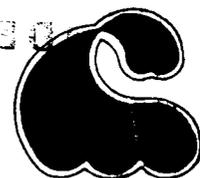




SECRETARIA
DE
EDUCACION PUBLICA

1888
BIBLIOTECA
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS



CICIMAR

**EDAD CRECIMIENTO Y COMPOSICION DE LA CAPTURA
DE MACARELA *Scomber japonicus* DE BAHIA
VIZCAINO DURANTE 1984-1986**

Tesis que para Obtener el Grado de
MAESTRO EN CIENCIAS
Con Especialidad en Ciencias Pesqueras

Presenta:
Maria Georgina Gluyas Millan

LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR MEXICO

JUNIO DE 1990

RESUMEN

Se presenta un estudio de la determinación de edad, crecimiento y estructura poblacional por talla y edad de la macarela *Scomber japonicus* de Bahía Sebastián Vizcaino, México. El material se obtuvo de muestreos mensuales de la captura comercial efectuada en Bahía Vizcaino y desembarcada en Isla de Cedros, Baja California, de julio 1984 a noviembre 1986.

Se determinó la edad mediante la lectura de las bandas opacas e hialinas de 820 otolitos de macarela cuya longitud fue de 173 a 365 mm de longitud patrón. Mediante una prueba de validación cualitativa se comprobó que la periodicidad con que se forma cada banda opaca e hialina es anual, y por lo tanto los grupos de edad determinados fueron anuales; coincidentemente, se encontró un sólo reclutamiento de individuos jóvenes y pequeños, así como un período de reproducción al año. La formación de la banda opaca de los otolitos, presentó una relación estrecha con la madurez gonádica y la hialina con el descanso reproductivo.

Se determinaron 8 grupos de edad, del 1 al 8, de los que el primero y el último estuvieron representados escasamente. La edad crítica de maduración se estimó en 4.3 años. La estructura de tallas indicó que la talla promedio de los individuos capturados fue de 238.4, 249.8 y 253.5 mm de longitud patrón en 1984, 1985 y 1986 respectivamente. La estructura de edades mostró que la captura estuvo compuesta por más del 40% de individuos de 4 años; aquellos menores de 3 años inclusive, representaron menos de 35% en cada uno de los años considerados.

Con base en la menor suma residual de cuadrados de las desviaciones de la longitud por edad observada y calculada, se eligieron los parámetros de crecimiento que mejor ajustaron al modelo de von Bertalanffy, y fueron aquellos estimados por el método de Marquardt ($L_{\infty} = 299.0$ mm de longitud patrón, $K = 0.550$ y $t_0 = -0.230$). Se observó que en los dos primeros años de vida, la macarela alcanza el 48% de su longitud máxima promedio.

TABLA DE CONTENIDO

	PAGINA
RESUMEN.....	II
TABLA DE CONTENIDO.....	III
LISTA DE FIGURAS.....	IV
LISTA DE TABLAS.....	VI
AGRADECIMIENTOS.....	VII
1.- INTRODUCCION.....	1
2.- ANTECEDENTES	
2.1.- LA PESQUERIA DE MACARELA EN MEXICO.....	3
2.2.- ASPECTOS BIOLÓGICOS Y PESQUEROS.....	6
3.- MATERIALES Y METODOS	
3.1.- MUESTREO.....	11
3.2.- DETERMINACION DE LA EDAD.....	14
3.3.- ESTRUCTURA POBLACIONAL POR TALLAS Y EDADES.....	17
3.4.- CICLO DE MADUREZ.....	18
3.5.- CRECIMIENTO.....	20
4.- RESULTADOS	
4.1.- MUESTREO Y DETERMINACION DE EDAD.....	23
4.2.- VALIDACION DE LA DETERMINACION DE EDAD.....	25
4.3.- ESTRUCTURA POBLACIONAL POR TALLA Y EDADES	
4.3.1.- ESTRUCTURA POR TALLAS.....	28
4.3.2.- ESTRUCTURA POR EDADES.....	31
4.4.- CICLO DE MADUREZ.....	34
4.5.- CRECIMIENTO.....	40
5.- DISCUSION.....	50
6.- LITERATURA CITADA.....	56
7.- ANEXO CLAVES EDAD-LONGITUD.....	62

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
Figura 1. Area de estudio, Bahía Vizcaíno.....	2
Figura 2. Captura de sardina y macarela de Bahía Vizcaíno.	4
Figura 3. Esfuerzo (No. de viajes) y captura por unidad de esfuerzo (t/viaje) de macarela de Bahía Vizcaíno.....	5
Figura 4. Bahía Vizcaíno.....	13
Figura 5. Vista general del otolito derecho (saggita) de <i>S. japonicus</i>	15
Figura 6. Esquema del número de Bandas opaco-hialinas por grupo de edad (tomado de Félix Uruga, 1986).....	16
Figura 7. Resultado de las lecturas de edad en los otolitos de macarela.....	24
Figura 8. Diagrama de dispersión de la longitud patrón del pez contra radio del otolito.....	25
Figura 9. (a) Frecuencia relativa mensual de otolitos con borde opaco e hialino en 1984, 1985, 1986 y (b) de un ciclo anual típico.....	26
Figura 10. Frecuencia relativa mensual por grupo de edad, de otolitos con borde opaco e hialino, ciclo anual..	27
Figura 11. Distribución de frecuencia de tallas de captura comercial de macarela de Bahía Vizcaíno para 1984, 1985 y 1986 y año típico.....	29
Figura 12. Distribución de frecuencia de tallas mensual de la captura comercial de macarela de Bahía Vizcaíno 1984, 1985, 1986 y año típico.....	30
Figura 13. Distribución de frecuencia por edad de los individuos de la captura de 1984 a 1986, y año típico.....	32
Figura 14. Distribución de frecuencia mensual de edades en la captura comercial de macarela de Bahía Vizcaíno 1984, 1985, 1986 y ciclo anual típico..	33
Figura 15. Promedio de talla y edad por estación del año (1984-1986) de la macarela de Bahía Vizcaíno....	34

FIGURA	PAGINA
Figura 16. Proporción mensual de hembras en diferentes estadios de madurez según la escala de Knaggs y Parrish (1973); (a) para 1985 y 1986, (b) ciclo anual típico.....	35
Figura 17. Factor de condición durante 1984, 1985 y 1986...	36
Figura 18. Proporción de crecimiento en peso con respecto a enero de 1985.....	37
Figura 19. Distribución de frecuencia de tallas de hembras maduras.....	38
Figura 20. Distribución de frecuencia de edades de hembras maduras.....	38
Figura 21. Proporción mensual de hembras maduras, de otolitos con borde opaco y promedio de la temperatura superficial del mar (tomada de Lynn, 1967).....	39
Figura 22. Distribución de tallas, de machos y hembras, para los grupos de edad 3,4 y 5.....	41
Figura 23. Distribución de tallas por grupo de edad de macarela de Bahía Vizcaíno.....	43
Figura 24. Curva de crecimiento en longitud para <i>S. japonicus</i>	44
Figura 25. Curvas de crecimiento en longitud furcal de <i>S. japonicus</i> del Sur de California (Parrish y MacCall, 1978) y, de Bahía Vizcaíno (presente trabajo).....	46
Figura 26. Curva de crecimiento en peso para <i>S. japonicus</i> ..	47
Figura 27. (a) Curvas de la relación peso total-longitud patrón de Bahía Vizcaíno, Bahía Magdalena, y Golfo de California (tomado de Gluyas Millán, 1989). (b) Curvas de la relación peso total-longitud furcal de la macarela de Bahía Vizcaíno.....	49

LISTA DE TABLAS

TABLA	PAGINA
Tabla I. Captura de macarela en el litoral del Noroeste de México.....	5
Tabla II. Producción mensual de macarela en toneladas en Bahía Vizcaíno, México.....	6
Tabla III. Resumen de actividades del muestreo de la captura de macarela en Bahía Vizcaíno.....	12
Tabla IV. Descripción de los estadios morfocromáticos de madurez.....	14
Tabla V. Distribución de frecuencia absoluta en número de individuos por talla y edad de la captura comercial de macarela de Bahía Vizcaíno (1984-1986)	42
Tabla VI. Parámetros de crecimiento en longitud de S. japonicus estimados con los métodos de Gulland-Holt y López Veiga (2) y Marquardt (3).....	44
Tabla VII. Longitud promedio estimada y tasa de crecimiento por edad de S. japonicus	45
Tabla VIII. Peso total estimado por edad y tasa de crecimiento.....	47

1.- INTRODUCCION

Los recursos icticos son renovables y, por tanto su captura debe ser regulada para mantener las poblaciones a niveles adecuados que permitan obtener buenos rendimientos, de manera sostenida. Ellos han sido objeto de numerosas investigaciones, en especial aquellos que están sujetos a explotación comercial. Esas investigaciones han permitido avances en la ciencia pesquera contribuyendo significativamente a la formulación de bases científicas para evaluar los recursos y determinar medidas de ordenación. Uno de esos avances son los modelos analíticos de dinámica poblacional, los cuales abordan el estudio del recurso basandose en el conocimiento biológico de éste, especialmente en la determinación de la edad y el crecimiento, que es el tema a tratar en el presente trabajo para el caso de la macarela de Bahía Vizcaíno (Figura 1).

La dinámica poblacional de un recurso, en especial la de una cohorte, se basa en los dos principales procesos que la describen: el de crecimiento promedio del cuerpo y el de mortalidad (Sparre, 1985). En este trabajo se aborda el primero de ellos, que es el incremento en tamaño de los individuos tanto en longitud como en peso, y se estima conociendo las longitudes o los pesos promedios a diferentes edades.

Se eligió la macarela *Scomber japonicus* (Houttuyn, 1872) de Bahía Vizcaíno por ser un recurso importante en la pesquería masiva de sardina en esa zona, así como en ambos litorales de la península de Baja California, y de la cual no se ha abordado el estudio de su dinámica poblacional en México. La captura se desembarca en Isla de Cedros, en donde existe una planta industrial que procesa el recurso, creando diversas fuentes de trabajo.

El proyecto de investigación de sardina del CICIMAR consideró dentro de sus objetivos el estudio de la biología pesquera de *S. japonicus* y llevó a cabo muestreos de las capturas de sardina y macarela de 1984 a 1986, aprovechando la presencia de una importante pesquería multiespecífica en Bahía Vizcaíno. Dentro de ese contexto se planteó como objetivo general para el presente trabajo:

Definir la estructura poblacional de la macarela de Bahía Vizcaíno, determinando para ello la edad de los individuos y su crecimiento.

Este objetivo se logró con el cumplimiento de las siguientes metas:

- 1) Determinación de los grupos de edad por medio de las bandas de crecimiento en los otolitos.
- 2) Validación de las determinaciones de edad y establecimiento del tiempo de vida de los peces del stock explotado.
- 3) Estimación de la estructura por tallas y edades de la captura comercial a partir de muestreos masivos y claves edad-longitud.
- 4) Estimación del crecimiento individual.

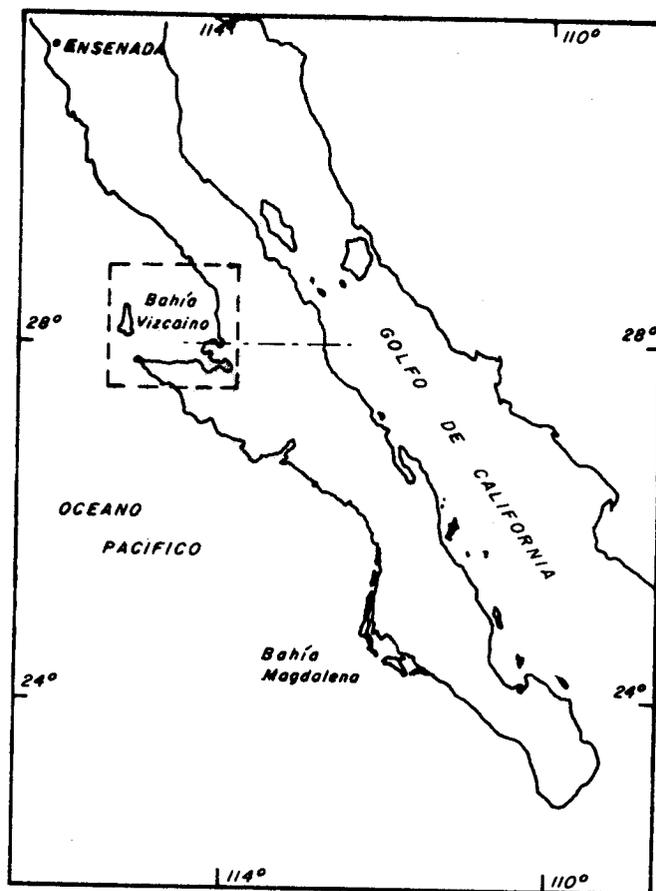


Figura 1. Area de estudio, Bahía Vizcaíno.

2.- ANTECEDENTES

2.1 LA PESQUERIA DE MACARELA EN MEXICO

El conocimiento biológico de la macarela *S. japonicus* que se captura en México es escaso y primordialmente proviene de la pesquería de sardina del Noroeste del país. Entre 1929 y 1945 se inicia la explotación de sardina monterrey en el área de Ensenada y Bahía Vizcaíno, para 1950 la pesca se extiende a Bahía Magdalena y en 1967 empieza la captura en el Golfo de California. Durante el desarrollo de la pesquería de sardina, la macarela representó volúmenes bajos debido a una menor disponibilidad, en diferentes épocas y áreas, que *Sardinops sagax* y *Ophisthonema spp.* (Pedrín y Ancheita, 1976).

La captura de macarela en México la efectúa la flota sardinera-anchovetera en la costa occidental de la península de Baja California y en el Golfo de California; ésta se destina a la fabricación de harina de pescado, enlatado y para carnada de la pesca deportiva y comercial de atunes y peces picudos. Su captura es parte de una pesquería multiespecífica, ya que la flota opera sobre varias especies, siendo las principales en volumen, la sardina monterrey y la anchoveta norteña. En general, la macarela representa menos del 10 % de la producción total de la flota mencionada.

Las principales áreas de pesca son: la zona cercana a Ensenada, Bahía Vizcaíno, Bahía Magdalena y el Golfo de California. En Bahía Vizcaíno, la macarela representa volúmenes importantes en relación con la sardina (Figura 2); entre 1982 y 1986 inclusive, la captura máxima total de ambas especies se alcanzó en 1982 y fue alrededor de 6000 toneladas, de las cuales aproximadamente el 45% correspondió a macarela; en los años intermedios de ese período la captura de ambas especies disminuyó. Las operaciones de pesca las hacen preferentemente en la fase de oscuro lunar, que comprende una semana antes y una después de la luna nueva, durante todos los meses del año.

Durante el período de estudio (1984 a 1986), se observa que el esfuerzo de pesca en la zona de Bahía Vizcaíno fue mayor en primavera y verano, y menor en otoño e invierno (Figura 3); sin embargo el esfuerzo y la captura es bajo (menos de 200 viajes al año) si se compara, a partir de 1980, con otras zonas de pesca como Ensenada, 1750 a 3300 viajes/año y 90 a 250 mil t/año, y Guaymas, 1000 a 2600 viajes/año y 125 a 195 mil t/año, (Ponce

1982, 1988). La pesca en esta zona se realiza alrededor de la Isla de Cedros y hasta la altura de Bahía Tortugas; lo más retirado de la costa es aproximadamente a 18 millas. Las embarcaciones con base en Ensenada, en ocasiones realizan faenas de pesca en esa zona y desembarcan la captura en dicho Puerto, pero no se contó con esa información para este trabajo.

La pesquería en Bahía Vizcaíno explota varias especies. La de mayor importancia es *Sardinops sagax* (sardina monterrey) representada en las capturas con un 52%; en segundo término está *Scomber japonicus* (macarela o macarela del Pacífico) con aproximadamente 40%. La fracción restante corresponde a *Etrumeus teres* (sardina japonesa), *Caranx caballus* (cocinero o jurel), *Sarda chilensis* (bonito), *Euthynnus lineatus* (barrilete negro), *Centegraulis mysticetus* (sardina bocona) y *Trachurus sp* (charrito).

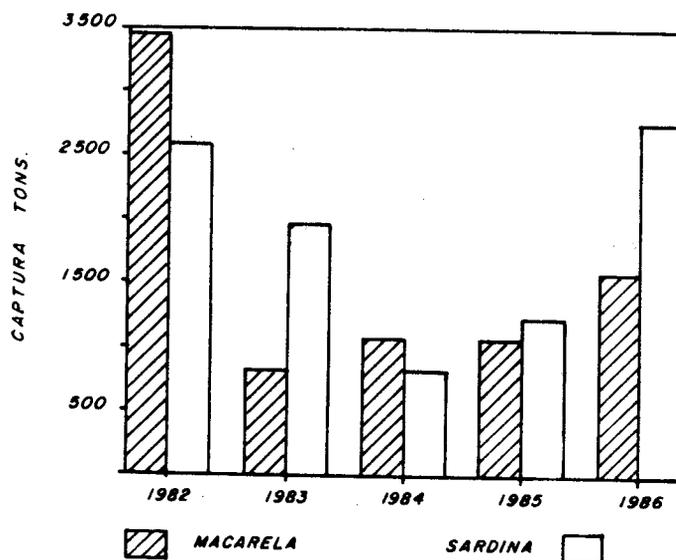


Figura 2. Captura de sardina y macarela de Bahía Vizcaíno.

En general, la captura de macarela en aguas de jurisdicción nacional es variable y en relación con la sardina es menor, por lo que en muchas ocasiones no se cuantifica su volumen, ocasionando que se subestime su captura real. No obstante, en la Tabla I se observa que entre 1978 y 1987 el mayor volumen registrado fue en 1978 y 1986 en las áreas de pesca de Ensenada y Golfo de California respectivamente. La Tabla II presenta el volumen de captura mensual de macarela en Bahía Vizcaíno durante

el periodo de estudio (1984 a 1986), y se observa que hay estacionalidad en las capturas; estas son mayores en verano y menores en invierno.

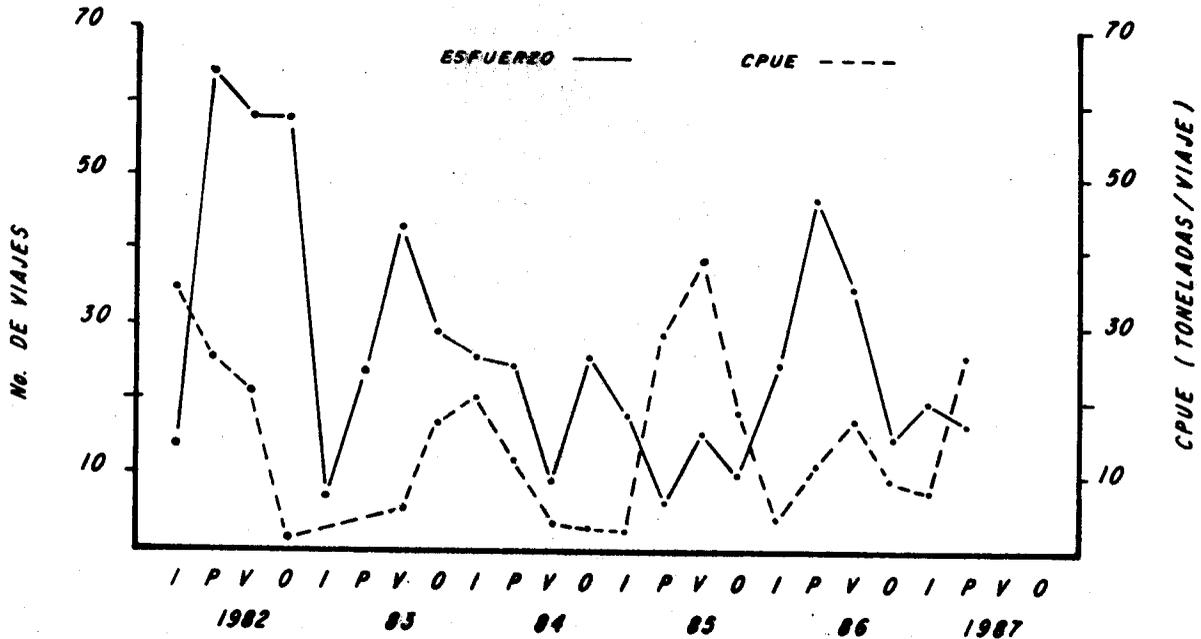


Figura 3. Esfuerzo (No. de viajes) y captura por unidad de esfuerzo (t/viaje) de macarela en Bahía Vizcaino.

Tabla I. Captura de macarela en el litoral del Noroeste de México (toneladas).

Año	Bahía Vizcaino ^a	Bahía Magdalena ^b	Golfo de California ^c	Ensenada ^a	Total
1978		4364	1051	8451	13866
1979		1422	1806	5764	8992
1980		881	61	4237	5179
1981		1681	73	2063	3817
1982	3450	1040	312	8215	9567
1983	821			1262	1262
1984	1073	510	1700		3317
1985	1063		3166 ^c	2701	6970
1986	1579		13829 ^c		15408
1987	848 ^a		4916 ^c		5764

Fuente: a) volumen hasta julio; b) registros oficiales de la SEPESCA; c) informes del Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas.

Tabla II. Producción mensual de macarela en toneladas en Bahía Vizcaino, México.

Mes	1984	1985	1986
Enero	219.2*	38.9	61.1
Febrero	435.0*	1.9	36.4
Marzo	57.7*	173.9	148.5
Abril	176.6*	90.0	305.8*
Mayo	72.2*	102.0	89.3*
Junio	-	299.5	1.5*
Julio	17.1	320.8	392.2
Agosto	24.4	100.0*	397.5
Septiembre	22.9	37.0	43.3*
Octubre	13.3*	88.8	40.0*
Noviembre	44.7*	60.0	60.7
Diciembre	-	42.0	3.4*

* capturas no muestreadas

2.2 ASPECTOS BIOLÓGICOS Y PESQUEROS

Las poblaciones de peces pelágicos neríticos como la sardina, la anchoveta, y la macarela sostienen pesquerías importantes en diferentes partes del mundo, siendo la variabilidad en su abundancia una característica inherente a ellas (Hayashi, 1983). MacCall et al. (1985) señalan a la macarela como un recurso de naturaleza altamente variable, entendiéndose como tal aquel cuya biomasa o producción no puede ser controlada con suficiente precisión al regular solamente la intensidad de pesca; estos cambios parecen estar asociados, por lo general, con una combinación de explotación intensa y cambios en las condiciones ambientales (FAO, 1983).

La macarela del Océano Pacífico Nororiental se distribuye desde el Sur de Alaska a Bahía Banderas, México, y dentro del Golfo de California; en el Pacífico Suroriental su rango se extiende desde Panamá a Chile (Shaefer, 1980). La mayor parte de la población en el Pacífico Nororiental se encuentra en el Sur de California y en Baja California (Parrish y MacCall, 1978). Bakun y Parrish (1982), indican que la macarela es un escómbrido pelágico, característico de las cuatro regiones principales de corrientes de margen oriental del océano Pacífico; una de éstas es la corriente de California, que influye en la zona de Bahía Vizcaino.

La pesca de macarela en el Pacífico Oriental se ha

desarrollado en California, en ambos litorales de la Península de Baja California, en Ecuador, Perú y Chile. La historia de la pesquería de macarela en California la revisan Parrish y MacCall (1978), indicando que durante el periodo de 1920 a 1970 tuvo un desarrollo importante, alcanzando una captura máxima de aproximadamente 75,000 toneladas en 1935; en 1953-54 hubo un decremento importante logrando menos de 20,000 toneladas. Posteriormente, en los años sesentas, la pesquería se cerró y fue abierta nuevamente en los años setentas.

El stock de *S. japonicus* ha sido definido vagamente estudiando sus migraciones a lo largo de la costa, desde el Norte de California hasta la mitad de la península de Baja California (Frey y Roedel, 1949). Los resultados de esos estudios mostraron que, entre más lejos del área de la pesquería de California se liberaron los peces, se presentó un progresivo decremento del retorno de marcas a esa zona, demostrando que hay intercambio de peces a través de la región cubierta por ese programa de marcado.

Otro acercamiento a la definición del stock fue intentado por Roedel (19523, quien con base en conteos y mediciones de vértebras observó que la población del Golfo de California y de Cabo San Lucas se distingue de los peces de más al norte, es decir, de los de la costa de California. También encontró diferencias merísticas entre las muestras de Bahía Vizcaíno, Bahía Soledad y Sur de California, y concluyó que probablemente hubo mezcla entre los stocks de estas áreas; Al combinar las evidencias de los estudios merísticos y los de marcado, resulta que el stock desovante capturado por la flota de California, se extiende desde la Columbia Británica, Canadá, hasta Punta Abreojos, México, con una mezcla incompleta de peces, de tal forma que los individuos de los extremos de ese intervalo tienden a no estar disponibles a la pesquería del Sur de California; una evidencia para apoyar esto, es que la pesquería de Bahía Vizcaíno no declinó después de hacerlo el stock de California, lo que puede indicar que los peces del Sur de la distribución del stock están, efectivamente, aislados de la pesquería de California (Parrish y MacCall, 1978).

Con relación a la biología de la macarela del Sur de California, Frey (1936) encuentra que esta especie desova durante primavera y verano; posteriormente Kramer (1960) investiga, a través de censos de huevos y larvas, que el período de desove es entre abril y julio, y para la parte central de Baja California entre marzo y agosto. Kramer (1969) encuentra que la edad de primera madurez ocurre a los 2 años de edad para la mayoría de los individuos que habitan las costas del Sur de California. Knaggs y Parrish (1973) indicaron que la macarela es un desovador

asincrónico y parcial, y que, durante todo el año se pueden encontrar, en California, hembras maduras de macarela, pero que de abril a agosto una porción importante se reproduce, encontrando que el 22% de éstas fueron de 1 año de edad, y 65% de 2 años. Esta proporción se incrementó conforme aumentó la edad, hasta 87% en hembras del grupo de edad 6+. Kramer (1960) afirma que las principales zonas de desove en el Pacífico Nororiental son: Bahía Vizcaíno y desde el Sur- de Punta Eugenia hasta Cabo San Lucas; además han sido colectadas larvas de macarela desde Punta Concepción a Bahía Banderas, y en el Golfo de California.

Santander y Castillo (1980) (citados en Mendo, 1984) afirman que el desove de la macarela o caballa, en la costa peruana, está asociado con aguas subtropicales superficiales. Para la misma zona, Miñano y Castillo (1971) (citados en Schaefer, 1980) indican que el 50% de la macarela desova a los 315 mm de longitud y que la principal época de desove es en verano. En Perú la macarela alcanza la madurez sexual por primera vez a los 270 mm (Schaefer, 1980); en la costa de Japón, Usimi (1976) (citado en Schaefer, 1980) encuentra que la madurez es a los 2 ó 3 años, con 300 mm o más de longitud.

En el Hemisferio Austral, Muck et al. (1987) encuentran para la costa peruana, una correlación positiva significativa entre la temperatura superficial del mar y la abundancia de larvas de macarela; señalan que hay dos periodos de desove por año, uno en marzo y el otro de julio a septiembre.

Muck y Sánchez (1987) encuentran en la costa peruana, que la macarela conjuntamente con el jurel *Trachurus murphyi* son depredadores importantes de la anchoveta (más que las aves guaneras, el bonito y los mamíferos marinos). Señalan además, que la dieta de la macarela se compone principalmente de copépodos, eufáusidos, moluscos y peces. La dieta cambia según las condiciones ambientales, por ejemplo, durante un año normal consume más anchoveta y en un año "El Niño" consume más eufáusidos.

En lo referente a la determinación de la edad en la macarela de California, Fitch (1951) trabajó con otolitos y señaló que son estructuras adecuadas. Más adelante Collins y Spratt (1969) basándose en la metodología y los resultados del trabajo de Fitch (1951), recomendaron el uso de otolitos para el estudio de la edad en la anchoveta de California, debido a que gran parte de su captura se destina a reducción (al igual que la macarela), lo que trae como consecuencia que en los muestreos de la captura comercial un porcentaje considerablemente alto de

individuos esté sin escamas, por lo que no pueden ser colectadas; además de que se ha observado regeneración en ellas. Si se toman otolitos una proporción mayor que la de las escamas resulta apta para la lectura; el uso de las escamas ocasiona un incremento en la intensidad de muestreo elevándose el costo en tiempo, procasamiento y número de personas en el trabajo.

Con relación al tiempo de vida de la macarela, Fitch (1951) analizó la composición por edad de la captura comercial de la macarela del Sur de California desde la temporada 1939-40 a 1950-51, y encontró que la pesquería dependía, en algunos años, de peces menores de cuatro años, y en otros como la temporada 1948-49, de peces de uno y dos años de edad; dicho autor previó desde entonces; un futuro poco halagador para ella. Reconoció hasta nueve grupos de edad anuales, este último entre 38'7 a 415 mm de longitud furcal y, excepcionalmente registra dos ejemplares de 10 años y uno de 11.

Par-a la macarela del Norte de Chile, Aguayo y Steffens (1986) encuentran 9 grupos de edad anuales en individuos de hasta 430 mm de longitud furcal. En la zona centro de Perú, Mendo (1984) reporta siete grupos de edad, en los cuales las longitudes promedio por edad, sólo coinciden en su primer año con la5 del Norte de Chile. Para la costa de Ecuador, Dawson (1986) encuentra Y grupos de edad anuales, del grupo 0 al 8, señalando además que los parámetros de crecimiento reflejaran diferencia en la longitud máxima teórica entre los stocks que habitan las aguas de Ecuador y Norte de Perú, y las del Sur de Perú y Chile.

Mallicote y Parrish (1981) describen el crecimiento estacional en longitud y peso de la macarela del Sur de California; encuentran que tanto los individuos jóvenes como los viejos, mostraron un patrón de crecimiento estacional que indica una pérdida de peso en invierno y primavera; el crecimiento en longitud estuvo libre de variación estacional, con excepción de los individuos de 0 y 1 año, en los que el crecimiento en longitud es más rápido en primavera y verano.

Los estudios biológicos de la macarela de aguas mexicanas son escasos: Ahlstrom (1959) realizó un censo de huevos y larvas de macarela en el Golfo de California y encontró en febrero de 1956 que la abundancia de larvas excedió por mucho a aquella encontrarla en un año en toda el área de investigación de California Couperative Oceanic Fisheries Investigations (CalCOFI), aproximadamente desde Cabo Mendocino hasta el Golfo de California. Años después, Olivera Limas (1975) encuentra en

abril de 1972 gran abundancia de larvas de macarela en el Golfo de California, entre Bahía Kino y Mazatlán; la concentración más grande se encontró cercana a la Isla del Carmen frente a Loreto, Baja California Sur; menciona que esas grandes concentraciones estuvieron asociadas con valores de temperatura superficial del mar entre 20.5 y 21.50 C y que no se colectó ninguna larva en áreas con una temperatura mayor a 22° C. Posteriormente Martínez y de Anda (1986) reportan, también para el Golfo de California en marzo de 1981, un intervalo de temperatura superficial más amplio entre 16 y 22° C; y que este intervalo fue más estrecho para 105 huevas. Además, estiman la biomasa reproductora en 37,991 t y un rendimiento potencial de 9,487 t.

Castro Ortiz (1984) encuentra que la abundancia aparente de especies como la macarela, en las que incide la pesquería de sardina en el complejo lagunar de Bahía Magdalena, se relaciona inversamente con la temperatura superficial del mar. Casas Valdez (1983) encuentra que la macarela está presente durante casi todo el año en dicha área, con un patrón de distribución temporal variable. Gluyas Millán (1989) determina la relación peso-longitud, época de reproducción, distribución de tallas y peso, y tallas de hembras maduras de la macarela de Bahía Vizcaíno, Bahía Magdalena y Golfo de California. Encuentra que la época de reproducción difiere en tiempo en las distintas áreas de pesca; en Bahía Vizcaíno se presenta en primavera y verano coincidiendo con la macarela del Sur de California (Knaggs y Farrish, 1973), en Bahía Magdalena de invierno a principios de primavera y, en el Golfo de California de finales de otoño a mediados de primavera; la longitud promedio de captura y de reproducción tienden a disminuir de Bahía Vizcaíno al Golfo de California.

La composición por edad de los peces de una población es importante conocerla para propósitos de administración de ésta. Es una información básica en los estudios del ciclo de vida, incluyendo tasa de crecimiento, edad de madurez, época de desove, longevidad y tasas de mortalidad. En México no se ha publicado hasta la fecha, ningún estudio sobre la dinámica poblacional de la macarela, misma que se puede conocer a través del estudio de algunos procesos como el del crecimiento individual, que podría implicar la determinación de la edad a partir de estructuras duras como los otolitos.

La determinación de la edad no es únicamente un conteo de marcas en alguna estructura, sino que también hay que definir la periodicidad de formación de esas bandas o zonas ópticamente diferentes. Para ello se usan pruebas de validación que muestren esa periodicidad, y con las que se evitan subjetividades en la interpretación (Jensen, 1970). La validación de las determinaciones de edad en peces de aguas templadas, puede

resultar más clara que en los peces de aguas tropicales, debido principalmente a la pronunciada diferencia estacional de factores ambientales y, a que las poblaciones presentan solo un periodo de desove anual en zonas y épocas bien determinadas (Sparre, 1985).

3.- MATERIALES Y METODOS

3.1 MUESTREO

El material para este trabajo fue proporcionado por el Proyecto Sardina del Departamento de Pesquerías del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR). Se obtuvo de muestreos mensuales de las descargas comerciales de macarela *Scomber japonicus* capturada en Bahía Sebastián Vizcaíno y desembarcada en el puerto de Isla de Cedros, Baja California, de julio de 1984 a noviembre de 1986 (Tabla III).

Específicamente las muestras provienen de la pesca comercial que se efectúa hasta una distancia de 18 millas alrededor de Isla de Cedros y hasta la latitud de Bahía Tortuga-1 (Figura 4).

Se realizaron dos tipos de muestreo: el muestreo masivo y el biológico. El primero proporciona información de la zona de captura, nombre del barco, fecha del lance, captura total del viaje, peso de la muestra y su composición por tallas (longitud patrón) en intervalos de 5 mm. Para el muestreo masivo se eligieron al azar alrededor de 30 ejemplares de algunos viajes por mes de cada embarcación.

El muestreo biológico proporciona información sobre el peso total y eviscerado en gramos, longitud furcal y patrón en mm, sexo, y estadios de madurez. Además se indica mediante una clave numérica, si se colectaron otolitos, los cuales son removidos y depositados en una cápsula de celulosa una vez descabezado el pez. En la mayoría de los casos, el mismo número de individuos del muestreo masivo se utilizó para el biológico.

Los estadios de madurez gonadal se determinaron siguiendo los criterios de una escala morfocromática de 6 estadios utilizada por el Proyecto de Sardina de GIGIMAR. Posteriormente,

Tabla III. Resumen de actividades del muestreo de la captura de macarela en Bahía Vizcaíno.

Mes/Año	MM	MB	PMM	PMB	NO
Jul 84	1	1	35	30	27
Ago 84	1	1	20	19	16
Sep 84	1	1	60	37	34
Ene 85	2	2	64	52	49
Feb 85	1	1	110	35	34
Mar 85	3	3	67	47	42
Abr 85	5	4	99	69	62
May 85	4	3	100	82	63
Jun 85	4	2	72	30	30
Jul 85	1	1	20	20	20
Sep 85	1	1	42	38	31
Oct 85	2	2	67	50	46
Nov 85	1	1	28	25	25
Dic 85	1	1	29	29	28
Ene 86	6	2	154	92	93
Feb 86	3	3	52	41	41
Mar 86	1	1	19	19	19
Jul 86	3	2	66	39	39
Ago 86	4	3	122	89	63
Nov 86	2	2	62	59	51
Total	47	37	1288	879	820

MM= Muestreos masivos; MB= Muestreos biológicos; PMM= Peces del muestreo masivo; PMB= Peces del muestreo biológico; NO= Número de otolitas.

con el fin de hacerlos comparativos con los resultados de Knaggs y Parrish (1973) para la macarela de California, se redujeron a tres estadios de madurez de acuerdo a la escala que presentan los autores anteriores. La modificación se hizo siguiendo las indicaciones de la descripción visual de los estadios que aparecen en la Tabla IV: 1, cuando los huevos no fueron visibles a simple vista (inmaduro), 2, cuando el pez tenía huevos inmaduros amarillos visibles a simple vista (en proceso de maduración) y 3, cuando el pez presentaba grandes huevos maduros transparentes (maduro). No se incluyen individuos en condiciones de gónadas desovadas o consumidas, debido a que como los huevos maduran por grupos sucesivos, no es frecuente encontrar esa condición hasta que todo el desove se ha completado (Knaggs y Parrish, 1973).

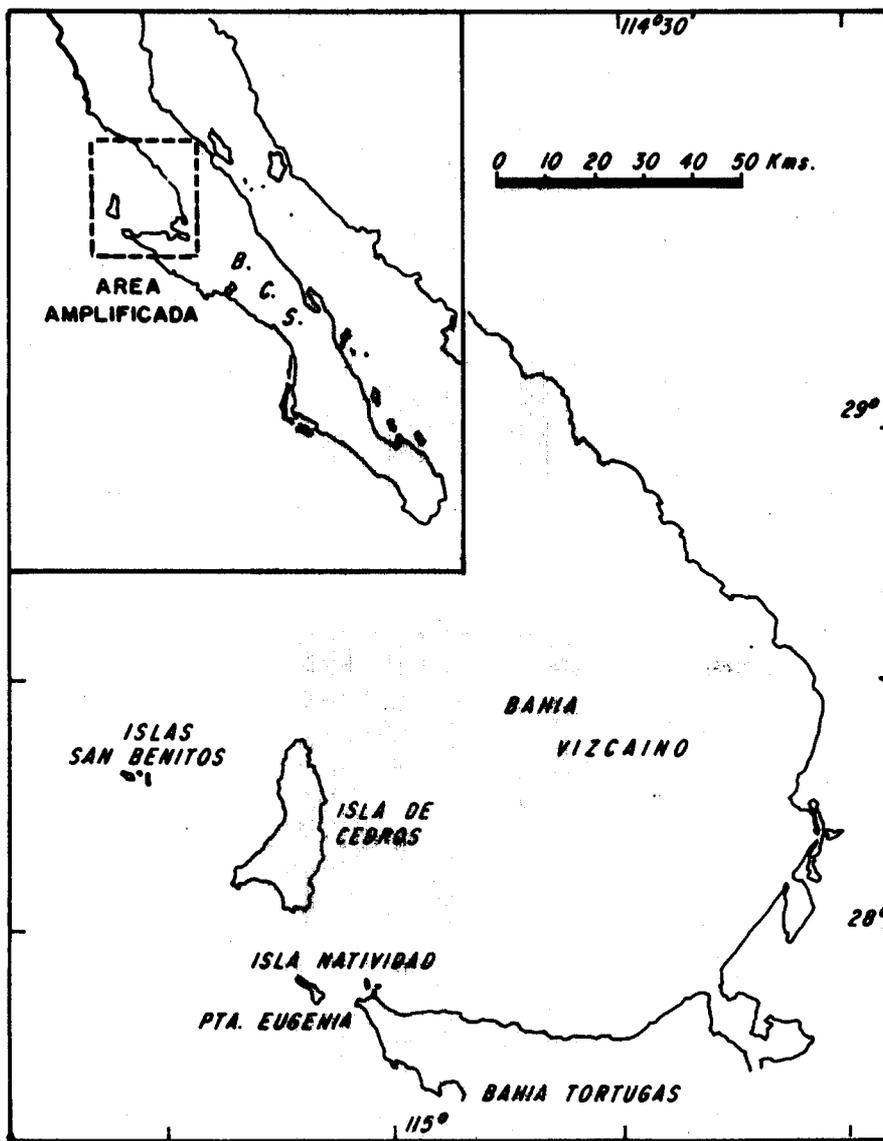


Figura 4. Bahía Vizcaíno

Tabla IV. Descripción de los estadios morfocromáticos de madurez gonádica.

EXTENSION DEL OVARIO EN LA CAVIDAD DEL CUERPO	APARIENCIA GENERAL DEL OVARIO	ESTADO DE MADUREZ	
		Scomber ^a	Scomber ^b
Cerca de 1/3 de la longitud de la cavidad	Translúcido; rojizo a rosa, huevos no se ven a simple vista	1 Inmaduro	0
Cerca de 1/2 de la longitud de la cavidad	Translúcido; color rosado; huevos no se ven a simple vista	1 Inmaduro	1
Cerca de 2/3 de la longitud de la cavidad	Color amarillo rosado; apariencia granular opaca; huevos visibles translúcidos	2 En via de maduración	2,3
Desde 2/3 hasta la longitud total de la cavidad	Anaranjado a rosa; venas con sangre; huevos visibles grandes y maduros, pueden ser expulsados.	3 Maduro	4
Contraída aproximadamente a la mitad de la longitud de la cavidad, las paredes desaparecen	Remanente de huevos maduros pueden ser oscuros o translúcidos.	-	5

(a) Knaqqs y Parrish (1973) (b) CICIMAR.

3.2 DETERMINACION DE LA EDAD

La determinación de la edad se basó en la lectura de bandas opacas e hialinas en otolitos (saggita), ya que Fitch (1951) demostró que para la macarela *S. japonicus* del Sur de California, es una estructura apropiada.

Los otolitos colectadas se limpiaron con agua y jabón, y se examinaron con un microscopio estereoscópica de bajo aumento (40x y 60x), con luz reflejada e introduciéndolos en glicerina y usando un recipiente de vidrio con fondo oscuro.

Las lecturas de edad se realizaron en la cara externa del otolito (Figura 5) reconociendo claramente las bandas. Para su clasificación se siguió la metodología usada por Félix Uraga (1986), agrupando los otolitos de acuerdo al número de bandas opacas e hialinas que aparecen en su parte posterior siguiendo el esquema de la Figura 6, esto es, cada grupo de edad quedó conformado por un número determinado de bandas opacas y de bandas hialinas.

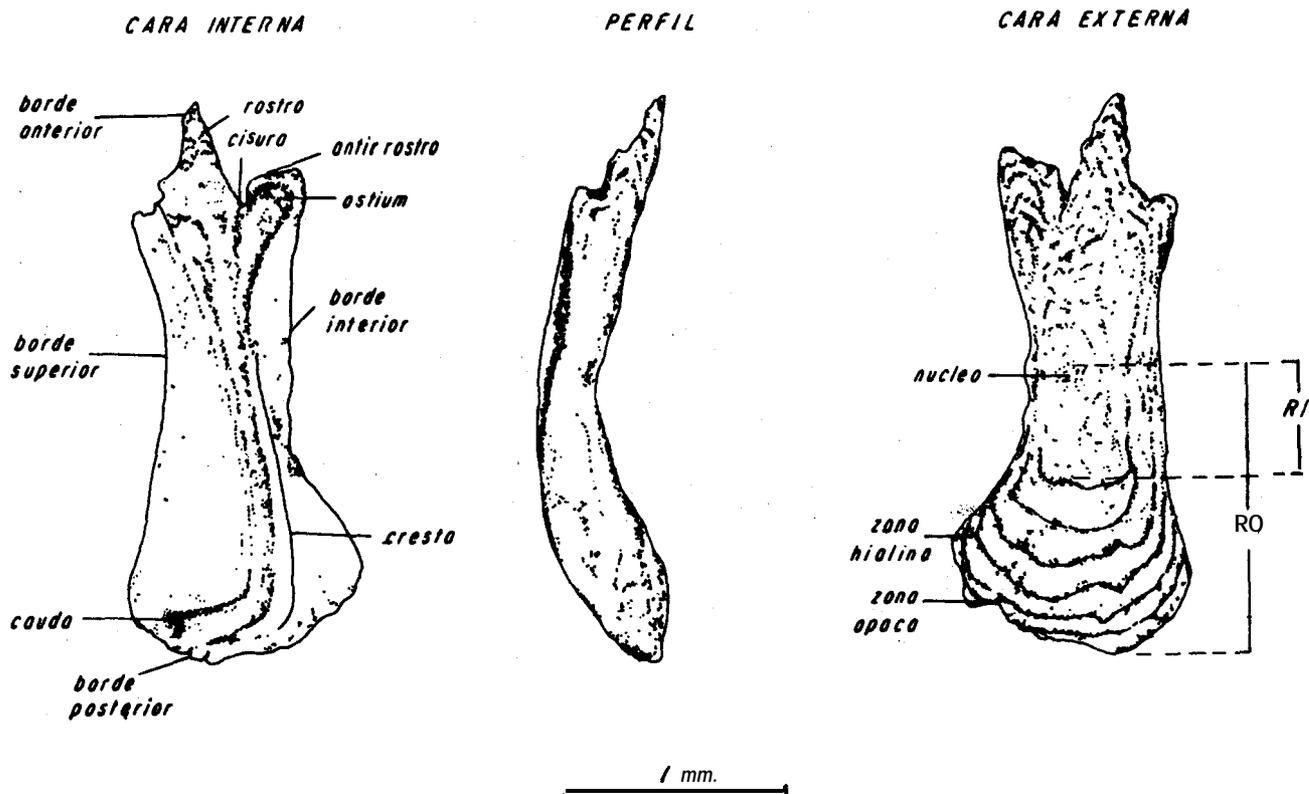


Figura 5. Vista general del otolito derecho (saggita) de *Scomber japonicus* (tomada de Aguayo et al. (1986)).

Para la identificación de bandas relacionadas con la edad en los otolitos, se siguieron las recomendaciones de Fitch (1951) quien describe las características de los otolitos de macarela cuando se observan al microscopio con luz reflejada, considerando como zona hialina aquella banda translúcida que aparece entre dos bandas opacas. Las "bandas falsas" se definen como aquellas que no presentan una periodicidad de formación a través del tiempo,

o que no rodean en su totalidad al núcleo; con el propósito de distinguirlas se consideró que la distancia entre las bandas hialinas fuera menor conforme se van alejando del núcleo.

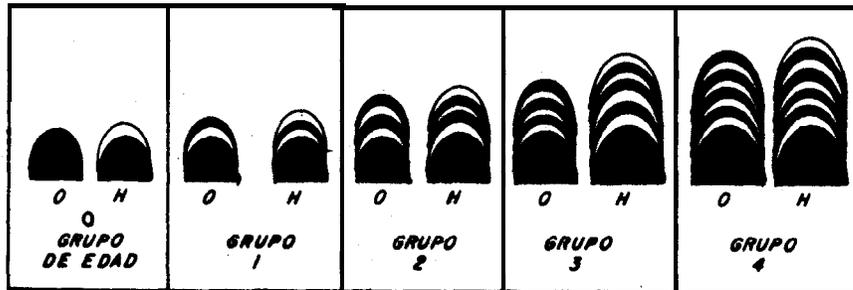


Figura 6. Esquema del número de Bandas opaco-hialinas por grupo de edad (tomado de Félix Uruga, 1986).

Después de un periodo de familiarización con la estructura de los otolitos, se efectuaron tres lecturas; éstas fueron hechas sin conocer el origen de la muestra ni las características de los individuos. A los resultados de las dos primeras lecturas se les aplicó la prueba χ^2 (ji-cuadrada) de la bondad del ajuste para determinar la consistencia entre ellas. Con esta prueba se establece si existe diferencia significativa entre las distribuciones de las frecuencias absolutas de cada grupo de edad (Sokal y Rohlf, 1959). Para tal fin se tomaron como "valores esperados" las frecuencias de la segunda lectura, y como valores "observados" los de la primera. Una vez determinada la consistencia, la tercera lectura fue la definitiva para determinar la edad.

En la última lectura se realizaron dos tipos de mediciones a lo largo del mismo transecto: radio máximo del otolito (R_0) que va del núcleo al borde del margen posterior y, el ancho del radio de la primera banda (R_1), que va del núcleo al límite entre la primera banda opaca y la hialina (Figura 5). La medición de R_0 se hace para conocer la relación que hay entre el tamaño del pez y del otolito, ya que el crecimiento de los peces se estudia generalmente con base en la relación que existe con alguna estructura dura, en este caso los otolitos, en los que se distinguen los anillos que se forman periódicamente como resultado de cambios fisiológicos y del medio ambiente (Beamish y McFarlane, 1987); para esto se efectuó un análisis de regresión lineal simple entre los valores observados de longitud del pez (L) (longitud patrón en mm) y del radio del otolito (R_0) en unidades de divisiones del micrómetro ocular (d.m.o). El R_1 se

midió par-a estimar una relación de proporcionalidad con la cual se calculó la longitud del pez al completar la formación de la primera banda opaca.

$$LO_0 = \frac{L \cdot R_1}{R_0} \quad (1)$$

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

donde:

- L = Longitud patrón actual del pez en mm
- R₀ = Radio máximo del otolito (d.m.o)
- R₁ = Radio de la primera banda opaca (d.m.o)
- LO₀ = Longitud del pez cuando completó la formación de la primera banda opaca (grupo de edad O₀).

Una vez determinada la edad es necesario validarla, es decir, conocer la periodicidad con la cual se forma cada una de las bandas opaca; e hialinas observadas en 105 otolitos, y determinar cuanto tiempo corresponde a cada grupo de edad. Esta es una prueba que se recomienda en todos los estudios de edad (Brothers, 1970; Beamish y McFarlane, 1987), y en este caso consistió en clasificar mensualmente los otolitos según su tipo de borde, es decir, otolitos con borde opaco y con borde hialino, sin importar el grupo de edad. El porcentaje de cada categoría se graficó mensualmente y se analiza su variación. Esta es una prueba cualitativa, que requiere de muestras de al menos un ciclo anual, y ha sido utilizada comúnmente en estudios de edad en macarela como los de Fitch (1951) y Aguayo y Stefens (1986). La validez del sistema de clasificación de los otolitos se incrementa con la mayor experiencia y práctica que íe va adquiriendo en la interpretación de las zonas diferenciables y de los distintos tipos de bordes. Esta prueba de validación se apoya con el análisis del promedio mensual, para un ciclo anual típico, de la distribución de frecuencias relativas por grupos de edad según el tipo de borde; con esto se observa el período de predominancia de cada banda, y se determina su período de formación.

3.3 ESTRUCTURA POBLACIONAL POR TALLAS Y EDADES

La estructura por tallas de la captura comercial se estimó a partir de los muestreos masivos extrapolando los resultados a la captura del barco y luego a la del mes usando la metodología de Gulland (1966). A partir de aquí se construye la estructura por tallas de la captura comercial por mes y para 105 años 1984,

1985, 1986 y un año típico. La talla en este trabajo está referida a longitud patrón o estándar en mm.

Con la información de los muestreos biológicos mensuales, es decir, con la talla y la edad de los individuos se construyeron claves edad-longitud mensuales, que junto con la composición por tallas permitió estimar la estructura por edades de la captura por mes y año. Adicionalmente se construyó una estructura de tallas y de edades de un ciclo anual típico, ponderando la distribución de frecuencias absolutas de cada uno de los meses del año y, con la ponderación de la distribución de frecuencias absolutas de los 3 años se construyó un año típico. La construcción de un año típico se hace para representar, de manera continua, lo que en promedio puede suceder en la población bajo condiciones similares de explotación a la de los años de estudio.

3.4 CICLO DE MADUREZ

El ciclo de madurez se determinó unavez definido el estadio de madurez de cada hembra y su proporción mensual; posteriormente se construyó un ciclo anual típico de madurez. Aunque el objeto de este trabajo no fue definir detalladamente el ciclo de madurez gonádica, el seguimiento mensual de los diferentes estadios sí permite determinar de manera gruesa el período de mayor actividad reproductiva de la macarela de Bahía Vizcaíno.

La talla y edad crítica de reclutamiento a la reproducción (consideradas como aquellas a las que el 50% de las hembras están maduras), se estimó con las tallas y edades de las hembras maduras encontradas en la época de reproducción. Para esto se construyó una distribución de frecuencia relativa respecto al total, tanto de tallas como de edades: estas frecuencias se acumularon y se ajustó la ecuación logística utilizando el método iterativo de Marquardt (3.963). Se estimó la proporción de sexos por año y durante el período de reproducción.

Con el propósito de apoyar la determinación de la época de reproducción, se calculó el factor de condición promedio mensual de los peces, definido como la constante K de la relación peso--longitud; sus variaciones sugieren cambios fisiológicos que pueden indicar eventos importantes en la historia de vida de los individuos, tales como el desove (Ricker, 1975). Esto se hace estimando mensualmente las siguientes constantes:

$$W = a L^b$$

donde:

W = Peso total

L = Longitud patrón del pez

a = Constante de proporcionalidad o factor de condición de Fulton (Ricker, 1975).

b = Exponente o factor de isometría.

El valor de a , se comparó con a_5 manteniendo fijo $b = 3$; esto supone que en todos los casos se trata de individuos adultos (Blackburn, 1960; Pauly, 1984) que presentan un crecimiento isométrico. Ricker (1975) señala que el factor de Fulton es útil para estos casos si, bajo condiciones promedio o estándar, el valor del exponente es igual a tres; pero debido a que usualmente es difícil decidir qué condiciones son estándar, se decide mantener fijo el valor de b asumiendo que existen esas condiciones. De esta manera los valores máximos que presentó el factor de condición se relacionaron con el período en que se detecta actividad reproductiva.

Un índice grueso de condición nutricional, derivado de una alimentación favorable, se representó con el factor a de una relación potencial similar a la anterior pero con peso eviscerado; esta constante se calculó mensualmente y se relacionó con la actividad reproductiva y el factor de condición.

Además, se estimó la proporción mensual de crecimiento en peso respecto a un mes representativo del reclutamiento de individuos jóvenes a la pesquería. La estimación se hizo con los valores observados de peso de los grupos de edad 3 y 4 para 1985, donde los muestreos tuvieron mayor continuidad. La proporción fue calculada dividiendo el promedio del peso mensual de cada grupo de edad por el correspondiente promedio del peso del mes en que se reclutan.

Considerando la posible relación de la temperatura superficial del mar con algunos procesos endógenos, se contrastaron los valores del promedio de temperatura superficial del mar de Bahía Vizcaino tomador; de Lynn (1967), la proporción mensual tanto de otolitos con borde opaco e hialino como de hembras maduras.

3.5. CRECIMIENTO

Antes de iniciar la determinación de los parámetros de crecimiento se procedió a probar si había diferencias en tallas por sexo, para lo cual se compararon de manera gráfica las distribuciones de frecuencia de tallas por sexo en los 5 grupos de edad mejor representados. Para probar si las distribuciones anterior-*et*; son afectadas por el sexo, se practicó la prueba Kolmogorov-Smirnov para dos muestras, y se probó la hipótesis nula de que provienen de la misma distribución a través del valor D , que es la máxima diferencia numérica entre las distribuciones acumuladas. Por otro lado, los coeficientes de regresión de la relación longitud del pez-radio del otolito se compararon entre machos y hembras por medio de un análisis de covarianza, donde la hipótesis nula fue que el efecto de los tratamientos (sexo) es nulo; en este caso el valor crítico F se calculó con $(1,2(n-1)-1)$ g.l., donde n es el número de datos de ambos sexos.

Para la estimación de los parámetros de crecimiento se emplearon los valores de tallas medias de cada grupo de edad obtenido de la composición por edades de la captura. De manera gráfica se muestra la distribución de frecuencia relativa de tallas para cada grupo de edad.

Con la intención de solucionar la falta de información de longitudes de individuos jóvenes, ya que no se logró capturar individuos de los grupos 0 y 1 o menores a 173 mm, se procedió a estimar la longitud promedio del grupo de edad 0 opaco (longitud del pez una vez que completa la primera banda opaca) con la ecuación (1), de acuerdo a lo que Gutreuter (1987) recomienda señalando que es adecuado usar una relación de proporcionalidad para hacer este tipo de estimaciones, ya que esta relación incorpora la longitud individual de pez y la del radio del otolito, lo que explica alguna variación entre los individuos.

Para describir el crecimiento individual se usó el modelo de von Bertalanffy (Beverton y Holt, 1957) que relaciona la longitud con la edad del pez por medio de la siguiente expresión:

$$L_t = L_\infty (1 - \exp(-K(t - t_0))) \quad (2)$$

donde:

L_t = longitud a la edad t
 L_∞ = longitud asintótica
 K = coeficiente de crecimiento
 t_0 = edad cuando la longitud es igual a C_1
 t = edad en años

Este método describe cómo la mayoría de las especies de peces incrementan su longitud conforme aumenta la edad, además es importante su uso ya que es incorporado en modelos de evaluación de stocks (modelo de rendimiento por recluta de Beverton y Holt 1957); sus parámetros se pueden interpretar como sigue: L_∞ longitud máxima o asintótica y representa la longitud máxima promedio que alcanza el pez; K , llamada el parámetro de curvatura o coeficiente de crecimiento, determina qué tan rápido el pez obtiene su tamaño máximo. El parámetro t_0 es la edad cuando la longitud es 0, y es donde empieza la curva de crecimiento.

El proceso de determinación de los parámetros de la ecuación de crecimiento (2), consiste en ajustar dicha expresión a los valores observados mediante una selección de parámetros tal que la curva pase tan próxima como sea posible a los valores observados. Estos parámetros de crecimiento en longitud de *S. japonicus* se estimaron a partir de los valores de tallas medias de cada grupo de edad obtenido de la composición por edades de la captura. Se estimaron tres grupos de parámetros, cada uno con distintos métodos, el primero con Gulland y Holt (Sparre, 1985) que estima K y L_∞ , el t_0 con el método de López Veiga; el segundo grupo con el método de López Veiga (1979) que estima K , L_∞ y t_0 y el tercer grupo con el método iterativo de Marquardt (Prager et al., 1987).

El método de López Veiga, recomendado para especie- que presentan un alta tasa de crecimiento durante sus primeros años de vida, requiere una estimación previa de L_∞ (longitud de eclosión) la cual fue tomada de aquella estimada por Hunter y Kimbrell (1980) para la macarela de California en 3.1 mm de longitud patrón. Para el cálculo de la longitud infinita (L_∞) se usó la longitud del grupo de edad 3 como L_{t_1} y la longitud del grupo de edad 6 como L_{t_2} .

Para cada uno de los métodos, se calculó la suma de cuadrados de las desviaciones (SCD) de la longitud observada con respecto a la calculada, con fines comparativos. Una SCD menor indicaría un mejor ajuste del modelo (2) a los datos.

La tasa de crecimiento en longitud se obtuvo de la diferencia entre la longitud promedio estimada a las edades t y $t+1$; de la misma manera se procedió para estimar la tasa de crecimiento en peso.

El peso $prc3medl.n$ a cada edad (W_t), se determinó con los mismos valores de K y t_0 que se estimaron para la ecuación de crecimiento en longitud. El W_0 se obtuvo al sustituir la L_0 en una ecuación de regresión potencial funcional de peso-longitud, determinada con 876 pares de valores de peso total y longitud patrón de los individuos tomados en el muestreo biológico. La ecuación es la siguiente:

$$W = a L^b$$

donde:

a = Constante o factor de condición promedio

b = Exponente o factor 'de isometría

L = Longitud patrón (mm)

W = Peso total (g)

La ecuación de crecimiento en peso queda como sigue:

$$W_t = W_0(1 - \exp(-K(t - t_0)))^b \quad (3)$$

donde:

W_0 = Peso asintótico

K = Coeficiente de crecimiento

t_0 = Edad cuando el peso es 0

b = Exponente de la relación peso-longitud

t = edad en años

Se estimaron los coeficientes de una regresión lineal entre la longitud patrón y furcal, con el fin de transformar la longitud por edad de la macarela de Bahía Vizcaíno y compararla con los resultados de otras zonas geográficas.

Se compara la relación peso-longitud de la macarela de Bahía Vizcaíno con la del sur de California, Bahía Magdalena y Golfo de California.

4. RESULTADOS

4.1 MUESTREO Y DETERMINACION DE EDAD

El intervalo de talla de los peces estudiados fue de 173 a 363 mm de longitud patrón; el peso total individual varió de 50 a 850 g, y el peso eviscerado de 30 g a 665 g. En el muestreo masivo se midieron 1288 individuos, 879 en el biológico y se colectaron 820 pares de otolitos. La presencia de bandas opacas e hialinas en esas estructuras se pudo determinar en el 99% de los casos. De la lectura de esas bandas resultó la determinación de ocho grupos de edad, del 1 al 8, el primero y el último con un 5010 individuo en el muestreo biológico. Los resultados de las tres lecturas de los otolitos se muestran en la Figura 7.

La prueba χ^2 (ji-cuadrada) para conocer la consistencia entre las dos primeras lecturas, demostró que no hay evidencia estadística que señale que éstas son diferentes con un nivel de significación $\alpha = 0.05$, ya que el estadístico de prueba χ^2 fue de 5.28, y el valor crítico de 11.07 con 5 grados de libertad. Los grupos de edad 1 y 8 no se consideraron en esta prueba por no tener al menos 5 elementos en la muestra (Kreyszig, 1979). Una vez determinada la consistencia en las lecturas se realizó una tercera que fue la definitiva y, en la que se hicieron las mediciones de los radios.

La técnica utilizada para la lectura de bandas en los otolitos resultó efectiva: permitid manejarlos libremente para 'distinguir las bandas, y cuando se observaron al microscopio con luz reflejada mostraron un núcleo central blanco opaco: rodeado por bandas alternantes de material translúcido o hialino, y blanco opaco. Al usar un fondo oscuro las bandas hialinas aparecen oscuras o negras.

Se observó que las bandas opacas fueron más anchas que las hialinas y que en ambos casos el ancho de cada banda disminuya conforme se incrementó el número de ellas. En ocasiones la interpretación de éstas resultó difícil por la deposición variable de material orgánico, y por la presencia de "falsos anillos". No obstante, fue posible reconocer un patrón claro en la formación de las bandas de los otolitos al observarlos al microscopio, siendo la zona posterior de éste la región donde se observó mejor.

La proporcionalidad que existe entre la longitud del pez (L) y la del radio del otolito (R_o) (Figura 8), se determinó por medio de la regresión lineal simple $R_o = 33.41741 + 0.157228 L$ con un coeficiente de correlación $r = 0.67$ que es significativamente diferente de cero ($P < 0.05$), demostrando que el crecimiento del otolito refleja adecuadamente el crecimiento del pez.

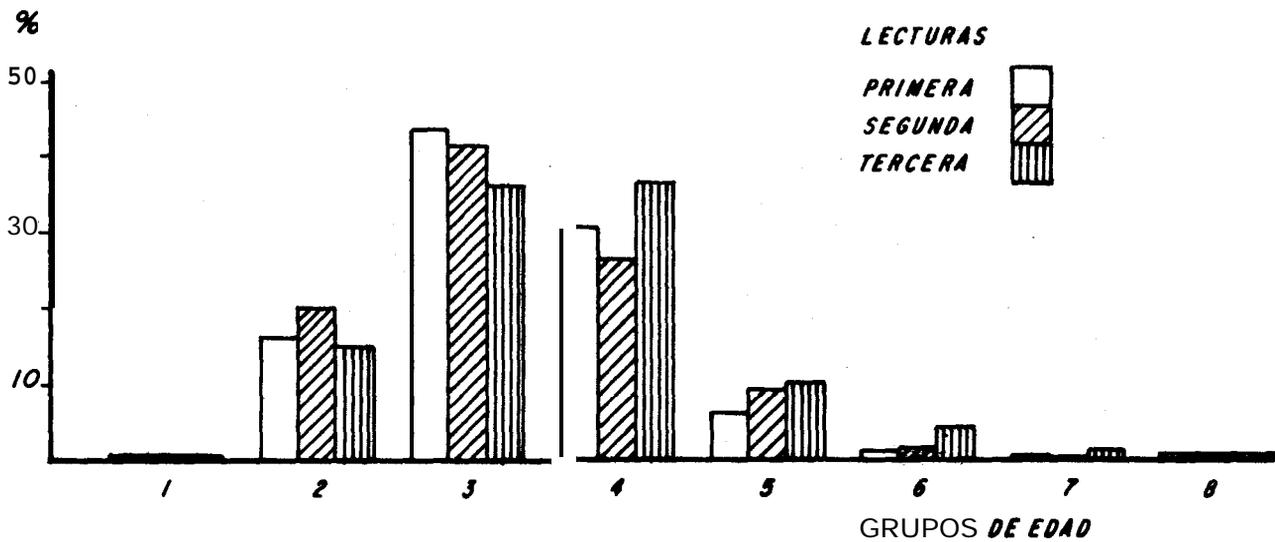


Figura 7. Resultado de las lecturas de edad en los otolitos de macarela.

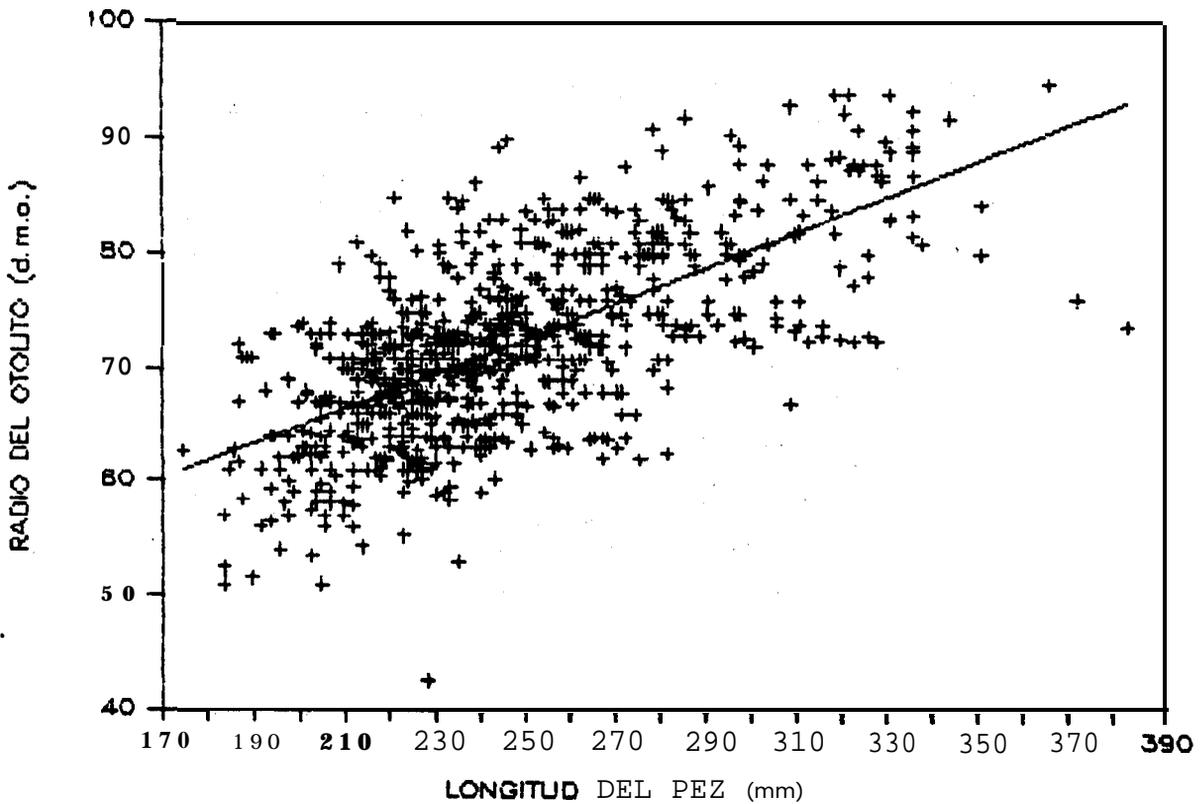


Figura 8. Diagrama de dispersión de la longitud patrón del pez contra radio del otolito.

4.2 VALIDACION DE LA DETERMINACION DE LA EDAD

En la Figura 9 se presenta el seguimiento mensual de la proporción de otolitos con borde opaco e hialino, estos resultados determinan que las diferentes zonas de crecimiento que se observan en la estructura analizada corresponden a una época definida del año; los máximos de frecuencias de los bordes opacos se presentaron consistentemente en verano de cada año, mientras que los máximos de los hialinos ocurrieron alrededor de invierno, aunque hay algunos meses en los que falta información (Figura 9 a). El comportamiento general en dos ciclos anuales completos se aprecia en la Figura 9 b, donde se observa que hay un solo grupo modal de frecuencias de bordes opacos en un período de doce meses, que va de abril a octubre, y uno de bordes hialinos entre noviembre y marzo; esto quiere decir que el conjunto de una banda opaca y una hialina, que son las que representan un grupo de edad, se forman con una periodicidad anual. El promedio del tiempo en que cambia la predominancia de cada borde se puede tomar como el promedio del período de formación representativo de cada uno. Entonces en la Figura 9 b

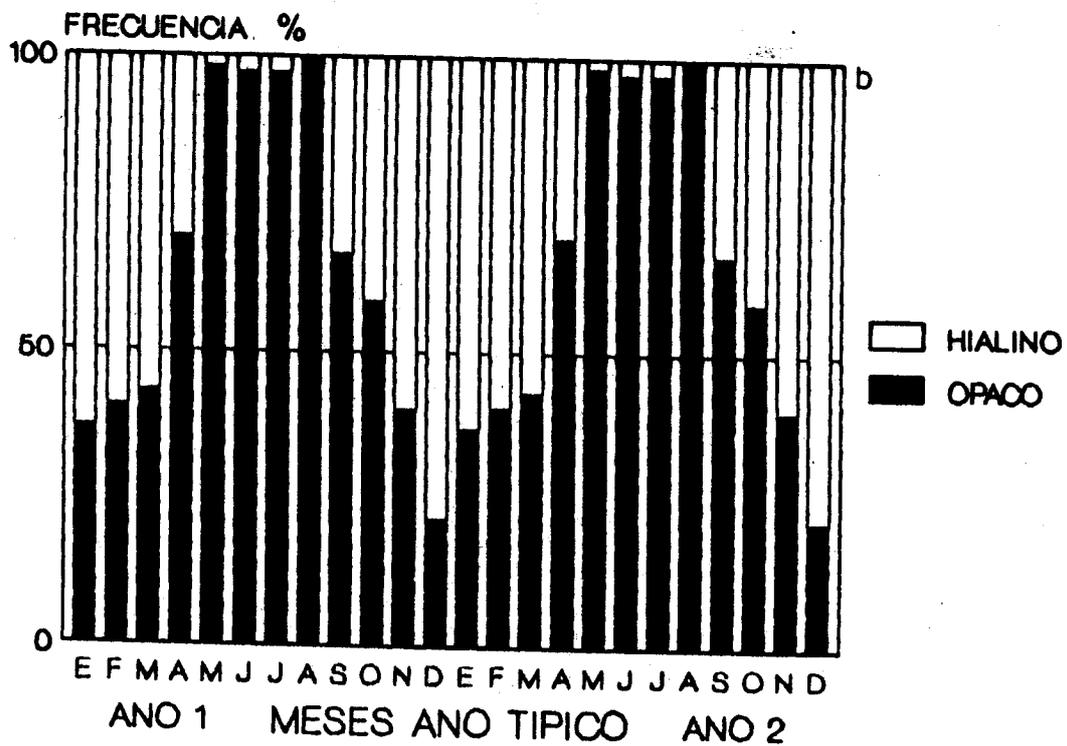
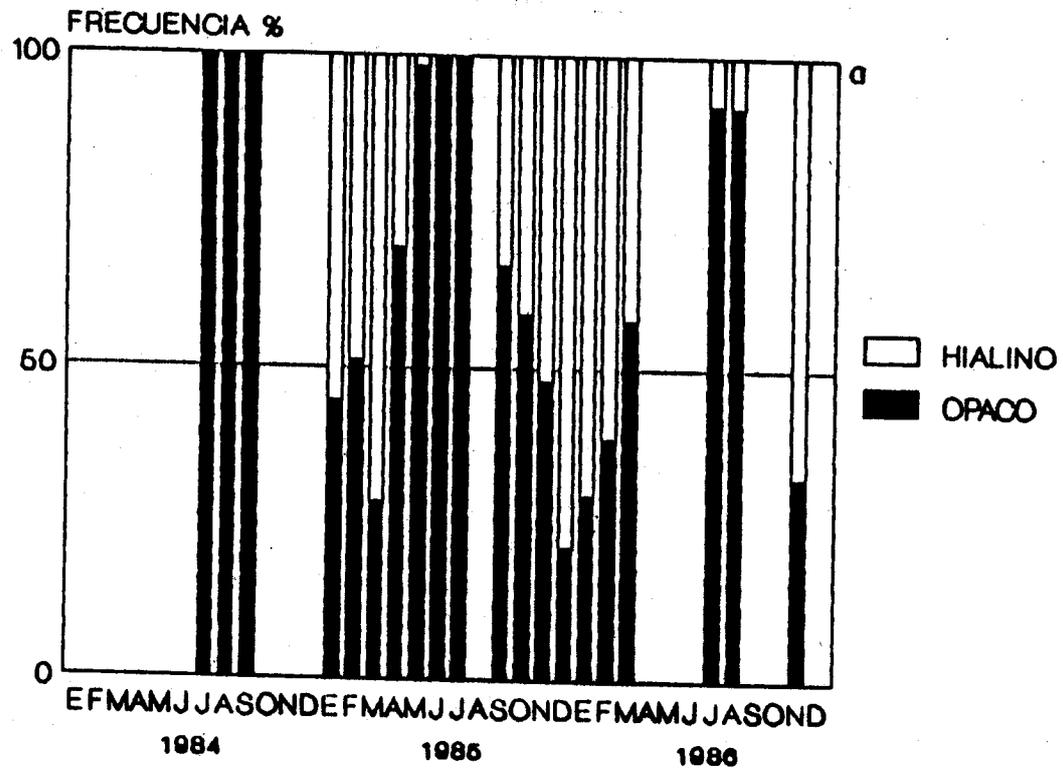


Figura 9. (a) Frecuencia relativa mensual de otolitos con borde opaco e hialino en 1984, 1985 y 1986, (b) de dos ciclos anuales típicos consecutivos.

se tiene que, al tomar como referencia los porcentajes mayores que 50%, la formación de 1ª banda opaca es aproximadamente de siete meses y la hialina de cinco, esto puede indicar posiblemente, diferencias en crecimiento durante el período de formación de cada banda.

Otra prueba que apoya la validación para determinar la periodicidad con que se forman las bandas, consistió en mostrar gráficamente una distribución de frecuencia mensual por grupo de edad según las características de su borde (Figura 10).

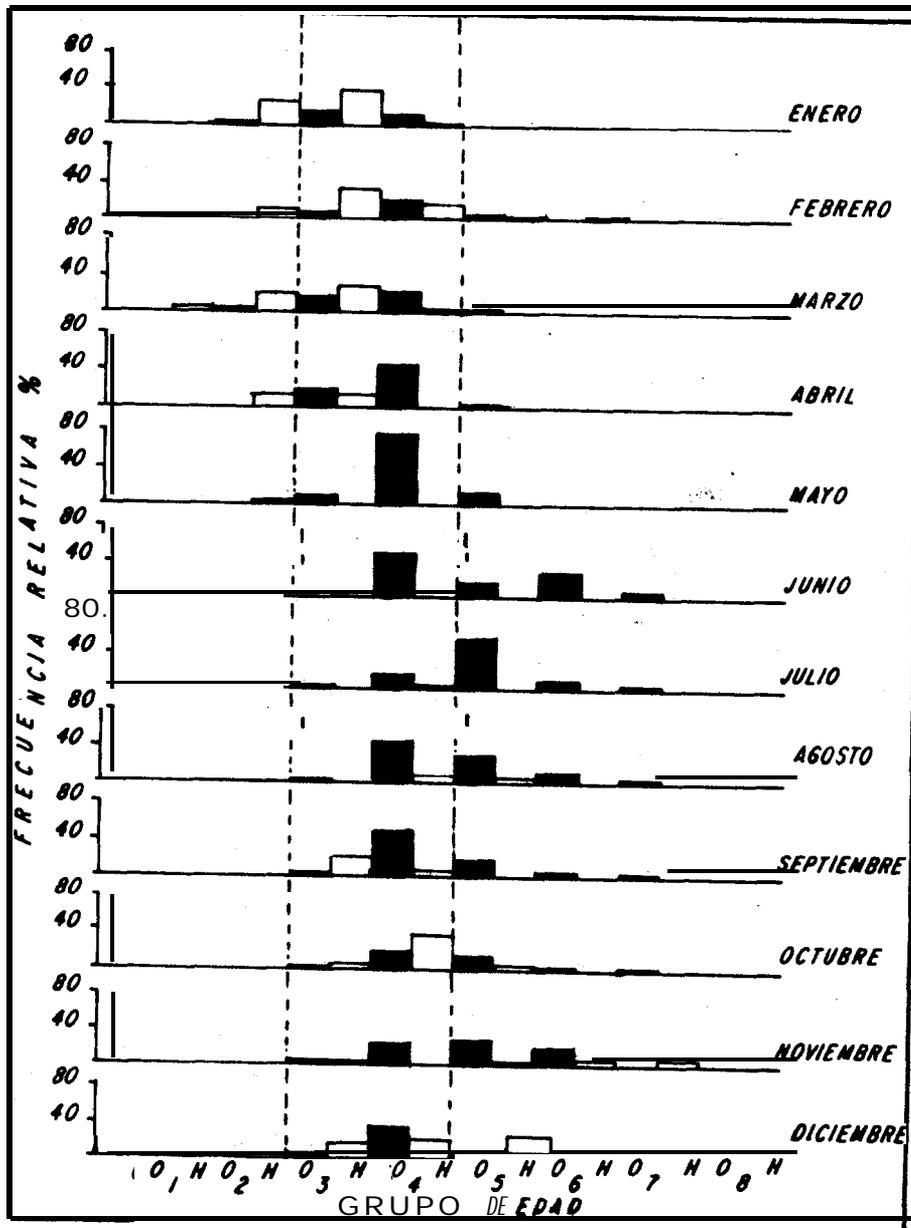


Figura 10. Frecuencia (%) mensual por grupo de edad, de otolitos con borde opaco e hialino.

Si se observa el grupo de edad 3 a partir de enero, se ve cómo la proporción de bordes hialinos de ese grupo predomina sobre los opacos hasta marzo, en abril hay un cambio de predominancia de la marca hialina del grupo de edad 3 a la opaca del grupo de edad 4, la que continúa predominando hasta septiembre, y en octubre cambia a hialina. En estos dos grupos de edad es donde se observa con mayor claridad el cambio de predominancia de tipo de borde, que en promedio indica, el período que tarda en formarse cada una, lo que quiere decir que la formación de ambas bandas es de aproximadamente 12 meses. En el resto de los grupos no se aprecia claramente este proceso.

4.3 ESTRUCTURA POBLACIONAL PORTALLAS Y EDADES

4.3.1 Estructura por tallas

La estructura por tallas de la captura comercial de 1984, 1985, 1986 y de un ciclo anual típico se muestra en la Figura 11, donde se observa un amplio intervalo de tallas y se distinguen algunas diferencias en las distribuciones: en 1984 el promedio fue de 238.4 mm con un intervalo de talla menor que en los otros años, debido a que únicamente están representados los meses de verano (julio a septiembre); el 65% de los individuos se encontraron entre 218 y 253 mm de longitud. En 1985 y 1986 la talla promedio de los individuos de la captura fue 249.8 y 293.5 mm. respectivamente; en 1985 el 58% estuvo entre 223 y 253 mm de longitud y el 15% correspondió a individuos mayores de 283 mm; para 1986 el 31% estuvo entre 213 y 238 mm, y el 25% fue mayor de 283 mm. En año típico, alrededor del 53% de los individuos se encontró entre 218 y 248 mm, y el 19.3% fue mayor de 283 mm. Se observa, en general, que un grupo de individuos mayores de 283 mm están representados con menor frecuencia en los años 1985 y 1986.

La distribución de tallas mensual de 1984, 1985, 1986 y para un ciclo anual típico se muestra en la Figura 12, donde se observa lo siguiente: un reclutamiento a la pesquería de individuos pequeños menores de 203 mm de noviembre a marzo, es decir desde fines de otoño hasta fines de invierno; también se aprecia un reclutamiento en julio de 1986. En el año típico se observa el desplazamiento de un grupo modal hacia tallas mayores de enero a mayo; entre junio y agosto no es claro el seguimiento de un grupo modal de frecuencias importantes, y de septiembre a diciembre sí se puede observar un desplazamiento de un grupo modal. En los meses de abril a agosto de 1985 y 1986 se observan con mayor frecuencia los individuos de tallas más grandes (mayores de 283 mm). La presencia de individuos pequeños

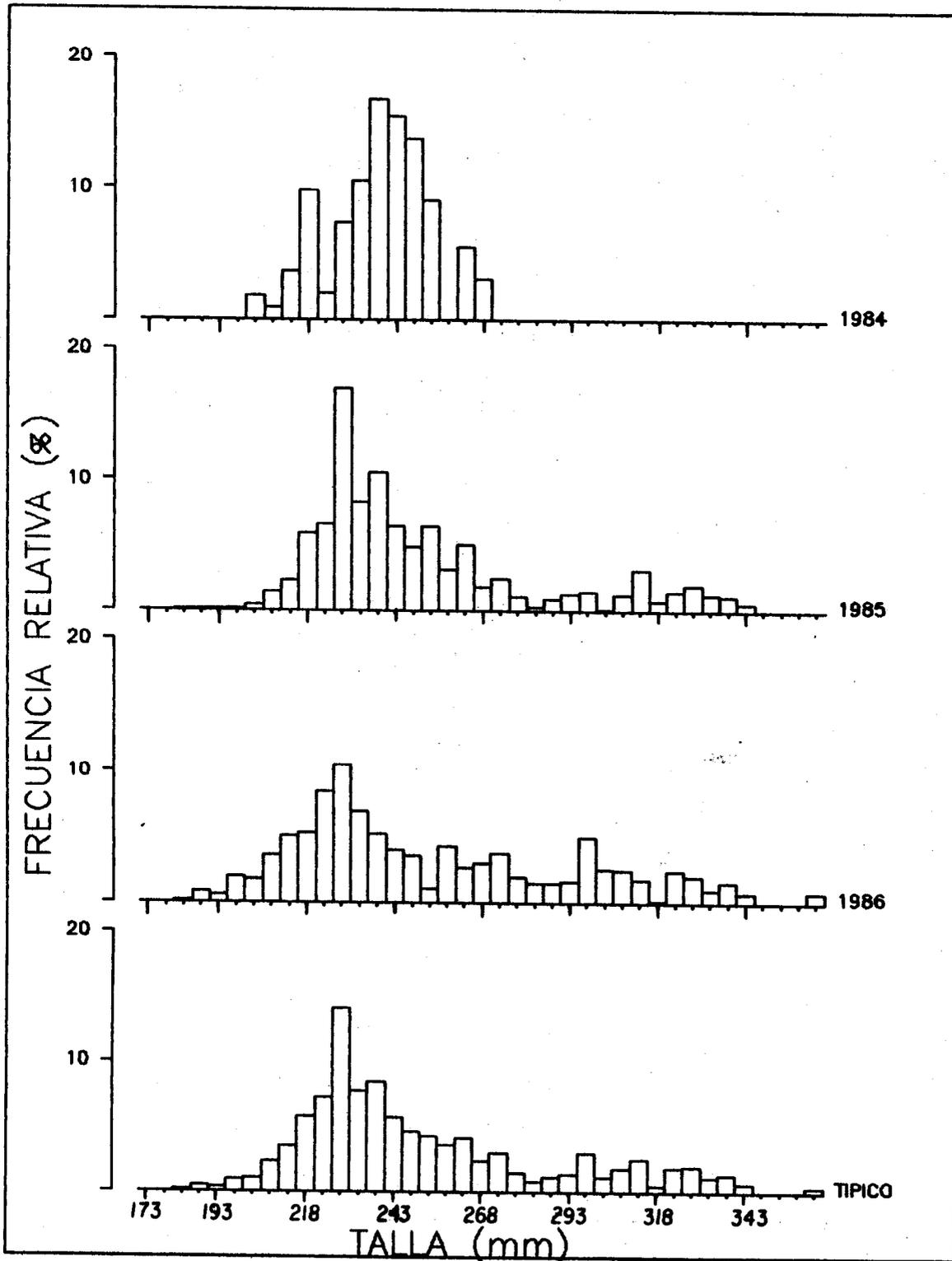


Figura 11. Distribución de frecuencia de tallas de captura comercial de macarela de Bahía Vizcaino para 1984, 1985 y 1986 y año típico.

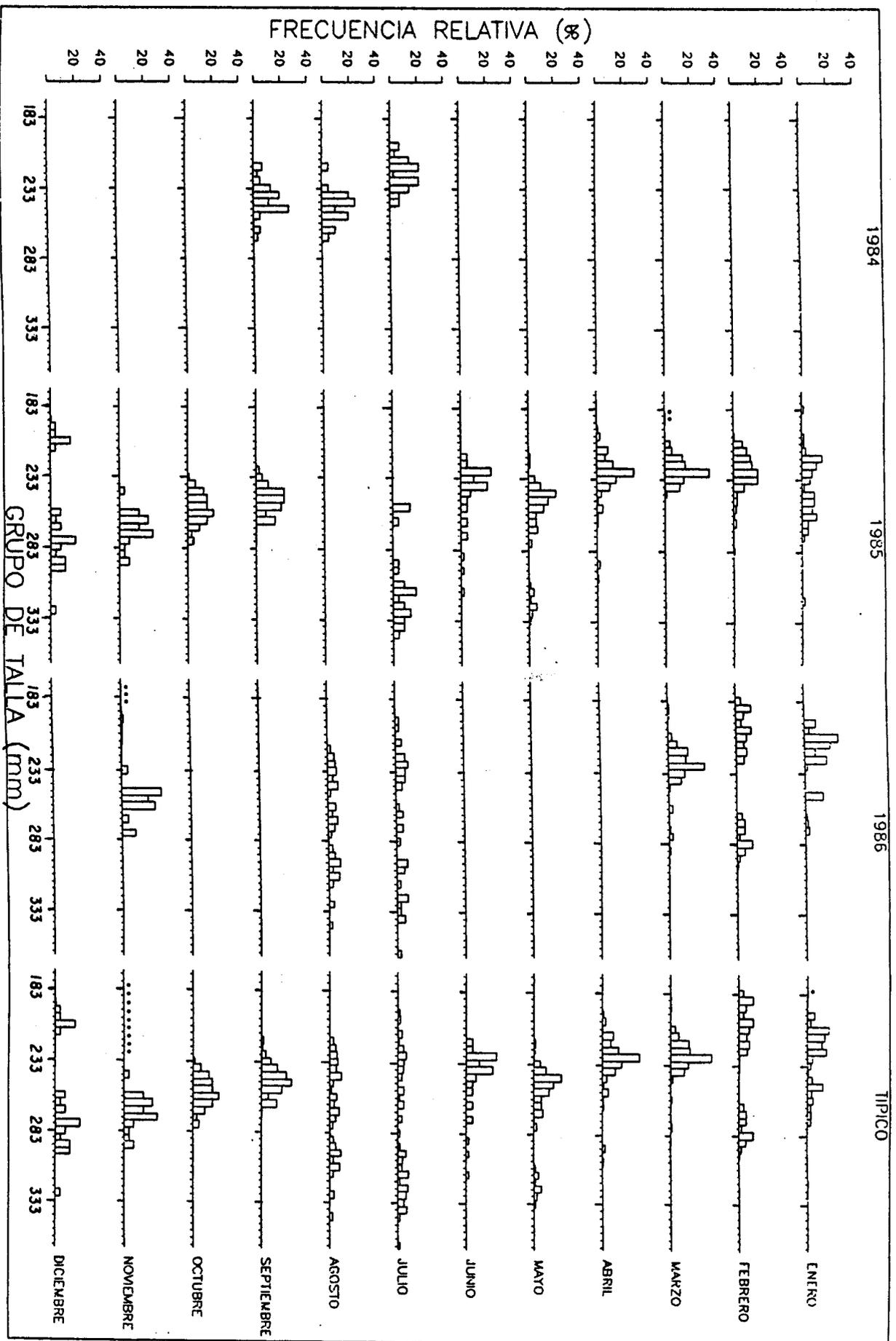


Figura 12. Distribución de frecuencia de tallas mensual de la captura comercial de macarela de Bahía Vizcaino 1984, 1985, 1986 y año típico (● = valor menor de 0.5 no se aprecia por efecto de escala).

menores de 203 mm de noviembre a marzo, puede relacionarse con la amplitud del período de desove que también es de aproximadamente 5 meses. Estos resultados sugieren que para fines prácticos, el mes de enero puede tomarse como el mes representativo del reclutamiento de individuos pequeños a la pesquería. Aquellos individuos pequeños en el mes de julio deberán tener al lo sumo 1 o 2 años para que se considere otro reclutamiento.

4.3.2 Estructura por edades

En esta sección se presenta la distribución de edades a partir del número de individuos de la captura comercial para cada intervalo de talla, con lo cual se construyen las claves edad-longitud mensuales (Anexo I).

Con esas claves se estima la estructura por edad de la macarela capturada comercialmente en Bahía Vizcaíno en 1984, 1985, 1986 y para un año típico (Figura 13). Durante ese período se registraron individuos de 1 a 8 años. En 1984 los más abundantes fueron los individuos de 5 años, clase anual 1979; y en 1985 fueron los individuos de 4 años, clase anual 1981. Las edades predominantes durante 1986 fueron la 4, 5, y 3 que corresponden a las clases anuales 1982, 1981 y 1983 respectivamente. En 1985 se registro alrededor de 2 % de individuos, de un año, y el porcentaje de aquellos menores de cuatro años fue mayor que el de 1986. En 1985 y 1986 los individuos que predominaron en la captura fueron de 4 años representando al menos 35% de la captura, aquellos de 4 años en adelante representaron al menos 70% de la captura. El año típico muestra una distribución de frecuencias de edad suavizada, muy semejante a la normal, e indica que la pesquería está sustentada principalmente por individuos mayores de 4 años los cuales constituyen alrededor de 68% del total.

La distribución mensual de frecuencia de edad para 1984, 1985, 1986 y un año típico se presenta en la Figura 14. Se observa que en los meses de verano de 1984 únicamente se capturaron individuos mayores de 3 años, y aquellos de 4 en adelante representaron más de 90%. En 1985 y 1986, aunque falta información en algunos meses, se observan de enero a marzo individuos de 1 y 2 años, lo que quiere decir que el reclutamiento de individuos jóvenes a la pesquería es entre enero y abril, y no en julio como se observo en la distribución mensual de tallas de 1986 (Figura 121, ya que los individuos pequeños en julio tienen al menos 3 años. Durante los meses de abril a diciembre de 1985 y 1986 se capturo más del 70% de individuos de

4, 5 y 6 años; de enero a marzo la frecuencia de individuos jóvenes, es decir, de 2 y 3 años empezó a ser mayor. En el ciclo anual típico se observa ininterrumpidamente lo anterior.

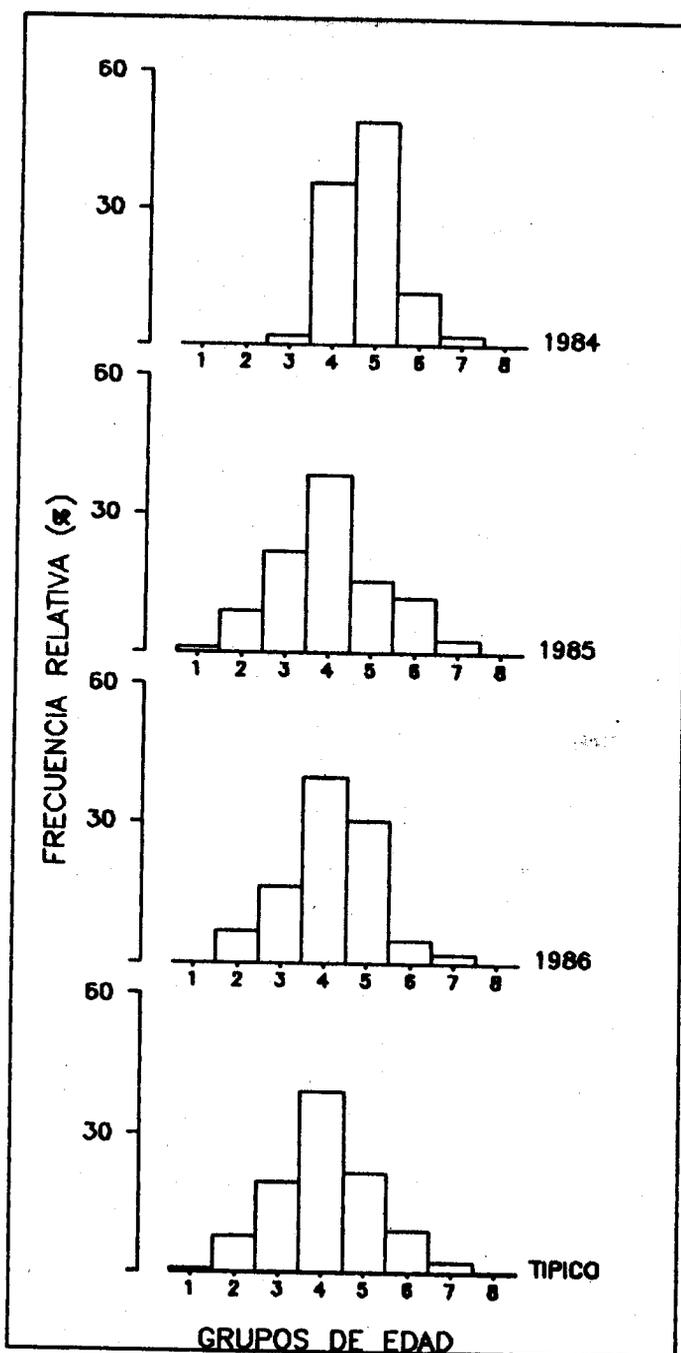


Figura 13. Distribución de frecuencia por edad de los individuos de la captura de 1984 a 1986, y año típico.

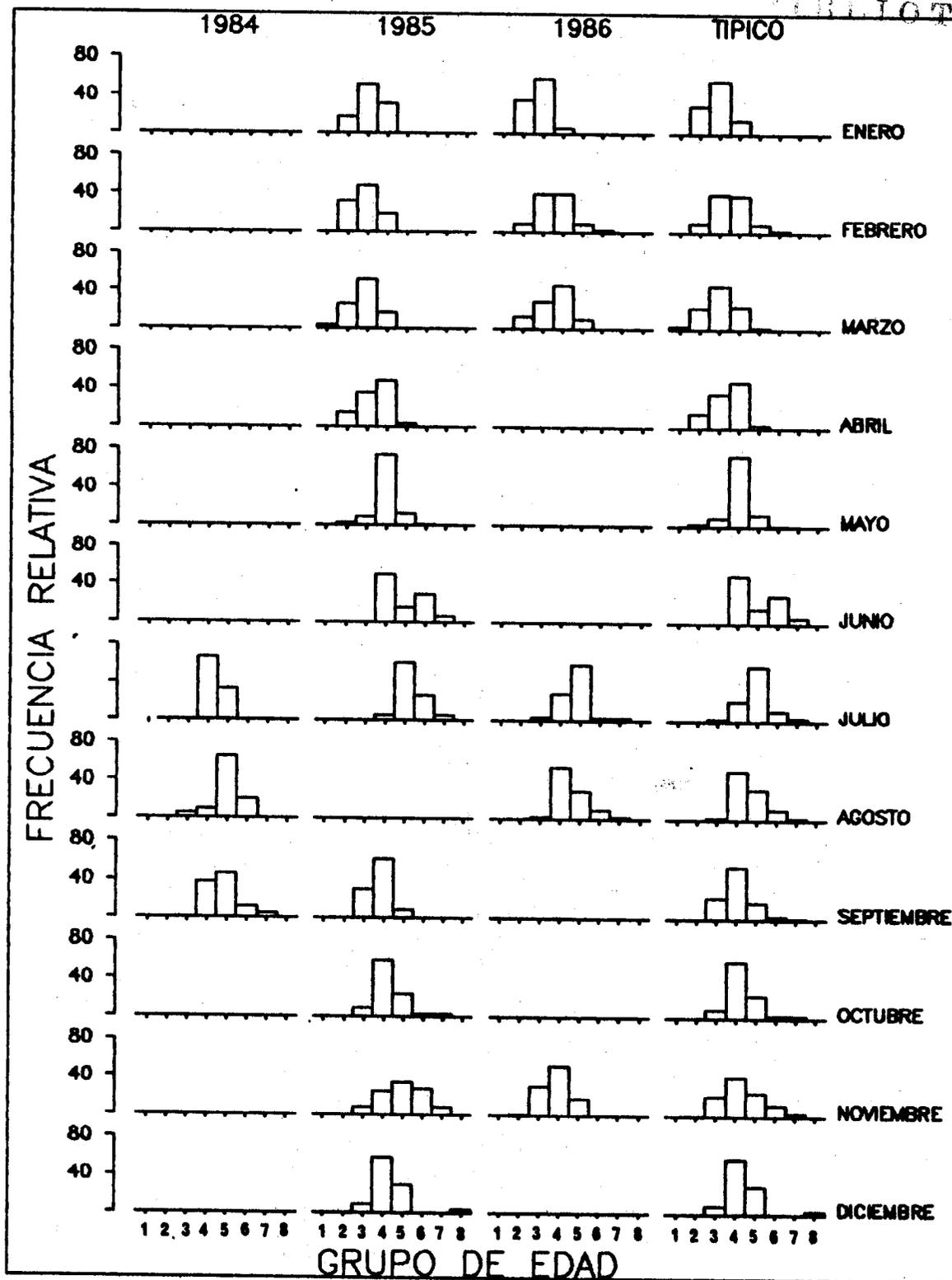


Figura 14. Distribución de frecuencia mensual de edades en la captura comercial de macarela de Bahía Vizcaíno 1984, 1985, 1986 y ciclo anual típico.

Los resultados de la estructura tanto de tallas como de edades, indican que hay un solo reclutamiento de individuos jóvenes en un ciclo anual durante los meses de enero a abril. Esto se confirma al considerar el comportamiento estacional de la talla y la edad promedio en la captura (Figura 15), donde se observa un comportamiento estacional de ambas, mostrando que la talla y la edad aumentan en los meses de verano y disminuyen en invierno.

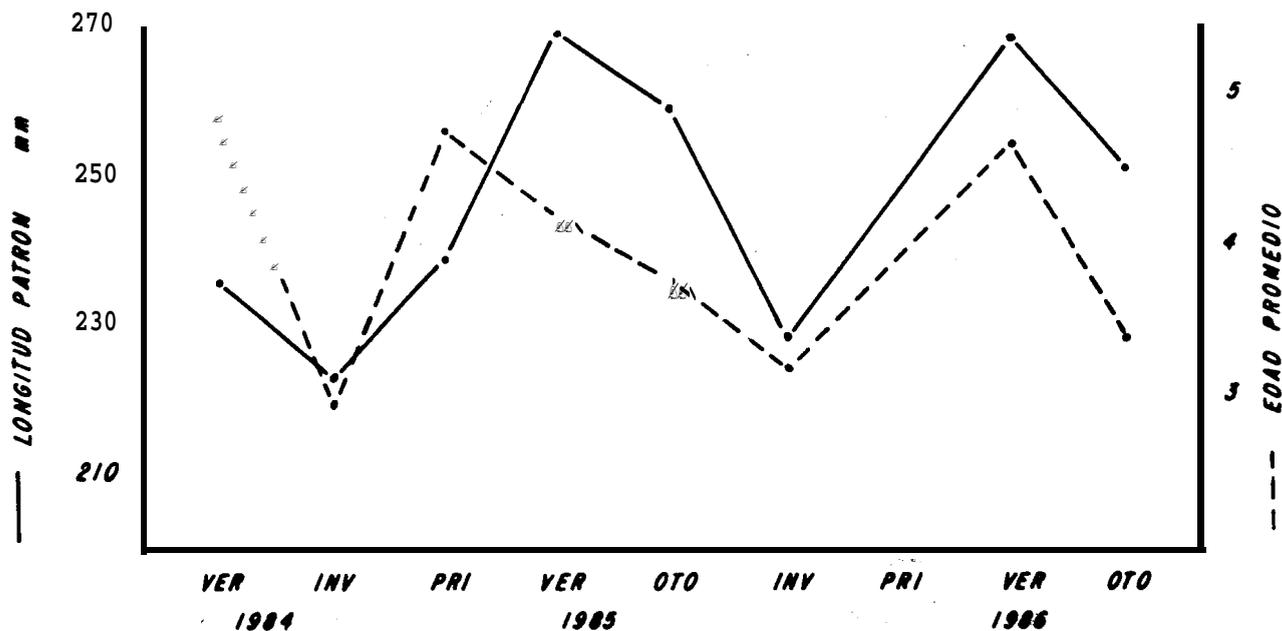


Figura 15. Promedio de talla y edad por estación del año (1984-1986) de la macarela de Bahía Vizcaíno.

Después de atender los resultados anteriores y si se considera la edad de reclutamiento como la edad mínima a la cual los individuos son vulnerables a la pesca (Beverton y Holt, 1957), para la macarela esta edad corresponde a los individuos de 2 años; a partir de los 4 años están completamente reclutados a la pesquería.

4.4 CICLO DE MADUREZ

El seguimiento mensual, en 1985 y 1986, de la proporción de hembras en diferentes estadios de madurez, se presenta en la

Figura 16 a. Para 1985 se ve que de marzo a junio ocurre la mayor proporción de hembras maduras; en 1986 fue en julio y agosto, en los meses anteriores a éstos no hubo información. Sin embargo,

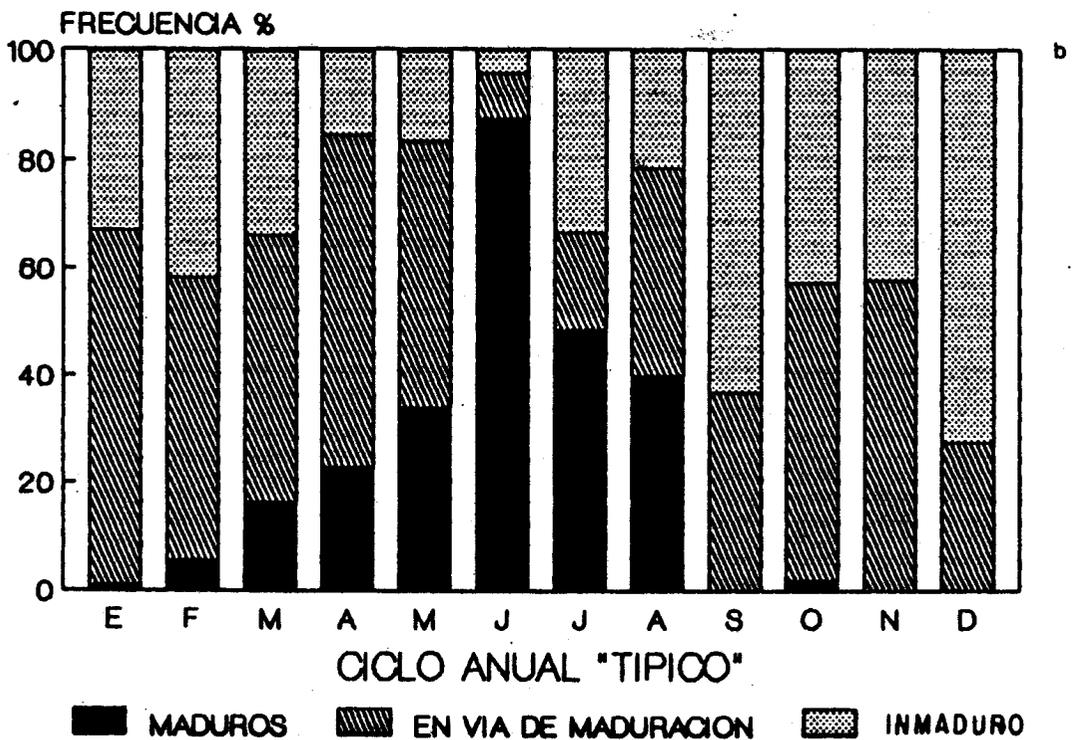
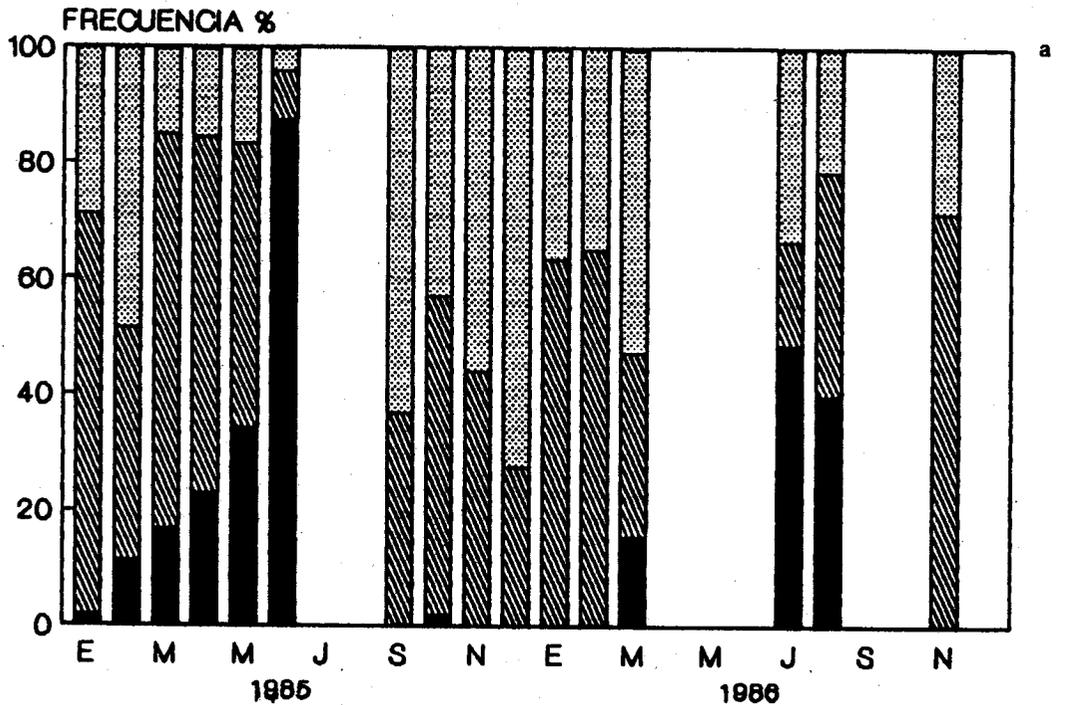


Figura 16. (a) Proporción mensual de hembras por estadio de madurez según la escala de Knaggs y Parrish (1973) 1985 y 1986; (b) ciclo anual típico.

en el ciclo anual típico (Figura 16 b) se observa actividad reproductiva notable de marzo a agosto, siendo los meses de mayo a agosto cuando más importante es este proceso. Lo anterior indica que ocurre una época de reproducción al año, responsable de generar una cohorte anual. Este resultado se apoya con la variación mensual del factor de condición usando el peso total (Figura 17), el cual muestra un aumento de manera consistente a partir de marzo y alcanza un máximo en los meses de septiembre, octubre y julio en 1984, 1985 y 1986 respectivamente; el factor de condición en los primeros y últimos meses del año disminuye, lo que podría relacionarse con una pérdida general de peso debido al desove. El factor de condición con el peso eviscerado fue menor y se comporta similar al anterior, con un máximo en mayo y octubre de 1985 y, en julio y agosto de 1986. La diferencia máxima entre ambos factores de condición se observó en junio, que puede indicar el mes de mayor actividad reproductiva. En 1985 que es el año con mayor continuidad, se observa que en octubre hay un máximo en el factor de condición con el peso eviscerado, que podría relacionarse con la buena alimentación de los individuos.

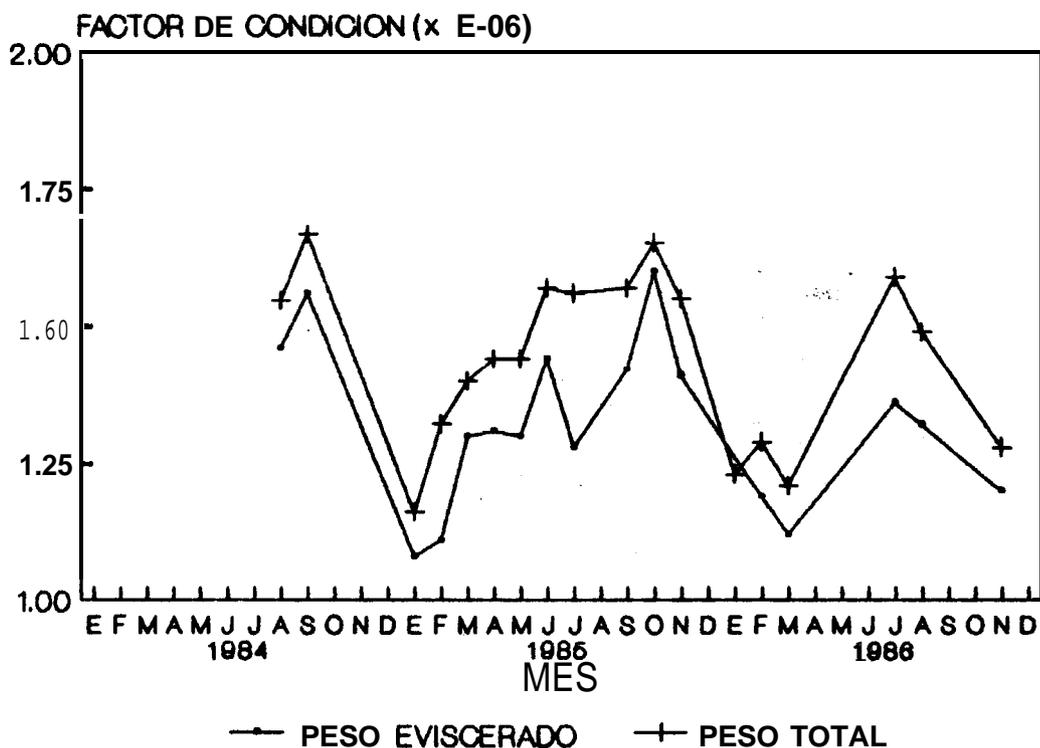


Figura 17. Factor de condición durante 1984, 1985 y 1986.

Los cambios fisiológicos que reflejan los factores de condición señalados anteriormente, se manifiestan en la determinación de la proporción mensual de crecimiento en peso, con respecto a enero (mes representativo del reclutamiento de individuos jóvenes) de los grupos de edad 3 y 4 (Figura 18). Para el grupo de edad 3, la proporción de incremento en peso con

respecto al de enero inicia un ascenso en febrero y alcanza un máximo en noviembre, aunque no se cuenta con información en julio y agosto; para el grupo de edad 4, que es el mejor representado, el máximo se alcanza en julio, posteriormente disminuye y aumenta ligeramente; esto indica que los peces de tales edades alcanzan un peso mayor en los meses de verano y principios de otoño, para luego disminuir, lo que quiere decir que el peso por edad muestra variación estacional, que puede relacionarse con reproducción y alimentación.

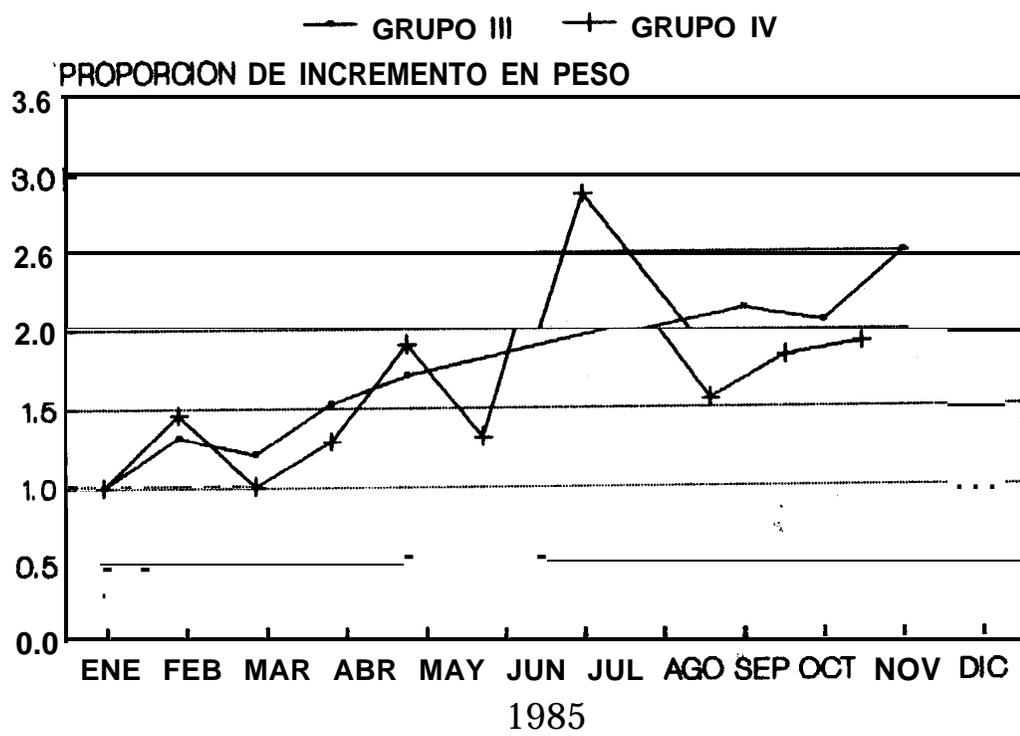


Figura 18. Proporción de crecimiento en peso con respecto a enero de 1985.

En la Figura 19 se muestra la distribución de frecuencia de tallas de hembras maduras cuyo intervalo va de 218 a 363 mm. La curva ajustada indica que la talla crítica de maduración, a la que el 50% de las hembras madura, fue de 293 mm de longitud patrón. Las edades correspondientes a estos individuos maduros se muestran en la Figura 20, donde se observa una frecuencia baja de hembras de 2 y 3 años, y entre 30% y 37% de 4 a 6 años, lo que quiere decir que durante el período de reproducción los individuos que contribuyen mayoritariamente a este evento son las hembras mayores de 4 años. La edad a la cual el 50% madura correspondió a 4.3 años.

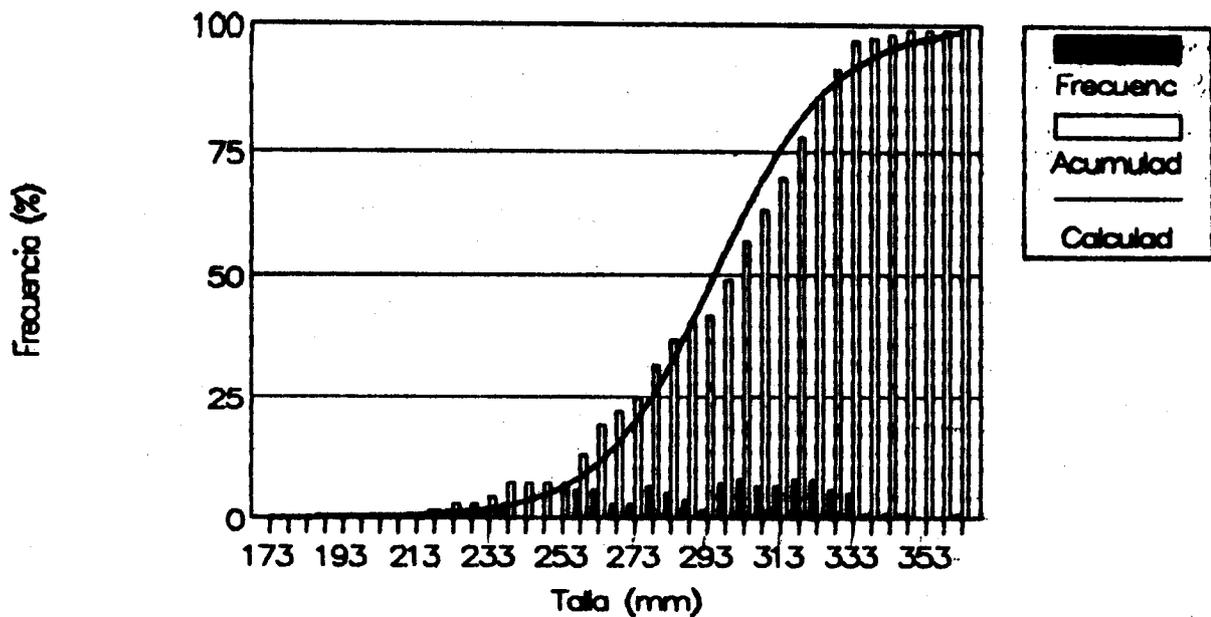


Figura 19. Distribución de frecuencia de tallas de hembras maduras.

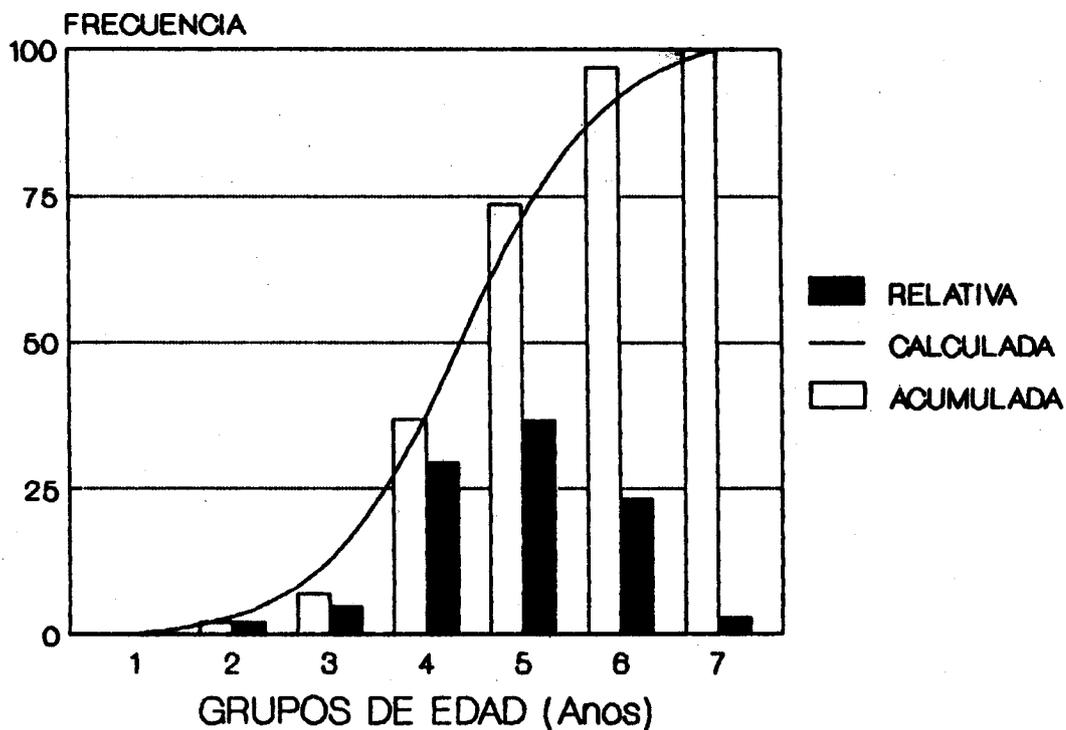


Figura 20. Distribución de frecuencia de edades de hembras maduras.

La proporción de sexos (machos:hembras) encontrada en los muestreos biológicos de la captura comercial de macarela de Bahía Vizcaíno, fue: 1:1.3, 1:1.7 y 1:1.4 para los años 1984, 1985, 1986 respectivamente. Específicamente durante el período de reproducción y considerando los tres años, la proporción fue 1:1.6.

Al relacionar la proporción mensual de hembras maduras, la formación de las bandas opacas e hialinas de los otolitos y la temperatura superficial del mar, se observó una relación estrecha entre el proceso de maduración, la formación de la banda opaca y el inicio del ascenso de temperatura (Figura 21), lo que podría indicar que tanto factores exógenos como endógenos influyen en los procesos de crecimiento, siendo estos responsables de la formación de los distintos tipos de bandas en los otolitos.

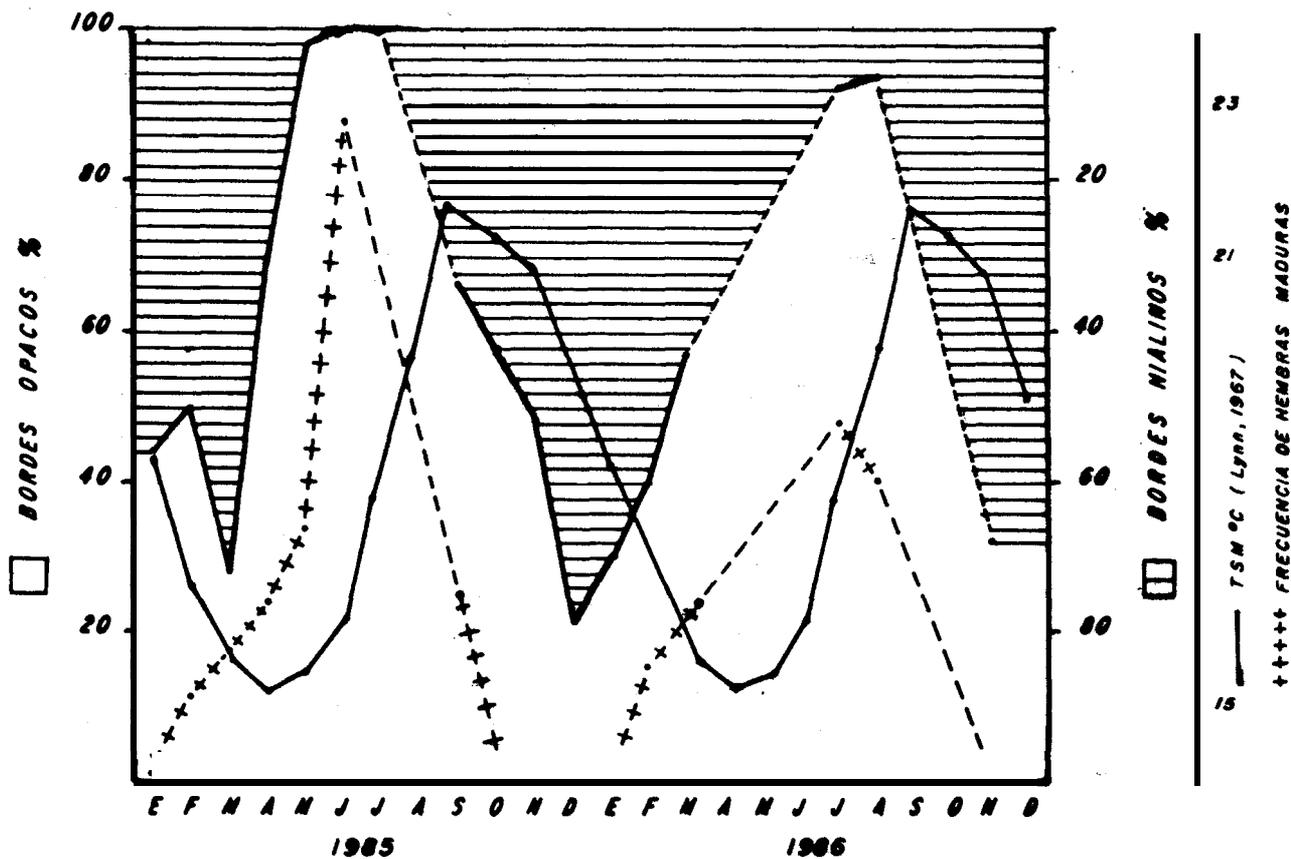


Figura 21. Proporción mensual de hembras maduras, de otolitos con borde opaco y promedio de la temperatura superficial del mar (tomada de Lynn, 1967).

4.5 CRECIMIENTO

La distribución de tallas por sexo en los grupos de edad mejor representados 3, 4 y 5, se muestra en la Figura 22, observándose a simple vista que, en cada uno de los grupos de edad 3 y 4, la distribución de tallas entre sexos es semejante. En el grupo de edad 5, se observan pequeñas diferencias a simple vista. Sin embargo estas diferencias no fueron estadísticamente diferentes, como lo muestran los resultados de la prueba Kolmogorov-Smirnov: para el grupo 3 un valor de $D = 0.17$ (valor crítico al 95% igual a 0.459), para el grupo 4 $D = 0.206$ (valor crítico al 95% igual a 0.376), y para el grupo 5 $D = 0.403$ (valor crítico al 95% igual a 0.419). Esto quiere decir que la distribución de tallas por edad, entre machos y hembras, no es afectada por el sexo.

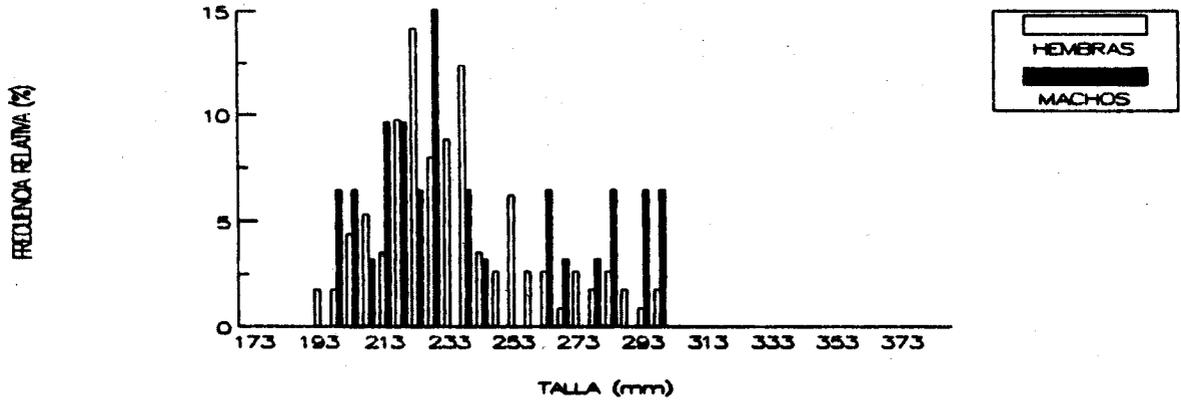
Los resultados del análisis de covarianza indicaron que la línea de regresión que relaciona la longitud del pez con el radio del otolito no es afectada por el sexo. El valor observado de F (0.22) fue menor que el valor crítico al 95% ($F = 3.9$ con 1,485 g.l)). Por lo tanto los análisis posteriores se realizaron sin diferenciar sexos.

Los valores de longitud por edad obtenidos de la composición por edades de la captura, y los estimados para el grupo de edad 0 opaco, se agruparon a intervalos de 5 mm y se muestran en la Tabla V, donde se ve cómo se distribuye la frecuencia absoluta de tallas por edad. Cada grupo muestra un amplio intervalo de longitud que en general, se va desplazando hacia valores mayores al aumentar la edad.

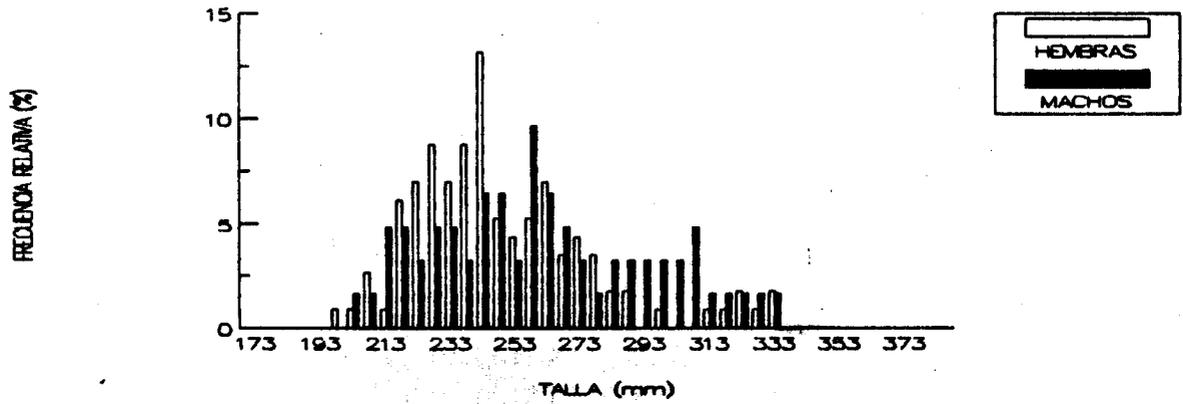
En la Figura 23 se muestra gráficamente la distribución de frecuencias relativas de tallas por grupo de edad. Se observa que a partir del grupo de edad más joven se presenta un desplazamiento modal hacia tallas mayores; del grupo de edad 3 al 5 la distribución de frecuencias está sesgada hacia tallas mayores, y no es completamente simétrica.

Los parámetros de crecimiento en longitud del modelo de von Bertalanffy estimados con diferentes métodos, se muestran en la Tabla VI. De cada grupo de parámetros se obtiene la suma de cuadrados de las desviaciones (SCD), que es el criterio principal para seleccionarlos. La menor SCD fue para aquellos 5 estimados con el método de Marquardt (1963), indicando que esos parámetros son los que generan el mejor ajuste a los datos.

EDAD 3



EDAD 4



EDAD 5

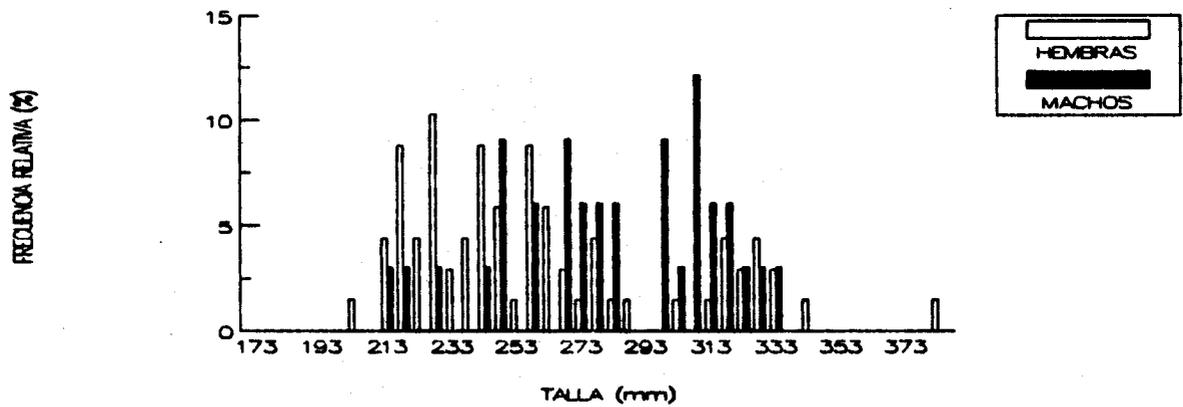


Figura 22. Distribución de tallas de machos y hembras, para los grupos de edad 3,4 y 5.

Tabla V. Distribución de frecuencias absolutas en número de individuos por talla y edad de la captura comercial de macarela de Bahía Vizcaíno (1984-1986).

Marca clase	Grupos de Edad								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
68	1								
73									
78	1								
83									
88									
93									
98	6								
103	3								
108	9								
113	18								
118	23								
123	29								
128	26								
133	56								
138									
143	72								
148	65								
153	79								
158	58								
163	46								
168	40								
173	28								
178	30								
183	19	714	11566						
188	22	16994	5588	11176					
193	9	536	11711	933					
198	5	5396	68821	12847					
203		3347	41601	50049		4750			
208	3	48692	143234	36991	1188				
213	1	94359	104762	84472	66589	2181			
218	1	159542	107716	155493	60206	2375			
223	2	96443	245277	349370	35928				
226	1	149214	282054	542370	77099	7961	27364		
233	1	28644	172402	358963	94437	14238	4907		
238		1051	169744	252728	101701	203483			
243		26264	63964	217692	203866		28078		
246		10487	78772	131665	124469	14106	24958		
253	1	5414	62194	131268	48066	37438			
258			52960	169102	117798				
263		7969	37513	138321	120248	45060			
268		5739	32278	55750	24219		5739		
273			17946	89866	77391	7487s			
278			12693	79724	16096	16096	17826		
283			6221	24254	38107	12238			
288			15842	53896		37437			
293			22376	69049					
298				52200	100711	101243	37437		
303				36135	27926	49870			
308				26397	118946		26397		
313				53695	82652	41326			
318				2082	31577		4507		
323				12490	33840	140053			
328				8327	126519	50280		4666	
333				35158	9014		30995		
338						61989			
343									
348									
353									
358									
363						33600			
N	727	665033	1787256	3242660	1746581	950587	208208	4666	
H	150.1	221.8	230.3	244.7	266.5	286.7	278.22	328	

* valores ~~z~~ estimados con una relación de proporcionalidad.

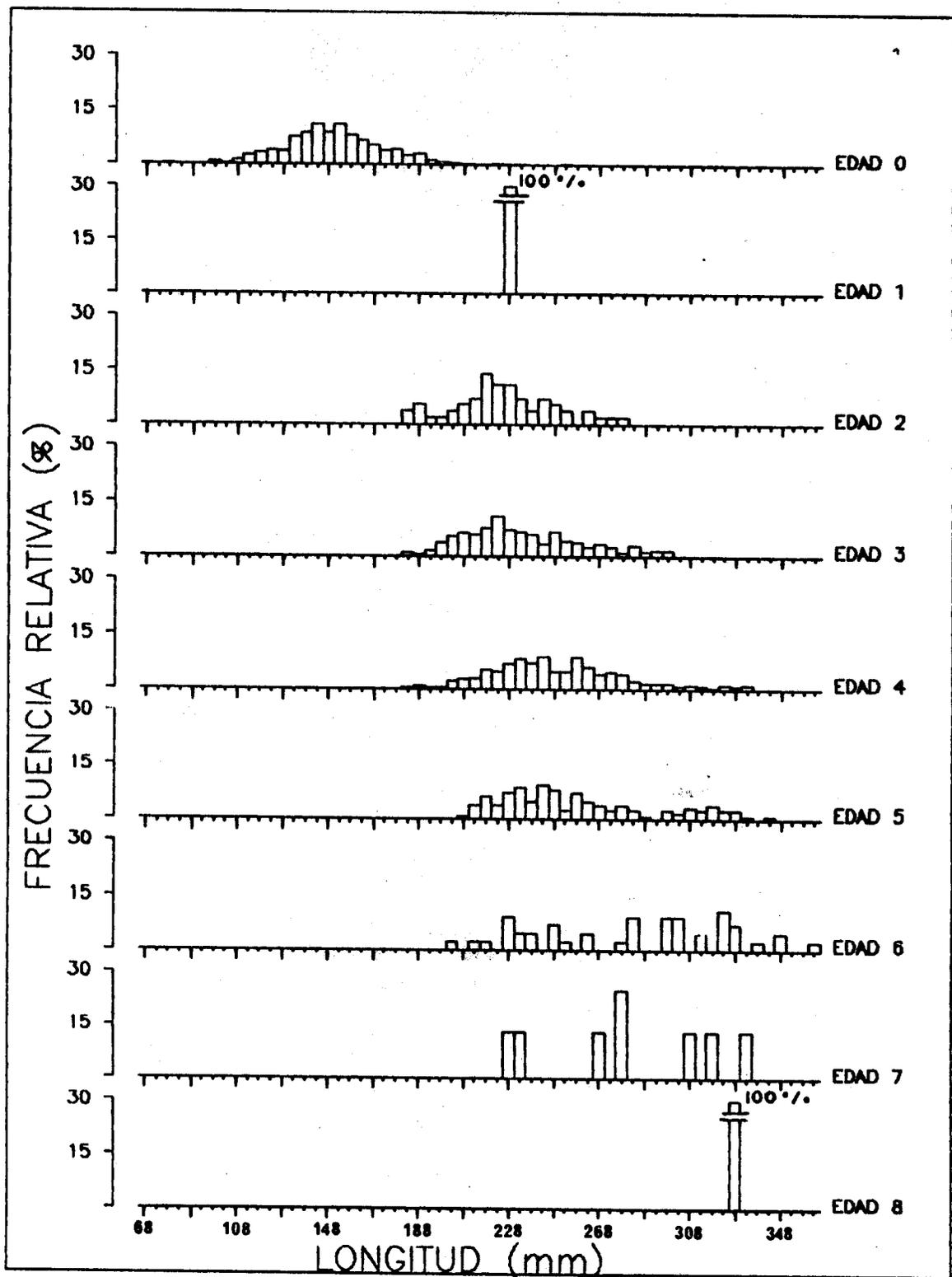


Figura 23. Distribución de tallas por grupo de edad de macarela de Bahía Vizcaino.

Tabla VI. Parámetros de crecimiento en longitud de *S. japonicus* estimados con los métodos de Gulland-Holt (1), López Veiga (2), Marquardt (3).

Parámetro	(1)	(2)	(3)
L_{∞}	273.99	280.84	299.0
K	1.2128	0.57	0.55
t_0	-0.019	-0.019	-0.233
SCD	4527	9793	4021

En la Figura 24 se muestra la curva de crecimiento en longitud para *Scomber japonicus*, la cual queda representada por la siguiente ecuación:

$$L_t = 299 [1 - \exp(-0.558(t - (-0.233)))]$$

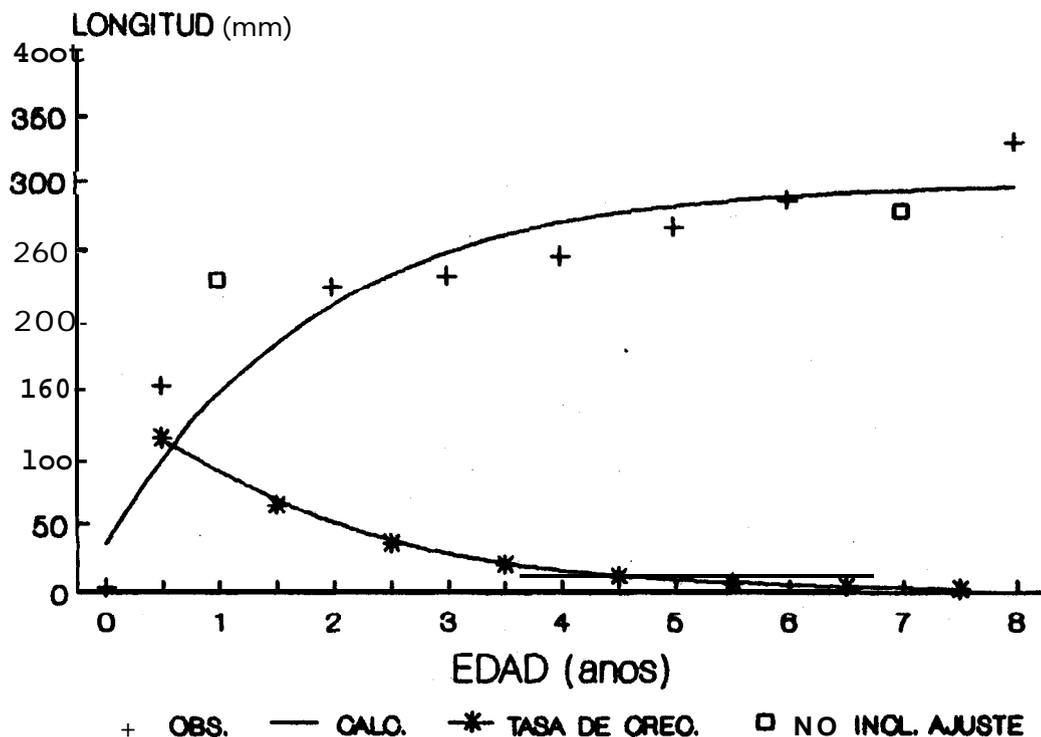


Figura 24. Curva de crecimiento en longitud para *S. japonicus*.

En la Tabla VII se presentan los valores estimados de longitud y la tasa de crecimiento por edad para la macarela de Bahía Vizcaíno, alcanzando más del 50% de su longitud asintótica al segundo año. Una disminución en la tasa anual es notoria en las edades mayores, como se esperaba. Ahora, si se compara el crecimiento individual en longitud de la macarela del Sur de California con la de Bahía Vizcaíno (Figura 251, se ve que la longitud por edad es mayor en la macarela de la primera zona, la cual tiene un valor de K menor y alcanza una longitud asintótica mayor que la de Bahía Vizcaíno.

Tabla VII. Longitud promedio estimada y tasa de crecimiento por edad de *S. japonicus*.

Edad	longitud promedio (mm)	tasa de crecimiento (mm/año)
0)	36.5	
1	148.7	112.1
2	213.0	64.2
3	249.7	36.7
4	270.8	21.0
5	202.8	12.0
6	289.7	6.5
7	293.7	3.9
8	295.9	2.2

Para obtener la ecuación de crecimiento en peso, se parte de la relación peso-longitud siguiente:

$$W = 8.56E-07 L^{3.51328}$$

La ecuación de crecimiento en peso queda como sigue:

$$W_t = 426.77 (1 - \exp^{-.558(t - (-t_0))})^{3.51328}$$

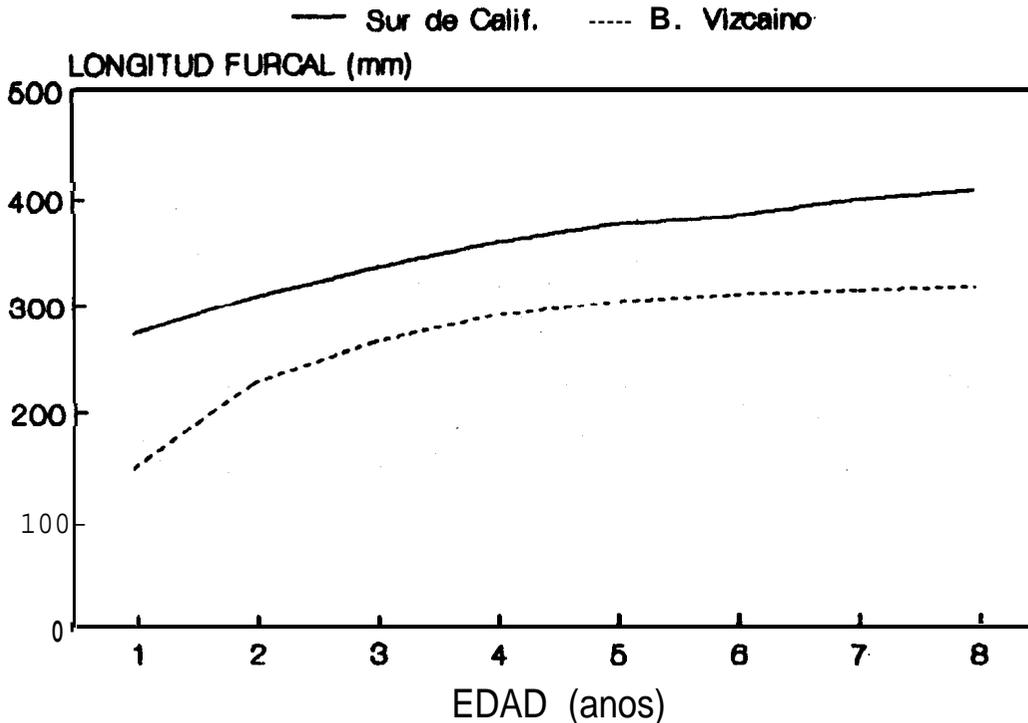


Figura 25. Curvas de crecimiento en longitud furcal para la macarela del Sur de California (Parrish y McCall, 1978) y Bahía Vizcaino (presente trabajo).

La curva de crecimiento en peso para *S. japonicus* se muestra en la Figura 26. Se observa que para la edad de 3, 4 y 5 años, los pesos promedios observados presentan mayor desviación respecto a la curva ajustada, posiblemente debido a que a esa edad la mayoría de los individuos se reproduce. El máximo incremento en peso es entre el segundo y tercer año de vida, representando una ganancia en peso de 84.22 g. En la Tabla VIII se da el peso estimado por edad y la tasa de crecimiento.

A continuación se dan los coeficientes de la regresión lineal entre la Longitud Furcal (L.F.) y Longitud Patrón (L.P.), con el propósito de transformar una longitud a otra y comparar con los resultados de otros autores.

$$L. F. = 1.5597 + 1.0617 L. P.$$

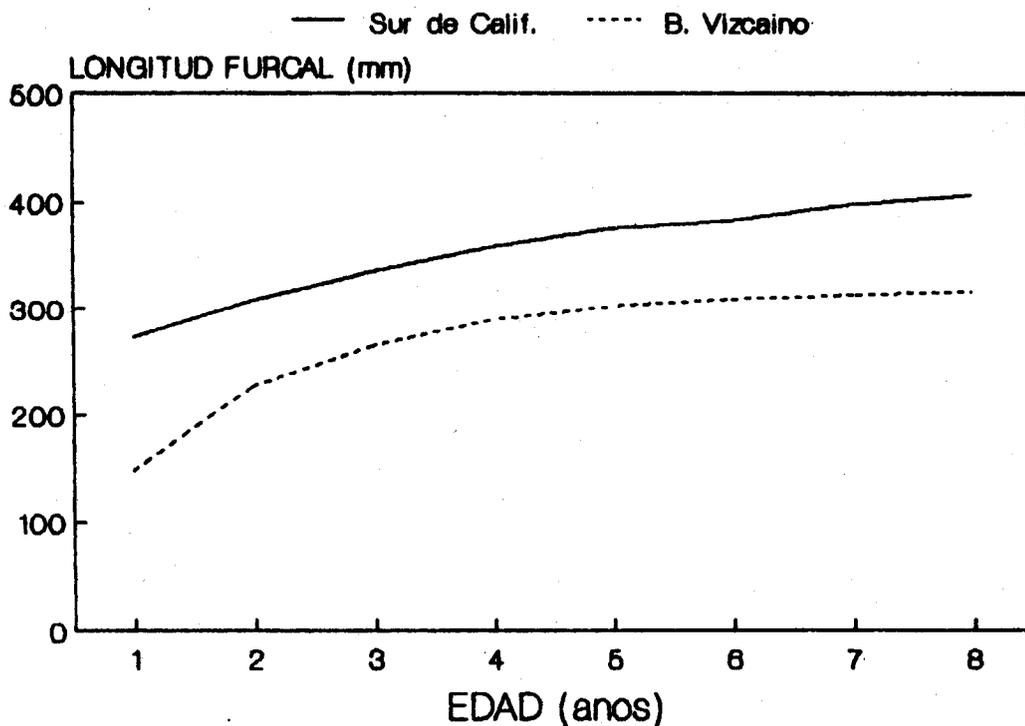


Figura 25. Curvas de crecimiento en longitud furcal para la macarela del Sur de California (Parrish y McCall, 1978) y Bahía Vizcaino (presente trabajo).

La curva de crecimiento en peso para *S. japonicus* se muestra en la Figura 26. Se observa que para la edad de 3, 4 y 5 años, los pesos promedio observados presentan mayor desviación respecto a la curva ajustada, posiblemente debido a que a esa edad la mayoría de los individuos se reproduce. El máximo incremento en peso es entre el segundo y tercer año de vida, representando una ganancia en peso de 84.22 g. En la Tabla VIII se da el peso estimado por edad y la tasa de crecimiento.

A continuación se dan los coeficientes de la regresión lineal entre la Longitud Furcal (L.F.) y Longitud Patrón (L.P.), con el propósito de transformar una longitud a otra y comparar con los resultados de otros autores.

$$L. F. = 1.5597 + 1.0617 L. P.$$

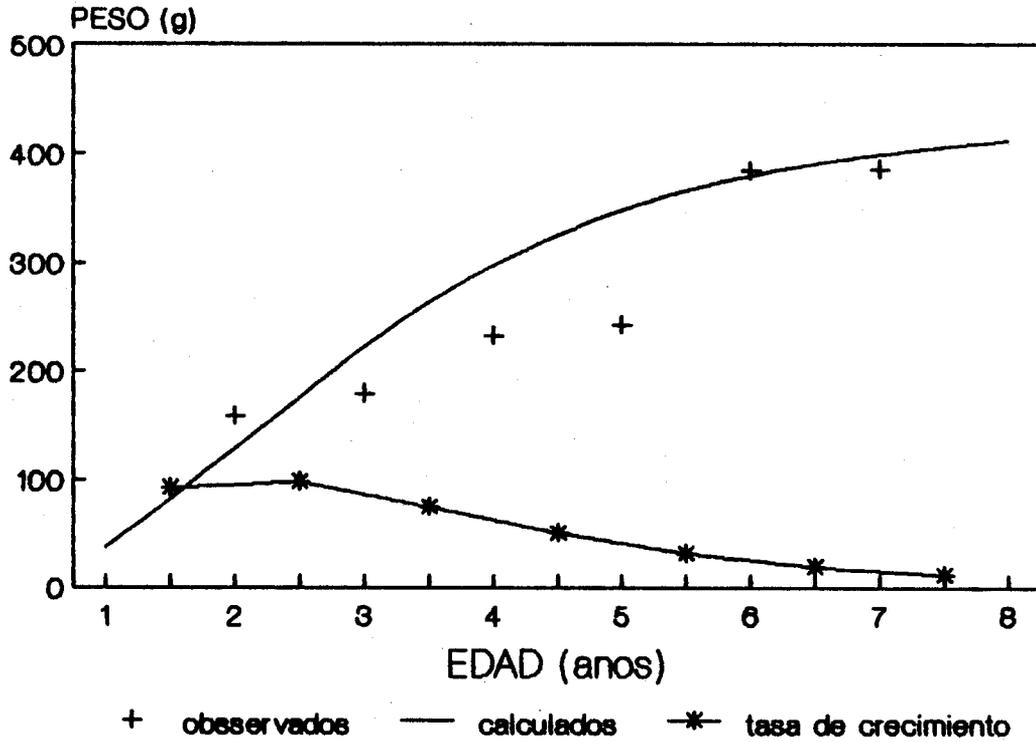


Figura 26. Curva de crecimiento en peso para *S. japonicus*.

Tabla VIII. Peso total estimado por edad y tasa de crecimiento.

Edad	Peso estimado (g)	tasa de crecimiento (g/año)
1	25.28	78.08
2	103.36	84.22
3	187.59	64.18
4	251.77	42.09
5	293.86	25.64
6	319.51	15.03
7	334.55	8.63
8	343.19	

Las líneas de regresión de la relación peso-longitud de la macarela de distintas zonas geográficas también muestran algunas diferencias (Figura 27 a); se ve que conforme más al Sur la macarela alcanza menor longitud y, a una misma talla, es más pesada la macarela del Golfo de California que la de Bahía Vizcaíno. Las curvas de regresión del Golfo de California y la de Bahía Magdalena son muy similares, así como las de del Sur de California y Bahía Vizcaíno (Figura 27 b). Esto puede indicar diferencias en crecimiento de los diferentes stocks.

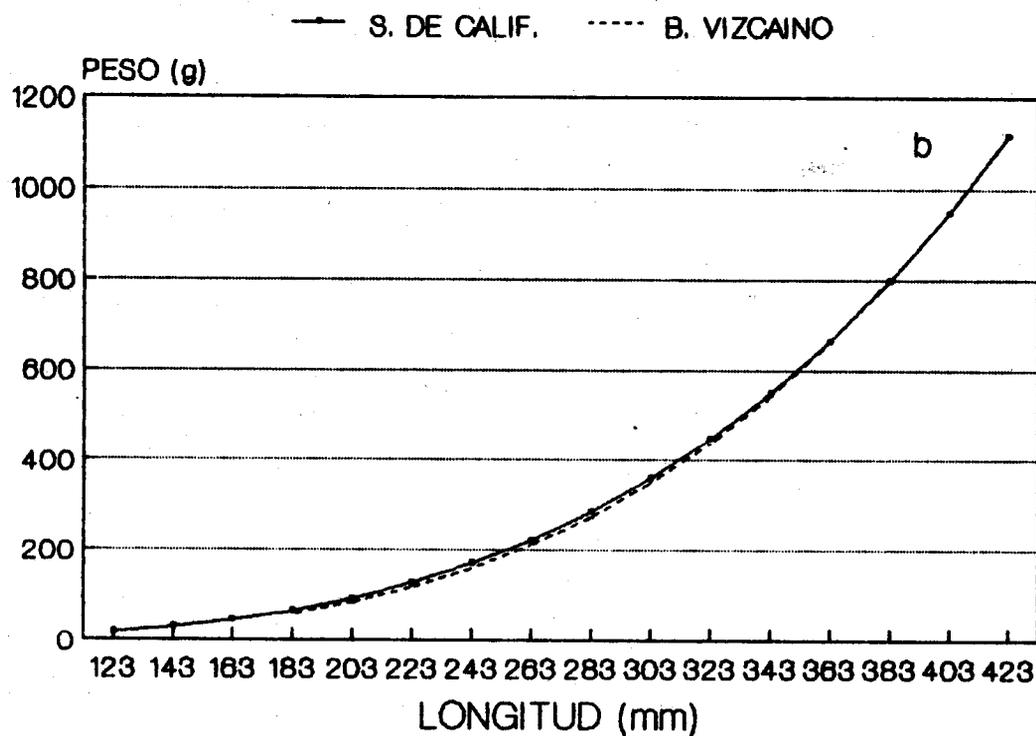
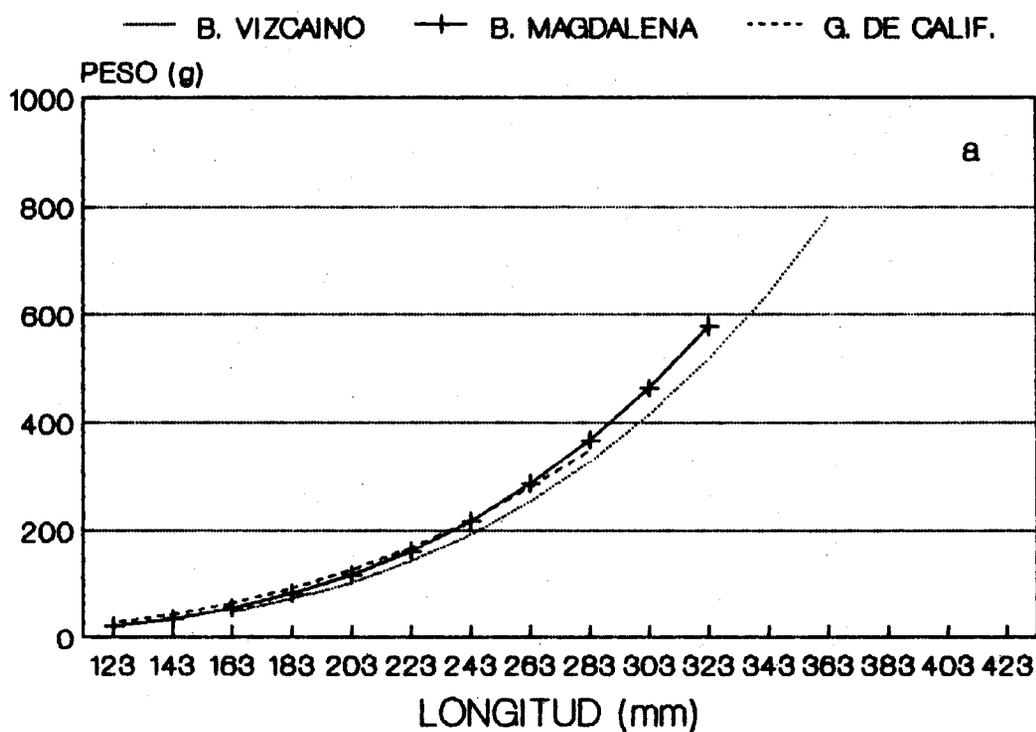


Figura 27. a) Curvas de la relación peso total-longitud patrón de Bahía Vizcaíno, Bahía Magdalena, y Golfo de California (tomado de Gluyas Millán, 1987). (b) curvas de relación peso total-longitud furcal de la macarela de Bahía Vizcaíno y Sur de California (tomada de Knaggs y Parrish, 1973).

5. DISCUSION

La observación de utolitos de macarela S, *japonicus* bajo un microscopio de baja resolución (40x y 60x) confirma un patrón de deposición de bandas de crecimiento opacas e hialinas, con las cuales, según su cantidad y arreglo, se determinaron 8 grupos de edad.

Siguiendo las recomendaciones que Beamish y McFarlane (1987) hacen en relación a validar las determinaciones de edad, las pruebas de validación de carácter cualitativo presentadas, han mostrado ser suficientes para definir que los grupos de edad son anuales. Este esquema se fortalece al distinguir anualmente un solo periodo importante, tanto de reproducción como de reclutamiento a la pesquería, que en consecuencia, permite detectar una sola cohorte anual. El resultado de que los grupos de edad sean anuales es análogo al encontrado para la misma especie en el Sur de California (Fitch, 1951), Perú (Mendo, 1984), Norte de Chile (Aguayo y Steffens, 1986) y en Ecuador (Dawson, 1985; Morales Nin, 1988).

La formación de las bandas opacas e hialinas de los otolitos de la macarela de Bahía Vizcaíno, se observaron en primavera-verano y otoño-invierno respectivamente, coincidiendo con lo reportado para la macarela del Sur de California y la del Norte de Chile; esto va de acuerdo con lo indicado por Pannella (1974) y Brothers (1979) en relación a que se puede observar un patrón en la calcificación de los otolitos en peces de aguas templadas, y que la banda opaca tiene relación más directa con la reproducción, a diferencia de los peces de aguas tropicales donde la hialina es la que se relaciona con dicho evento. La macarela de Bahía Vizcaíno es una especie que habita zonas templadas y la formación de la banda opaca en sus otolitos coincide con la reproducción; un resultado similar encontraron Aguayo y Steffens (1986) para la macarela del Norte de Chile, y Fitch (1951) para la del Sur de California.

La formación de la banda opaca no puede ser una marca de desove en los individuos jóvenes indiferenciados que Fitch (1951) encontró. Sin embargo la formación de esa banda podría obedecer a un ritmo en el metabolismo vinculado al desarrollo del sistema reproductivo.

En general, es posible señalar que las bandas en los otolitos son reflejo de diferencias en las tasas de crecimiento o del metabolismo durante ciertos períodos del año. En los peces

marinos, especialmente en los de aguas templadas, el crecimiento **disminuye** en **otoño** e invierno cuando se forma la banda hialina, y se incrementa en primavera y verano cuando se forma la opaca. Este sinónimo de banda opaca-verano y banda hialina-invierno, es aceptado como un hecho **general**, aunque debe ser comprobado para cada caso (Pannella, 3.974). Al respecto, Pannella (1971) al demostrar la presencia de **incrementos** diarios en los otolitos, indicó que estos son más gruesos en las **zonas** opacas que en las hialinas, y que el **grosor** es una manera de expresar el tiempo de **deposición**, de tal manera que las bandas opacas representan zonas de rápido crecimiento y las hialinas de lento.

ya que la **proporción** de incremento en peso por grupo de edad fue mayor en verano, cuando se formo la banda opaca y se detecto **actividad** reproductiva, y disminuyo en invierno cuando se formo la hialina y se **presentó** descanso reproductivo, coincidiendo con la **macarela** del Sur de California Fitch (1951); quiere decir que hay cambios estacionales en el incremento en peso de la **macarela**, estos cambios pueden estar relacionados con la reproducción y la alimentación, lo cual coincide con Mallicote y Parrish (1981).

Durante primavera y verano cuando ocurre la **formación** de la banda opaca, el proceso de **reproducción** y posiblemente, posterior a este, el de **alimentación**, puede **ocurrir** un mayor crecimiento en peso por grupo de edad atribuible a lo siguiente: Knaqqs y Parrish (1973) mostraron que el **máximo** del desove de individuos viejos **ocurrió** en mayo, cuando es el pico de la intensidad de las surgencias (Bakun, 1973); mientras que para los de 2 y 1 año en junio y julio, es decir, los individuos viejos desovan primero y los **jovenes** después. Además, el máximo del promedio mensual de la biomasa de zooplancton en el **área** de estudio, se presenta en mayo y junio (Roesler y Chelton, 1987). Esto quiere decir, por un lado, que si se altera la estructura de edad por pesca, podría afectar el promedio del **éxito** del desove y, por otro lado, una vez terminado el proceso de la **reproducción**, los individuos adultos **tendrán** un período de **condiciones** favorables de alimentación, con buena disponibilidad de alimento, que hará incrementar **el** peso de los individuos. De tal manera que durante el periodo en que se detecta la **reproducción**, ocurren los dos eventos, la **reproducción** y la alimentación, que no son simultáneos sino que se suceden.

Por lo anterior, es posible indicar que la **formación** de la banda opaca es anual en respuesta a **algún** ritmo endogeno sincronizado con **algún** indicador ambiental. Beamish y McFarlane (1987) señalan que un proceso endógeno inicia el desarrollo de los incrementos diarios descubiertos por Pannella (1971). Sin embargo el proceso detallado de crecimiento del **otolito** y los

factores que influyen en él, aún no es del todo claro; como por ejemplo, el inicio del ascenso de la temperatura superficial del mar en el periodo que se forma la banda opaca y ocurre el desove, es posible que actúe como estímulo.

El periodo en que se detecta la reproducción de la macarela en Bahía Vizcaíno (marzo a agosto), coincide con el reportado por Kramer (1960) y Gluyas Millán (1989). El primero señala, que este periodo es más amplia que el reportado para el Sur de California y, que la región cercana a Punta Eugenia, es donde se ha colectado la mayor cantidad de larvas en la costa occidental del Pacífico Nororiental, señalando que es una zona importante de reproducción. El segundo autor encuentra que la actividad reproductiva de la macarela en el Golfo de California va de finales de otoño a mediados de primavera, mientras que en Bahía Magdalena va de invierno a principios de primavera; esto último coincide con estudios histológicos de Arcos Huitrón (1988), quien además señala la posibilidad de que la reproducción se realice afuera de la Bahía, lo cual quiere decir que el amplio periodo de actividad reproductiva en Bahía Vizcaíno que inicia en primavera, podría incluir individuos de la zona de Bahía Magdalena y haber mezcla entre aquellos de ambas zonas. Esto también podría explicar el amplio intervalo de la distribución de tallas por grupo de edad, así como la presencia de individuos pequeños en julio, que no se tomó como un segundo reclutamiento, ya que esos individuos tienen al menos 3 años.

Por otro lado, el análisis de la estructura por edades de la macarela de Bahía Vizcaíno muestra que la captura comercial está sustentada principalmente por individuos de 4 años o más. A la edad de 4 años están completamente reclutados a la pesquería, y se habrán reproducido al menos una vez. Esto indica el reducido esfuerzo que ejerce la flota sobre ese stock, ya que si comparamos la estructura por edades de la macarela del Sur de California en temporadas de pesca intensa (1939-40 a 1950-51), con la de Bahía Vizcaíno, la primera estaba dominada por individuos de 1 y 2 años de edad, mientras que un porcentaje muy bajo estuvo representado por individuos de 4 años o más (Fitch, 1951).

Durante un ciclo anual, la variación de la composición por edad y talla de la macarela capturada con red de cerco en Bahía Vizcaíno indica la predominancia de individuos jóvenes en los meses de invierno, y una fracción importante de individuos mayores de cuatro años en verano. Este esquema puede sugerir dos aspectos, por un lado, entre marzo y agosto, época en que se detecta la reproducción, los individuos de 4 años en adelante posiblemente contribuyan mayormente a la reproducción, esto se deduce también de la distribución de frecuencia de edades de

hembras maduras; **ésta observación coincide con lo encontrado para la macarela *S. japonicus* de Sudafrica (Baird, 1977, citado en Crawford y De Villiers, 1984) donde el componente maduro del stock es de peces de 3 y 4 años. Por otro lado sugiere migración de los individuos. Frey y Roedel (1949) estudiaron los movimientos latitudinales de la macarela y encontraron que hay' intercambio entre los individuos de Bahía Vizcaíno y los del Sur de California; pero se desconoce si aquellos que captura la flota de Bahía Magdalena tienen intercambio con los de Bahía Vizcaíno, cosa que podría presentarse como se mencionó anteriormente. Este aspecto es de interés para futuros estudios.**

También existe la posibilidad de que la macarela **efectue migraciones hacia fuera de la costa, ya que eventualmete se detectó una fracción de individuos de 6 años o más. Johannesson y Vilchez (1978) (citados en Muck et al, 1987) mencionan que las más grandes concentraciones de macarela (*S. japonicus*) y *jurel* (*Trachurus murphi*) en la costa peruana se encontraron alrededor de las 50 millas; en la costa chilena Serra (1983) las reporta a 60 millas y señala que barcos factoría capturan macarela a 200 millas de la ccrsta. También se distribuyen en la columna de agua, Muck y Vilchez (1986) (citado por Muck et al, 1987) observaron a la anchoveta, macarela y *jurel* a profundidades de 100 metros en aguas Peruanas. Mais (1983)¹ reporta la presencia de macarela y anchoveta en arrastres entre 180 y 270 metros bajo la superficie. Incluso en la costa Sudafricana, al Sureste del Atlántico y a más de 100 millas de la costa **existen tres tipos de pesquería que capturan macarela, superficial, de media agua y de fondo (Crawford y De Villiers, 1984) en este último tipo de pesca se han registrado macarelas hasta de 531 mm de longitud. Lo anterior sugiere, entonces, que en Bahía Vizcaíno, los individuos viejos posiblemente se encuentren alejados de la costa, y en la columna de agua. En lo referente a los individuos menores de 2 años, estos posiblemente forman cardúmenes separados Sette (1943) (citado c-n Parrish y McCall, 1978), los 'cuales no son accesibles a la pesquería en Bahía Vizcaíno. Este tipo de comportamiento en la macarela **sugiere un posible sesgo en espacio de las muestras, ya que éstas fueron tomadas cercanas a la costa; el sesgo temporal que pudiera existir es minimizado, debido a que los muestreos fueron realizados a través de más de un ciclo anual.******

En lo referente al crecimiento se observó que el mayor incremento en longitud fue al segundo año de vida, lo que significa que *S. japonicus* es una especie de rápido crecimiento,

1. Mais, 1983. Cruise Report 83-X-1. From Punta Baja to Santa Cruz Island, February 1-11, 14-27 March. Assesment of Commercial Fisheries Resources. Department of Fish and Game, Marine Resources Region, Long Beach, Ca., USA.

alcanzando para esa edad, más de la mitad de su longitud asintótica. Este rápido crecimiento también es característico en sus estadios larvales (Hunter y Kimbrell, 1980).

El método que mejor ajusto los datos al modelo de von Bertalanffy fue el de Marquardt (1963), ya que estima un grupo de parámetros de manera simultánea calculando la suma residual del cuadrado de las desviaciones entre la longitud por edad observada y calculada, hasta minimizarla; además estiman otros estadísticos. Es un método no lineal, para el que Vaughan y Kancinek (1982) (citados en Prager, et al., 1987) encontraron por medio de simulación, que proveen mejor estimación de parámetros que los métodos lineales.

En lo referente al crecimiento individual de la macarela de Bahía Vizcaíno con respecto a la del Sur de California, se observan diferencias; la longitud por edad es mayor en la segunda zona y el valor de K es menor. También las curvas de regresión peso-longitud de la macarela de distintas zonas geográficas del litoral de California y Baja California son diferentes. Conforme más al Sur la macarela alcanza una talla menor y, a una misma talla la macarela del Sur de California es un poco más pesada que la de Bahía Vizcaíno. Estas diferencias tanto en crecimiento como en la relación peso-longitud de la macarela de Bahía Vizcaíno y Sur de California, podrían atribuirse a la disponibilidad de alimento en las dos áreas, ya que la biomasa promedio anual de zooplankton en el Sur de California es mayor que en Bahía Vizcaíno (Roesler y Cheiton, 1987). Por otro lado no se descarta la posibilidad de subestimación en la longitud promedio de los individuos de mayor edad, ya que estuvieron poco representados; esto puede provocar sesgo al estimar los parámetros de crecimiento. No obstante también pueden existir otros posibles factores que contribuyen a que esto suceda, como: variación en la estacionalidad de desove, variación en la composición por edad, talla a la cual realiza migraciones el pez, o a una combinación de estos.

Por otro lado, Knaggs y F'arrish (1973) indicaron que la macarela parece mostrar distintas tasas de crecimiento relativo en diferentes años, atribuyéndolas a la variación del tamaño de la población; ya que la naturaleza altamente variable de los recursos neríticos y particularmente de pequeños cardúmenes pelágicos, es completamente reconocida (Cirke, 1988). Más tarde, Prager y MacCall (1988) dan evidencias de que el crecimiento de la macarela es dependiente de la densidad de la población, encontrando que los peces alcanzan mayor peso a cierta edad cuando el tamaño de la población fue reducido.

No obstante lo anterior, los resultados también pueden sugerir, que el crecimiento de la macarela presenta un esquema similar al que Holt (1959) observó en las sardinas, donde los individuos presentes en la porción Sur de su distribución geográfica tienen una tasa de crecimiento mayor, pero alcanzan menores tallas que las del Norte. Estas diferencias también se han observado en el Hemisferio Sur, donde la talla por edad fue mayor en la macarela de Perú (Mendo, 1984) que en la de Ecuador (Dawson, 1985); también en la anchoveta norteña *Engraulismordax* Mais (1974) y Parrish et al. (1985) encontraron variación regional en su crecimiento y composición por edad. Esto puede indicar que las especies de peces pelágicos característicos de la corriente de California parecen tener un patrón similar al señalado por Holt (1957) para la sardina.

Los resultados del presente trabajo no dan elementos suficientes para explicar la diferencia en crecimiento. No obstante se puede ver que hay varios aspectos de los cuales se puede abordar su estudio, y que pueden explicar esas diferencias. Sin embargo una de las principales limitantes del conocimiento de poblaciones de peces pelágicos, como la macarela, en lugares como Bahía Vizcaíno y fuera de Bahía Magdalena, es que no hay una pesquería bien establecida, de la cual se pueda tomar información. En otras palabras, hay una pesquería insipiente en Bahía Vizcaíno, y no hay pesca fuera de Bahía Magdalena. Por otro lado, la que se ha desarrollado para la captura de la mayoría de peces pelágicos, ha sido la pesca superficial con red de cerco, lo que significa que su monitoreo da información de la fracción del stock que se encuentra en los estratos superficiales; faltaría por conocer aquella fracción que se encuentra a media agua y en el fondo, según se ha detectado que se distribuye la macarela *S. japonicus* en Sudafrica (Crawford y De Villiers, 1984), en Perú (Muck et al., 1987) y en Baja California (Mais, 1983)¹.

6.- LITERATURA CITADA

- Anónimo, 1985. Boletín Informativo 9,10,11,12. Centro Regional de Investigación Pesquera-Guaymas, Instituto Nacional de la Pesca, Guaymas, Sonora.
- Anónimo 1986. Boletín Informativo 13, 14,15. Centro Regional de Investigación Pesquera-Guaymas. Instituto Nacional de la Pesca, Guaymas, Sonora.
- Aguayo ti. M.y H. Steffens A. 1986. Edad y crecimiento de *Scomber japonicus* del norte de Chile. Invest. Pesq. (Chile) 33: 61-76.
- Ahlstrom, E.H. 1959. Vertical distribution of pelagic fish eggs and larvae off California and Paja California. U.S. Fish & Wildl. Ser. Fish. Bull., 161 (60): 107-146.
- Arcos Huitrón E. 1988. Madurez sexual de *Scomber japonicus* Houtuyn (Pisces: Scombridae), durante 1984-1985 y 1985-86 en Bahía Magdalena, Baja California Sur. Tesis de Licenciatura. UNAM-ENEP Zaragoza, México, D.F. 1-48.
- Bakun, A. and R.H. Parrish. 1982. Transport, turbulence, and pelagic fish in the California and Peru current systems. CALCOFI Rep. XXIV: 99-112.
- Beamish R. J. and G. A. McFarlane. 1987. Current trends in age determination methodology. 15-42 p. In: The Age and Growth of Fish, R. C. Summerfelt and G. E. Hall (Eds.) 1987. The Iowa State University Press, Iowa, U.S.A.
- Beverton, R.J.H. and S.J. Holt. 1957. On The dynamics of exploited fish populations. Fish. Inv. Minist. Agric. Fish. Food (G.B.). Ser II, 19: 1-533.
- Blackburn, M. 1960. A study of condition (weight for length) of Australian Barracouta, *Thyrsites Atun* (Euphrasen). Aust. Journ. Mar. Fresw. Res. 2(1): 14-41.
- Brothers, R. W. 1979. Age and growth studies on tropical fishes. p. 119-136. In: Stock assesment for tropical small-scale fisheries, S.B. Saila y P.M. Roedel (Eds.). The Univ. of Rhode Island. 1CMRD.1-198.
- Casas Valdez M. M. 1983. Distribución en tiempo y espacio de las especies de sardina y macarela en Bahía Magdalena, Baja California Sur. Tésis de Maestría. Centro Intredisciplinario de Ciencia- Marinas. Instituto Politecnico Nacional. La Paz, Paja California Sur, México. 1-168 p.
- Castro Ortiz, J.L. 1984. La variación en la abundancia de los cardumenes de peces pelagicos y su relación con los factores

- ambienta les en Bahía Magdalena, B.C.S.. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional, La Paz, Baja California Sur, México. 1"-1.22"
- Collins R. and J.D. Spratt 1969. Age determination of northern anchovies *Engraulis mordax* from otoliths. Cal. Dept. Fish & Game, Fish Bulletin 147: 39-55.
- Cirke J. 1988. Small Shoaling pelagic fish stocks. In: Gulland J. (Ed) Fish Population Dynamics. The implications for management. Second Edition. John Wiley & Sons, Ltd. 271-302.
- Crawford R.J. y G. De Villiers, 1984. Chub mackerel *Scomber japonicus* in the south-east atlantic -- its seasonal distribution and evidence of a powerful 1977 year-class. South African Journal of Marine Science, 2: 49-61.
- Dawson, W. A. 1986. La interpretación de las estructuras en otulitos para la estimación de edad y crecimiento de algunos peces pelagicos del Ecuador. Instituto Nacional de Pesca. Boletín Científico y Técnico, Vol. IX, No. 1: 7-24. Ecuador.
- FAO, 1983. Informe de la consulta de expertos para examinar los cambios en la abundancia y composición por especies de recursos de peces neríticos. FAO Informes de Pesca NO. 291, Vol. 1: 1-104.
- Félix Uruga, R. 1986. Edad, crecimiento y estructura poblacional de *Sardinops sagax carulea* en Bahía Magdalena durante 1981 a 1984. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. La Paz, Baja California Sur, México. 1-103
- Fitch, J. E. 1951. Age composition of the southern California catch of Pacific mackerel 1930-40 through 1950-51. Calif. Dept. Fish & Game, Fish Bull., 83:1-73.
- Frey, D.H. Jr., 1936. A preliminary summary of the life history of the Pacific Mackerel. Calif. Dept. Fish. & Game, 22(1): 30-39.
- Frey, D. H. Jr. and P. H. Roedel. 1949. Tagging experiments on the Pacific mackerel. Department of Natural Resources Division of Fish & Game, Fish Bulletin 73: 1-64.
- Gluyas Millán, G. 1989. Época de reproducción, distribución de tallas y relación peso-longitud de la macarela del litoral de Baja California. Investigaciones Marinas CICIMAR, Vol. 4, No. 1: 65-72.
- Gulland, J.A. 1966. Manual of sampling methods for fisheries biology. FAO. Fish. Biol. Tech. Pap. (26): 1-77.
- Gutreuter S. 1987. Considerations for estimation and interpretation of annual growth rates. 115-125 p. In: The

- Age and Growth of fish, R. C. Summerfelt and G. E. Hall (Eds.) 1987. The Iowa State University Press, Iowa, U.S.A.
- Hayasi, S. 1983. Some explanation for the changes in abundance of major neritic-pelagic stocks in the north western Pacific ocean. In: Sharp G.D. y J. Csirke (Eds.) Proceedings of the expert consultation to examine changes in abundance and species of neritic fish resources. San José, Costa Rica, 18-29 abril. FAO Fish. Rep./FAO, Inf. Pesca (291) vol.2. 37-56.
- Hoit, S.J. 1959. A preliminary comparative study of growth, maturity and mortality of sardinas. Proceedings of the World Scientific Meeting on the Biology of Sardines and Related Species, FAO, Vol. 2: 553-561.
- Hunter R. J. and C. A. Kimbrell. 1980. Early life history of mackerel *Scomber japonicus*. Fishery Bulletin: Vol. 78, No. 1: 89-101.
- Jensen A. C. 1970. Validation of ages determined from otoliths of Gulf of Maine Cod. Trans. Amer. Fish. Soc., No. 2: 359-362.
- Knaggs E.H. y R.H. Parrish. 1973. Maturation and growth of Pacific Mackerel, *Scomber japonicus* Houttyn. Calif. Fish and Game 59 (2): 114-120.
- Kramer, D. 1960. Development of eggs and larvae of Pacific mackerel and distribution and abundance of larvae 1952-56. Fish Bull., U.S., 60 (174): 393-438.
- Kramer, D. 1969. Synopsis of the biological data on the Pacific mackerel *Scomber japonicus* Houttuyn (Northeast Pacific). FAO Fish Synopsis, 40: 1-18.
- Kreyszig, 1979. Introducción a la estadística matemática, principios y métodos. Ed. Limusa, Primera edición, segunda reimpresión. 1-505.
- López Veiga, f. C , 1979. Fitting von Bertalanffy growth curves in short-lived fish species. A new approach. Inv. Pesq. 43(1): 179-186.
- Lynn, R. J., 1967. Seasonal variation of temperature and salinity at 10 meter in the California Current. CalCOFI. Rep. Vol. XI: 197-186.
- MacCall A.D., R. A. Klingbeil and R.D. Methot, 1985. Keincreased abundance and potential productivity of Pacific mackerel *Scomber japonicus*. CalCOFI Rep., Vol. XXVI: 119-129.
- Mais, K.F. 1974. Pelagic fish surveys in the California Current. Calif. Dep. Fish & Game, Fish. Bull. 162: 1-79.

- Mallicote D. L. and R. H. Parrish. 1981. Seasonal growth pattern of California stocks of northern anchovy *Engraulis mordax*, pacific mackerel *Scamber japonicus*, and jack mackerel, *Trachurus symmetricus*. CalCOFI Rep., Vol. XXII: 69-81.
- Marquardt, D.W. 1963. An algorithm for least squares estimation of nonlinear parameters. Jour. Soc. Ind. Applied Math., 2: 431-441.
- Martínez Aguilar y J. A. de Anda M. 1987. Estimación de la biomasa reproductora de *Scomber japonicus* Houttuyn, en el Golfo de California. En: Simposium sobre Investigación en Biología y Oceanografía Pesquera en México, (resúmenes). Ramirez R. M.(Ed.), La Paz, Baja California Sur, México, abril 1987.
- Mendo A. J. 1984. Edad, Crecimiento y algunos aspectos reproductivos y alimentarios de la Caballa *Scomber japonicus peruanur*. Bol. Inst. Mar Perú, Vol 8 (4), Publicación NO. 20 PROCOFA: 101-156. Callao, Peru.
- Morales Nin, B. 1988. Crecimiento de *Scomber faponicur* (Houyttun, 1872) (Pisces:Scombridae) y *Sardinops sagax* (Jenyns, 1923) (Pisces:Clupeidae) en aguas ecuatorianas. Inv. Pesq. 52(4):483-500.
- Muck, P. and G. Sanchez. 1987. The importance of mackerel and horse mackerel predation for the Peruvian anchoveta Stock (a population and feeding model), p. 276-293. In D. Pauly and I. Tsukayama (eds.). The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: Three decades of change, ICLARM Studies and Reviews 3.5, 351 p. Instituto del Mar del Peru (IMARPE), Callao, Peru; Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), GmbH, Eschbom, Federal Republic of Germany; and International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM), Manila Philippines.
- Muck, P., O. Sandoval de Castillo and S. Carrasco. 1987. Abundance of sardine, mackerel and horse mackerel eggs and larvae and their relationship to temperature, turbulence and anchoveta biomass off Peru, p. 268-275. In D. Pauly and I. Tsukayama (Eds.). The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: three decades of change. ICLARM Studies and Reviews 15, 351 p. Instituto del Mar del Peru (IMARPE), Callao, Peru; Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), GmbH, Eschbom, Federal Republic of Germany; and International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM), Manila, Philippines.
- Olivera Limas, R. M. 1975. Distribución de larvas de macarela *S. japonicus* (Houttyn) en las áreas Sur y Sur centro del Golfo de California, en abril de 1972. México. Instituto Nacional de la Pesca., INF/SC, 12: 1-15.

- Pannella, G. 1971. Fish otoliths: daily growth layers and periodical patterns. *Sci.*, 173(4002): 1124-1127.
- Pannella, G. 1974. Otolith growth patterns: An aid in age determination in temperate and tropical fishes. p. 28-39. In: *The aging of fish. Proc. Int. Symp. on the ageing of fish.* T.B. Bagenal (Ed.). Unwin Bros., Ltd., Surrey, England.
- Parrish, R.H. and A.D. MacCall. 1978. Climatic variation and exploitation in the Pacific mackerel fishery. Calif. Dept. Fish & Game, *Fish Bull.* 167: 1-110.
- Parrish, R.H., A. Bakun, G. M. Husby, and C.S. Nelson. 1983. Comparative climatology of selected environmental factors in G. D. Sharp and L. Csirke (Eds.), *Proceedings of expert consultation to examine change in abundance and species composition of neritic fish resources*, San Jose, Costa Rica. April 1983. *FAO Fish report* 291(3): 731-777.
- Parrish, R.H., D.L. Mallicoate, and K.F. Mais. 1985. Regional variation in the growth and age composition of northern anchovy, *Engraulismordax*. *Fishery Bulletin*: vol.83, no. 4: 483-496.
- Pauly, D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. *ICLARM stud. Rev.* 8: 1-325.
- Pedrin Osuna O. y A. Ancheita Avalos. 1976. Estadísticas básicas de la explotación de la sardina en el Noroeste de México. *Inst. Nacional de la Pesca. INP/SI* (179): 1-12.
- Ponce Díaz G. 1988. Análisis de la flota sardinera anchovetera del Noroeste de México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, Baja California Sur. México.
- Prager, M.H., S.B. Saila and C. W. Recksiek. 1987. FISHPARM: a microcomputer programa for parameter estimation of nonlinear models in fishery science. Old Dominion University. *Tech. Rep.*, 87-10: 1-37.
- Prager, M.H. and A. MacCall. 1988. Revised estimates of historical spawning biomass of the Pacific mackerel, *Scomber japonicus*. *CalCOFI Rep.*, Vol. XXIX: 81-90.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Fish. Res. Board Can., Bull.* 191: 1-382.
- Roedel, P. M. 1952. A review of the Pacific mackerel *Pneumatophorus diego* fishery of the Los Angeles region with special reference to the years 1939-1951. *Calif. Fish &*

Game, 38(2): 253-273.

Roesler C.S. and D.E. Chelton. 1987. Zooplankton variability in the California Current, 1951-1982. CalCOFI Rep., Vol. XXVII: 59-96.

Schaefer, K. M. 1980. Synopsis of biological data on the Pacific mackerel, *Scomber japonicus* Houyttun, 1872, in the Pacific Ocean. 373-448 p. In: W.H. Eayliff (Ed.), Synopsis of Biological Data on Eight Species of Scombrids. Inter-American Tropical Tuna Commission, Special Report no.2.

Serra, J.R. 1983. Changes in the abundance of pelagic resources along the Chilean coast. 255-284 p. In: Sharp, G.D. y J. Csirke (Eds.). Proceedings of the expert Consultation to examine changes in abundance and species of heritic fish resources. San Jose Costa Rica. 18-29 april. FAO Fish. Rep/FAO, Inf. Pesca (291) Vol. 2: 5.

Sokal R.R. and J. F. Rohlf. 1969. Biometria. Primera edición española. 1979 H. Blume Ediciones, Rosario 17, Madrid, España. 1-832.

Sparre P. 1985. Introduction to Tropical fish stock assessment. FAO/DANIDA Project Training Fish Stock Assessment GCP/INT/392/DEN. 1-338.

A N E X O

- Tabla 1.- Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaíno durante julio de 1984.
- Tabla 2.- Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaíno durante agosto de 1984.
- Tabla 3.- Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaíno durante septiembre de 1984.
- Tabla 4.- Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaíno durante enero de 1985.
- Tabla 5.- Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaíno durante febrero de 1985.
- Tabla 6.- Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaíno durante marzo de 1985.
- Tabla 7.- Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaíno durante abril de 1985.
- Tabla 8.- Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaíno durante mayo de 1985.
- Tabla 9.- Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaíno durante junio de 1985.
- Tabla 10.- Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaíno durante julio de 1985.
- Tabla 11.- Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaíno durante septiembre de 1985.
- Tabla 12.- Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaíno durante octubre de 1983.
- Tabla 13.- Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaíno durante noviembre de 1985.
- Tabla 14.- Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaíno durante diciembre de 1985.
- Tabla 15.- Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaíno durante enero de 1986,
- Tabla 16.- Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaíno durante febrero de 1986.
- Tabla 17.- Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaíno durante marzo de 1986.

Tabla 18.-Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaíno durante julio de 1986.

Tabla 19.-Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaíno durante agosto de 1986.

Tabla X).-Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaíno durante noviembre de 1986.

Tabla.1 . Clave edad-longitud de s. japonicus de Bahía Vizcaíno durante julio de 1984.

Marca Clase	Edad ¹			Numero ² de Ind.	Grupo do Edad ³		
	4.0	5.0	6.0		4.0	5.0	6.0
173				0			
178				0			
183				0			
188				0			
193				0			
198				0			
203			1	4750			4750
208	1	1		2375	1188	1188	
213		2		9500		9500	
218	2	3	1	14250	4750	7125	2375
223		2		1900		1900	
228	2	3	3	14250	3563	5344	5344
233			1	9500			9500
238	2			4750	4750		
243		2		4750		4750	
248		1		0			
253				0			
258				0			
263				0			
268				0			
273				0			
278				0			
283				0			
288				0			
293				0			
298				0			
303				0			
308				0			
313				0			
318				0			
323				0			
328				0			
333				0			
338				0			
343				0			
348				0			
353				0			
358				0			
363				0			
Total	7	14	6	14250	29806	21969	

1 Numero de individuos en la muestra por grupo de edad.

2 Numero total de individuos desembarcados por longitud.

3 Numero total de individuos desembarcados por grupo de edad-longitud.

Tabla.2 . Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaíno durante agosto de 1984.

Marco Clase	Grupo de Edad ¹				Numero de Ind. ²	Grupo de Edad ³			
	3.0	4.0	5.0	6.0		3.0	4.0	5.0	6.0
173					0				
178					0				
183					0				
188					0				
193					0				
198					0				
203					0				
208					0				
213					4738				
218					0				
223			1		0				
228					4738				
233			3	1	1695			14213	4738
238		1	2		2566		7896	15792	
243	1		1		9476	4738		4738	
248			1	2	1870			6236	12471
253			1		0				
258			1		9476			9476	
263			1		4738			4738	
268					0				
273					0				
278					0				
283					0				
288					0				
293					0				
298					0				
303					0				
308					0				
313					0				
318					0				
323					0				
328					0				
333					0				
338					0				
343					0				
348					0				
353					0				
358					0				
363					0				
Total	1	1	11	3		4738	7896	55192	17209

1 Numero de individuos en la muestra por grupo de edad.
 2 Numero total de individuos muestreados por longitud.
 3 Numero total de individuos muestreados por grupo de edad-longitud.

Tabla. 3 . Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaino durante septiembre de 1984.

Marca Clase	Grupo de Edad ¹				Numero ² de Ind.	Grupo de Edad ³			
	4.0	5.0	6.0	7.0		4.0	5.0	6.0	7.0
173					0				
178					0				
183					0				
188					0				
193					0				
198					0				
203					0				
208					0				
213		2	1		6543		4361	2181	
218	1	2			3271	1090			
223		1			4907		4907		
228	1	3	1		13086	2617	7851	2617	
233	1	2		1	19629	4907	9814		4907
238	2	2	2		11450	3817	3816	3816	
243	3	2			26171	15703	10468		
248	1	1	1		4907	1636	1635	1635	
253					0				
258	1				4907	4907			
263	1	1	1		3271	1090	1090	1090	
268					0				
273					0				
278					0				
283					0				
288					0				
293					0				
298					0				
303					0				
308					0				
313					0				
318					0				
323					0				
328					0				
333					0				
338					0				
343					0				
348					0				
353					0				
358					0				
363					0				
Total	11	16	6	1		35767	43943	11339	4907

- 1 Numero de individuos en la muestra por grupo de edad.
 2 Numero total de individuos desembarcados por longitud.
 3 Numero total de individuos desembarcados por grupo de edad-longitud.

Tabla. 3 . Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaíno durante septiembre de 1984.

Marca Clase	Grupo de Edad ¹				Numero ² de Ind.	Grupo de Edad ³			
	4.0	5.0	6.0	7.0		4.0	5.0	6.0	7.0
173					0				
178					0				
183					0				
188					0				
193					0				
198					0				
203					0				
208					0				
213		2	1		6543		4361	2181	
218	1	2			3271	1090			
223		1			4907		4907		
228	1	3	1		13086	2617	7851	2617	
233	1	2		1	19629	4907	9814		4907
238	2	2	2		11450	3817	3816	3816	
243	3	2			26171	15703	10468		
248	1	1	1		4907	1636	1635	1635	
253					0				
258	1				4907	4907			
263	1	1	1		3271	1090	1090	1090	
268					0				
273					0				
278					0				
283					0				
288					0				
293					0				
298					0				
303					0				
308					0				
313					0				
318					0				
323					0				
328					0				
333					0				
338					0				
343					0				
348					0				
353					0				
358					0				
363					0				
Total	11	16	6	1		35767	43943	11339	4907

- 1 Numero de individuos en la muestra por grupo de edad.
 2 Numero total de individuos desembarcados por longitud.
 3 Numero total de individuos desembarcados por grupo de edad-longitud.

Tabla.4 . Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaíno durante enero de 1985.

Marca	Grupo de Edad ¹					Numero ² de Ind.	Grupo de Edad ³					
	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0		2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	
173						0						
178						0						
183			1			4138			4138			
188						0						
193						0						
198						0						
203			1			4138			4138			
208	1	1	1			4138	1379	1379	1379			
213				1		3277				8276		
218	2	1	2			41383	16553	8276	16553			
223		1	4	4		26968		3219	12375	12875		
228	1	3	3	1		20691	2586	7759	7759	2536		
233	2	1	3	2		16553	4138	2069	6207	4138		
238		1	4	1		4138	690	2759	690			
243		1		1		24330		12415		12415		
248	1		1	1		24830	8276		8276	8276		
253						20691						
258						26968						
263						12415						
268				1		12415				12414		
273						4138						
278						0						
283						0						
288						0						
293						0						
298						0						
303						0						
308						0						
313					1	0						
318						4138						
323						0						
328						0						
333						0						
338						0						
343						0						
348						0						
353						0						
358						0						
363						0						
Total	7	9	20	12	1		33623	37875	62015	60980	0	

1 Numero de individuos por grupo de edad-longitud en la muestra.

2 Numero total de individuos desembarcados por longitud.

3 Numero total de individuos desembarcados por grupo de edad-longitud.

Tabla. 5. Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaíno durante febrero de 1985.

Marca Clase	Grupo de Edad ¹				Numero ² de Ind.	Grupo de Edad ³			
	2.5	3.0	3.5	4.0		2.5	3.0	3.5	4.0
173					0				
178					0				
183					0				
188					0				
193					0				
198					0				
203	1				101	101			
208	1				703	352			352
213		1		1	1106		553		553
218		2	1	1	1406		703	352	352
223	1	3	1		1507	301	904	301	
228		1	1	1	2010		670	670	670
233	1				2010	2010			
238	2	1	2		904	362	181	362	
243	1	1		1	300	100	100		100
248		1			300		200		
253	1		1		200	100		100	
258				1	99				99
263	1				200	200			
268				1	0				
273					0				
278					0				
283			1		101				
288					0				
293					0				
298					0				
303					0				
308					0				
313					0				
318					0				
323					0				
328					0				
333				1	0				
338					0				
343					0				
348					0				
353					0				
358					0				
363					0				
Total	9	10	7	8		3525	3411	1794	2126

1 Numero de individuos por grupo de edad-longitud.

2 Numero total de individuos desembarcados por longitud.

3 Numero total de individuos desembarcados por grupo de edad-longitud.

Tabla. 6. Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaino durante marzo de 1985.

Marca Clase	Grupo de Edad ¹						Numero ² de Ind.	Grupo de Edad ³					
	1.5	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5		1.5	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
173							0						
178							0						
183							0						
188							6248						
193							6248						
198							0						
203							0						
208				1			49965			49965			
213		1			1		68900		34450		34450		
218		2		1		1	168777		84389		42194		42194
223		3	1	3	2		193995		64665	21555	64665		43110
228	1	2	2	2	1		425459	53182	106364	106364	106364		53182
233		1	2	3	2		181561		22695	45390	66086		45390
238				1			143961				143961		
243		2					18797		18797				
248				4			0						
253				2			0						
258							0						
263							0						
268							0						
273							0						
278							0						
283							0						
288							0						
293							0						
298							0						
303							0						
308							0						
313							0						
318							0						
323							0						
328							0						
333							0						
338							0						
343							0						
348							0						
353							0						
358							0						
363							0						
Total	1	11	5	17	6	1	53182	331360	173310	475235	176132	42194	

1 Numero de individuos en la muestra por grupo de edad.
 2 Numero total de individuos desembarcados por longitud.
 3 Numero total de individuos desembarcados por grupo de edad-longitud.

Tabla. 7 . Clave de edad-longitud de S. japonicus en Bahía Vizcaino durante abril de 1985.

Marca	Grupo de Edad ¹							Numero ² de Ind.	Grupos de Edad ³						
	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0		2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0
170								J							
170								J							
183								0							
190								0							
193								0							
198								5526							
203	1		2	1				12984	3246		6492	3246			
208		1		1				2250		1125		1125			
213	1	1	1	1				41201	10300	10300	10300	10300			
219			2	2		1		32717			13087	13087	6543.4		
223	1	1	1	3				59613	9935	9935	9935	29306			
229	2	2		3				135776	38793	38793		52190			
233		3		5				70248		30106		40142			
239			1	3				48780			12195	36585			
243		1	2					16579		5526	11052				
249	2	2	1					5526	2210	2210	1105				
253				1				22105				22105			
259		:		1				5526		2763		2763			
263				1				5526				5526			
268								0							
273								0							
278					1			0							
283		1	1					0							
289								0							
293								11052							
299		:				1		0							
303					1			5526					5526		
308			1	1				0							
313						1		0							
318				1				0							
323								J							
328								J							
333								J							
338								J							
343								0							
348								0							
353								0							
358								0							
363								0							
Total	7	14	11	24	1	3	2	64495	100759	64166	222875	0	12069	0	0

1 Numero de individuos por grupo de edad-longitud en la muestra.
 2 Numero total de individuos desembarcados por longitud.
 3 Numero total de individuos desembarcados por grupo de edad-longitud.

70

Tabla. 8 . Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaino durante mayo de 1985.

Marca clase	Grupo de Edad ¹					Numero ² de Ind.	Grupo de Edad ³				
	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0		2.5	3.0	4.0	5.0	6.0
173						0					
178						0					
183						0					
188						0					
193						0					
198						0					
203						0					
208						0					
213						0					
218		1				4163		4163			
223				1		4163				4163	
228						0					
233		1	1			16653		8327	8326		
238		2	4			33306		11102	22204		
243	1		7			74939	9367		65572		
248			4	3		54122			30927	23195	
253			4			41633			41633		
258			6	1		20816			17842	2974	
263		2	4	1		20816		5947	11895	2974	
268		1	5			24980		4163	20817		
273						0					
278			1			8327			8327		
283					1	0					
288						0					
293						0					
298						0					
303						0					
309				1		4163				4163	
313			1			12490			12490		
318			1	1		4163			2082	2081	
323			3	1	1	20816			12490	4163	4163
328			2			8327			8327		
333			1			4163			4163		
338						0					
343						0					
348						0					
353						0					
358						0					
363						0					
Total	1	7	44	9	2		9367	33702	267093	43713	4163

1 Numero de individuos por grupo de edad-longitud en la muestra.

2 Numero total de individuos desembarcados por longitud.

3 Numero total de individuos desembarcados por grupo de edad-longitud.

Tabla.11. Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaino durante septiembre de 1985.

Marca Clase	Grupo de Edad ¹					Numero ² de Ind.	Grupo de Edad ³				
	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0		3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
173						0					
178						0					
183						0					
188						0					
193						0					
198						0					
203						0					
208						0					
213						0					
218						0					
223						0					
228						6697					
233	1	1	2			13394	3349	3349	6697		
238	1		1	1		26789	8929		8929	6929	
243		1	5			60275		10046	50229		
248		1	1		1	60275		20092	20092		20092
253		1	2			53578		17859	35719		
258		2	3		1	20092		6697	10046		20092
263		1	1	1		40182		13394	13394	13394	
268	1	1			1	0					
273	1	1	1			0					
278		1			1	0					
283						0					
288						0					
293						0					
298		1				0					
303						0					
308						0					
313						0					
318						0					
323						0					
328						0					
333						0					
338						0					
343						0					
348						0					
353						0					
358						0					
363						0					
Total	4	11	16	2	4	12278	71436	145105	22323	23441	

1 Numero de individuos por grupo de edad en la muestra.
 2 Numero total de individuos desembarcados por longitud.
 3 Numero total de individuos desembarcados por grupo de edad-longitud.

Tabla.12. Clave de edad-longitud de *S. japonicus* en Bahía Vizcaino durante octubre de 1985.

Marca Clase	Grupos de Edad ¹							Numero ² de Ind.	Grupos de Edad ³							
	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5		7.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5
173								0								
178								0								
183								0								
188								0								
193								0								
198								0								
203								0								
208								0								
213								0								
218								0								
223								0								
228								0								
233								4783								
238			1	1				19130			9565	9565				
243				4	1	1		39261				25507	6377	6376		
248			2	2	2	1		47826			13665	13665	13665	6832		
253	1	1	4	1		1	1	47826	5314	5314	21256	5314		5314	5314	
258		1	1	4	1			61174			2882	8832	35529	9882		
263			1	3				47826			11957	35670				
268	1	1		1	1		1	23696	5739	5739		5739	5739			5739
273			1	1	1			9565			3189	3189	3189			
278				3			1	14348				9565				4783
283																
288																
293																
298																
303																
308																
313																
318																
323																
328																
333																
338																
343																
348																
353																
358																
363																
Total	2	3	10	19	6	3	1	2	11053	19935	68512	118434	56982	18523	11690	10522

1 Numero de individuos por grupo de edad-longitud en la muestra.

2 Numero total de individuos desembarcados por longitud.

3 Numero total de individuos desembarcados por grupo de edad-longitud.

Tabla.13. Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaino durante noviembre de 1985.

Marca clave	Grupo de Edad ¹									Numero ² de Ind.				Grupos de Edad ³				
	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	5.5	6.0	6.5	7.5	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	5.5	6.0	6.5	7.5
173										0								
179										0								
183										0								
188										0								
199										0								
198										0								
203										0								
208										0								
213										0								
218										0								
223										0								
228										0								
233										0								
238						1				0								
243										6521								
248										0								
253										0								
258		1	1	1		1				26086	6522	6522	6522		6522			
263	1			2		2	1			39130	6522		13043		13043	6522		
268			2		1	1				26086		13043		6522	6522			
273			1	3		1				45652		9130	27391		9130			
278								1		13043								13043
283				1			1			6521			3261			3261		
288										6521								
293			1							13043		13043						
298										0								
303										0								
308										0								
313										0								
318										0								
323										0								
328										0								
333										0								
338										0								
343										0								
348							1			0								
353										0								
358										0								
363										0								
Total	1	1	5	7	2	5	2	1	1	6522	6522	41738	50217	6522	35217	9782	0	13043

1 Numero de individuos por grupo de edad-longitud en la muestra.
 2 Numero total de individuos desembarcados por longitud.
 3 Numero total de individuos desembarcados por grupo de edad-longitud.

76

Tabla.14. Calve edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaíno durante diciembre de 1985.

Marca clase	Grupo de Edad ¹							Numero ² de Ind.	Grupo de Edad ³						
	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.5	6.5		2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.5	6.5
173								0							
178								0							
183								0							
188								0							
193				1				932.96				933			
198			1					4665.92			4666				
203					1			4665.92				4666			
208		1	1					18665.92		9332	9333				
213	1		2					4665.92	1518		3110				
218						1		0							
223								0							
228								0							
233								0							
238								0							
243								0							
248								0							
253								0							
258					1			9332.96					9333		
263								4665.92							
268			2					9332.96			9333				
273	1		1					0							
278				2	2			23332.96			11666	11666			
283			2		1			9332.96			6221		3111		
288			1					4665.92			4666				
293			2					14000			9333	4667			
298				1				14000				7000	7000		
303				1	1			0							
308								0							
313								0							
318								0							
323								0							
328							1	4665.92						4666	
333								0							
338								0							
343								0							
348								0							
353								0							
358								0							
363								0							
Total	2	1	12	5	6	1	1		1518	9332	46662	24266	35776	0	4666

1 Numero de individuos por grupo de edad-longitud en la muestra.
 2 Numero total de individuos desembarcados por longitud.
 3 Numero total de individuos desembarcados por grupo de edad-longitud.

Tabla.15. Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaino durante enero de 1986.

Marca	Grupo de Edad ¹						Número ² de Ind.	Grupo de Edad ³						
	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5		5.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
173							0							
178							0							
183	1						0							
188							0							
193	3	1			1		0							
198	1	2	3		1		37774		5396	10793	16189	5396		
203			3	4	1		15010			5629	7505	1876		
208	1	2	1	3			109577	15654	31308	15654	46962			
213		4	2	2		1	83058		36915	18457	18457	0	9229	
218		5	3	4	2		33775		12062	7237	9650	4825		
223		3		7			71803		21541		50262			
228	1	1	1	2	1		7499.6		1500	1500	3000	1500		
233							0							
238			1			1	0							
243				1		1	0							
248							56763							
253				1			0							
258							0							
263	1			1	1		3744.5		1248		1248	1248	0	
268							7499.6							
273				1	1		11255				5627	5627		
278	1			1	1		0							
283			1		2		0							
288				1	2	2	0							
293				1		1	0							
298				1		2	0							
303							0							
308							0							
313							0							
318							0							
323							0							
328							0							
333							0							
338							0							
343							0							
348							0							
353							0							
358							0							
363							0							
Total	1	22	15	35	11	8	1	15654	1E+05	59823	2E+05	13574	9229	4E+05

1 Número de individuos por grupo de edad en la muestra.
 2 Número total de individuos desembarcados por longitud.
 3 Número total de individuos desembarcados por grupo de edad-longitud.

Tabla.18. Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaino durante julio de 1986.

Marca Clase	Grupo de Edad ¹							Numero ² de Ind.	Grupo de Edad ³							
	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0		7.0	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
173								0								
178								0								
183								0								
188								0								
193								0								
198	1							33600	33600							
203			1					33600		33600						
208								0								
213					1			54729				54729				
218		1						0								
223			1					82093		82093						
229			1		2		1	109458		27364	0	54729	0	0	27364	
233			2		5			92093		23455	0	52538				
238					1			82093				92093				
243					3			54729				54729				
248						1		0								
253								0								
258								27364		27364						
263					1			60955				60964				
268					1			0								
273			1		1			60955			30482	30482				
278								0								
283					1			33600				33600				
288								0								
293								0								
298					1		2	94565							93043	
303			1		1		1	67200		22400		22400			22400	
308								0								
313								33600								
318								0								
323							2	94565							94564	
328								33600				16800			16800	
333								33600								
338								67200								
343					1			0								
348								0								
353								0								
358								0								
363							1	33600							33600	
Total	1	1	7	1	20	1	7		33600	0	216277	30482	500633	0	230407	27364

1 Numero de individuos en la muestra por grupo de edad.
 2 Numero total de individuos desembarcados por longitud.
 3 Numero total de individuos desembarcados por grupo de edad-longitud.

Tabla.19. Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaino durante agosto de 1986.

Marca	Grupo de Edad ¹								Numero ² de Ind.	Grupo de Edad ³						
	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	7.0		3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
173									0							
178									0							
183									0							
188									0							
193									0							
198									0							
203									0							
208									0							
213			1						0							
218			2						32191		32191					
223			1						64382		64382					
228		1	6		1				73396	9175	55047		9175			
233			6			1			92410		70637			11773		
238			4						50220		50220					
243	1		1		3				100499	20088	20069		60263			
248			1						27043		27043					
253			1				1		0							
258					2				73396				73396			
263			1						41205		41205					
268									96572							
273			1			1			64382		32191		32191			
278					1		1		32191				16096		16096	
283					1		1		9014				4507		4507	
288				1					41205		41205					
293			2						64382		64382					
298			1		1		1		114601		38200		38200		38200	
303			1				2		41205		13735				27470	
308			1		2			1	105587		26397		52794			26397
313				1					41205		41205					
318					1			1	9014				4507			4507
323					1				9014				9014			
328					1		2		50220				16740		33480	
333					1				9014				9014			
338									0							
343									32191							
348							1		0							
353									0							
358									0							
363									0							
368									0							
373							1		0							
Total	1	1	30	2	15	2	9	3	20088	9175	535718	82410	293705	43964	119753	30904

1 Numero de individuos en la muestra por grupo de edad.
 2 Numero total de individuos desembarcados por longitud.
 3 Numero total de individuos desembarcados por grupo de edad-longitud.

INSTITUTO MEXICANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
 I.P.N.
 BIENIAS MARINAS
 B.P.T.I.O.T.F.T.T.

Tabla.20. Clave edad-longitud de *S. japonicus* de Bahía Vizcaino durante noviembre de 1986.

Marca clase	Grupo de Edad ¹							Numero ² de Ind.	Grupo de Edad ³						
	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5		2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5
173								0							
178								356							
183	2							714	714						
188	1							714	714						
193	1	1						1072	536	536					
198		1	3					3574	894	2681					
203			2	2				2145		1072	1072				
208			3					2145		2145					
213			5	2				1787		1276	511				
218			2	1	1			1065		533	266	266			
223			4					714		714					
228				1				714			714				
233			1	1				11041		5520	5520				
238								0							
243								0							
248		1	1		1		1	66247	16562	16562		16562		16562	
253			2	2	1			44164	17666	17666	17666	8833			
258				3		1	1	55207			33124		11041	11041	
263								0							
268				1				11041			11041				
273								0							
278					1			22081					22081		
283							1	0							
288								0							
293								0							
298								0							
303								0							
308								0							
313								0							
318								0							
323								0							
328								0							
333								0							
338								0							
343								0							
348								0							
353								0							
358								0							
363								0							
Total	4	3	23	13	4	1	3		1963	17991	48344	70001	47476	11041	27603

1 Numero de individuos por grupo de edad-longitud en la muestra.

2 Numero total de individuos desembarcados por longitud.

3 Numero total de individuos desembarcados por grupo de edad-longitud.

INSTITUTO DE CIENCIAS MARINAS
 I.P.N.
 CENTRO INTERDISCIPLINARIO