICACIÓN	9
4. OBJETIVO	10
5. METODOLOGÍA	11
5.1 MUESTREO	11
5.2 RELACIÓN PESO-LONGITUD MANDIBULAR	13
5.3 ESTRUCTURA DE TALLAS	17
5.4 RELACIÓN ENTRE LA LONGITUD MANDIBULAR DEL PEZ Y EL RADIO TOTAL DE LA ESPINA..	17
5.5 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE BANDAS DE CRECIMIENTO	19
5.6 RETROCÁLCULO DE LONGITUDES	20
5.7 PERIODICIDAD DE LA FORMACIÓN DE MARCAS..	21
5.8 CRECIMIENTO INDIVIDUAL..	21
5.9 ESTRUCTURA DE EDADES	24
6. RESULTADOS	25
6.1 MUESTREO	25
6.2 RELACIÓN PESO-LONGITUD MANDIBULAR	27
6.3 ESTRUCTURA DE TALLAS	31
6.4 RELACIÓN ENTRE LA LONGITUD MANDIBULAR DEL PEZ Y EL RADIO TOTAL DE LA ESPINA.	35
6.5 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE BANDAS DE CRECIMIENTO	37

6.6	RETROCÁLCULO DE LONGITUDES	39
6.7	PERIODICIDAD DE LA FORMACIÓN DE LAS MARCAS.....	40
6.8	CRECIMIENTO INDIVIDUAL.....	42
6.9	ESTRUCTURA POR EDADES	46
7.	DISCUSIÓN	49
7.1	MUESTREO.....,.....	49
7.2	RELACIÓN PESO-LONGITUD MANDIBULAR,.....	49
7.3	ESTRUCTURA DE TALLAS	51
7.4	RELACIÓN ENTRE LA LONGITUD DEL PEZ Y EL RADIO TOTAL DE LA ESPINA.....	52
7.5	DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE BANDAS DE CRECIMIENTO.....	53
7.6	RETROCÁLCULO DE LONGITUDES.....;.....	54
7.7	PERIODICIDAD DE LA FORMACIÓN DE LAS MARCAS.....	55
7.8	CRECIMIENTO INDIVIDUAL.....	56
7.9	ESTRUCTURA DE EDADES	58
8.	CONCLUSIONES	59
9.	RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS.....	61
10.	LITERATURA CITADA.....	63
11.	APÉNDICE.....	69
11.1	APÉNDICE 1	69
11.2	APÉNDICE II	70
11.3	APÉNDICE III	71
11.4	APÉNDICE IV.....	72
11.5	APÉNDICE V.....	73
11.6	APÉNDICE VI	74
11.7	APÉNDICE VII	75
11.8	APÉNDICE VIII	76

GLOSARIO

BANDA OPACA:Zona de crecimiento que impide el paso de luz, asociada a períodos de rápido crecimiento.

BANDA HIALINA:Zona de crecimiento que permite el paso de luz, asociada a períodos de crecimiento lento.

FOCO:Origen hipotético o real de la estructura esquelética analizada, tomada como el inicio para determinar el número de marcas. Zona central de la espina.

MARCA DE CRECIMIENTO:Es una zona subjetivamente localizada en una estructura esquelética, que es asociada a un período de tiempo, compuesta por bandas opacas e hialinas alternadas.

MARCA ANUAL:Banda opaca e hialina cuya depositación dura un año

VALIDACION DE LA EDAD:Confirmación de la periodicidad de formación de las marcas de crecimiento.

STOCK:Es una población que se reproduce por si misma y que es capaz de soportar una explotación

GRUPO DE EDAD:Es un grupo de peces de la misma edad

RETROCÁLCULO:Es estimar las longitudes que tuvieron los individuos en épocas pasadas, mediante el uso de relaciones morfométricas existentes entre el tamaño del cuerpo y las partes duras usadas para la determinación de la edad.

Tomado de: Ehrhardt, 1981

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Área de operación de la flota deportiva de Cabo San Lucas B.C.S, México.....	11
Figura 2.	Medidas morfométricas del marlin rayado	12
Figura 3.	Zona de corte de la cuarta espina dorsal del marlin rayado (A=base del cóndilo)	13
Figura 4.	Marcas de crecimiento, radios parciales y totales de la cuarta espina dorsal del marlin rayado (R_1 =Radio a la marca 1; R_2 =Radio 'a la marca 2)	18
Figura 5.	Distribución de peso del marlin rayado para sexos combinados, machos y hembras.....	27
Figura 6.	Relación peso-longitud mandibular para machos, hembras y sexos combinados, del marlin rayado desembarcado por la flota deportiva en Cabo San Lucas.....	29
Figura 7.	Relación peso-longitud mandibular para sexos combinados por año de estudio.....	30
Figura 8.	Estructura de tallas del marlin rayado de Cabo San Lucas, B.C.S.....	32
Figura 9.	Estructura anual de tallas del marlin rayado	33
Figura 10.	Estructura mensual de tallas del marlin rayado	34
Figura 11.	Relación longitud mandibular-radio total de la espina para sexos combinados (todos), machos y hembras....	36
Figura 12.	Número de marcas de crecimiento observadas en los cortes de la cuarta espina dorsal del marlin rayado.	38
Figura 13.	Relación entre la frecuencia de aparición de bordes opacos y la temperatura superficial del mar.	40
Figura 14.	Tallas observadas y retrocalculadas del marlin rayado	42
Figura 15.	Talla retrocalculada promedio, valores máximos y mínimos y desviación estándar del marlin rayado....	43
Figura 16.	Modelo de crecimiento de von Bertalanffy para el marlin rayado (OBS:datos observados; F-W:Ford-Walford; B-H:Beverton-Holt, L-V:López-Veiga)	45
Figura 17.	Estructura anual de edades del marlin rayado	47
Figura 18.	Estructura mensual de edades del marlin rayado	48

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Número de organismos muestreados por mes y año	25
Tabla 2.	Número de espinas recolectadas por sexo, mes y año en Cabo San Lucas, B.C.S.	26
Tabla 3.	Relación peso-longitud mandibular encontrada para machos, hembras y sexos combinados del marlin rayado	28
Tabla 4.	Relación Peso-Longitud mandibular del marlin rayado para cada año de estudio	29
Tabla 5.	Valores de la regresión lineal longitud mandibular-radio total de la espina por sexos con datos agrupados del marlin rayado	35
Tabla 6.	Número de marcas de crecimiento encontradas en los cortes de la cuarta espina dorsal del marlin rayado.	38
Tabla 7.	Tallas observadas y retrocalculadas del marlin rayado desembarcado por la flota deportiva en Cabo San Lucas, B.C.S.	39
Tabla 8.	Valores de los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy mediante los diferentes métodos de ajuste Ford-Walford:(F-W), López-Veiga:(L-V), Beverton-Holt:(B-H), FISAT y fi prima (0')	44
Tabla 9.	Tasa de crecimiento del marlin rayado capturado por la flota deportiva de Cabo San Lucas, B.C.S.	46
Tabla 10.	Valores de L_{∞} , k y 0' reportados en la literatura para el marlin rayado	57

RESUMEN

De 1988 a 1993 se midieron y pesaron 1030 ejemplares de marlin rayado (*Tetrapturus audax*) capturado por la flota deportiva de Cabo San Lucas, B.C.S., de los cuales se colectaron 401 espinas dorsales para la estimación de la edad y crecimiento. La relación peso-longitud mandibular y longitud mandibular-radio total de la espina es similar para hembras y machos. En el análisis de la estructura por tallas se encontró que la mayoría de los organismos capturados midieron entre 190 y 230 cm de longitud mandibular. Se encontró que la cuarta espina dorsal refleja adecuadamente el crecimiento. La periodicidad de formación de las marcas de crecimiento es anual y se encuentra relacionada con la temperatura superficial del mar y la reproducción. Se contaron las bandas opaco-hialinas en cada corte de las espinas, y se encontraron 10 grupos de edad (2-11), siendo el grupo 7 el más abundante, seguido por el grupo 6 y 8. La estructura por edades del marlin rayado fue muy estable a lo largo del periodo de estudio. La ecuación de von Bertalanffy en talla fue $L_t = 222.6 [1 - e^{-0.229(t - (-1.7))}]$. Se observó que el crecimiento de los organismos es muy acelerado alcanzando en el primer año de vida cerca del 45% de la L_∞ .

ABSTRACT

From 1988 to 1993, 1030 individuals of striped marlin (*Tetrapturus audax*) caught by the sport fishing fleet of Cabo San Lucas, B.C.S., were sampled, and 401 dorsal fin spines collected for the estimation of age and growth. The weight-length and length-spine radius relation was the same for males and females. The fourth dorsal spine reflected the growth of the fish. The spines were sectioned and hyaline-opaque bands counted. The growth zones to be annual events, and have a relation with the surface sea temperature and reproduction. Ten age groups (2-11 years) were found, with age 7 as the most abundant, followed by age 6 and 8. The age structure of the striped marlin was very stable in the study period. A growth band is formed annually. The analysis of the size structure showed that most catch had 190 to 230 cm of lower jaw length. The von Bertalanffy growth equation for length was $L_t = 222.6 [1 - e^{-0.229(t - (-1.7))}]$. Growth rate is very high in the first year of life, reaching near 45% L_∞ .

"EDAD Y CRECIMIENTO DEL MARLIN RAYADO, *Tetrapturus audax*

(Philippi, 1887), EN CABO SAN, LUCAS, B.C.S., MÉXICO

1. INTRODUCCIÓN

El marlin rayado (*Tetrapturus audax*) se distribuye en las aguas templadas y tropicales de los océanos Pacífico e Índico, entre los 45° de latitud norte y los 35-40° de latitud sur (Nakamura, 1974). Esta especie es la más abundante en las capturas comerciales de picudos en el Océano Pacífico oriental, especialmente en las costas de México (Squire y Susuki, 1990). En Baja California Sur, la región más importante para la pesca deportiva del marlin rayado es la zona de Cabo San Lucas, la cual posee una considerable flota de pesca deportiva (Ponce et al. 1991).

En México los picudos son especies reservadas para la pesca deportiva. Esta actividad genera miles de empleos en la industria turística y un considerable ingreso de divisas al país. A pesar de la gran importancia que tiene esta actividad, los conocimientos que se tienen sobre la biología del marlin rayado son muy escasos, por lo que se desconocen las bases adecuadas para un buen manejo de la pesquería.

La determinación de la estructura por edades de una población y la tasa de crecimiento individual son componentes

importantes para el diseño de medidas de manejo de las pesquerías (Casselman, 1983), porque permite estimar las tasas de mortalidad y aplicar modelos de rendimiento (Berkeley y Houde, 1983).

Se ha demostrado que las espinas de las aletas son estructuras útiles para determinar la edad en peces (Beamish y McFarlane, 1987). En el caso de los picudos, donde no se dispone de escamas y los otolitos son muy pequeños, frágiles y su preparación costosa, el uso de las espinas facilita la determinación de la edad (Prince et al. 1991).

En este trabajo se aborda el tema de la determinación de edad y crecimiento del marlin rayado mediante el conteo de bandas de crecimiento en los cortes transversales de la cuarta espina de la aleta dorsal.

2. ANTECEDENTES

Las investigaciones sobre edad y crecimiento en peces de pico son escasas comparadas con las de otros teleósteos y los datos de validación son inexistentes (Prince et al. 1991). De Sylva (1957) determinó la edad del pez vela del Atlántico (*Istiophorus americanus*) por medio del análisis de frecuencia de tallas, y encontró 3 y 4 grupos modales cuyo seguimiento muestra que son organismos de rápido crecimiento y corta vida. Koto y Kodama (1962, en Radtke y Dean, 1981') aplicaron el mismo método para estimar la edad del pez vela del Pacífico (*Istiophorus*

platypterus) y también encontraron 3 grupos modales; concluyeron que la especie es de rápido crecimiento y de ciclo de vida corto. Sin embargo estos resultados pueden ser poco precisos por que en el análisis de frecuencias de tallas, los grupos modales se traslapan a medida que los ejemplares son más grandes, haciendo difícil la discriminación de modas y la determinación de la edad (Radtke, 1983).

Jolley (1974) usó cortes de la 4ª espina de la aleta dorsal para determinar la edad del pez vela del Atlántico (*Istiophorus platypterus*). Encontró hasta 7 grupos de edad y una relación lineal entre el diámetro de la espina y la longitud de los peces. Posteriormente determinó hasta 9 grupos de edad y la predominancia de individuos de 3 y 4 años de edad (Jolley 1977). También encontró que la periodicidad de formación de las bandas de crecimiento en la espina dorsal es anual, la banda opaca se forma durante primavera-verano y la banda hialina en invierno. Concluyó que son organismos de rápido crecimiento con un período de vida cercano a los diez años.

Radtke y Dean (1981) analizaron los otolitos para determinar la edad del pez vela del Atlántico. Encontraron organismos de hasta 7 años de edad, y una relación lineal entre el peso del pez y la edad, siendo sus resultados similares a los de Jolley (1977). Radtke (1983) utilizó técnicas de microscopía electrónica de barrido para revisar otolitos de diferentes especies de istiofóridos y no encontró una fuerte relación entre el

tamaño de los otolitos y la talla de los organismos, por lo que concluyó que no pueden ser utilizados para retrocálculo.

Hedgepeth y Jolley (1983) usaron la cuarta espina dorsal para determinar la edad y crecimiento del pez vela del Pacífico, y reportaron que en los cortes de espinas las bandas anuales de crecimiento se pueden presentar en forma doble y triple. Encontraron individuos de hasta 7 años de edad, predominando los de 3 y 4 años, y concluyen que es una especie que presenta un rápido crecimiento en el primer año de vida,

Berkeley y Houde (1983), utilizando cortes de la espina anal, estimaron la edad y crecimiento del pez espada (*Xiphias gladius*), registraron la presencia de 10 a 11 grupos de edad y determinaron una relación lineal entre el diámetro de la espina y la longitud mandibular. Además encontraron que la formación de las bandas de crecimiento es anual.

Radtke y Hurley (1983) utilizaron las características externas del otolito del pez espada, y estimaron una edad máxima de 14 años para los machos y de 32 años para las hembras de esta especie. Estos resultados difieren de los presentados por Wilson y Dean (1983), quienes estimaron una edad máxima de 9 años para machos y de 15 años para las hembras, predominando los organismos de 2 y 3 años.

En un estudio de marcado y recaptura realizado para el pez vela del Atlántico (Prince et al. 1986), se recuperó una hembra después de casi 11 años de haber sido marcada. La edad de este

organismo, basada en el análisis de los otolitos, se estimó entre 13 y 15 años; sin embargo, con el análisis de los cortes de la 1ª a la 6ª espinas dorsales se encontró una edad menor, que varió entre 2 y 8 años. La conclusión en este trabajo fue que las espinas dorsales no parecen ser una fuente segura para determinar edad en individuos mayores de 5 años, mientras que los otolitos **sagittae** proveen de estimaciones más exactas de la edad para los grupos más viejos.

Hill et al. (1989) realizaron un análisis comparativo entre el uso de otolitos **sagittae**, vértebras y espinas anales y dorsales para la determinación de la edad del marlin azul del Pacífico (*Makaira nigricans*) y encontraron entre 10 y 11 grupos anuales.

El uso de la microestructura de los otolitos para la determinación de la edad y el crecimiento en los peces es muy reciente, más aún en los peces de pico. Prince et al. (1991) realizaron este tipo de estudios para el marlin azul e indican que el análisis de la microestructura del otolito no es confiable en organismos mayores de 1.4 años, debido a que las bandas de crecimiento casi no se distinguen.

El único trabajo que existe sobre edad y crecimiento en los peces de pico en México, es sobre el pez vela del Pacífico en el cual se utilizó la cuarta espina dorsal, se encontró una relación lineal entre el diámetro de la espina y la longitud del pez,

reportándose peces de hasta 7 años, los más abundantes fueron los grupos de 3, 2 y 4 años, siendo organismos de rápido crecimiento (Alvarado-Castillo, 1993).

Squire y Susuki (1990) trabajaron con las tallas del marlin rayado capturado por la flota palangrera de Japón, y encontraron que existe una progresión modal de tallas que definen 6 áreas en el Océano Pacífico. En el área correspondiente al Pacífico Nororiental la talla de individuos varió entre 95 y 210 cm con una moda de 170 cm de longitud mandibular.

Eldridge y Wares (1974), realizaron estudios sobre la reproducción y los parásitos del marlin rayado y el pez vela trabajando con peces capturados en San Diego (California), Buena Vista (Baja California Sur) y Mazatlán (Sinaloa). Encontraron que el marlin rayado tiene su talla de primera madurez en la clase modal 155-165 cm de longitud postorbital, desova una vez al año lejos de las aguas mexicanas, teniendo su máximo reproductivo en junio y julio.

Ponce et al. (1991), realizaron un análisis de tallas y relación peso-longitud para el marlin rayado en Baja California Sur. Encontraron un intervalo de tallas de 107.5 a 222.5 cm de longitud postorbital (LPO), con una talla promedio de 177.07 cm LPO. El análisis de la relación peso-longitud parece indicar un crecimiento de tipo alométrico.

González-Armas (1993), encontró 14 larvas del marlin rayado, (3 en agosto, 6 en septiembre y 5 en noviembre) en el Pacífico

mexicano, alrededor de las Islas Revillagigedo.

Abitia et al. (1997), analizaron el contenido calórico y energético de las presas consumidas por el marlin rayado, y encontraron que es un organismo generalista con alta capacidad depredatoria que se alimenta principalmente de organismos epipelágicos que forman cardúmenes en la zona nerítica y oceánica.

En aguas mexicanas los estudios sobre el marlin rayado son muy escasos y no existe ninguno que trate sobre su edad y crecimiento. Sin embargo en algunas regiones del Océano Pacífico se han realizado investigaciones sobre la edad de esta especie. Ueyanagi y Wares (1974, en: Davie y Hall, 1990) utilizaron el análisis de frecuencias de tallas y encontraron 6 clases de edad. Skillman y Yong (1976, en: Davie y Hall 1990) también utilizaron el análisis de modas para el marlin rayado de Hawaii, y determinaron la presencia de 6 clases de tallas, que se interpretaron como 6 grupos de edad. Radtke (1983) examinó los otolitos de 80 ejemplares de marlin rayado de Hawaii con un peso entre 18 y 62 kg y encontró entre 3 y 6 anillos en el **rostrum**.

Davie y Hall (1990) realizaron un estudio para probar el uso de espinas anales y dorsales, así como de otolitos para obtener la estructura por edades del marlin rayado de la captura deportiva de Nueva Zelanda. Encontraron hasta 8 bandas de crecimiento en espinas, no existiendo evidencia estadística que mostrara diferencias entre las edades estimadas en otolitos y

espinas. Además, pudieron estimar el número de bandas absorbidas por la zona vascularizada.

Por otra parte, Yatomi (1990) realizó un estudio sobre problemas que se pueden presentar al utilizar las espinas dorsales del marlin rayado, y encontró que el incremento de la zona vascularizada obscurece el área de la espina que está asociada al crecimiento rápido de los organismos, produciendo un enmascaramiento de las primeras bandas. Esto trae como consecuencia la subestimación de la edad, aunque el diámetro de la espina refleje adecuadamente el crecimiento en longitud de los organismos.

3. JUSTIFICACIÓN

No obstante la gran importancia que tienen los peces de pico a nivel mundial, las investigaciones sobre edad y crecimiento son escasas. Para el marlin rayado en aguas mexicanas, no existe ningún estudio que trate estos temas.

La determinación de la edad y el crecimiento en los peces de pico es más difícil que la de otros peces, ya que son organismos altamente móviles, solitarios y con una distribución geográfica muy amplia, lo que dificulta la obtención de muestras e incrementa los costos de investigación.

En los peces de pico donde no se dispone de escamas y los otolitos son muy pequeños, frágiles y de preparación costosa (Prince *et al.* 1991), el uso de estructuras alternativas como las espinas de las aletas, ha demostrado ser útil para determinar la edad (Beamish y McFarlane, 1987).

El conocer la edad, el crecimiento individual y la estructura por edades de la captura deportiva del marlin rayado, permite contar con algunos elementos básicos necesarios para diseñar las estrategias de manejo de esta pesquería y que eventualmente ayude a considerar la posibilidad para el desarrollo de la pesca comercial de este recurso, que puede darse después de las 50 millas náuticas de acuerdo a la NOM-017-PESC-1994.

4. OBJETIVO

Determinar la edad y el crecimiento individual del marlin rayado (*Tetrapturus audax*, Philippi, 1887), en la zona de Cabo San Lucas, Baja California Sur.

Para alcanzar este objetivo se plantearon los siguientes objetivos específicos:

4.1 Establecer la relación peso-longitud de los ejemplares capturados por la flota deportiva de Cabo San Lucas

4.2 Determinar la estructura por tallas del marlin rayado capturado por la flota deportiva en Cabo San Lucas.

4.3 Conocer la relación longitud mandibular-radio total de la cuarta espina dorsal (LM-RT)

4.4 Determinar el número de marcas de crecimiento presentes en los cortes de la cuarta espina dorsal

4.5 Determinar la periodicidad de formación de las bandas de crecimiento opaco-hialinas en los cortes de la cuarta espina dorsal y su relación con la temperatura superficial del mar.

4.6 Estimar la tasa de crecimiento individual y calcular los parámetros del modelo de von Bertalanffy.

4.7 Determinar la estructura por edades del marlin rayado capturado por la flota deportiva en Cabo San Lucas.

5. METODOLOGÍA

5.1 MUESTREO

Los muestreos fueron realizados mensualmente por integrantes del proyecto "Estudios biológicos de dos especies de peces de pesca deportiva" del Departamento de Pesquerías y Biología Marina del CICIMAR. Desde abril de 1988 a diciembre de 1993 se obtuvieron los datos de peso, longitud y sexo del marlin rayado (*T. audax*) desembarcado por la flota deportiva en Cabo San Lucas, la cual tiene un radio de acción de 30 millas náuticas (Abitia et al. 1997) (figura 1). A partir de septiembre de 1988 a octubre de 1992, además de la información anterior, se colectó la cuarta espina de la aleta dorsal para la determinación de edad.

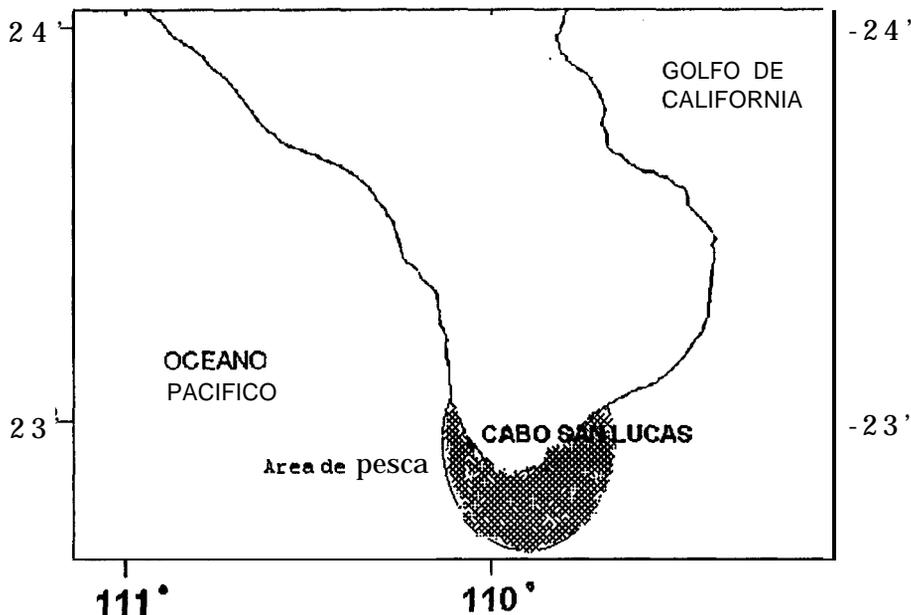


Figura 1. Área de operación de la flota deportiva de Cabo San Lucas B.C.S, México

A los organismos muestreados se les midió la longitud furcal (del extremo de la mandíbula superior a la furca), la longitud mandibular (del extremo de la mandíbula inferior a la furca) y la longitud postorbital (del límite posterior del ojo a la furca) (figura 2), para lo que se utilizó una cinta métrica flexible (± 1 cm). El peso total de los organismos se tomó con una báscula de resorte (± 0.1 kg). El sexo se determinó mediante el análisis visual de las gónadas. La cuarta espina dorsal se extrajo desde la base del cóndilo utilizando un cuchillo.

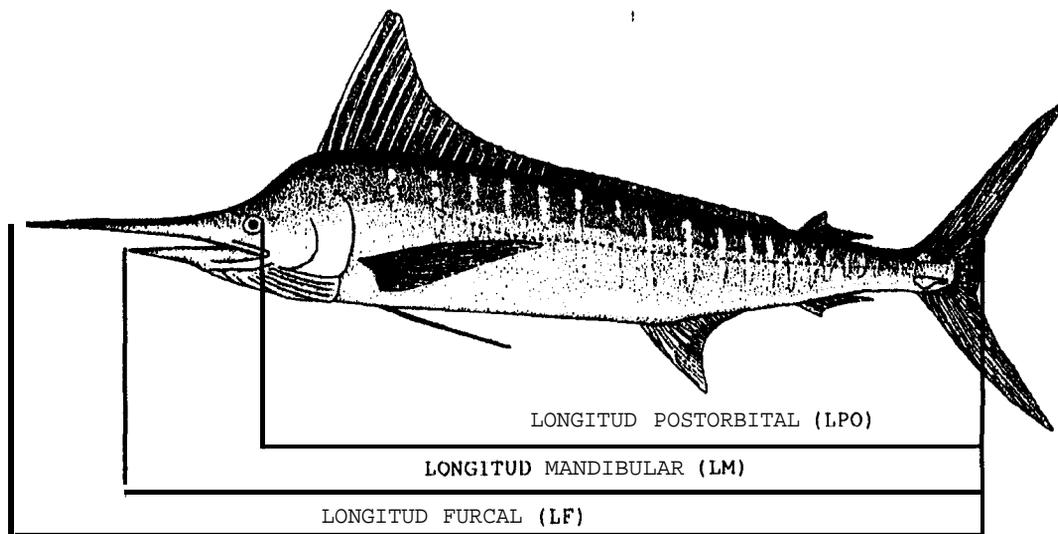


Figura 2. Medidas morfométricas del marlin rayado

En el laboratorio las espinas se limpiaron, eliminándoles la mayor cantidad de tejido residual posible y se les midió el ancho de la base del cóndilo con un vernier (± 0.1 mm). Esta medida se colocó sobre la longitud de la espina iniciando en la base del cóndilo. Los cortes se hicieron entre la cuarta parte y la mitad de esta medida (figura 3), ya que en esta porción es donde mejor

se aprecian las marcas de crecimiento (Prince et al. 1986; Alvarado-Castillo, 1993). Los cortes se realizaron de aproximadamente 0.5 mm de ancho, para lo cual se utilizó una cortadora de baja velocidad Isomet Buehler^R con una cuchilla circular de 10.16 cm de diámetro con filo de diamante. Los cortes se colocaron en alcohol isopropílico por un período de 15 días para eliminar la grasa (Prince et al. 1986) y se montaron en portaobjetos de vidrio de 75x25 mm cubriéndolo con resina sintética



Figura 3. Zona de corte de la cuarta espina dorsal del marlin rayado (A=base del cóndilo)

5.2 RELACIÓN PESO-LONGITUD MANDIBULAR

La relación peso-longitud mandibular del marlin rayado se realizó para sexos combinados (machos, hembras y organismos no sexados), machos y hembras, para lo cual se utilizó la ecuación:

$$Wt = a * LM^b$$

donde:

Wt= Peso total del organismo

LM= Longitud mandibular

a = factor de condición

b = pendiente de la curva o parámetro de alometría

En algunos organismos la mandíbula superior se presentó rota, por lo que la longitud furcal no se pudo medir y la longitud postorbital no siempre se tomó, por esta razón en este estudio se utilizó la longitud mandibular.

Para estimar los parámetros **a** y **b** de la ecuación se realizó una regresión lineal simple por mínimos cuadrados, para lo cual se transformaron los datos de peso y talla a logaritmos de base 10, quedando la ecuación linearizada:

$$\log Wt = \log a + b \log LM$$

La relación peso-longitud se puede ver afectada por la reproducción, ya que el desarrollo de la gónada, sobre todo en las hembras, hace a los peces mas pesados antes del desove, lo que influye en el valor de **b** (Pitcher y Hart, 1982 en: Ponce et al. 1991). Para saber si existen diferencias en la relación peso-longitud para machos y hembras, se realizó una prueba de **t** de Student para las pendientes (Zar, 1984). Las hipótesis a probar fueron H_0 : no existe diferencia entre las pendientes; contra la hipótesis alternativa H_a : las pendientes son distintas. Para probar la hipótesis nula se utilizó el siguiente estadístico:

$$t = \frac{b_1 - b_2}{s_{b_1 - b_2}} \quad s_{b_1 - b_2} = \sqrt{\frac{(S^2_{yx})_1}{(\sum x^2)_1} + \frac{(S^2_{yx})_2}{(\sum x^2)_2}}$$

donde:

b_1 y b_2 : Pendientes de las rectas

x_1 y x_2 : Valores de las tallas

$S_{b_1 - b_2}$: Error estándar de la diferencia entre los coeficientes

de la regresión
(S^2_{yx})_p: Cuadrado medio residual ajustado

En algunos casos se pueden tener regresiones con la misma pendiente pero con la ordenada al origen diferente, por lo que las regresiones no son iguales, para probar si las elevaciones son similares se utilizó una prueba de **t** con las hipótesis Ho: las elevaciones son iguales y Ha: las elevaciones son diferentes, utilizándose el estadístico:

$$t = \frac{(y_1 - y_2) - b_c(x_1 - x_2)}{\sqrt{(s^2_{yx})_c \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} + \frac{(x_1 - x_2)^2}{A_c} \right)}}$$

donde:

X_n y Y_n : medias de las variables

$b_c = B_c / A_c$

A_c : Suma de X al cuadrado de la regresión común

B_c : Suma de los productos cruzados de la regresión común

C_c : Suma de Y al cuadrado de la regresión común

(S^2_{yx})_c: Cuadrado medio ajustado de la regresión común = SS_c / DF_c

SS_c : Suma de cuadrados residual de la regresión común

DF_c : Grados de libertad residuales para la regresión común

La relación peso-longitud puede variar a lo largo del ciclo vital de los organismos, ya que se encuentran sometidos a diferentes condiciones ambientales. Esta relación se determinó para cada uno de los años de muestreo y se obtuvo una relación general para todos los años.

Para probar si la relación cambia con el tiempo se aplicó una prueba de F para pendientes y elevaciones. Las hipótesis probadas fueron H_0 : no existe diferencia entre las pendientes, contra la hipótesis alternativa H_a : Si existen diferencias entre las pendientes (Zar, 1984). Para esto se utilizó el siguiente estadístico:

$$F_p = \frac{(SS_c - SS_p) / k - 1}{SS_p / Df_p}$$

donde:

SSc: suma residual de cuadrados de la regresión común

ssp: suma residual de cuadrados ajustados

k: número de regresiones

Dfp: grados de libertad

Para saber si las elevaciones de las regresiones son iguales, se aplicó una prueba de F para elevaciones. Las hipótesis probadas fueron H_0 : las elevaciones son iguales, H_a : las elevaciones son diferentes, con el siguiente estadístico:

$$F_c = \frac{(SS - SS_c) / k - 1}{SS_c / Df_c}$$

donde:

SSt: suma residual de cuadrados total

SSc: suma residual de cuadrados de la regresión común

k: número de regresiones

DFc:grados de libertad.

5.3 ESTRUCTURA DE TALLAS

Para conocer la distribución de tallas de la captura deportiva del marlin rayado en Cabo San Lucas, se estimó la frecuencia de aparición de los individuos por intervalo de talla de 5 cm de longitud mandibular. Este análisis se hizo de manera mensual y anual para el período de abril de 1988 a diciembre de 1993.

5.4 RELACIÓN ENTRE LA LONGITUD MANDIBULAR DEL PEZ Y EL RADIO TOTAL DE LA ESPINA

Las mediciones del radio total (distancia del foco al borde de la espina) y radios parciales (distancia del foco a cada marca de crecimiento) de las espinas, se realizaron a través de un microscopio estereoscópico de baja resolución marca Olympus^R (7X) y una videocámara marca Cohu^R adaptada a uno de los oculares. Este sistema estaba conectado a una computadora con una tarjeta digitalizadora de imágenes marca JAVA^R (Jandel Video Analysis), lo que permitió desplegar las imágenes en un monitor de video blanco y negro (Panasonic^R) y realizar las mediciones (± 0.0001 mm). El programa JAVA permite realizar las mediciones sobre la imagen en el monitor.

En la figura 4 se observan las marcas de crecimiento y la manera en que se determinaron los radios totales y parciales de

la cuarta espina dorsal del marlin rayado.

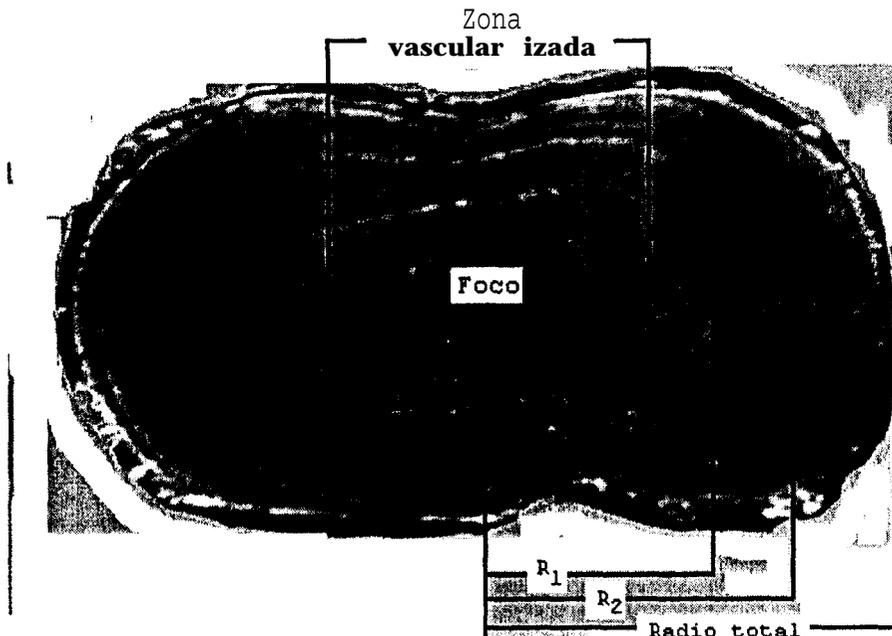


Figura 4. Marcas de crecimiento, radios parciales y totales de la cuarta espina dorsal del marlin rayado (R_1 =Radio a la marca 1; R_2 =Radio a la marca 2)

Para establecer la relación entre la longitud del pez y el radio total de la espina, se utilizó una regresión lineal del tipo:

$$LM = a + b * RT$$

donde:

LM = Longitud Mandibular

RT = Radio total de la espina

a = punto de intersección con el eje Y

b = pendiente de la recta

La regresión lineal se realizó para machos, hembras y sexos combinados con los datos agrupados y sin agrupar. El análisis con

los datos agrupados se realizó siguiendo la metodología descrita por Smale y Taylor (1987), la cual consiste en crear una tabla de frecuencia de tallas por intervalo de radio (0.3 mm), obteniendo la longitud promedio para cada intervalo de radio.

Para probar si existe diferencia en la relación LM-RT con datos agrupados y sin agrupar se utilizó una prueba de **t** para las pendientes y elevaciones (Zar, 1984). En el caso de las pendientes, las hipótesis a probar fueron H_0 : Las pendientes son iguales y H_a : Las pendientes son diferentes, y para las elevaciones H_0 : Las elevaciones son iguales y H_a : Las elevaciones son diferentes (Zar, 1984). La formulación es la misma que se utilizó en la relación peso-longitud.

Para saber si existen diferencias en la relación longitud mandibular-radio total de la espina entre machos y hembras, se realizó una prueba de **t** para las pendientes y las elevaciones, descritas en el capítulo anterior.

5.5 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE BANDAS DE CRECIMIENTO

La determinación del número de bandas de crecimiento presentes en los cortes de las espinas del marlin rayado, se realizó mediante el sistema de digitalización ya descrito.

Los individuos se clasificaron en grupos de edad de acuerdo al número de marcas de crecimiento presentes en las espinas. Cada marca de crecimiento se consideró como el conjunto de una banda

opaca y una hialina.

Para que una banda se considerara como tal, debía de estar lo suficientemente clara para poder llevar a cabo las mediciones. Por otro lado, las bandas dobles o triples que se observaron en los cortes se consideraron como una sola marca de crecimiento (Hedgepeth y Jolley, 1983).

5.6 RETROCÁLCULO DE LONGITUDES

Utilizando el valor del intercepto de la relación longitud mandibular-radio total de la espina y los radios parciales (R_i) se obtuvieron las longitudes a edades pretéritas, mediante la ecuación de Fraser-Lee (Ehrhardt, 1981; Weisberg y Frie, 1987).

$$L_i = a + (LM - a) * R_i / RT$$

donde:

L_i = Longitud del pez a la edad i

LM = Longitud mandibular

a = Intercepto de la relación $LM-RT$

R_i = Distancia del foco de la espina a la marca i

RT = Radio total de la espina

Las longitudes promedio para cada grupo de edad se estimaron a partir de las tallas retrocalculadas. Con ellas se realizó el análisis del crecimiento.

5.7 PERIODICIDAD DE LA-FORMACIÓN DE MARCAS

La periodicidad de formación de las marcas de crecimiento en los cortes de las espinas se determinó analizando el porcentaje de aparición mensual de espinas con el borde opaco (Fitch, 1953). Debido a que en algunos meses no se tuvieron muestras de espinas, la información se agrupó mensualmente para conformar un año tipo. El porcentaje de bordes opacos se obtuvo al dividir el número de espinas con este tipo de borde entre el número total de espinas para cada mes del año tipo.

El porcentaje de espinas con el borde opaco para el año tipo se relacionó con la temperatura superficial promedio del mar para la zona de estudio (Alvarado-Castillo, 1993). Los datos de temperatura se obtuvieron de los reportes mensuales de la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT) (Miller, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992) y se obtuvo un promedio mensual.

5.8 CRECIMIENTO INDIVIDUAL

Para determinar el crecimiento individual del marlin rayado, se empleó el modelo de Von Bertalanffy, el cual se ajusta a un amplio intervalo de patrones de crecimiento y es muy utilizado por otros autores, lo que facilita la comparación de resultados (Ehrhardt, 1981). Este análisis se realizó utilizando las tallas retrocalculadas y observadas para cada grupo de edad. La formulación del modelo es la siguiente:

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

donde:

L_t = Longitud a la edad t

L_∞ = Longitud asintótica

k = Parámetro de curvatura

t_0 = Edad hipotética cuando la longitud es igual a cero

t = Edad

Los parámetros del modelo (L_{∞} , k y t_0) se obtuvieron por medio de los métodos de López-Veiga, Ford-Walford y Beverton-Holt. Además se utilizó la rutina Analysis of Length-at-age Data (crecimiento no estacional) del programa para ordenador FISAT.

La formulación necesaria para llevar a cabo la obtención de los parámetros del modelo de crecimiento de von Bertalanffy por el método de López-Veiga es la siguiente:

$$L_\infty = \frac{L_{t_1}^2 - (L_0 L_{t_2})}{2L_{t_1} - L_{t_2} - L_0} \quad k = \frac{\ln\left(\frac{L_\infty - L_0}{L_\infty - L_{t_1}}\right)}{t_1} \quad t_0 = \frac{\ln\left(\frac{L_\infty - L_0}{L_\infty}\right)}{k}$$

donde:

L_0 : longitud de la larva al momento de la eclosión

L_{t_1} : longitud promedio del grupo de edad t_1

L_{t_2} : longitud promedio del grupo de edad t_2

t_1 : intervalo de tiempo desde el nacimiento hasta L_{t_1}

Para hacer los cálculos por el método de López-Veiga se tomó como L_{t_1} la longitud promedio del grupo de edad 5 (individuos

completamente reclutados a la pesquería) y como L_{t_2} la del grupo 10. En este método se requiere contar con la longitud de las larvas al momento de la eclosión, y como este valor no estuvo disponible, se utilizó la menor talla de las larvas reportada en la literatura que es de 15 mm LT (González-Armas, 1993).

Otro método utilizado para la estimación de los parámetros de la ecuación de Bertalanffy fue el de Ford-Walford combinado con el de Beverton-Holt (Ehrhardt, 1981).

La formulación para estimar L_{∞} por el método de Ford-Walford es la siguiente:

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

la cual es una ecuación lineal con intercepto:

$$A = L_{\infty} (1 - e^{-k}) \quad \text{y pendiente} \quad B = e^{-k}$$

de donde: $L_{\infty} = A / (1 - B)$

Con el estimado de L_{∞} se aplicó el método de Beverton-Holt para estimar los valores de t_0 y k , utilizando la siguiente fórmula:

$$\ln(1 - L_t / L_{\infty}) = k t_0 - k t$$

la cual también es una ecuación lineal con intercepto:

$$A = k t_0 \quad \text{y pendiente} \quad B = -k$$

De donde: $k = -B$ y $t_0 = A / B$

Para estimar los valores de la ecuación de von Bertalanffy mediante el programa FISAT, se utilizó la rutina de Análisis de

Datos de Edad-Longitud, la cual usa el algoritmo de Marquardt para una búsqueda directa de la combinación óptima de los parámetros.

Para comparar las estimaciones de los parámetros de crecimiento L_{∞} y k obtenidas por los diferentes métodos, se aplicó la prueba χ^2 de Fisher (Sparre y Venema, 1995), cuya fórmula es:

$$\chi^2 = \text{Log } k + 2(\log L_{\infty})$$

5.9 ESTRUCTURA DE EDADES

Para conocer la estructura por edades de la captura deportiva del marlin rayado en Cabo San Lucas, se estimó la frecuencia de aparición de los grupos de edad. Este análisis se hizo de manera mensual y anual para el período de septiembre de 1988 a octubre de 1992.

6. RESULTADOS

6.1 MUESTREO

Durante el período de abril de,1988 a diciembre de 1993 **se** midieron y pesaron 1030 ejemplares de marlin rayado (tabla 1). La recolección de espinas se llevó al cabo entre septiembre de 1988 y octubre de 1992. El número de espinas obtenidas por mes, año y sexo se presenta en la tabla 2.

Tabla 1. Número de organismos muestreados por mes y año

Año	M E S E S												total
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1988	0	0	0	6	38	40	20	8	11	25	51	18	217
1989	17	38	25	41	28	26	7	2	0	0	9	30	223
1990	35	18	17	0	28	72	11	21	2	2	37	0	243
1991	7	24	0	23	0	42	5	2	0	1	0	0	104
1992	0	0	14	10	5	12	5	1	2	3	11	10	73
1993	10	27	14	27	11	18	19	10	9	8	3	14	170
Total	69	107	70	107	110	210	67	44	24	39	111	72	1030

Tabla 2. Número de espinas recolectadas por sexo, mes y año en Cabo San Lucas, B.C.S.

	N/S	Machos	hembras	total
SEP-88	1	0	0	1
OCT-88	0	5	4	9
ABR-89	4	14	20	38
MAY-89	7	12	6	25
JUN-89	3	9	4	16
JUL-89	1	2	4	7
DIC-89	6	9	15	30
ENE-90	2	13	9	24
FEB-90	0	4	2	6
MAR-90	2	4	7	13
MAY-90	3	6	15	24
JUN-90	30	16	22	68
JUL-90	8	2	0	10
AGO-90	9	2	4	15
SEP-90	1	0	0	1
OCT-90	1	0	0	1
NOV-90	2	14	7	23
ENE-91	1	3	2	6
FEB-91	2	9	5	16
ABR-91	0	10	11	21
JUN-91	3	21	5	29
JUL-91	0	1	2	3
JUN-92	0	6	3	9
JUL-92	0	0	1	1
AGO-92	0	0	1	1
OCT-92	2	1	1	4
total	88	163	150	401

N/S:No sexados

6.2 RELACIÓN PESO-LONGITUD MANDIBULAR

Durante el período de muestreo comprendido entre abril de 1988 y diciembre de 1993 el peso del marlin rayado capturado en Cabo San Lucas B. C. S. fue de 30 a 100 kilogramos con su moda en los 60 kg., tanto para sexos combinados, machos y hembras (fig. 5).

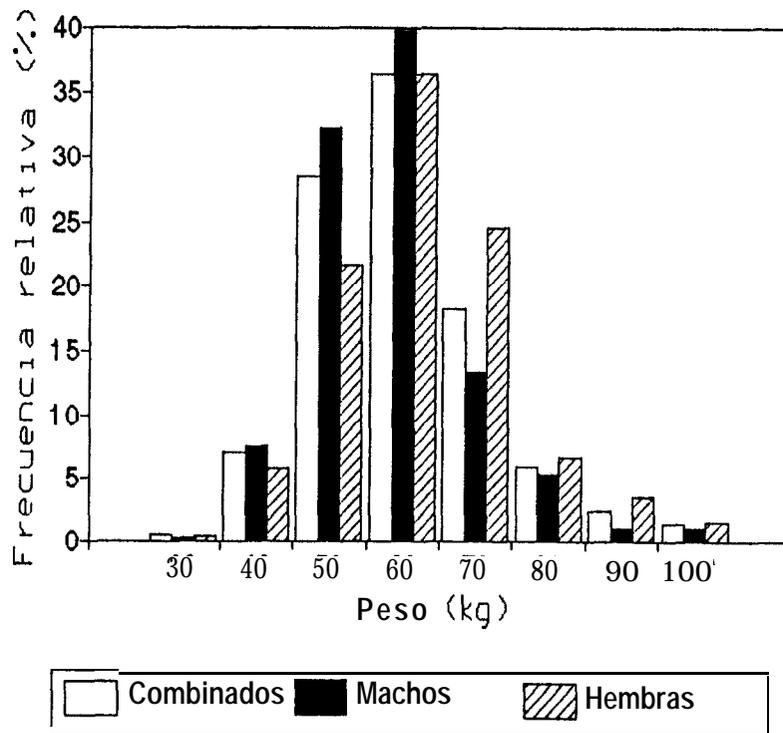


Figura 5. Distribución de peso del marlin rayado para sexos combinados, machos y hembras

En la tabla 3 se muestra un resumen de las relaciones peso-longitud encontradas para sexos combinados, machos y hembras. En los tres casos la relación fue significativa, ya que se rechazó la hipótesis $b=0$ ($p=0.05$) (Apéndice 1).

Tabla 3. Relación peso-longitud mandibular encontrada para machos, hembras y sexos combinados del marlin rayado

		Valor	E.S.	n	R ²	t	t.c.
Combinados	a	0.00021	0.18	1030	0.46	-20.7	1.64
	b	2.34	0.07			30.0	
Machos	a	0.00006	0.28	431	0.54	-13.5	1.64
	b	2.54	0.12			19.7	
Hembras	a	0.00009	0.27	406	0.55	-12.6	1.64
	b	2.48	0.11			19.1	

a=intercepto

b=pendiente

n=número de observaciones

R²=coeficiente de determinación

E.S.=error estándar

t=valor de t

t.c.=t crítica

Las relaciones peso-longitud encontradas para machos, hembras y sexos combinados no mostraron evidencias estadísticas de que existan diferencias entre ellas de acuerdo a la prueba t para pendientes y elevaciones (Apéndice II), lo cual es evidente en la figura 6.

Los resultados encontrados para la relación Wt-LM por años para el marlin rayado se muestran en la tabla 4. Al probar si existen diferencias entre los años se encontró que el valor de F de la prueba para la pendiente de la regresión, fue menor que la F crítica, por lo que no se rechazó la hipótesis nula de igualdad de pendientes. En el caso de las elevaciones ocurrió lo mismo, el valor de la F de prueba fue menor que el de la F crítica, por lo que no se rechazó la hipótesis nula (Apéndice IV).

Tabla 4. Relación Peso-Longitud mandibular del marlin rayado para cada año de estudio

		valor	E.S	n	R ²	T	t.c.
1988	a	0.0004	0.44	211'	0.38	-7.4	
	b	2.20	0.19			11.3	1.65
1989	a	0.0009	0.31	222	0.60	-12.6	
	b	2.50	0.13			18.2	1.65
1990	a	0.00004	0.29	250	0.64	-14.8	
	b	2.64	0.12			20.7	1.65
1991	a	0.00003	0.53	106	0.58	-8.5	
	b	2.74	0.23			11.8	1.65
1992	a	0.0006	0.72	71	0.40	-4.4	
	b	2.12	0.31			6.7	1.65
1993	a	0.00002	0.53	170	0.47	-8.9	
	b	2.79	0.22			12.1	1.65

a-intercepto

E.S.=error estándar

b=pendiente

t-valor de t

n=número de observaciones

t.c.=t crítica

R²=coeficiente de determinación

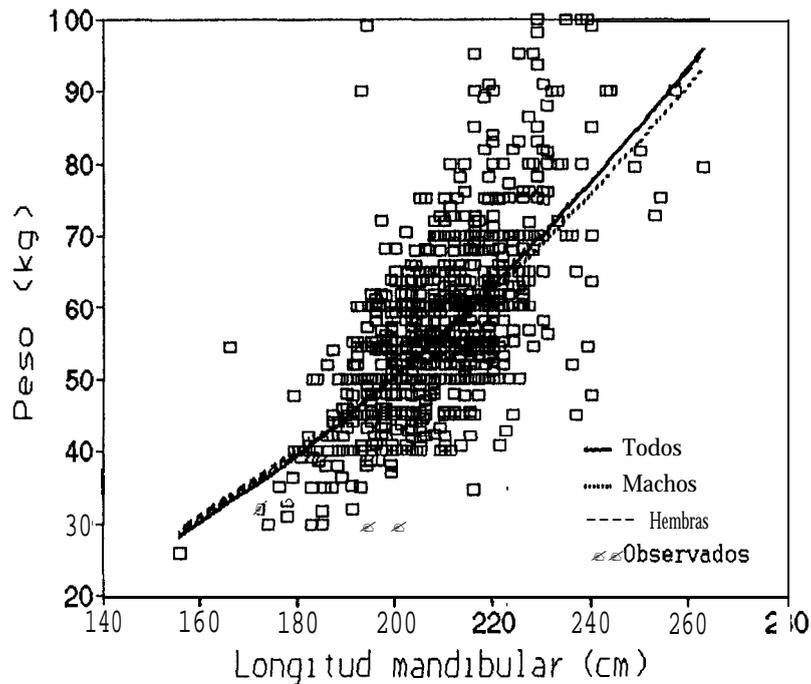


Figura 6. Relación peso-longitud mandibular para machos, hembras y sexos combinados, del marlin rayado desembarcado por la flota deportiva en Cabo San Lucas.

Con esto se observó que la relación peso-longitud mandibular del marlin rayado no cambia con el tiempo. En la figura 6 se puede ver que las relaciones peso-longitud mandibular encontradas para los 6 años de estudio son muy similares entre sí.

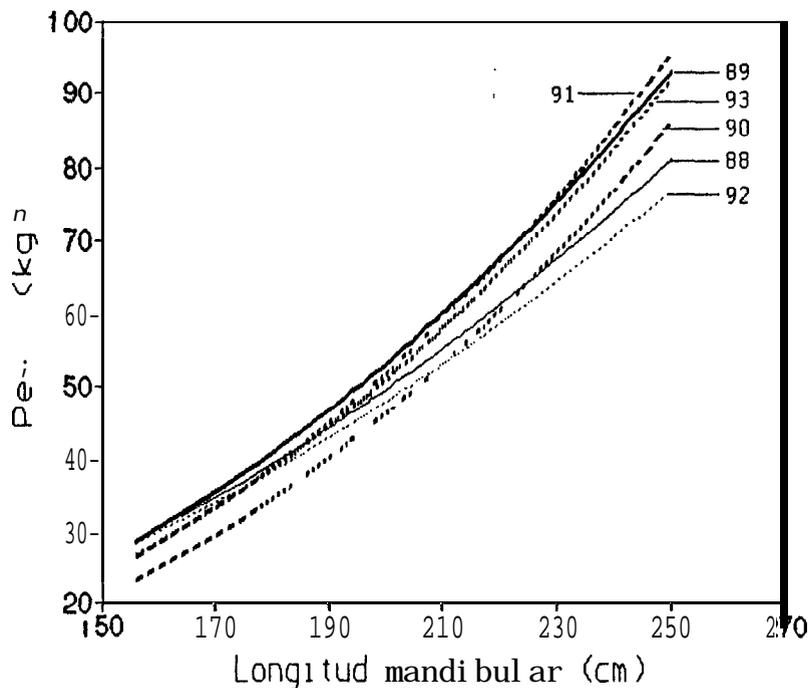


Figura 7. Relación peso-longitud mandibular para sexos combinados por año de estudio

Como no se encontraron diferencias en la relación Wt-LM por años, se estableció una regresión general para todos los años y como el sexo no está afectando la relación Wt-LM, se tomó la ecuación para sexos combinados como la que describe esta relación, quedando como sigue:

$$WT = 0.00021 * LM^{(2.34)}$$

La prueba de t no mostró evidencia estadística que permita suponer que los organismos presentan un crecimiento de tipo isométrico, ya que se rechazó la hipótesis nula $b=3$ (Apéndice V), tanto para machos como hembras y sexos combinados, por lo que se asume que el crecimiento es de tipo alométrico.

6.3 ESTRUCTURA DE TALLAS

Durante el periodo de abril de 1988 a diciembre de 1993, los ejemplares de marlin rayado muestreados de la captura deportiva en Cabo San Lucas, presentaron tallas entre 160 y 280 cm de LM. Casi el 90% de los organismos estuvieron en el intervalo de talla de 190 cm a 230 cm de LM (fig. 8).

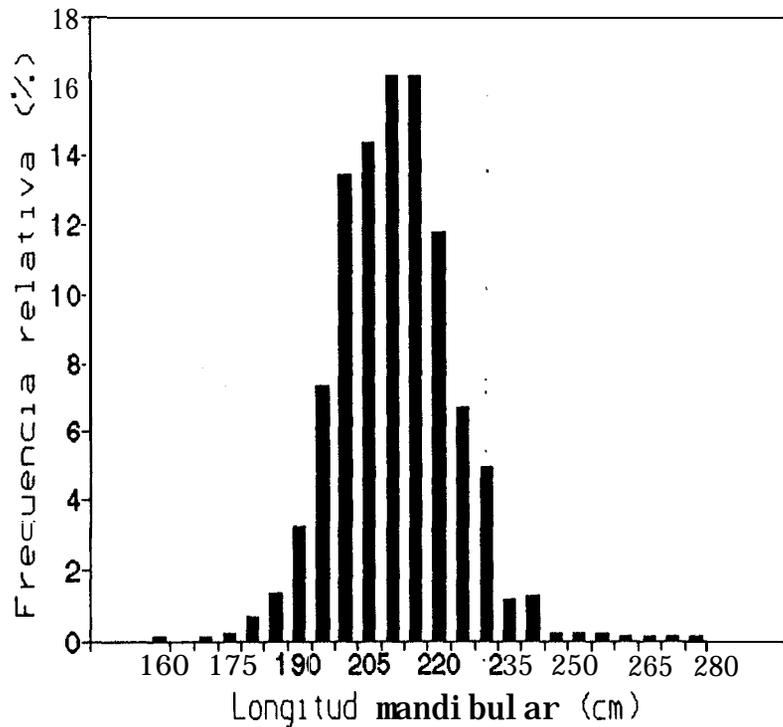


Figura 8. Estructura de tallas del marlin rayado de Cabo San Lucas, B.C.S.

En la distribución anual de tallas la moda se encontró entre 210 y 215 cm LM, excepto en 1988 cuando fue de 205 cm LM. Los organismos mayores de 240 cm LM fueron muy escasos y sólo se observaron en 1988, 1990 y 1993 (fig. 9).

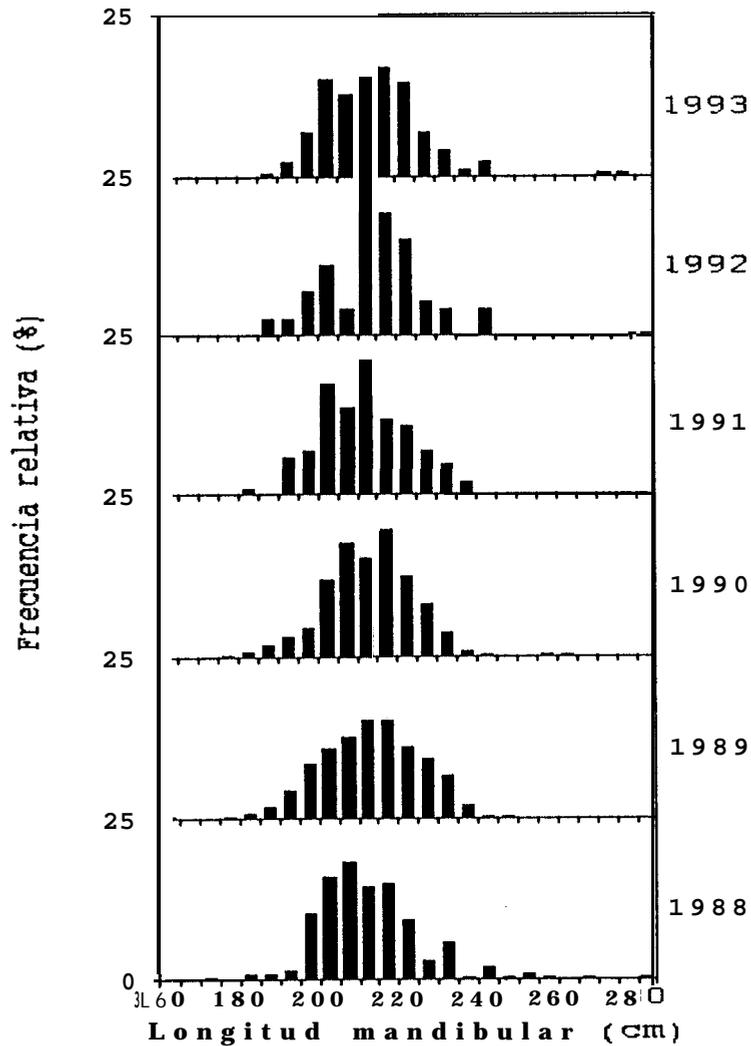


Figura 9. Estructura anual de tallas del marlin rayado

En la distribución mensual de tallas se observa que los individuos pequeños (menores a 190 cm LM) se pescaron en los meses de junio y julio de todos los años, excepto en 1990 cuando se obtuvieron entre mayo y septiembre. Los ejemplares grandes (mayores a 240 cm LM) no mostraron ninguna periodicidad (fig. 10).

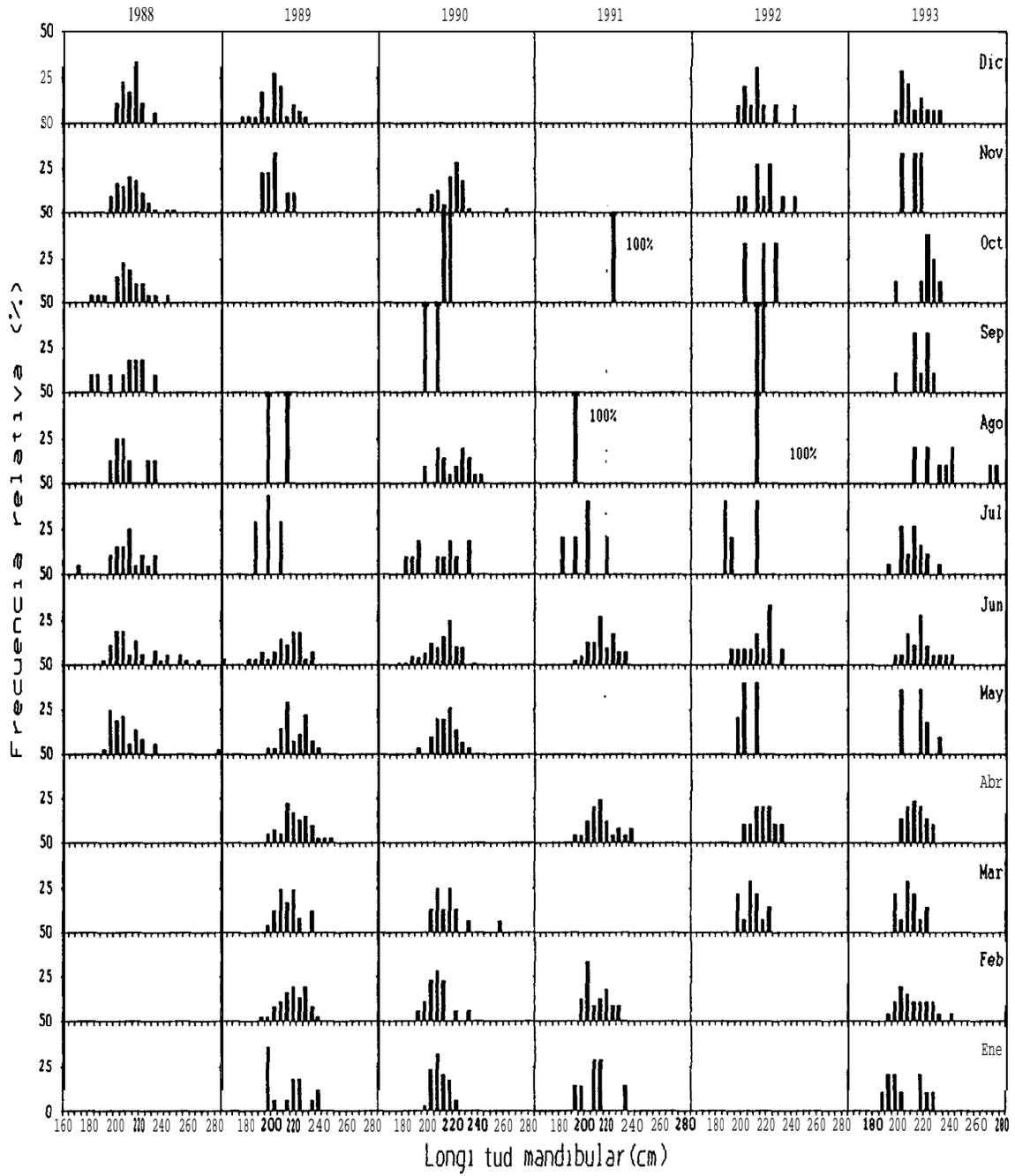


Figura 10. Estructura mensual de tallas del marlin rayado

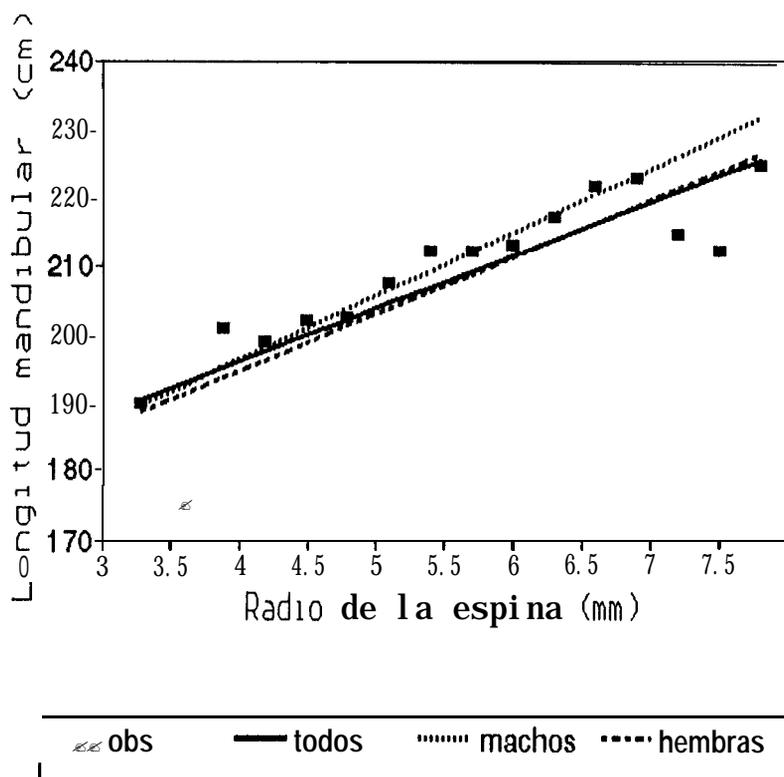


Figura 11. Relación longitud mandibular-radio total de la espina para sexos combinados (todos), machos y hembras

Al aplicar la prueba *t* para pendientes y elevaciones no se encontraron diferencias significativas para rechazar la hipótesis nula de igualdad de las rectas entre machos y hembras (Apéndice VII); es decir, que la relación entre el crecimiento del pez y la espina no se encuentra influenciada por el sexo, por lo que se tomó como la ecuación que describe la relación longitud mandibular-radio total de la espina del marlin rayado desembarcado por la flota deportiva en Cabo San Lucas, B.C.S. la encontrada para los sexos combinados, que es la siguiente:

$$LM=164.28+ (7.90 RT)$$

Como no se encontraron diferencias en las relaciones peso-longitud mandibular y longitud mandibular-radio total de la espina por sexos, el resto de los análisis se realizaron para todos los datos en conjunto, sin considerar al sexo de los organismos.

6.5 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE BANDAS DE CRECIMIENTO

Como los muestreos se hicieron de los peces desembarcados por la flota de pesca deportiva, en ocasiones no fue posible recolectar la cuarta espina dorsal obteniéndose sólo 401 espinas.

Durante la observación de los cortes de las espinas se encontraron hasta 10 bandas de crecimiento, correspondientes a los grupos de edad del 2 al 11, estando ausentes los grupos 0 y 1. El grupo 7 fue el más abundante en las muestras de la pesca deportiva, seguido por el 6 y el 8. El porcentaje de espinas ilegibles fue muy bajo (menos del 5%). La frecuencia de aparición de cada grupo de edad para el período de septiembre de 1988 a octubre de 1992, se presenta en la tabla 6 y la figura 12.

Tabla 6. Número de marcas de crecimiento encontradas en los cortes de la cuarta espina dorsal del marlin rayado.

Marcas	Frecuencia
2	1
3	5
4	23
5	37
6	80
7	114
8	67
9	40
10	15
11	5
Espinas legibles	387
Espinas ilegibles	14
Total de espinas	401

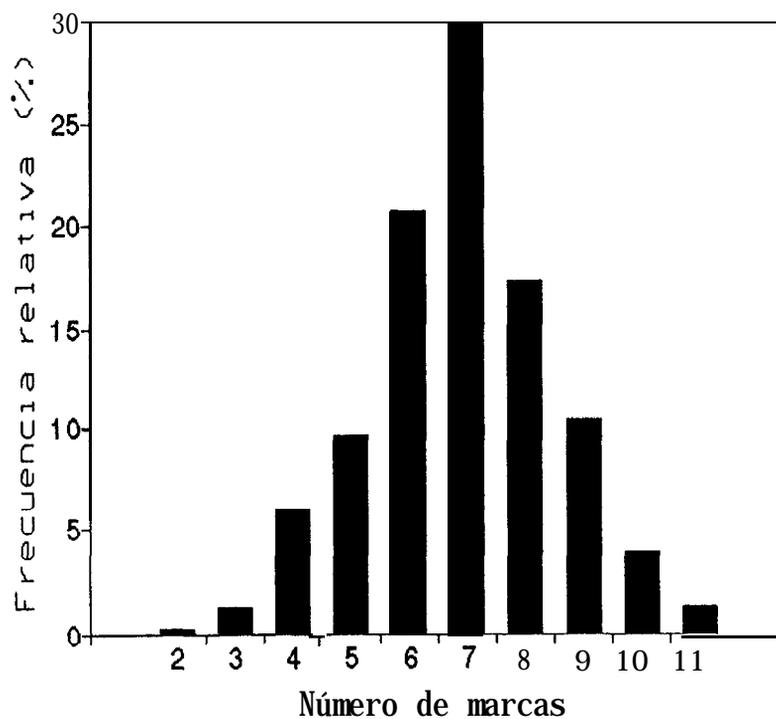


Figura 12. Número de marcas de crecimiento observadas en los cortes de la cuarta espina dorsal del marlin rayado.

6.6 RETROCÁLCULO DE LONGITUDES

De la regresión lineal LM-RT se tomó el valor del intercepto **a** para utilizarlo en la ecuación de Fraser-Lee para el retrocálculo de longitudes, la cual fue:

$$L_i = 164.28 + (LM - 164.28) R_i / RT$$

Tabla 7. Tallas observadas y retrocalculadas del marlin rayado desembarcado por la flota deportiva en Cabo San Lucas, B.C.S.

EDAD	LM Retro- calculada	LM promedio observada
0		
1	103	
2	128	175
3	147	205
4	163	198
5	175	207
6	185	211
7	192	212
8	199	211
9	204	211
10	207	215
11	211	215

Las tallas promedio observadas y retrocalculadas para cada grupo de edad, con base en las lecturas de las marcas de

crecimiento en las espinas del marlin rayado, se muestran en la tabla 7. Como se puede ver las tallas retrocalculadas están subestimadas con respecto de las observadas, siendo más notoria esta diferencia, en los primeros 8 grupos de edad, pues a partir del grupo 9 tienden a ser similares (figura 14).

6.7 PERIODICIDAD DE LA FORMACIÓN DE LAS MARCAS

Al analizar el porcentaje de aparición mensual del borde opaco, se observó que existe un incremento en la frecuencia de aparición en los meses de primavera, alcanzando su máximo en el verano, con un descenso en los meses de otoño e invierno (fig. 13).

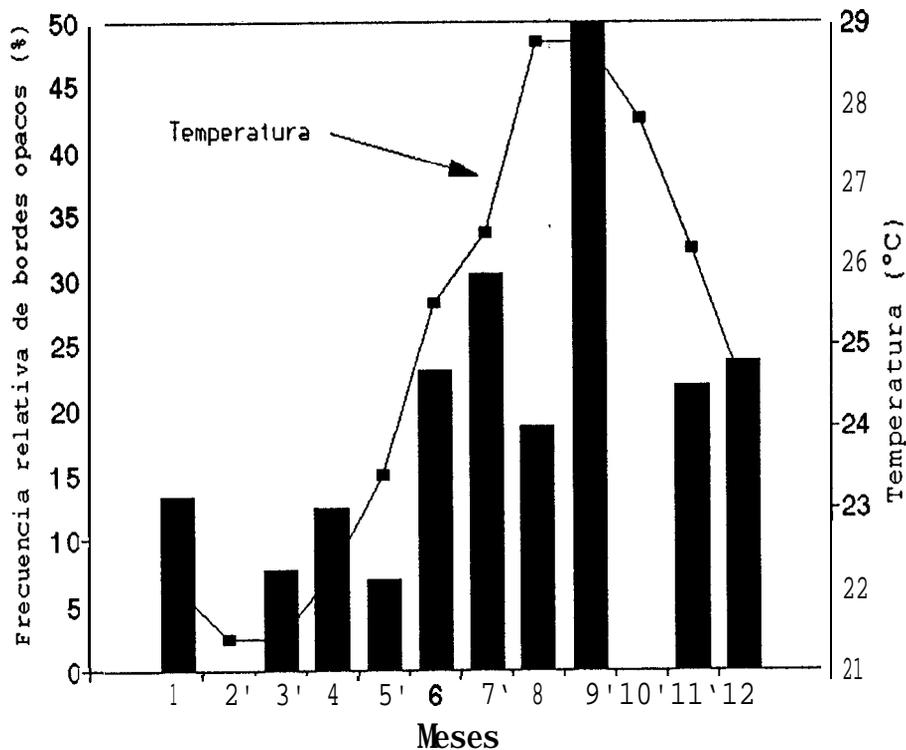


Figura 13. Relación entre la frecuencia de aparición de bordes opacos y la temperatura superficial del mar.

Al relacionar la temperatura mensual promedio con el porcentaje mensual de espinas con borde opaco, se observó que en el verano, cuando la temperatura fue más alta, se presentó el máximo de aparición de bordes opacos,. mientras que en el invierno cuando se registró la más baja temperatura también ocurrió un mínimo de espinas con el borde opaco (fig. 13).

Estos resultados nos sugieren : la posibilidad de que la depositación de las marcas de crecimiento, en las espinas del marlin rayado para la zona de Cabo San Lucas, se realice anualmente.

6.8 CRECIMIENTO INDIVIDUAL

Las tallas promedio observadas y retrocalculadas por grupo de edad del marlin rayado en Cabo San Lucas, durante septiembre de 1988 a octubre de 1992, se presentan en la figura 14.

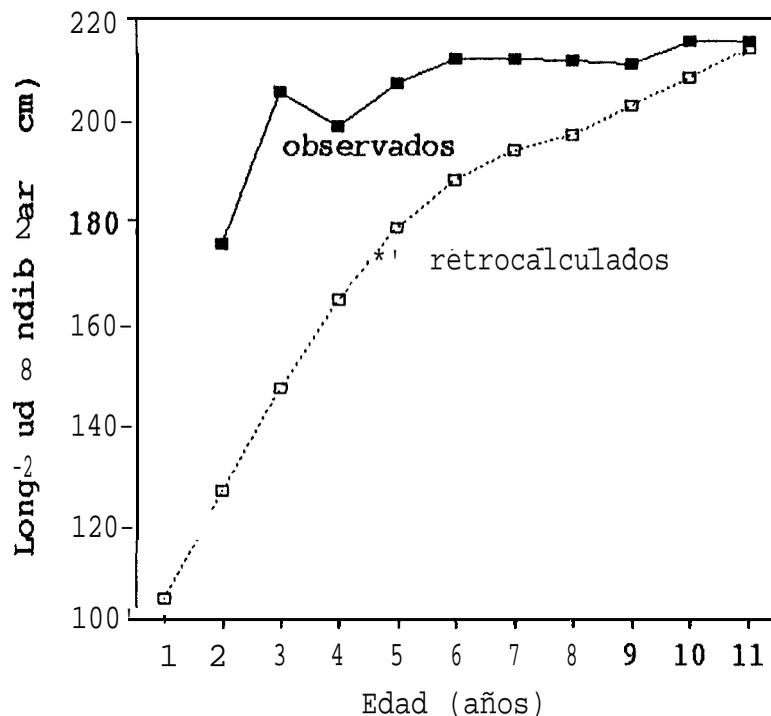


Figura 14. Tallas observadas y retrocalculadas del marlin rayado

Las tallas retrocalculadas, *con su variancia*, valores máximos y mínimos se presentan en la figura 15. Los primeros grupos de edad presentan un amplio intervalo de tallas, el cual disminuye en los grupos de mayor edad.

Se puede observar que el marlin rayado presenta un crecimiento acelerado, ya que a los dos años ha alcanzado cerca de 120 centímetros LM (fíg. 15).

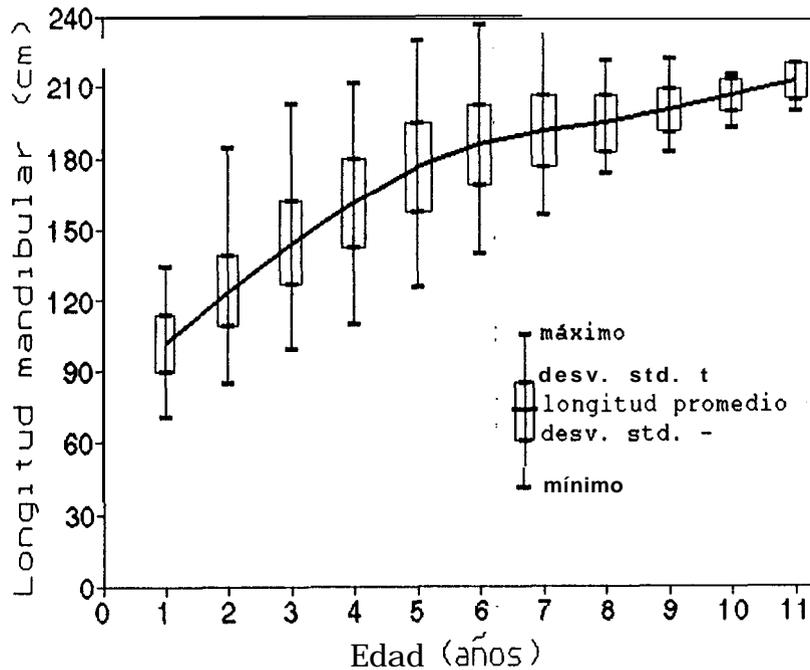


Figura 15. Talla retrocalculada promedio, valores máximos y mínimos y desviación estándar del marlin rayado.

Los resultados en la estimación de los parámetros del modelo de *von Bertalanffy*, por los diferentes métodos de ajuste usando las longitudes retrocalculadas, se muestran en la tabla 8. Los valores de L_{∞} y k obtenidos con el programa FISAT y los métodos de Ford-Walford y Beverton-Holt, presentan valores muy similares entre sí, a diferencia de los estimados por el método de López-Veiga. Del mismo modo los valores de t_0 son semejantes, excepto el del método de López-Veiga, que es mayor al de los otros métodos.

Tabla 8. Valores de los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy mediante los diferentes métodos de ajuste Ford-Walford:(F-W), López-Veiga:(L-V), Beverton-Holt:(B-H), FISAT y fi prima ($0'$)

	MÉTODOS DE AJUSTE			
	F-W	L-V	B-H	FISAT
L_{∞}	228.2	213.77	228.2	222.6
T_0	-1.88	- 0.0009	-2.11	-1.72
K	0.21	0.714	0.204	0.229
$0'$	3.36	4.36	3.33	3.41
R^2	0.995	0.83	0.995	0.996
E. std	2.28	14.04	2.35	2.03

E. std: error estándar

En la figura 16 se presentan las tallas promedio retrocalculadas por grupo de edad y los ajustes al modelo de von Bertalanffy por los diferentes métodos. Se puede ver que el modelo obtenido por medio del método de López Veiga es muy diferente a los demás y no se ajusta a las tallas retrocalculadas.

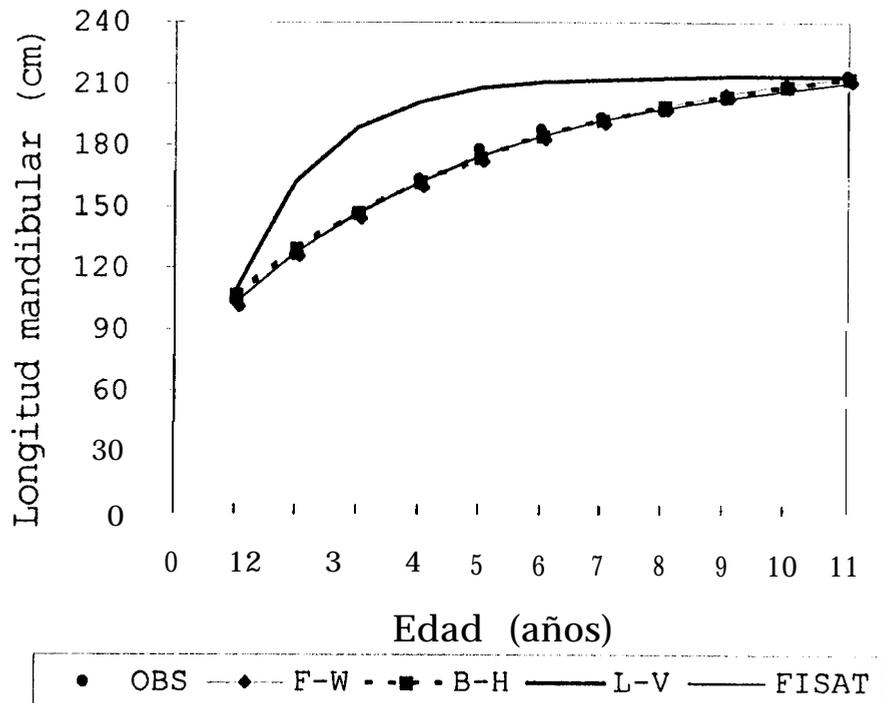


Figura 16. Modelo de crecimiento de von Bertalanffy para el marlin rayado (OBS:datos observados; F-W:Ford-Walford; B-H:Beverton-Holt, L-V:López-Veiga)

De acuerdo con los valores estimados con el programa FISAT, el crecimiento en talla para el marlin rayado, *Tetrapturus audax* desembarcado por la flota deportiva en Cabo San Lucas, descrito por el modelo de von Bertalanffy es el siguiente:

$$L_t = 222.6 [1 - e^{-0.229(t - (-1.7))}]$$

La tasa de crecimiento anual del marlin rayado obtenida a través del modelo de von Bertalanffy se muestra en la tabla 9. El mayor incremento en talla se da en el primer año de vida

alcanzando los 103 cm de LM (fig. 16).

Tabla 9. Tasa de crecimiento del marlin rayado capturado por la flota deportiva de Cabo San Lucas, B.C.S.

Edad (años)	Talla (cm)	Tasa (cm/año)
1	103	103
2	128	19.4
3	147	15.4
4	163	12.3
5	175	9.8
6	185	7.8
7	192	6.2
8	199	4.9
9	204	3.9
10	207	3.1
11	211	

6.9 ESTRUCTURA POR EDADES

Durante el período de estudio se encontraron individuos del grupo de edad 2 al grupo 11, siendo el grupo 7 el más abundante, representando casi el 29.5% de las muestras analizadas. Los grupos 6 y 8 siguen en orden de importancia, con el 21% y el 17% respectivamente. Los grupos 2 y 3 fueron sumamente escasos representando menos del 1.6% (fig. 12).

En 1988 solo se encontraron organismos de los grupos de edad 4, 5 y 8. Para 1989 se tuvieron casi todos los grupos representados, estando ausentes solo los grupos 2 y 10. En 1990 todos los grupos de edad estuvieron presentes. En 1991 se registraron los grupos de edad del 4 al 11, mientras que en 1992 se encontraron individuos de los grupos 4 al 10 (fig. 17).

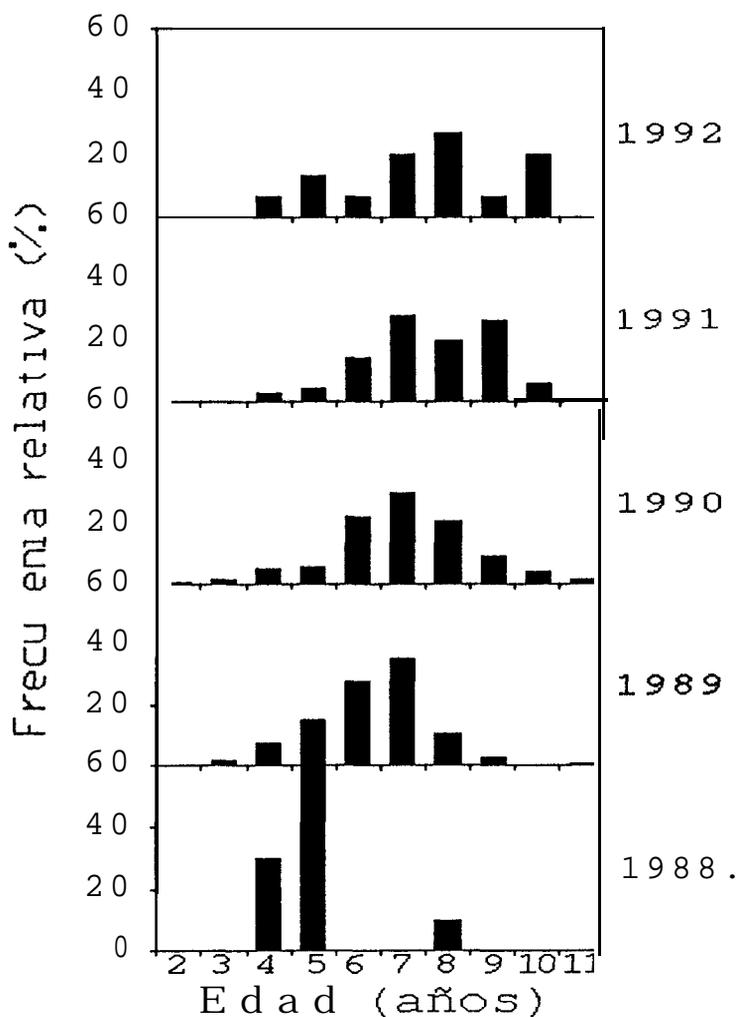


Figura 17. Estructura anual de edades del marlin rayado

La estructura mensual de edades mostró que solo durante los

meses de abril a octubre fue posible observar organismos con 4 o menos marcas. Los organismos con 10 o mas marcas fueron escasos durante el período de estudio (fig. 18). El año de 1990 fue el que tuvo la mejor representatividad mensual de la estructura de edades, seguido por 1989 y 1991, mientras que en 1992 y 1988 el número de muestras fue muy escaso.

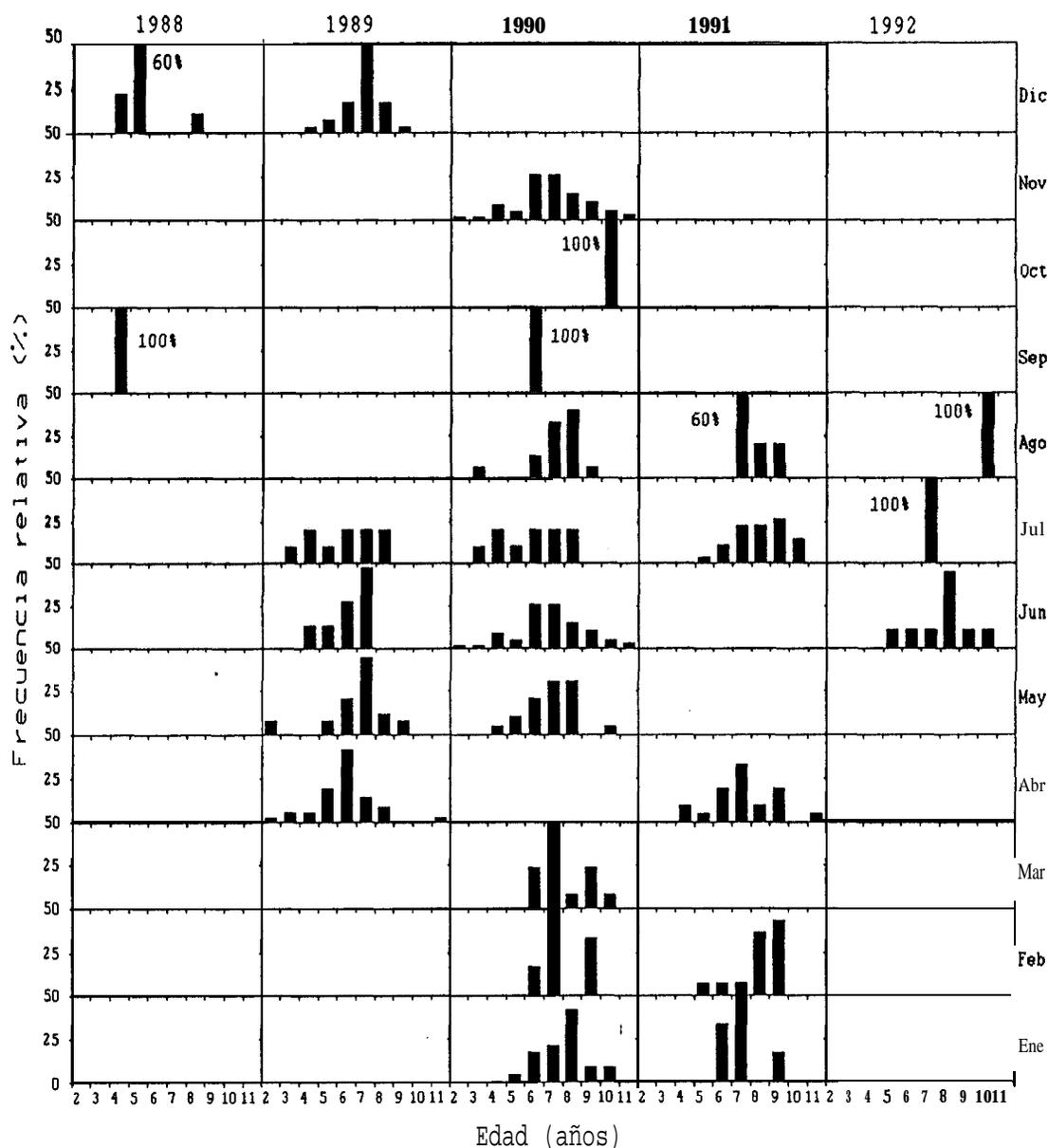


Figura 18. Estructura mensual de edades del marlin rayado

7. DISCUSIÓN

7.1 MUESTREO

La escasa presencia de organismos del marlin rayado en los meses de agosto, septiembre y octubre en Cabo San Lucas, B.C.S. ha sido reportada también para San Diego, Cal. y Buena Vista, B.C.S., esto puede deberse a que los organismos se alejan de la zona costera de la Península con un movimiento hacia el sur para alcanzar las Islas Revillagigedo donde van a reproducirse (Squire, 1974; Eldridge y Wares, 1974). Kamimura (1958 en: Squire y Susuki, 1990) revisó la pesquería del marlin rayado en el Pacífico Sudoeste encontrando que también existe un cambio en la abundancia de las capturas relacionado con la época reproductiva.

7.2 RELACIÓN PESO-LONGITUD MANDIBULAR

El resultado en la estimación de la relación peso-longitud del marlin rayado en Cabo San Lucas, B.C.S. fue similar para machos y hembras. Esto también lo observaron Wares y Sakagawa (1974) en Buena Vista B.C.S., Mazatlán, Sin. y San Diego Cal. Sin embargo para la zona de Hawaii, se ha reportado la posibilidad de que exista diferencia en ésta relación debida al sexo, pero dicho estudio no fue concluyente (Skillman y Yong, 1974).

El hecho de que en el presente; estudio el valor de b haya sido menor que 3, significa que -estos organismos tienen un crecimiento alométrico, que es mayor en talla que en peso. Este

tipo de crecimiento fue reportado por Ponce-Díaz et al. (1991) para el marlin rayado de Cabo San Lucas. Skillman y Yong (1974) para la zona de Hawaii, también reportan crecimiento alométrico pero con un valor de b mayor que 3. En otros trabajos se encuentra un crecimiento de tipo isométrico para el marlin rayado, con un valor de $b=3$ (Wares y Sakagawa 1974, Kume y Joseph, 1969). Estas diferencias en las estimaciones de b pueden deberse a que los organismos considerados en estos trabajos provienen de áreas geográficas y períodos de estudios diferentes (Ricker, 1975).

No obstante que la relación peso-longitud no mostró diferencias estadísticas por años, el menor valor de b encontrado para el año de 1992 pudo deberse al fenómeno de "El Niño", que provocó la disminución de las capturas de sardina en el Golfo de California y en la parte sur de la costa occidental de la Península de Baja California (Cisneros-Mata et al., 1995; Félix-Uraga et al. 1996). La sardina y macarela son consideradas presas importantes en la dieta del marlin rayado (Abitia et al. 1997), por lo que una disminución en el alimento provocaría un cambio nutricional, reflejándose en un menor valor de b (Ricker, 1975). El bajo valor de b estimado para 1988 no fue posible explicarlo en los mismos términos que para 1992, sin embargo, en ese año se observó un incremento en la frecuencia de aparición de tallas menores, que quizás tenga relación con la disminución del valor

de **b.** Un cambio en las características ambientales podría provocar que los organismos de mayor talla y mejor condición emigraran hacia zonas con otras características y los organismos que se quedaron en esta área fueron los mas chicos y de menor condición corporal.

La relación peso-longitud encontrada para el marlin rayado en Cabo San Lucas, B. C. S. solo es válida para el intervalo de tallas muestreado y no pretende ser una relación para la población total, donde necesariamente debería considerarse tanto a los individuos más jóvenes como a los más viejos (Ricker, 1975) que los tomados en cuenta para este estudio.

7.3 ESTRUCTURA DE TALLAS

El intervalo de tallas del marlin rayado obtenido para éste estudio fue relativamente pequeño, lo que también ha sido reportado para otras áreas del Pacífico Mexicano (Eldridge y Wares, 1974; Wares y Sakagawa, 1974; Ponce *et al.*, 1991), esto puede deberse a la selectividad del arte de pesca y a la búsqueda que hacen los pescadores deportivos por los ejemplares mas grandes.

Las tallas reportadas por Davie y Hall (1990), para el marlin rayado de Nueva Zelanda, y por Skillman y Yong (1974), para la zona de Hawaii, son mayores a las de Cabo San Lucas. Estas diferencias pueden ser por la segregación de tallas en

áreas del Océano Pacífico descrita por Squire y Susuki (1990), en donde la zona del Pacífico mexicano se caracteriza por la presencia de tallas medianas, desplazándose los organismos hacia la principal zona de reproducción localizada en el Pacífico noroccidental.

Los individuos pequeños (menores de 190 cm LM) se observaron al final de la primavera y principios del verano. La presencia de estos organismos puede estar relacionada con el movimiento migratorio de la especie hacia esta región, la cual es una zona de alimentación y crecimiento (Squire y Susuki, 1990).

7.4 RELACIÓN ENTRE LA LONGITUD DEL PEZ Y EL RADIO TOTAL DE LA ESPINA

Al relacionar el promedio de la longitud mandibular y el radio total de la espina del marlin rayado, mediante el análisis de regresión lineal, se encontró que la cuarta espina dorsal es un estructura adecuada para estimar la edad y el crecimiento del marlin rayado, pues a mayor longitud mandibular mayor radio total. Yatomi (1990), trabajando con el marlin rayado de la Península de Izu, reporta que el crecimiento de la cuarta espina dorsal es proporcional al crecimiento del organismo, ya que se ajustó el diámetro de la espina y la longitud postorbital a una línea recta. Sin embargo Davie y Hall (1990) no encontraron una relación estadística significativa entre el diámetro de la espina y la longitud mandibular para el marlin rayado de Nueva Zelanda,

pero encontraron una relación directa entre el peso del organismo y el número de marcas de crecimiento presentes, estableciendo de este modo que la espina refleja el crecimiento del pez.

7.5 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE BANDAS DE CRECIMIENTO

En el presente trabajo fue posible observar marcas de crecimiento legibles en el 95% de los cortes de la cuarta espina dorsal del marlin rayado. En algunos cortes de las espinas se observó la presencia de bandas dobles o triples, ésta característica se ha reportado para el pez vela del Atlántico (Hedgepeth y Jolley, 1983), en el marlin rayado de Nueva Zelanda, (Davie y Hall 1990) y en el pez vela de México (Alvarado-Castillo, 1993) y en ninguno de estos casos ha sido impedimento para la determinación de la edad.

Un problema que se tiene con el conteo de bandas de crecimiento en las espinas de los picudos es ocasionado por el núcleo o zona vascularizada de la espina, que puede oscurecer o eliminar las marcas de crecimiento (Yatomi, 1990). En nuestro caso, a pesar de que la zona vascularizada se encontraba presente en la mayoría de las espinas ésta no era muy extensa, por lo que se considera que no afectó de manera importante las estimaciones de edad.

Hill et al. (1989) propone un procedimiento estadístico para reemplazar las marcas erosionadas por la zona vascularizada para

el marlin azul de Hawaii. Sin embargo Yatomi (1990) menciona que para que ésta técnica pueda ser utilizada con confianza en la determinación de edad, es necesario llevar a cabo un análisis con organismos jóvenes, donde la zona erosionada de la espina no elimine las marcas iniciales de crecimiento, por ésta razón no fue posible que en el presente trabajo se utilizara dicho procedimiento.

Davie y Hall (1990) realizaron el estudio de edad con espinas dorsales, anales y otolitos del marlin rayado, no encontraron diferencias significativas entre los conteos de marcas en las diferentes estructuras estudiadas. Hill *et al.* (1989) estimaron la edad del marlin 'azul de Hawaii por medio de espinas anales, dorsales, vértebras y otolitos, estableciendo que no hay diferencias estadísticas en el número de marcas presentes en las diferentes estructuras.

7.6 RETROCÁLCULO DE LONGITUDES

El retrocálculo de las longitudes pretéritas, mostró que las tallas promedio retrocalculadas y las tallas observadas son diferentes entre sí. Erhardt (1992) estimó las longitudes retrocalculadas para el pez espada y encontró que estas se encuentran subestimadas para los peces de edad 1, 2 y sobreestimadas para los de 3 a 8 años con respecto de las tallas observadas por Berkeley y Houde (1983), debido a que estos últimos autores utilizaron un modelo lineal para ajustar el radio

de la espina y la longitud del pez. En este estudio las tallas observadas están sobreestimadas con respecto de las retrocalculadas, sobre todo en las primeras edades, esto puede deberse a que las muestras provienen de la captura de la pesca deportiva en donde se busca capturar a los organismos mas grandes, además de que es un reflejo de la selectividad de los anzuelos.

7.7 PERIODICIDAD DE LA FORMACIÓN DE LAS MARCAS

El resultado del análisis de aparición de espinas con borde opaco para el marlin rayado, nos indica que la formación de las marcas de crecimiento es anual. En otras especies de pico como pez vela y pez espada, se ha observado también que la depositación de la marca opaca ocurre en los meses de primavera-verano y la marca hialina en el invierno (Jolley, 1977; **Berkeley** y Houde, 1983; Hedgepeth y Jolley, 1983; Ehrhardt, 1992; Alvarado-Castillo, 1993).

La formación de las marcas de crecimiento se encuentra asociada a factores como la temperatura y la reproducción. Las marcas hialinas se asocian a temperaturas frías y las bandas opacas con temperaturas cálidas (Ropes y Jearld, 1987). Esta relación existe para el marlin rayado, pues se observan los porcentajes más altos de bordes opacos con los máximos de temperatura y los menores con las temperaturas bajas.

Ya que para el presente estudio no se tuvo información sobre

la reproducción del marlin rayado, pero considerando la información de Eldridge y Wares (1974) quienes trabajaron en Buena Vista y Mazatlán y encontraron que el índice gonádico presenta un máximo en junio y un mínimo en febrero, se considera que la formación de las marcas de crecimiento en las espinas del marlin rayado también puede estar asociada al ciclo reproductivo.

7.8 CRECIMIENTO INDIVIDUAL

Como en todos los casos de la pesca deportiva, las muestras obtenidas para el presente estudio corresponden principalmente a la porción de las clases anuales que crece más rápido, por lo que, las tallas promedio por grupo de edad de peces capturados con anzuelos tienden a estar sobreestimadas (Ricker, 1969 en: Miranda et al., 1987), por otro lado los peces jóvenes de la pesca deportiva no se encuentran totalmente reclutados a la pesquería (Alvarado-Castillo, 1993). Esto trae como resultado que las tallas promedio por grupo de edad sean grandes.

La mejor estimación de los parámetros L_{∞} y k del modelo de von Bertalanffy, se tomó considerando el mayor valor del coeficiente de determinación (R^2) y el menor valor del error estándar, por lo que se eligieron los resultados obtenidos por medio del programa FISAT para describir el crecimiento del marlin rayado.

El valor de los parámetros k y L_{∞} de la ecuación de

crecimiento y el de $0'$ obtenidos para el marlin rayado de Cabo San Lucas, se encuentran dentro del rango reportado para esta especie en otras áreas del Océano Pacífico (Tabla 10) (Skillman y Yong, 1976; Pauly, 1978; Sakagawa y Bell, 1980; Torres, 1991; Torres y Pauly, 1991). Las diferencias en estos valores pueden deberse a la segregación por tallas que describen Squire y Susuki (1990) para el Océano Pacífico, y quizás también a los métodos de estimación.

Tabla 10. Valores de L_{∞} , k y $0'$ reportados en la literatura para el marlin rayado

L_{∞} (cm)	$K(1/Y)$	$0'$	SEXO	ZONA	AUTOR
240	0.81	3.40	Hembra	Hawaii	SKILLMAN Y YONG, 1976
277	0.417	4.12	Macho	Hawaii	SKILLMAN Y YONG, 1976
275	0.264	3.72	---	Japón	SAKAGAWA Y BELL 1980*
312	0.201	3.59	---	Kenia	PAULY, 1978*
252	0.748	4.55	Macho	Sudáfrica	TORRES, 1991
220	0.61	4.25	Hembra	Sudáfrica	TORRES y PAULY, 1991
222.6	0.229	3.41	Ambos	México	Este estudio

(*) Tomado de FISHBASE, 1995

A pesar de que el parámetro t_0 de la ecuación de crecimiento no tiene un significado biológico, valores muy negativos tienden a subestimar los valores de k (Erhardt, 1992). El alto valor absoluto de t_0 obtenido en el presente estudio probablemente este ocasionando que el parámetro de curvatura, k , sea bajo con respecto de los calculados por otros autores (tabla 10).

Davie y Hall (1990) mencionan que el marlin rayado de Nueva Zelanda podría crecer más rápido que los organismos de otras áreas, basándose en la estructura de tallas, sin embargo no

presentan evidencia de este hecho, pues no calculan tasas de crecimiento ni modelos de crecimiento en que apoyar ésta afirmación.

7.9 ESTRUCTURA DE EDADES

Los grupos de edad encontrados en este estudio son similares a los reportados para el marlin de Nueva Zelanda por Davie y Hall (1990), donde no se encuentran organismos con menos de dos marcas, sin embargo la estructura de edades es distinta, ya que en esa zona el grupo de edad más abundante es el 5 seguido por el 6, además de no reportar organismos con mas de 9 marcas, mientras que para la zona de Cabo San Lucas el grupo de edad mas abundante fue el 7 seguido del 6 y el 8 y una edad máxima de 11 años

La estructura de edades reportada por Skillman y Yong (1976 en: Davie y Hall, 1990) para el marlin rayado de Hawaii, presenta menos grupos que la encontrada en este trabajo. Esto quizás es debido a que se utiliza la frecuencia de tallas para estimar los grupos de edad, lo cual es adecuado para los peces juveniles, pero conforme crecen los peces, las clases de tallas se traslapan haciendo difícil discernir entre los grupos de edad.

8. CONCLUSIONES

No existen diferencias en la relación peso longitud entre machos y hembras del marlin rayado (*Tetrapturus audax*) en Cabo San Lucas, B.C.S. Esta relación es de tipo alométrico con un valor de $b < 3$.

La flota deportiva en Cabo San Lucas captura ejemplares de marlin rayado entre 160 y 280 cm LM, con un mayor porcentaje de organismos entre 190 y 240 cm LM.

La relación entre el diámetro de la cuarta espina dorsal y la longitud mandibular del marlin rayado, es igual para machos y hembras.

La cuarta espina dorsal es una estructura adecuada para estimar la edad y el crecimiento del marlin rayado capturado por la flota deportiva de Cabo San Lucas, B.C.S.

Las marcas de crecimiento encontradas en los cortes de la cuarta espina dorsal tienen una periodicidad anual. La banda opaca se forma en las épocas de primavera y verano y la hialina en otoño y el invierno.

La formación de las marcas de crecimiento presenta una relación estrecha con el ciclo de temperatura superficial del mar, coincidiendo el máximo de espinas con el borde opaco con el máximo de temperatura.

De acuerdo a las marcas de crecimiento en los cortes de la cuarta espina dorsal, las edades del marlin rayado fueron de 2 a

11 años, predominando los individuos de 7 años de edad.

La tasa de crecimiento individual del marlin rayado durante el primer año de vida es muy alta, alcanzando cerca del 40% de la longitud máxima promedio (L_{∞}).

9. RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS

Las estimaciones de edad y' crecimiento hechas sobre estructuras duras son cada vez más confiables, además son la base para entender la dinámica poblacional de los recursos pesqueros, por lo que es necesario:

Comparar las estimaciones de edad realizadas con los cortes de la cuarta espina dorsal con las bandas presentes en los otolitos para confirmar las edades.

Hacer muestreos intensivos en todo el año y ampliar las áreas de estudio hacia todo el Pacífico mexicano, para obtener organismos de tallas pequeñas y tener mayor representatividad de las edades 0 y 1 y completar con seguridad la curva de crecimiento para las primeras clases de edad y no sobrestimar las tasas de crecimiento.

Continuar con los estudios de reproducción e intensificar los estudios de marcado y recaptura para establecer las rutas de migración y establecer las **áreas** de reproducción de la especie en nuestras aguas.

Es importante establecer convenios nacionales e internacionales con las instituciones que realizan investigaciones de peces picudos en el Océano Pacífico para conocer de manera global el comportamiento de la especie, ya que son organismos altamente migratorios.

El conjunto de los estudios de edad y de la dinámica

poblacional nos permitirán plantear una estrategia de manejo adecuada basada en información técnica y no solo en intereses particulares que actualmente regulan a esta especie en el país, lo que permitirá una mayor participación a otros sectores.

10. LITERATURA CITADA

- ABITIA, C. L. A., F. GALVAN M. y J. RODRÍGUEZ. 1997. Food habits and energy values of prey of striped marlin *Tetrapturus audax* off coast of México. Fishery Bulletin 95(2):360-368 pp.
- ALVARADO-CASTILLO, R. M. 1993. Edad y crecimiento de *Istiophorus platypterus* (Shaw y Nodder, 1791) (Pisces:Istiophoridae) al sur del Golfo de California. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, B. C. S. México. 57 p.
- BEAMISH, R. J. y G. A. McFARLANE. 1987. Current trends in age determination methodology. 15-42 pp. en Summerfelt, R. C. y G. E. Hall (eds) Age and Growth of Fish. Ed. Iowa State University Press. Des Moines, United States.
- BERKELEY, S. A. y E. H. HOUDE. 1983. Age determination of broadbill swordfish, *Xiphias gladius*, from the straits of Florida, using anal fine spine section. in: E. D. Prince and L. M. Pulos (editors). Proceeding 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. 137-143
- CASSELMAN, J. M. 1983. Age and growth assesment of fish from their calcified structures-techniques and tools. in: E. D. Prince and L. M. Pulos (editors). Proceeding 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. 1-17
- CISNEROS-MATA, M.A, M. O. NEVÁREZ-MARTINEZ Y G. HAMMANN. 1995. The rise and fall of the Pacific sardine, *Sardinops sagax caeruleus* Girard in the Gulf of California, Mexico. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 36:136-143
- DAVIE, P. S. y I. HALL. 1990. Potential of dorsal and anal spines and otoliths for assessing the age structure of the recreational catch of striped marlin. En: Stroud, R. H. (editor). Planning the future of billfishes. Proceedings of the second International Billfish Symposium Kailua-Kona, Hawaii, August 1-5 part 2 287-294 p.
- DE SYLVA, D. P. 1957. Studies on the age and growth of the Atlantic sailfish *Istiophorus americanus* (Cuvier), using length frequency curves. Bull. Mar. Sci. Gulf Caribb. 7:1-20

- EHRHARDT, N. M. 1981. curso sobre métodos de evaluación de recursos y dinámica de poblaciones. Tercera Parte. parámetros poblacionales FAO-CICIMAR. La Paz, B. C. S. México. 134 pp.
- EHRHARDT, N. M. 1992. Age and growth of swordfish *Xiphias gladius*, in the Northwestern Atlantic. Bull. Mar. Sci. 50 (2): 299-301 pp.
- ELDRIDGE, M. B. Y P. G. WARES.1974. Some biological observations of billfishes taken in the eastern Pacific Ocean, 1967-1970. en: Shomura. R. S. and F. Williams (eds.). Proceeding of the international billfish symposium, Kailua-Kona, Hawaii, 9-12 august 1972 part 2, Review and contributed papers, p. 89-101 U. S. Dep Commer. NOAA Tech. Rep.' NMFS SSRF-675
- FÉLIX-URAGA, R., R. M. ALVARADO-CASTILLO y R. CARMONA-PIÑA. 1996 The sardine fishery along the Western Coast of Baja California Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 37:188-192
- FITCH, J. E. 1953. Age composition of the southern California catch of Pacific mackerel, 1939-40 through 1950-51. Dept. of Fish and Game. Fish Bull. 83: 77 pp.
- GONZÁLEZ-ARMAS, G. 1993. Estudio de la presencia de larvas del marlin rayado *Tetrapturus audax* (Philippi, 1887) en el Pacífico Central Mexicano. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, B. C. S. México. 77 p.
- HEDCEPETH, M. Y. y J. W. JOLLEY Jr. 1983. Age and growth of the Atlantic sailfish *Istiophorus platypterus*, using cross section from the fourth dorsal fine spine. En: E. D. Prince and L. M. Pulos (editors). Proceeding 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. CAILLIET, y R. L. RADTKE. 1989. A comparative analysis for 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*) en: Shomura. R. S. 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. 28, 31 p.
- KUME, S. AND J. JOSEPH. 1969. Size composition and maturity sexual of billfish caught by the Japanese longline fishery in the Pacific Ocean East of 130°E. Bull. Far. Seas. Fish. res. Lab. (Shimizu) 2:115-162
- MILLER, F. 1988 Sea surface temperature analysis for 1988. Com. Int. Atún Trop. (CIAT), U.S.A
- MILLER, F. 1989 Sea surface temperature analysis for 1989. Com. Int. Atún Trop. (CIAT), U.S.A
- MILLER, F. 1990 Sea surface temperature analysis for 1990. Com. Int. Atún Trop. (CIAT), U.S.A
- MILLER, F. 1991 Sea surface temperature analysis for 1991. Com. Int. Atún Trop. (CIAT), U.S.A
- MILLER, F. 1992 Sea surface temperature analysis for 1992. Com. Int. Atún Trop. (CIAT), U.S.A
- MIRANDA, L. E. W. M. WINGO, R. O'GORMAN, R. J. MUNCY y T. D. BATES. 1987 Bias in growth estimates derived from fish collected by anglers 211-220 p. en Summerfelt, R. C. y G. E. Hall (eds) Age and Growth of Fish. Ed. Iowa State University Press. Des Moines, United States.
- NAKAMURA, I. 1974. Some aspects of the systematics and distribution of Billfishes. Proceeding of the international billfish symposium, Kaílua-Kona, Hawaii, 9-12 august 1972 part 2, Review and contributed papers, p. 45-53 U. S. Dep Commer. NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-675
- PAULY, D. 1978. A preliminary compilation of fish length growth parameters. Berichte des Instituts für Meergrunde an der Christian-Albrechts Universität Kiel (52):200 p
- PONCE D. G., S. ORTEGA G. y P. G. GONZÁLEZ R. 1991. Análisis de tallas y relación peso longitud del marlín rayado, *Tetrapturus audax* (Philippi, 1887) en Baja California Sur, México. Ciencias Marinas 17 (4):69-82 p.

- PRINCE, E. D., D. W. LEE, Ch. A. WILSON y J. M. DEAN. 1986. Longevity and age validation of a tag-recaptured Atlantic sailfish, *Istiophorus platypterus* using dorsal spine and otoliths. 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. En: E. D. Prince and L. M. Pulos (editors). Proceeding 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 the 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. En: E. D. Prince and L. M. Pulos (editors). Proceeding 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. 123-12
- RICKER, W.E. 1975. Computation and interpretation on biological statistics of fish population. Bull Fish. Res. Board Can, 191: 392 p
- ROPES, J. W. y A. JEARLD. 1987. Age determination of ocean bivalves 517-526 p. en Summerfelt, R. C. y G. E. Hall (eds) Age and Growth of Fish. Ed. Iowa State University Press. Des Moines, United States.
- SAKAGAWA, G. T. Y R. R. BELL. 1980. Swordfish *Xiphias gladius*. en R. S. Shomura (ed). Sumary report of the billfish stock assessment Workshop Pacific Resources, Honolulu Lab: Southwest Fisheries Center, Honolulu, Hawaii. 5-14 dic. 1977. 40-50 p. NOAA Tech. MEM. NMFS

- SKILLMAN, R. y M. YONG. 1974. Length-weight relationships for six species of billfishes in the Central Pacific Ocean. en: Shomura, R. S. and F. Williams. (eds.). 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
- SKILLMAN, R. y M. YONG. 1976. Von Bertalanffy growth curves for striped marlin *Tetrapturus audax* and blue marlin *Makaira nigricans* in the North central Pacific. Fish. Bull. 74 (3): 553-566
- SMALE, M. A. y W. W. TAYLOR. 1987. Sources of back-calculation error in estimating growth of lake whitefish 189-202 pp. en Summerfelt, R. C. y G. E. Hall (eds) Age and Growth of Fish. Ed. Iowa State University Press. Des Moines, United States.
- SPARRE P. Y S. C. VENEMA. 1995 Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO. Documento Técnico de Pesca num. 306, Rev. 1. Valparaiso, Chile. 420 p.
- SQUIRE, J. L. jr. 1974. Migration paterns of Istiophoridae in the Pacific Ocean as determined by cooperative tagging program en: Shomura, R. S. and F. Williams (eds.). 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
- SQUIRE, J. L. Y Z. SUSUKI. 1990. Migration trends of striped marlin (*Tetrapturus audax*) in the Pacific ocean En: Stroud, R. H. (editor). Planning the future of billfishes . Proceedings of the second International Billfish Symposium Kailua-Kona, Hawaii, August 1-5 part 2 67-80 p.
- TORRES, F, J. jr. 1991. Tabular data on marine fishes from Southern Africa, Part I:Length weight Relationships. FishByte 9(1) 50-53 p
- TORRES, F, J. jr. y D. PAULY. 1991. Tabular data on marine fishes from Southern Africa, Part II:Growth parameters 9(2) 37-38 p

- WARES, P. G. Y G. T. SAKAGAWA. 1974. Some morphometrics of billfishes from Eastern Pacific Ocean. en: Shomura. R. S. and F. Williams (editors). Proceeding of the international billfish symposium, Kailua-Kona, Hawaii, 9-12 august 1972 part 2, Review and contributed papers, p. 107-120 U. S. Dep Commer. NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-675
- WEISBERG, S. Y R. V. FRIE. 1987. Linear models for the growth of fish. 127-143 pp. en Summerfelt, R. C. y G. E. Hall (eds) Age and Growth of Fish. Ed. Iowa State University Press. Des Moines, United States.
- WILSON, Ch. A. y J. M. DEAN. 1983. The potential use of sagittae for estimating **age** of Atlantic swordfish, *Xiphias gladius*. En: E. D. Prince and L. M. Pulos'(editors). Proceeding 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. 151-156
- YATOMI, H. 1990. A potential problem in estimating the ages of the striped marlin using fin spines. En: Stroud, R. H. (editor). Planning the future of billfishes. Proceedings of the second International Billfish Symposium Kailua-Kona, Hawaii, August 1-5 part 2 317-321 p.
- ZAR, J. H. 1984. Biostatistical analysis 2a. ed. Ed. Prentice-Hall inc. Englewood, Cliffs, United States. 718 pp

11. APÉNDICE

11.1 APÉNDICE 1

Análisis de variancia de la relación Peso-Longitud del marlin rayado

	f fuente	S.C.	g.l.	C. M.	F	f crit
Todos	modelo	4.13	1	3.6	917	3.84
	error	1.29	1030	0.005		
Machos	modelo	1.41	1	1.2	390	3.84
	error	1.41	426	0.003		
Hembras	modelo	1.46	1	1.4	361	3.84
	error	1.63	404	0.004		

Ho: No hay relación entre las variables $b=0$

Ha: Hay relación entre las variables b diferente de 0

Se rechaza la hipótesis nula en los tres casos

11.2 APÉNDICE II

Prueba de t para pendientes y elevaciones para saber si la relación Peso-Longitud mandibular se ve afectada por el sexo de los organismos

Variable	Valor
t pend=	0.208
t elev=	1.6
t crit	1.96
Sxy	4.0
sxyc	0.079
Ac	2548.
Bc	3378.
CC	4486.
bC	1.3
ssc	7.7
G.L.	' 831
Sxy	0.009

Ho:Las pendientes son iguales

Ha:Las pendientes son diferentes

La t calculada es menor que la t crítica, por lo tanto:
No hay evidencia estadística para rechazar la Ho

Ho:Las elevaciones son iguales

Ha:Las elevaciones son diferentes

La t calculada es menor que la t crítica, por lo tanto:
No hay evidencia estadística para rechazar la Ho

11.3 APÉNDICE III

Análisis de variancia de la relación Peso-Longitud del marlin
ayado por años

	f fuente	S.C.	g.l.	C. M.	F	f crit
1988	modelo	0.6	1	0.60	128	3.89
	error	0.97	208	0.004		
1989	modelo	1.05	1	1.05	334	3.09
	error	0.69	221	0.003		
1990	modelo	0.93	1	0.93	431	3.89
	error	0.53	247	0.002		
1991	modelo	0.41	1	0.41	141	3.94
	error	0.29	103	0.002		
1992	modelo	0.18	1	0.18	46	3.98
	error	0.27	69	0.004		
1993	modelo	0.69	1	0.69	148	3.90
	error	0.77	167	0.004		

Ho:No hay relación entre las variables $b=0$

Ha:Hay relación entre las variables b diferente de 0

Se rechaza la hipótesis nula en los seis casos

11.4 APÉNDICE IV

Prueba de f para pendientes y elevaciones para demostrar si existen diferencias en la relación Peso-Longitud mandibular entre los años de estudio

variable	valor
Fp	0.00001
Fc	-0.00003
F crit	2.21
ssc	10.33
SSp	9.68
SSt	8.64
DFc	1019
DFP	1014
k	6

Ho:Las pendientes son iguales

Ha:Las pendientes son diferentes

La f calculada es menor que la f crítica, por lo tanto:
No hay evidencia estadística para rechazar la Ho

Ho:Las elevaciones son iguales

Ha:Las elevaciones son diferentes

La f calculada es menor que la f crítica, por lo tanto:
No hay evidencia estadística para rechazar la Ho

11.5 APÉNDICE V

Prueba t student para determinar si el tipo de crecimiento es isométrico ($b=3$) o alométrico (b diferente de 3)

Estadístico de Prueba

$$t = (b - b_0) / S_{b_0}$$

$$S_{b_0} = (S_{y/x}) / \sum (X_i - X_c)^2$$

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

$$t = -28.39$$

$$\alpha = 0.05 \quad G.L. = 1028 \quad t_{\text{crítica}} = 1.94$$

Conclusión

Se rechaza la $H_0 = 3$, por lo que se asume que el crecimiento es de tipo alométrico

11.6 APÉNDICE VI

Prueba t para pendientes y elevaciones para determinar si existen diferencias en la relación Longitud mandibular-Radio total de la espina con datos agrupados y sin agrupar.

	TODOS	MACHOS	HEMBRAS
t(b)	0.0212	0.071	0.148
t(a)	0.997	1.68	0.907
t crit	1.96	1.97	1.97
b1	36.7	37.4	35.7
b2	36.3	38.5	33.7
sxyc	21.2	16.1	13.1
Sxy	655.3	652.4	708.5
Ac	12836.5	5165.6	5480
Bc	471951	194107	19481
CC	17615423	7403494	7035751
bC	36.7	37.5	35.4
N1	388	158	144
N2	17	13	15
G.L.	402	168	156

t crit: t crítica

Ho:Las pendientes son iguales

Ha:Las pendientes son diferentes,

La t calculada es menor en los tres casos que la t crítica,
por lo tanto:

No hay evidencia estadística **para** rechazar la Ho

Ho:Las elevaciones son iguales

Ha:Las elevaciones son diferentes

La t calculada es menor en los tres casos que la t crítica,
por lo tanto:

No hay evidencia estadística para rechazar la Ho

11.7 APÉNDICE VII

Resultados de la regresión Longitud mandibular-Radio total de la espina del marlin rayado

	parámetro	estimado	error	t	t crit
Todos	a	164.28	4.49	36.2	
	b	7.90	0.79	10.1	1.960
Machos	a	158.60	7.77	17.5	
	b	9.39	1.41	20.7	1.970
Hembras	a	160.7	7.28	23	
	b	8.46	1.24	5.6	1.970

Análisis de variancia de la regresión Longitud Mandibular-Radio total de la espina del marlin rayado

fuerce	S.C.	D. F.	C. M.	F	f crit.
Modelo	13817.8	1	13817.8	102.4	4.84
Residual	52075.5	386	134.9		
modelo	4933.4	1	4933.4	33.97	4.67
Residual	22650	156	145.1		
modelo	4114.7	1	4114.7	31.99	4.49
Residual	18263.7	142	128.6		

Ho: No hay relación entre las variables $b=0$

Ha: Hay relación entre las variables b diferente de 0

Para los tres casos (todos, machos y hembras) se rechaza la Ho con $\alpha=0.05$

11.8 APÉNDICE VIII

Prueba t para las pendientes y elevaciones para saber si el sexo esta afectando la relación Longitud mandibular-Radio total de la espina

Variable	valor
t pend=	0.021
t elev=	0.99
t crit	1.96
g.l.	1
$\sum Sxy$	229896.2
sxyc	21.2
Ac	12836.5
Bc	471951.4
CC	17615423.1
bC	31.7
ssc	263462.8
DFc	402
Sxy	655.3

Ho:Las pendientes son iguales

Ha:Las pendientes son diferentes

La t calculada es menor que la t crítica, por lo tanto:
No hay evidencia estadística para rechazar la Ho

Ho:Las elevaciones son iguales

Ha:Las elevaciones son diferentes

La t calculada es menor que la t crítica, por lo tanto:
No hay evidencia estadística para rechazar la Ho