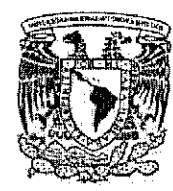


00366 12



Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología
Universidad Nacional Autónoma de México



UNAM

UNAM a difundir en formato electrónico e imp.
contenido de mi trabajo recepci.
NOMBRE: Marisa Torres A
FECHA: 22/11/02
LUGAR: Quil

**ESTUDIO PRELIMINAR DE EDAD Y CRECIMIENTO DEL JUREL,
Caranx caninus (Günther,1867), EN BASE A VÉRTEBRAS Y ESPINAS, EN LAS
COSTAS DE GUERRERO Y MICHOACÁN.**

T E S I S

que para obtener el grado académico de
Maestra en Ciencias
(Biología Marina)

presenta

Oc. Marisol Torres Aguilar

Director de Tesis: Dr. Felipe Amezcua Linares.

Comité Tutorial: Dr. F. Xavier Chiappa Carrara.
Dr. Oscar Sosa Nishizaki.
Dr. Manuel Gallardo Cabello.
Dr. Miguel Ángel Cisneros Mata.

México, Distrito Federal 2002

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

Dr. Xavier Chiappa Carrara por su valiosa guía, comentarios, apoyo y asesoría durante la realización de este trabajo.

Dr. Manuel Gallardo Cabello por apoyo y correcciones a este trabajo, muchas gracias.

Dr. Martín Merino Ibarra espero dejar de ser Hamlet, muchas gracias por todo el apoyo y consejos durante mi estancia en el posgrado

Dra. Cecilia Vanegas Pérez gracias por tus comentarios y apoyo moral.

Dr. Oscar Sosa Nishizaki con cariño por su amistad, apoyo incondicional y asesoría durante mi estancia en tu laboratorio y en el transcurso de este trabajo gracias.

A CICESE y al laboratorio de Ecología Pesquera, por todas las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo.

M.C. Carmen por su apoyo y asesoría durante mi estancia en el laboratorio de Ecología Pesquera.

A las Fam. De los Santos Torres, Ríos Torres por su apoyo durante las tomas de muestras para este trabajo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por la beca otorgada para la realización de la maestría .

Q.F:B Nury López Fraga por enseñarme a tener disciplina y amor a por mi trabajo, ya que sin esto habría sido muy difícil para culminar este trabajo.

A mis abuelos Amalia Lagunas García y Luis Torres Torres por brindarme con mucho cariño

A mis compañeros de generación. Victor, Mayeli y Emiliano por su amistad durante mi estancia en el posgrado.

Quiero agradecer muy especialmente a todo el personal del administrativo del Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología: a Norma, Lupita, Diana y Gaby. Gracias por ser tan eficientes y atentas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONTENIDO

Página

I.- INTRODUCCIÓN.

I.1 Biología de la especie	1
I.2 Pesquería y estado de explotación del recurso.....	4
I.3 Determinación de la edad	6
I.4 Crecimiento.....	9
I.5 Antecedentes.....	10
I.6.1 Objetivo general.....	12
I.6.2 Objetivos particulares.....	12

II.- MATERIALES Y MÉTODOS.

II.1 Descripción del área de estudio	13
II.2 Obtención de la muestra.....	15
II.3 Técnica aplicada a las espinas de la 2 ^a aleta dorsal.....	18
II.4 Técnica aplicada a las vértebras de la porción caudal.....	20
II.5 Estadísticos empleados en los resultados de edad.....	22
II.6 Crecimiento en longitud.....	24

III.- RESULTADOS.

III.1 Análisis exploratorio de datos en diagrama de caja.....	25
III.2 Distribución de frecuencias de tallas.....	26
III.3 Grupos de edad observados en espinas.....	27
III.4 Longitud del pez vs incremento del radio de la espina.....	29
III.5 Imágenes de la marcas de crecimiento detectadas en las muestras.....	31
III.6 Grupos de edad observados en vértebras.....	32
III.7 Comparación de lecturas efectuadas en vértebras y espinas.....	34
III.8 Variación de las lecturas realizadas en ambas estructuras.....	36
III.9 Incrementos marginales registrados por mes de captura.....	37
III.10 Crecimiento en longitud	38

IV.- DISCUSIÓN.

IV.1 Aspectos generales.....41

IV.2 Edad.....42

IV.3 Crecimiento.....45

V.- CONCLUSIONES.....47

VI.- LITERATURA CITADA.....49



LISTA DE FIGURAS

Figura	<u>Página</u>
1. Jurel, (<i>Caranx caninus</i>) descrito por Günther, 1867.	2
2. Serie histórica de la producción pesquera en peso vivo, según las principales especies capturadas en los estados de Guerrero y Michoacán. Anuario de pesca (1998).	5
3. Localización del área de estudio, los puntos señalan la posición de los sitios de captura de los jureles empleados en éste estudio.	17
4. Técnica de extracción de la espina de la segunda aleta dorsal del jurel (<i>Caranx caninus</i>).	19
5. Zona del corte transversal realizado en la espina de la segunda aleta dorsal del jurel (<i>Caranx caninus</i>).	19
6. A) Esqueleto axial de un adulto de jurel (los corchetes señalan la porción caudal utilizada en el análisis de la edad). B) Corte longitudinal realizado en una vértebra de jurel.	21
7. Análisis exploratorio de luz de malla vs las longitudes totales de los organismos capturados.	25
8. Distribución de frecuencias de tallas del total de jureles capturados durante los muestreos.	26
9. Distribución de frecuencias de tallas por grupo de edad observados en las espinas de jurel (<i>Caranx caninus</i>).	28

Figura	<u>Página</u>
10. Análisis de regresión lineal entre el radio de la espina (distancia del foco al borde) y la longitud total del pez	29
11. Análisis exploratorio de los grupos de edad observados en espinas vs la longitud de sus radios (mm).	30
12. Corte transversal de la espina dorsal del jurel, la flecha señala las bandas de crecimiento opaco-hialinas, y los número los anillos de crecimiento (ejemplar 6+ anillos)	31
13. Vértebra de la porción caudal del jurel. La flecha señala las bandas de crecimiento opaco-hialinas y los números los anillos de crecimiento (ejemplar con 4+ anillos).	31
14. Distribución de frecuencias de tallas por grupo de edad observados en las vértebras del jurel (<i>Caranx caninus</i>).	33
15. Comparación de las frecuencias de anillos de crecimiento observados en espinas y vértebras de jurel (<i>Caranx caninus</i>).	35
16. Variación mensual de los porcentajes de ocurrencia de bordes opacos y hialinos observados en espinas del jurel (<i>Caranx caninus</i>).	37
17. Curvas de crecimiento estimadas para el jurel (<i>Caranx caninus</i>). Ajuste al modelo de von Bertalanffy.	39
18. Comparación de las curvas de crecimiento estimadas en base a vértebras y espinas para el jurel (<i>Caranx caninus</i>). Ajuste al modelo de von Bertalanffy.	40

LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
I. Tabla 1. Cálculo del tamaño mínimo de muestra para cada uno de los estratos, utilizando el método propuesto por Zar (1999).	25
II. Tabla 2. Promedios de las longitudes registradas por grupos de edad observados en espinas.	27
III. Tabla 3. Promedio de las longitudes totales registradas por grupos de edad observados en las vértebras.	32
IV. Tabla 4. Comparación de los grupos de edad estimados en vértebras y espinas.	34
V. Tabla 5. Coeficientes de variación calculados a partir de las 3 lecturas realizadas en las vértebras y espinas del jurel (<i>Caranx caninus</i>).	36
VI. Tabla 6. Longitudes observadas y calculadas por grupo de edad para la especie <i>Caranx caninus</i> .	38
VII. Tabla 7. Comparación de los parámetros de crecimiento calculados por diversos autores en especies del género <i>Caranx</i> .	40
VIII. Tabla 8. Parámetros de la ecuación de crecimiento de calculados con el programa FISHPARM, Prager (1989) para la especie <i>Caranx caninus</i> .	43

RESUMEN

De diciembre del 2000 a diciembre del 2002 se realizaron seis muestreos en las costas de la Bahía de Petacalco, Guerrero y Lázaro Cárdenas, Michoacán, capturándose un total de 225 jureles (*Caranx caninus*), que presentaron una longitud total de 14.1 a 83.5 cm. La determinación de la edad de este organismo se llevo al cabo mediante el análisis de las lecturas efectuadas en las vértebras de la porción caudal y en las lecturas estimadas en los cortes transversales de las espinas de la segunda aleta dorsal. En los cortes de las espinas sólo el 81.77% de las estructuras registró patrones legibles de marcas de crecimiento (considerando como una marca de crecimiento a cada par de bandas opaco-hialinas completas), en esta estructura se identificaron de cero a ocho grupos de edad. En las observaciones realizadas en las vértebras el 96.88% presentó patrones legibles y fue posible observar de cero a diez grupos de edad. El crecimiento fue evaluado mediante el modelo de von Bertalanffy (1938), los valores de los parámetros fueron estimados mediante el método de Prager *et al.* (1988), con el programa FISHPARM, calculándose para esta especie una $L_{\infty} = 119.9$ cm, una $k = 0.08019/\text{año}$ y una $t_0 = -1.572$ años.



**ESTUDIO PRELIMINAR DE EDAD Y CRECIMIENTO, DEL JUREL
Caranx caninus (Günther, 1867), EN BASE A VÉRTEBRAS Y ESPINAS EN
LAS COSTAS DE GUERRERO Y MICHOACÁN.**

I.-INTRODUCCIÓN.

I.1 Biología de la especie.

El jurel, *Caranx caninus* (Fig.1), es un recurso pesquero importante de aguas tropicales y subtropicales en las cuales habita. Sin embargo, pocos estudios han sido encaminados a puntualizar diversos aspectos sobre su biología, entre los cuales podemos destacar la determinación de su edad y crecimiento.

Los organismos de esta especie se caracterizan por presentar un cuerpo alargado, alto y ligeramente comprimido, alcanzando una longitud total de hasta 100 cm y un peso máximo de 9 kg (García-Ortiz, 1963; Palko, 1984; FAO, 1995; Amezcua-Linares, 1996).

El jurel es una especie pelágica que habita en aguas costeras y oceánicas, es común observarlos sobre fondos someros, aunque los especímenes más grandes suelen realizar migraciones verticales hasta los 350 m de profundidad. Ocasionalmente frecuentan aguas salobres y remontan los ríos guiados principalmente por sus hábitos alimenticios, basando su dieta esencialmente de peces, camarones y otros invertebrados (García-Ortiz, 1963; Saloman y Naughton, 1984; FAO, 1995).

Estos peces suelen formar cardúmenes de medianos a grandes, no obstante se ha advertido que los adultos habitualmente suelen ser antigregarios; con respecto a los juveniles, es común encontrarlos en estuarios de ríos, formando cardúmenes que se desplazan con gran rapidez como una posible estrategia de protección ante sus predadores (Smith-Vaniz, 1995; FAO, 1995).

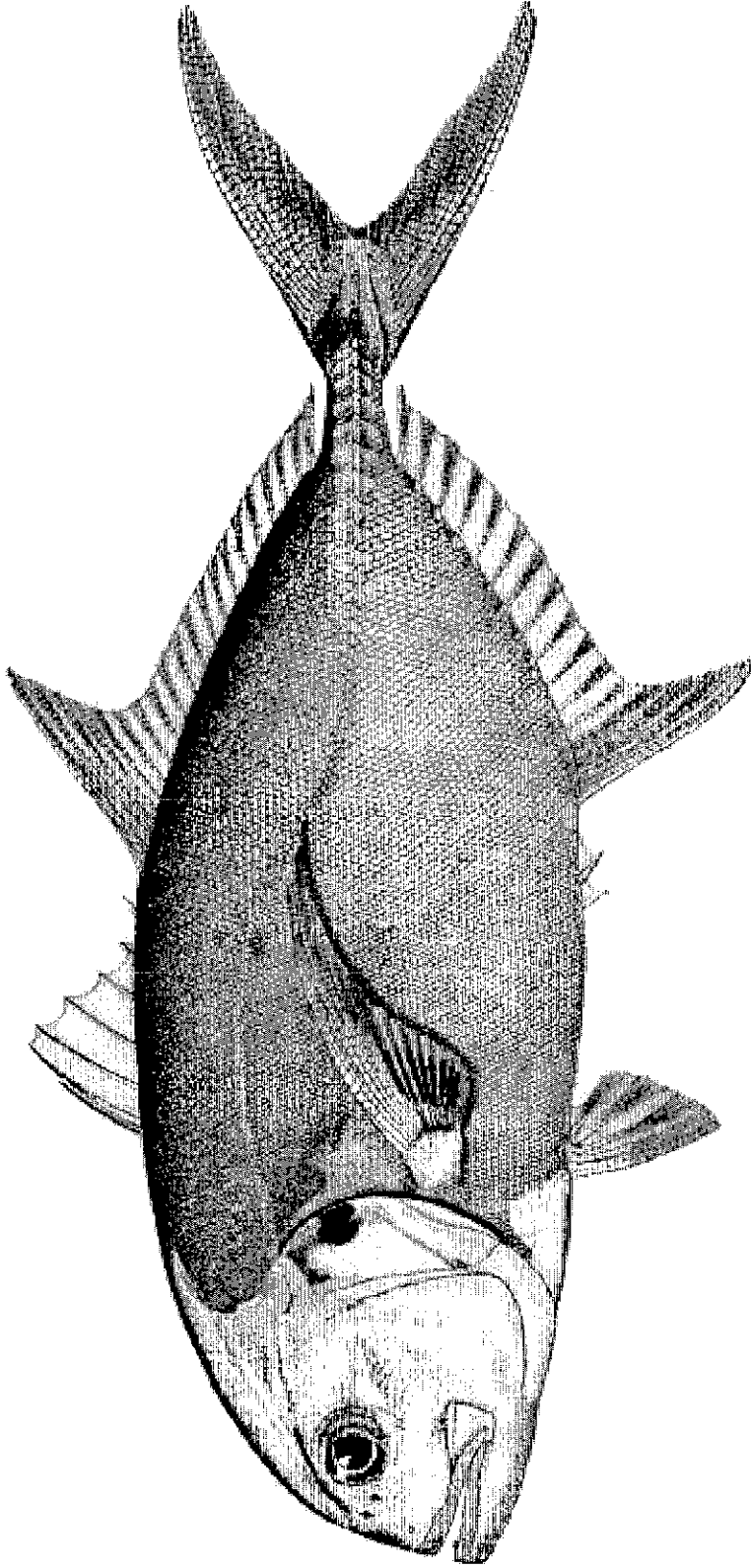


Figura 1. Jurel, *Caranx caninus* (Günther, 1867).

Clasificación:

Los peces de la familia Carangidae son organismos marinos principalmente y habitan las aguas tropicales de los Océanos Índico, Atlántico y Pacífico (Eli, 2002; FAO, 1995). Las especies *Caranx caninus* (Günther, 1867) y *Caranx hippos* (Linneo, 1766) se distribuyen en las costas del Pacífico tropical mexicano y en el Océano Atlántico respectivamente. Estas especies presentan hoy en día una problemática de en relación a su clasificación taxonómica ya que se consideran especies gemelas o vicariantes. De acuerdo con Lagler *et al.* (1984), las especies gemelas (crípticas) son aquellas que no pueden ser distinguidas morfológicamente o son muy parecidas. Sin embargo, genéticamente pueden ser diferenciadas, así como por los aspectos fisiológico, ecológico o conductual, que implica al aislamiento reproductor. Hasta el momento no han sido realizado estudios concluyentes de genética de poblaciones en estas especies, lo que dificulta distinguir entre ambas. En base a esto se considero para este trabajo utilizar la descripción taxonómica efectuada por Günther en 1867, con el nombre científico de *Caranx caninus*. Pese a esto se recomienda realizar estudios de genética de poblaciones en estas dos especies y definir si se trata de una misma especie o son dos especies diferentes.

Posición taxonómica del jurel (*Caranx caninus*) siguiendo el criterio de Eli (2002):

Phylum: Chordata

Clase: Actinopterygii

Orden: Perciformes

Suborden: Percoidei

Familia: Carangidae

Género: *Caranx*

Especie: *Caranx caninus* (Günther, 1867)

I.2 Pesquería y estado de explotación del recurso.

En el Océano Pacífico, el jurel (*Caranx caninus*) habita desde Punta Concepción en California Estados Unidos, hasta las Islas Galápagos en Ecuador. Estos organismos son capturados en toda su área de distribución, siendo su pesca primordialmente costera (FAO, 1995). Son múltiples los artes de pesca empleados en su captura comercial, destacando las redes de arrastre, de cerco y fijas, además de las líneas y los anzuelos. Su carne se comercializa fresca, congelada, ahumada, salada-seca y reducida a aceite y harina (FAO, 1995).

En los estados mexicanos de Guerrero y Michoacán, la pesca del jurel es de tipo artesanal y representa para estas zonas ingresos económicos importantes. Durante los meses de febrero a octubre, la pesquería de escama principal en orden de frecuencia de captura, importancia relativa en peso y valor comercial es la del jurel. Si analizamos las series históricas de la producción pesquera en peso vivo, según las principales especies reportadas para los estados de Guerrero y Michoacán por el Anuario de Pesca (1998), observaremos que desde 1988 hasta el presente año el volumen de captura anual se ha visto reducido substancialmente, lo cual nos remite a realizar una evaluación de aquellos factores que aunados han generado la caída de estas capturas específicamente en estos estados (Fig.2).

El Pacífico Tropical Mexicano es una de las zonas menos estudiadas de nuestros litorales, no sólo en el ámbito pesquero si no también en el oceanográfico. Uno de los enfoques trascendentales del análisis de pesquerías es la regulación y administración de los recursos que son explotados comercialmente, a través de éstos se generan empleos y divisas que proveen a la población mexicana de productos de alto contenido proteico. Se precisa entonces que el impulso de las actividades pesqueras se ejecute dentro de un marco de protección ambiental y de desarrollo sustentable.

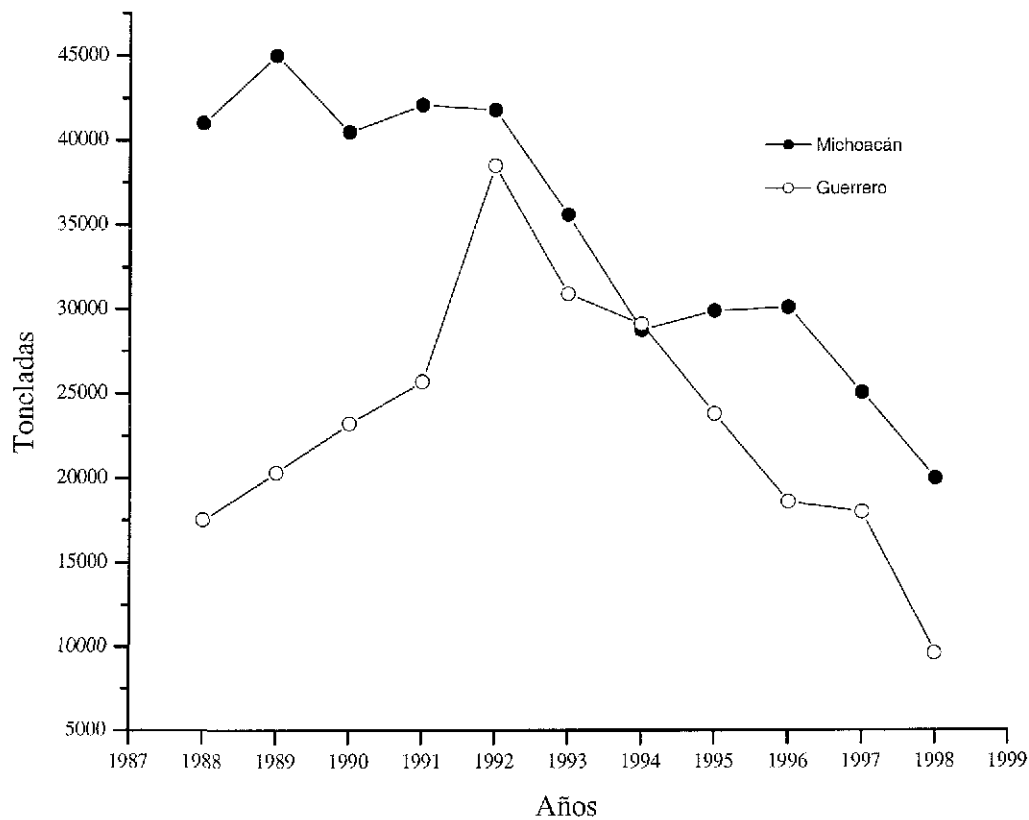


Figura 2. Serie histórica de la producción pesquera en peso vivo, según las principales especies capturadas en los estados de Guerrero y Michoacán, Anuario de pesca (1998).

I.3 Determinación de la edad.

En el análisis de pesquerías, la edad de los recursos explotados se ha convertido en un componente básico. En muchos métodos esta información es necesaria para estimar la longevidad de las especies, calcular sus tasas de crecimiento individual y poblacional, las tasas de mortalidad, de supervivencia, y la magnitud del reclutamiento. El conocimiento de estos datos es fundamental en algunos modelos de dinámica de poblaciones. Ello permite identificar cambios que se suceden en las poblaciones sujetas a explotación, elementos que son necesarios para realizar programas de manejo (Morales-Nin, 1992; Hilborn y Walters, 1992; Lai *et al.*, 1996).

Existen diversos métodos para determinar la edad en peces óseos. Estos son de dos tipos: a) los indirectos, que se basan en el análisis de frecuencias de tallas de una población de peces y b) los directos en sus diversas modalidades como son: I) el de marcado y recaptura, II) la estimación del crecimiento *in situ*, que se realiza colocando en cautiverio a peces de edad o talla conocida y III) el método anatómico, el cual se basa en el análisis y conteo de las marcas de crecimiento que se forman en las estructuras óseas de los peces, como pueden ser: vértebras, espinas, escamas u otolitos (Casselman, 1983; Pauly, 1983; Cailleit *et al.*, 1986; Sparre *et al.*, 1989; Morales-Nin, 1992; Lai *et al.*, 1996).

En estas estructuras el *centrum* crece en forma radial por deposición de elementos en sus superficies, como una función de los cambios en el metabolismo del pez a través del tiempo, con lo cual se origina la producción periódica de bandas de crecimiento compuestas por secciones discontinuas y zonas continuas o incrementales. La forma y tonalidad de estas bandas dependerá de la concentración del calcio y de otros minerales asimilados, de tal manera que una mayor fijación de estos elementos generará bandas más oscuras, a su

vez una menor concentración de los mismos formará bandas mucho más claras o translúcidas. La incorporación de estos materiales probablemente sea regulada por factores de tipo biótico y/o abióticos, como pueden ser la disponibilidad de alimento, el fotoperíodo, la temperatura y la propia química del agua. Estos factores podrían llegar a influir sobre la fisiología de los organismos. Considerando lo anterior, las bandas generadas durante el verano usualmente serán opacas (más calcificadas) y las formadas durante el invierno translúcidas (menos calcificadas) (Smkiss, 1973; Cailleit *et al.*, 1986; Martin y Cailliet, 1986; Cailliet, 1990; Morales-Nin, 1992; Lai *et al.*, 1996; Burton, 1998; Jepsen *et al.*, 1999). La asignación de la edad se fundamenta precisamente en distinguir la progresión de estas variaciones.

En pesquerías el método anatómico ha sido uno de los más utilizados para determinar la edad en peces (Morales-Nin, 1992; Lai *et al.*, 1996; Burton, 1998; Jepsen *et al.*, 1999; Megalofonou, 2000; Ekau y Blay, 2000). Sin embargo, en cada caso la técnica a seguir dependerá de las características de la población estudiada, así como del costo y los medios técnicos de que se disponga, haciendo hincapié en la precisión y calidad de los resultados que se pretenda obtener (Morales-Nin, 1992).

Hasta hace poco, se pensó que estimar la edad en especies de peces tropicales era imposible, debido a sus desoves continuos y a la carencia de ciclos de crecimiento (Mohr, 1921). En la actualidad, se ha comprobado que los peces de zonas tropicales presentan periodos de puesta más extensos que los de zonas templadas y que su reclutamiento se extiende básicamente a una o dos épocas del año (Morales-Nin, 1992).

Hoy en día múltiples estudios reportan la presencia de anillos de crecimiento anuales en estructuras óseas de peces tropicales (Sosa-Nishizaki *et al.*, 1989; Morales-Nin, 1992; Lai *et al.*, 1996; Sudekum *et al.*, 1991; Burton, 1998).

Pese a lo anterior también se ha reportado que en algunas especies la depositación de estos anillos no es anual; por lo tanto es de suma importancia definir la periodicidad con que se forman los anillos de crecimiento (García-Arteaga y Reshetnikov, 1985). La periodicidad de formación puede ser calculada graficando los porcentajes mensuales de los bordes opaco-hialinos observados en las estructuras óseas. Si la formación es anual se distinguirá un máximo por año para cada tipo de borde (Lee *et al.*, 1983; Morales-Nin y Ralston, 1990; Rocha-Olivares y Gómez-Muñoz, 1993; Morales-Nin, 2001).

Una vez que se haya establecido la periodicidad de formación de los anillos, la estimación de la edad será relativa sencilla (Morales-Nin, 1992).

I.4 Crecimiento.

En el análisis de pesquerías se concede gran importancia al estudio del crecimiento de los peces, debido a que el incremento en biomasa de los organismos constituye año tras año, la fuente de suministro de las capturas que son extraídas por una pesquería (Pauly, 1983).

El crecimiento puede ser descrito como un proceso continuo en el cual un organismo con el tiempo aumenta gradualmente su talla o peso. Su estimación se realiza midiendo el cambio en longitud o en peso de un pez o de un grupo de peces en dos tiempos de muestreo. Para la determinación del crecimiento es primordial especificar y validar la edad de los organismos con los que se está trabajando (Pauly, 1983; Sparre *et al.*, 1989; Gómez-Márquez, 1994).

Muchos estudios se han enfocado a tratar de desarrollar una ecuación que pueda describir el crecimiento animal. Sin embargo, el modelo que mejores resultados ha provisto hasta el momento es la ecuación de crecimiento propuesta por von Bertalanffy en 1938 (Csirke, 1989). Esta ecuación satisface ciertas condiciones esenciales, como son: a) significado acorde con el proceso biológico del crecimiento, b) exhibir un mejor ajuste a la mayoría de las poblaciones de peces y c) permite incorporar fácilmente sus constantes a modelos de rendimiento y evaluación pesquera (Csirke, 1989; Sparre *et al.*, 1989; Jurado-Molina *et al.*, 1992; Castro-Longoria, 1995).

Este modelo supone que el crecimiento del organismo es isométrico, es decir, que existe una relación constante entre la longitud y el peso del individuo a lo largo de su ciclo de vida y considera al crecimiento en longitud como una función de la edad (Sparre *et al.*, 1989).

I.5 Antecedentes.

Aunque diversas especies de la familia Carangidae soportan importantes pesquerías y desempeñan un papel significativo en el ecosistema marino, particularmente en la zona correspondiente al Pacífico Tropical, son escasas las investigaciones orientadas a precisar aspectos básicos de su biología. Pese a esto, es posible citar algunos trabajos pioneros realizados principalmente en el océano Atlántico, como lo es el estudio presentado por García-Ortiz (1963) en el cual describe la biología y aprovechamiento del jurel, *Caranx hippos*, en el Golfo de México.

Palko (1984) realizó una evaluación del uso potencial de las escamas, vértebras y otolitos en la determinación de la edad del jurel *Caranx hippos*, colectando 102 organismos en las costas de Florida, con un intervalo de tallas de 8.4 a 93.4 cm de longitud furcal. La autora concluye que las escamas no presentaron patrones consistentes de lectura, por lo cual son poco apropiadas para estimar edad en esta especie. En el caso de las vértebras logró establecer de cero a siete grupos de edad, refiriendo que en algunas de las muestras observó bandas dobles; con respecto a los otolitos reportó de cero a 17 grupos de edad, mencionando que esta estructura exhibió mejores resultados que las anteriores.

García-Arteaga y Reshetnikov (1985) determinaron la edad y crecimiento del jurel, *Caranx ruber*, en las costas de Cuba analizando las escamas, otolitos y huesos uroviales de 955 organismos con un intervalo de tallas de 10 a 46 cm de longitud total. En esos peces la formación de anillos es anual; la observación de un anillo de crecimiento falso el mes de noviembre, sugirió que su presencia puede deberse probablemente a efectos de alimentación. De esta forma reportan para esta especie de cero a ocho grupos de edad y

calcularon los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy obteniendo una $L_{\infty} = 56$ cm, una $k = 0.143/\text{año}$ y una $t_0 = -1.728$ años.

Otro de los trabajos relevantes al respecto es el efectuado al noroeste de las islas Hawaianas por Sudekum *et al.* (1991). Ellos determinaron la edad y crecimiento de los grandes júreles, *Caranx ignobilis* y *Caranx melampygus*, examinando los incrementos diarios depositados en las *sagittae* de éstos peces. La validación de la depositación de los incrementos diarios la realizaron colocando en cautiverio e inyectado con óxido de tetraciclina a 14 ejemplares de *Caranx melampygus* y 10 de *Caranx ignobilis*. Concluyeron que el crecimiento de ambas especies es de tipo isométrico y establecieron para *Caranx melampygus*: edades de 0.51 a 5.90 años, $L_{\infty} = 89.7$ cm, $k = 0.233/\text{año}$ y $t_0 = -0.044$ años, y para *Caranx ignobilis*: edades de 0.75 a 9.27 años, $L_{\infty} = 183.8$ cm, $k = 0.111/\text{año}$ y $t_0 = -0.097$ años.

I.6.1 Objetivo General.

Determinar los grupos de edad y el crecimiento de jurel (*Caranx caninus*) de las costas Guerrero y Michoacán.

I.6.2 Objetivos Particulares.

1. Establecer si los grupos de edad del jurel, *Caranx caninus*, pueden ser determinados por medio del análisis y conteo de marcas de crecimiento presentes en sus vértebras y espinas.
2. Obtener los valores de los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy (1938), L_{∞} , k y t_0 .

II.- MATERIALES Y MÉTODOS.

II.1 Descripción del área de estudio.

Las costas de Guerrero y Michoacán donde se desarrolla la pesquería artesanal del jurel, se ubican dentro de la región oceanográfica denominada como Pacífico Tropical Mexicano (Lavín *et al.*, 2001). Algunas de las características oceanográficas de esta área son: la Corriente Costera de Costa Rica (CCCR) y la poza cálida del Pacífico Mexicano. En la actualidad no se cuenta con información que describa con exactitud los patrones de circulación costera del Pacífico Tropical Mexicano (Ayala-Torres y Pacheco-Sandoval, 1991; Lavín *et al.*, 2001). Sin embargo, en las costas de Guerrero y Michoacán se ha observado la presencia de corrientes litorales dominantes con dirección Noroeste durante el verano (Lank-Ford, 1974).

El Pacífico Tropical Mexicano se caracteriza por una variación anual de la temperatura superficial entre 26 y 28 °C (Weare *et al.*, 1981). Debido a la poca profundidad que presenta la zona costera, la composición termohalina se ve afectada por vientos locales, descargas de ríos, lluvias y evaporación (Ayala-Torres y Pacheco-Sandoval, 1991). El patrón de mareas predominante en la zona es de tipo mixto, registrando sus menores amplitudes en el Puerto de Lázaro Cárdenas, Michoacán; para posteriormente incrementarse hasta alcanzar su máxima amplitud en el Golfo de Panamá (Ayala-Torres y Pacheco-Sandoval, 1991).

La Bahía de Petacalco se extiende hacia el litoral septentrional del estado de Guerrero, colindando al Norte con Michoacán de Ocampo y hacia el Sur con la Bahía de Ixtapa; en la parte meridional de esta rada abierta al océano Pacífico, vierten sus aguas los

ríos de la Unión y Zacatula, nombre que recibe la desembocadura del Río Balsas (Encarta, 2000).

Ayala-Torres y Pacheco-Sandoval (1991), describen los parámetros de temperatura y salinidad de las costas de Guerrero para los meses de febrero y abril, reportando que en superficie las temperaturas oscilan de 28 a 28.5°C y a 100 m de profundidad registran valores de 14 a 15°C respectivamente. Con relación a la salinidad mencionan que ésta se incrementa con la profundidad y de un mes a otro, registrando intervalos de 34 a 34.4 UPS en superficie y de 34.7 a 34.9 UPS a 100 m de profundidad.

Situándose a una altura de 10 metros sobre el nivel del mar y al sur del estado de Michoacán, se localiza el Puerto de Lázaro Cárdenas dentro de las coordenadas 17°57' N y 102°12' W, el puerto limita al Este con el estado de Guerrero y al Sur con el Océano Pacífico (UMSNH, 1998).

Gómez-Valdés *et al.* (2001) midieron los campos de temperatura y salinidad durante el mes de noviembre del 2000 en aguas Michoacanas, reportando que para esa temporada la temperatura superficial fluctuó de 24.9 a 29.5 °C, y que a 100 m de profundidad esta presentó valores de 16 a 13.5 °C. La salinidad en superficie varió de 33.82 a 33.88 UPS y a 100 m osciló de 32.64 a 34.81 UPS, refiriendo que los valores más bajos de salinidad se observaron en las estaciones más cercanas a la costa, lo cual implica una importante influencia de las aguas vertidas en esta zona por los ríos Balsas, Chuta y Habillal.

II.2 Obtención de la muestra.

De diciembre de 2000 a diciembre de 2001 se realizaron seis muestreos de las capturas de la flota artesanal de Petacalco, Guerrero y Lázaro Cárdenas, Michoacán. La posición geográfica de los sitios de captura se registró por medio de un GPS, enfatizando que algunos de estos puntos representan los principales caladeros de los pescadores de la región (Fig.3).

Con la finalidad de que la muestra colectada fuese representativa de la población, se planteó en base a las características de distribución de la especie, aplicar un muestreo aleatorio estratificado, el cual consistió básicamente en efectuar varios lances de captura empleando una red agallera con aperturas de luz de malla (estratos) de: 2, 3, 5, 6 y 8 pulgadas respectivamente. A cada uno de los estratos se le determinó su tamaño mínimo de muestra y se observó que la distribución de los datos fuera normal. Para calcular el tamaño mínimo de muestra se utilizó la fórmula propuesta por Zar, (1984).

La ecuación está definida de la siguiente forma:

$$n = \frac{s^2 t_{\alpha}^2(2), (n-1) f_{\beta}(1), (n-1), v)}{2} \quad d = \frac{1}{2}(IC)$$

donde:

- $t_{\alpha}^2(2), (n-1) = t$ (student) para $\alpha=0.05$.
- f = valor de tablas de f .
- $d = 1/2$ del valor del intervalo de confianza.
- v = grados de libertad.
- s^2 = varianza.
- IC = intervalo de confianza.

Cabe destacar, que la red agallera es un arte de pesca altamente selectivo y uno de los más empleados en la zona para la captura del jurel.

Durante los muestreos se capturó un total de 225 individuos. Después de haber sido capturados los peces se acomodaron uno por uno en hilera, se midió su longitud total, con un ictiometro graduado en centímetros. Posteriormente se determinó su peso total con una báscula electrónica con capacidad de 30 kilogramos, cuando hubo oportunidad se anotó el sexo y el grado de madurez gonádica. Subsecuentemente se extrajo la espina de la segunda aleta dorsal y las vértebras de la porción caudal. Se consideraron dos criterios para la elección de las estructuras que serían empleadas para determinar la edad de esta especie:

- 1) Que la extracción de estas estructuras no deméritan el valor comercial del pescado.
- 2) Qué fueran fáciles de extraer, preservar, almacenar y transportar.

Las técnicas aplicadas a estas estructuras se detallan en las siguientes secciones.

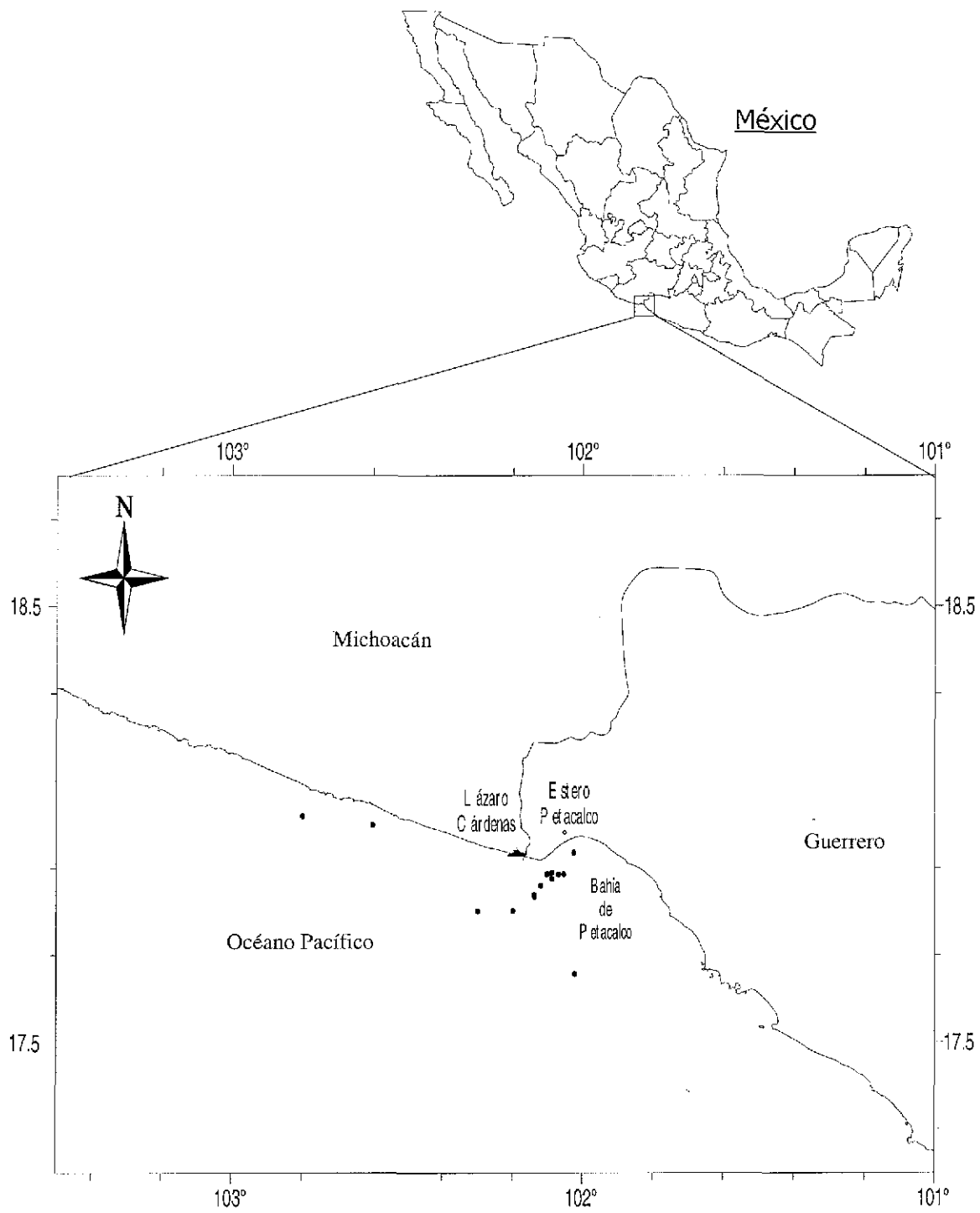


Figura 3. Localización del área de estudio, los puntos señalan la posición de los sitios de captura de los jureles empleados en este estudio.

II.3 Técnica de preparación aplicada a las espinas de la 2ª aleta dorsal.

Con ayuda de un bisturí se extrajo la espina de la segunda aleta dorsal de los organismos capturados (Fig.4). Las estructuras fueron enjuagadas con agua corriente para eliminar el exceso de mucus en sus superficies, dejándose secar a temperatura ambiente ($\cong 38^{\circ}\text{C}$) sobre una charola con su respectiva etiqueta. Ya secas, las espinas se colocaron dentro de sobres manila para su posterior análisis en el laboratorio.

Con el propósito de efectuar análisis comparativos entre todos los cortes practicados en las espinas, se midió con un vernier la longitud total de cada una de ellas, iniciando desde la base del cóndilo y señalando el corte a un 10 % de su longitud total (Fig.5). En estas áreas marcadas se realizaron de dos a tres cortes transversales de 1mm de espesor, empleando una cortadora de hueso de baja velocidad modelo Buehler Isomet con navaja de disco de diamante (López-Fraga *et al.*, 1994). Es importante advertir que si los cortes no son realizados dentro del área convenida, no será posible observar las bandas de crecimiento presentes en estas estructuras óseas.

Posteriormente y antes de ser montados, se evaluaba la calidad visual de cada uno de los cortes, con un microscopio estereoscópico y una fuente de iluminación transmitida. Si el corte presentaba una buena calidad visual, era inmediatamente montado sobre un portaobjetos con una pequeña gota de resina marca Cytoseal de alta viscosidad diluida al 10%.

Una vez que eran montados los cortes, estos se leían tres veces no consecutivas y al azar. Después de leer el corte, se registraba también la longitud total del radio (mm), empleando una rejilla graduada que había sido colocada previamente en el ocular del microscopio.

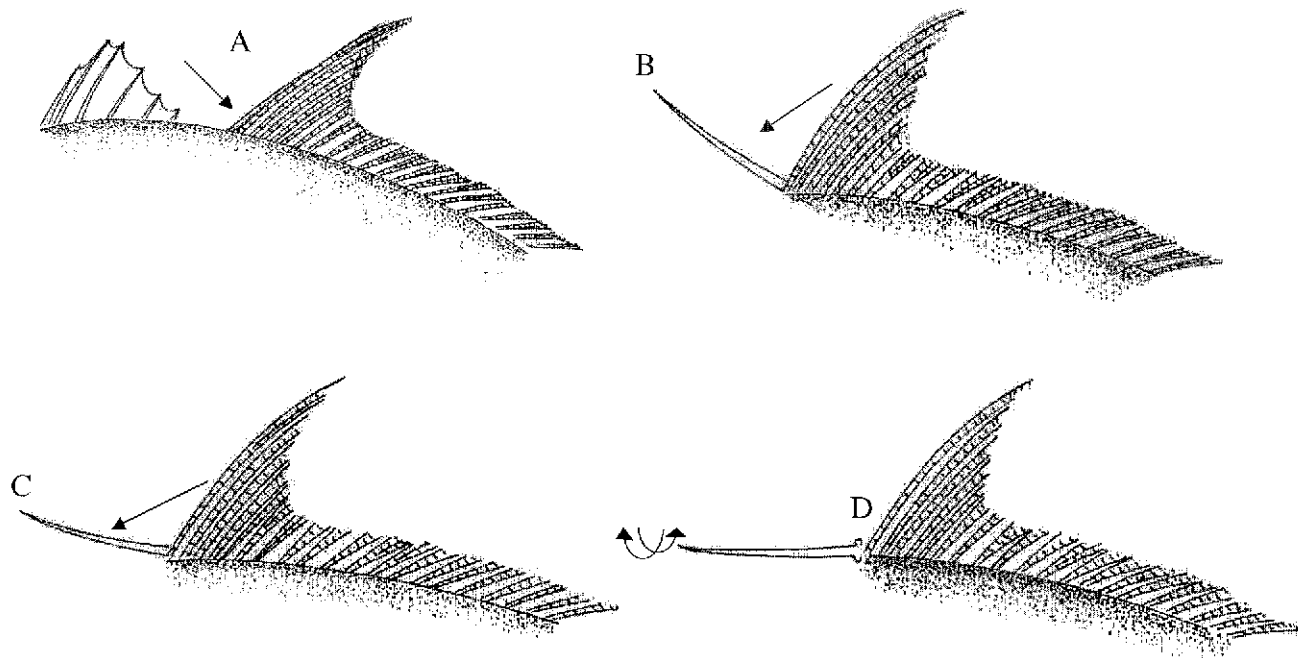


Figura 4. Técnica de extracción de la espina de la segunda aleta dorsal del jurel (*Caranx caninus*).

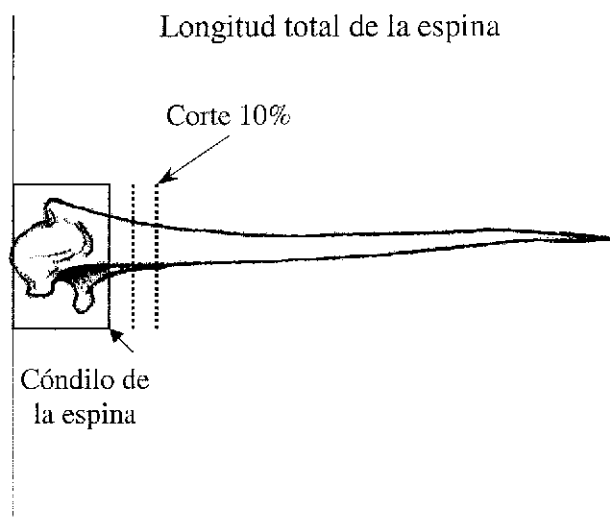


Figura 5. Zona del corte transversal realizado en la espina de la segunda aleta dorsal del jurel (*Caranx caninus*).

II.4 Técnica de preparación aplicada a las vértebras de la porción caudal.

Para la determinación de las marcas de crecimiento en base a vértebras, se empleó la técnica propuesta por Sosa-Nishizaki *et al.* (1989) efectuando algunas modificaciones que generaron mejores resultados en las muestras analizadas. La técnica consistió en seccionar la porción caudal del cuerpo de los peces, la cual corresponde aproximadamente a las 6 últimas vértebras del esqueleto del jurel (Fig.6)

La porción seccionada era colocada en un frasco con una solución de NaOH al 5% por dos horas; los remanentes de grasa y tejido muscular eran eliminados cepillando las vértebras con agua y jabón enjuagándolas con agua corriente. Después del lavado, las vértebras eran colocadas en charolas individuales con su respectiva etiqueta y se dejaban secar a temperatura ambiente ($\cong 36^{\circ}\text{C}$). Después eran guardadas en sobres de papel para continuar con la siguiente etapa de su análisis.

Las lecturas de las vértebras se hicieron con un microscopio estereoscopio y la iluminación de una lámpara. Cuando fue necesario, se fraccionó en dos segmentos y a lo largo de un plano longitudinal, a aquellas estructuras en las cuales no era posible observar con claridad las marcas de crecimiento formadas en el fondo del cono. Éste tipo de vértebras posee dos conos cóncavos en dirección opuesta y debido a su forma en algunas ocasiones es difícil observar el fondo de la estructura con claridad.

Finalmente, en cada una de las estructuras se efectuaron tres lecturas al azar y de forma no sucesiva, sin tener previo conocimiento de los datos merísticos de los individuos examinados. Los resultados eran registrados en planillas diseñadas previamente para tal efecto.

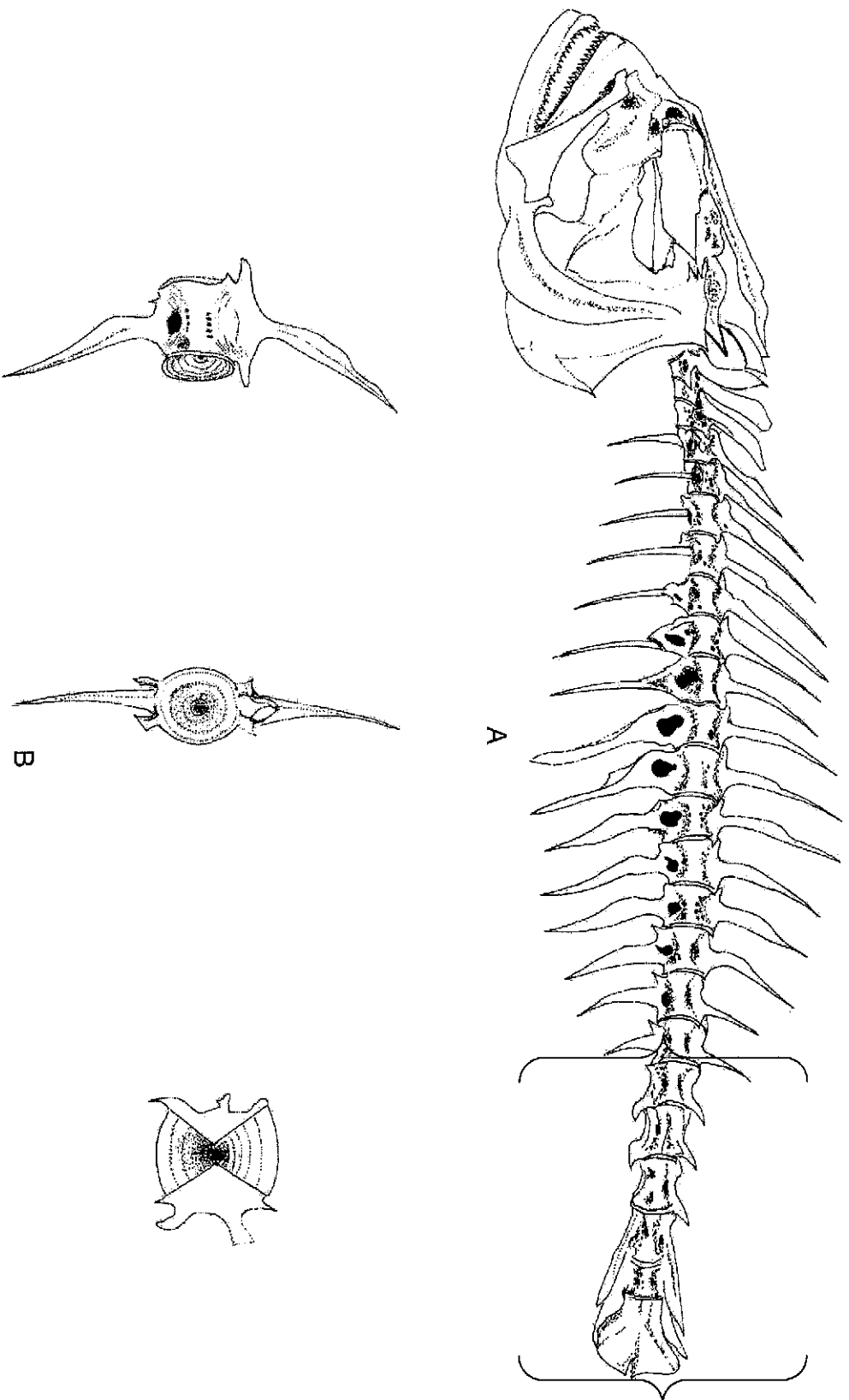


Figura 6. A) Esqueleto axial de un adulto de jurel (los corchetes señalan la porción caudal utilizada en el análisis de la edad).
 B) Corte longitudinal realizado en una vértebra de jurel.

II.5 Análisis estadístico aplicados a los resultados de edad.

Se aplicó la prueba estadística denominada porcentaje promedio de error (APE, por sus siglas en inglés) propuesta por Beamish y Fournier (1981), para cuantificar la precisión relativa de las edades estimadas con base en las tres lecturas practicadas en las vértebras y espinas.

La ecuación está definida de la siguiente forma:

$$APE = \frac{1}{N} \left(\sum_{j=1}^N \left[\frac{1}{R} \sum_{i=1}^R \frac{|X_{ij} - X_j|}{X_j} \right] \right)$$

donde:

- **N** = número de organismos.
- **R** = número de réplicas de lectura.
- **X_{ij}** = i-ésima estimación para el j-ésimo individuo.
- **X_j** = edad promedio del j-ésimo individuo.

También se calculó el coeficiente de variación (CV) propuesto por Chang (1982).

La ecuación está definida de la siguiente forma:

$$CV = \frac{\left(R \left(\sum (X_{ij})^2 \right) - \left(\sum X_{ij} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}}}{R(R-1)(X_j)}$$

donde:

- **R** = réplicas de lectura.
- **X_{ij}** = i-ésima estimación para el j-ésimo individuo.
- **X_j** = edad promedio del j-ésimo individuo.

Se estimó también el índice de precisión (D) también formulado por Chang (1982):

$$D = V / \sqrt{R}$$

donde:

- **V** = coeficiente de variación.
- **R** = réplicas de lectura.

Con el coeficiente de variación y el índice de precisión, se puede medir la reproducibilidad de las edades estimadas entre lecturas y entre lectores.

Para comprobar si existía alguna relación entre la talla de los peces y el incremento en longitud de los radios de sus espinas, se aplicó un análisis de correlación entre la longitud (mm) del radio de las espinas y la tallas de los organismos (cm). Este análisis únicamente se llevó a cabo en espinas.

II.6 Crecimiento en longitud.

Basándonos en los grupos de edad determinados a través de las lecturas efectuadas en vértebras y espinas, se aplicó el modelo de crecimiento propuesto por von Bertalanffy (1938). La estimación de las constantes de esta ecuación, se realizó mediante el método de Prager *et al.* (1988) con el programa computacional denominado FISHPARM.

La ecuación está definida de la siguiente forma.

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

donde:

- L_t = longitud del pez al tiempo "t".
- L_∞ = longitud máxima teórica del individuo.
- k = coeficiente catabólico.
- t_0 = valor teórico del tiempo en el cual la longitud es cero.

El modelo de von Bertalanffy, se ha convertido en una de las piedras angulares de la biología pesquera, ya que sus constantes son usadas en modelos que describen la dinámica de poblaciones de peces, por medio de las cuales es posible establecer un aprovechamiento sustentable de aquellas especies ícticas que son explotadas comercialmente (Pauly, 1984; Sparre *et al.*, 1989; Hilborn y Walters, 1992; Salgado-Ugarte, 1992; Lai *et al.*, 1996).

III.- RESULTADOS.

III.1 Análisis exploratorio de datos en diagrama de caja.

En éste primer análisis, fue posible observar la alta selectividad que tiene la red agallera, ya que cada estrato tuvo un determinado intervalo de tallas de captura, estrechamente relacionadas con los tamaños de luz de malla utilizados (Fig.7 y tabla.1).

Tabla 1. Resultados del cálculo del tamaño mínimo de muestra para cada uno de los estratos, utilizando el método propuesto por Zar (1999).

Estrato	Luz de malla en pulgadas	Tamaño de muestra calculado	n capturada
1	2"	115	100
2	3"	98	55
3	5"	50	35
4	6"	66	20
5	8"	72	15
Total		401	225

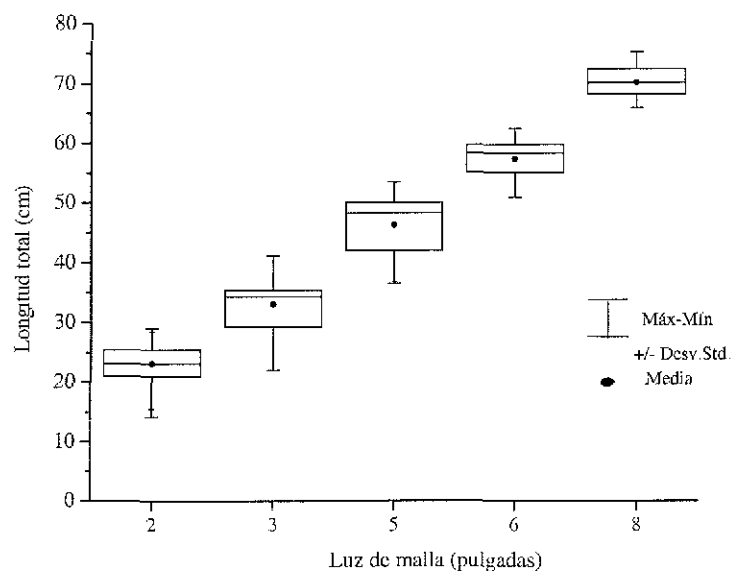


Figura 7. Análisis exploratorio de la luz de malla vs las longitudes totales de los organismos capturados.

III.2 Distribución de frecuencias de tallas.

Los organismos capturados presentaron un intervalo de tallas de 14.1 a 84.5 cm de longitud total, con una talla y un peso promedio de 37.1 cm y 1.27 kg, respectivamente. En general se observó una distribución de tipo bimodal, siendo la clase de talla de 23.5 cm la que exhibió la máxima frecuencia dentro del histograma, seguida de la clase de 48.5 cm (Fig.8).

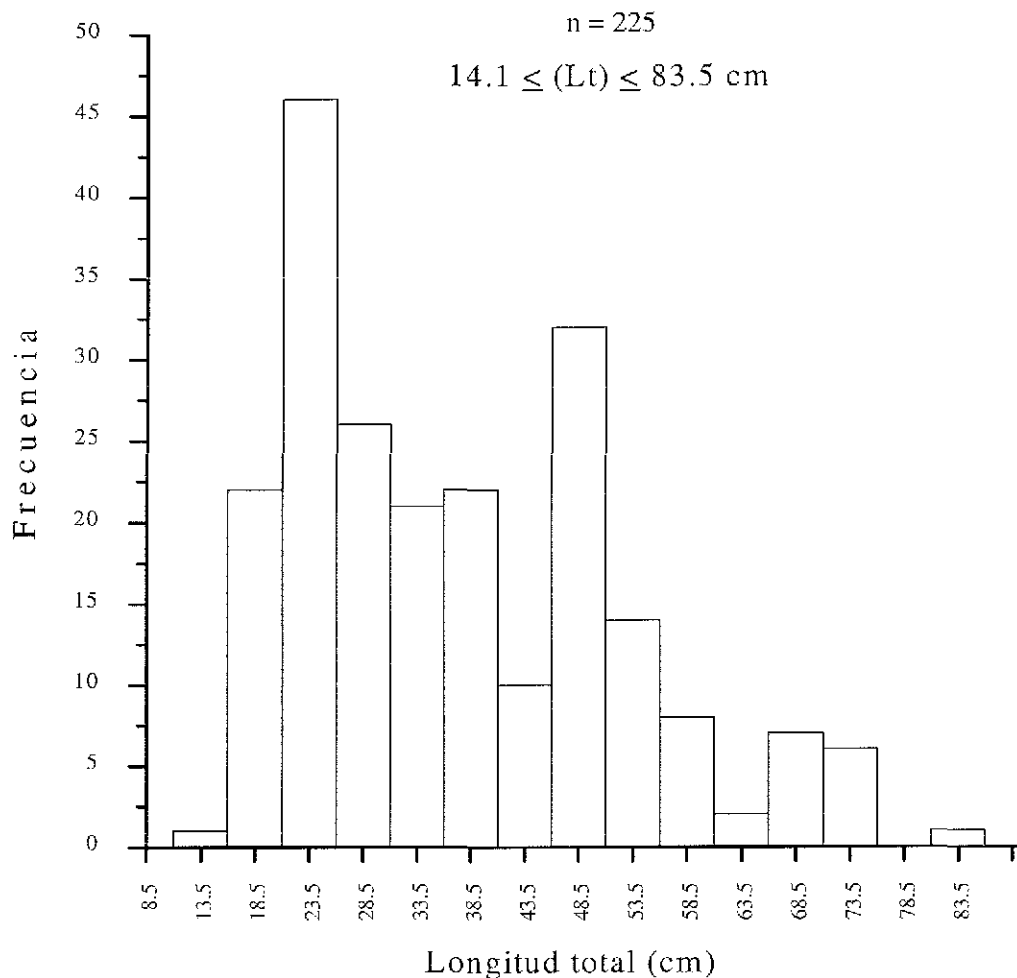


Figura 8. Distribución de frecuencias de tallas del total de jureles capturados durante los muestreos.

III.3 Grupos de edad observados en espinas.

De los 225 cortes longitudinales examinados, sólo 184 presentaron patrones legibles de marcas de crecimiento, lo que correspondió al 82.1% del total de la muestra. Basándonos en las lecturas efectuadas a estos 184 cortes, se determinaron de cero a ocho grupos de edad. En la tabla 2 se desglosan los resultados calculados para cada uno de los ocho grupos de edad estimados

El grupo de edad dos fue el que presentó el mayor porcentaje de ocurrencia, con un valor de 31.5% y una talla promedio de 28.0 cm, seguido del grupo de edad seis que registró un porcentaje de ocurrencia del 16.3% y una talla promedio de 53.0 cm.

En la tabla 2 se muestran los promedios de las longitudes totales del radio de las espinas (mm), evidenciándose que la longitud del radio de esta estructura aumentó conforme se incrementó la edad de los organismos.

Estos datos también fueron representados en un histograma de frecuencias longitud- edad (Fig.9).

Tabla 2. Promedios de las longitudes registradas por grupo de edad observados en espinas.

Grupo Edad	N	Lt (cm)	Porcentaje	Incrementos (mm)	Dcsv. Est.	Lt (cm) Mínima	Lt (cm) Máxima
0	1	14.1	0.5	0.119	//////	//////	//////
1	27	20.9	14.6	0.415	1.1	18.5	23.5
2	58	28.0	31.5	0.566	3.9	22.5	35.6
3	21	35.1	11.4	0.781	4.7	24.5	42.8
4	20	42.0	10.8	0.964	3.1	37.2	47.6
5	17	48.6	9.2	1.052	0.9	46.5	50.1
6	30	53.0	16.3	1.155	3.2	49.2	59.8
7	5	61.0	2.7	1.443	6.4	50.5	66.5
8	5	71.2	2.7	1.808	2.2	68.5	74.0
Total	184		100				

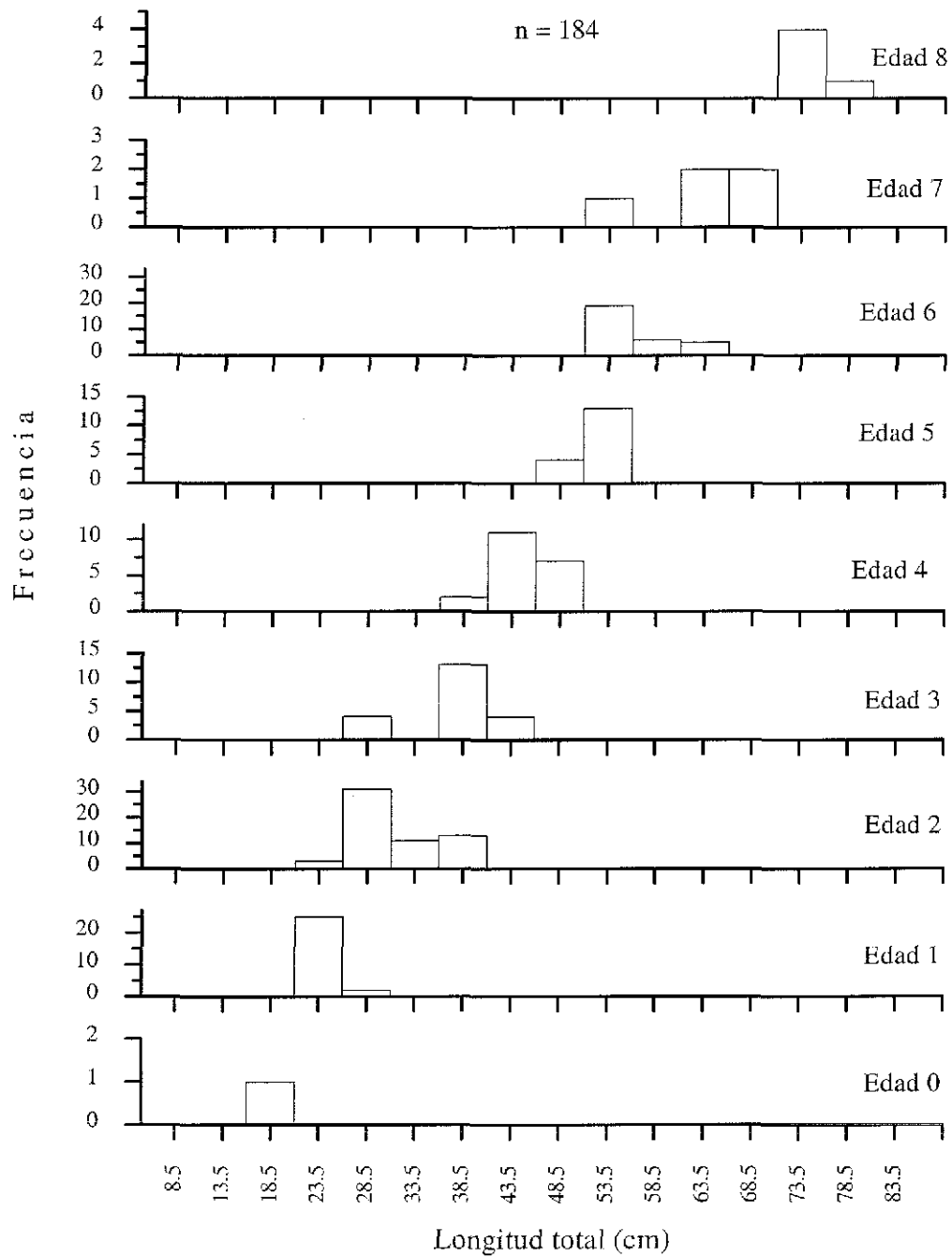


Figura 9. Distribución de frecuencias de tallas por grupo de edad observados en las espinas de jurel (*Caranx caninus*).

III.4 Longitud del pez vs incremento del radio de la espina.

Para corroborar si existía alguna relación entre el radio de las espinas y la longitud total de los organismos, se realizó un análisis de regresión (Fig. 10).

Los resultados indican que existe una relación lineal entre estas dos variables, con un alto índice de correlación ($r = 0.94$). Ello confirma que hay una proporcionalidad entre el crecimiento del individuo y de sus espinas, lo cual valida en cierta forma el uso de esta estructura para determinar edad en esta especie.

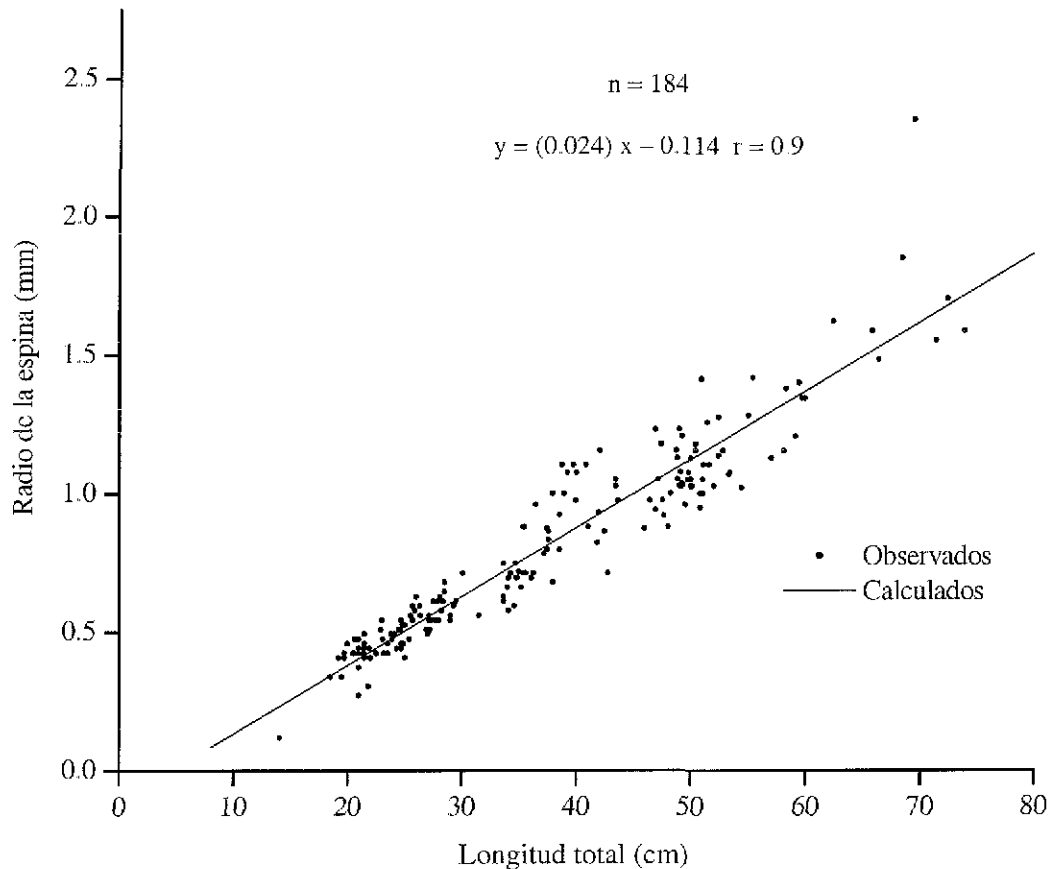


Figura 10. Análisis de regresión lineal entre el radio de la espina (distancia del foco al borde) y la longitud total del pez.

Debido a que durante el primer muestro aún no se definía la técnica de almacenamiento para las espinas, erróneamente éstas fueron colocadas en formol al 10%, lo que provocó una descalcificación de la estructura, por tal razón no fue posible observar las marcas de crecimiento presentes en esas muestras. Desafortunadamente estas muestras correspondían a aquellos organismos en los cuales en base a vértebras fue posible observar los grupos de edad 9 y 10. Sin embargo, aunque no pudieron ser advertidos los anillos de crecimiento de las espinas de esos cuatro ejemplares; se planteó emplear las medidas de las longitud de sus radios (mm), para realizar un análisis exploratorio en diagramas de caja y determinar en qué posición podría encontrarse con respecto a las medidas de los radios de los otros grupos de edad (Fig. 11). El análisis muestra que muy probablemente en las espinas también habríamos podido estimar los 10 grupos de edad que fueron determinados en las vértebras.

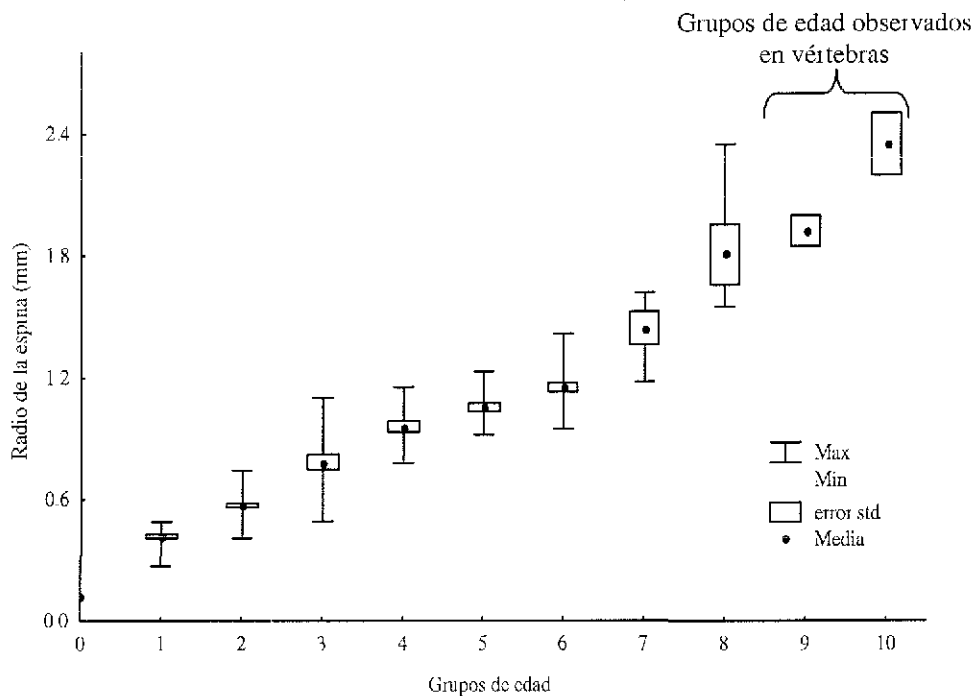


Figura 11. Análisis exploratorio de los grupos de edad observados en espinas vs la longitud de sus radios (mm).

III.6 Número de marcas de crecimiento presentes en las muestras.

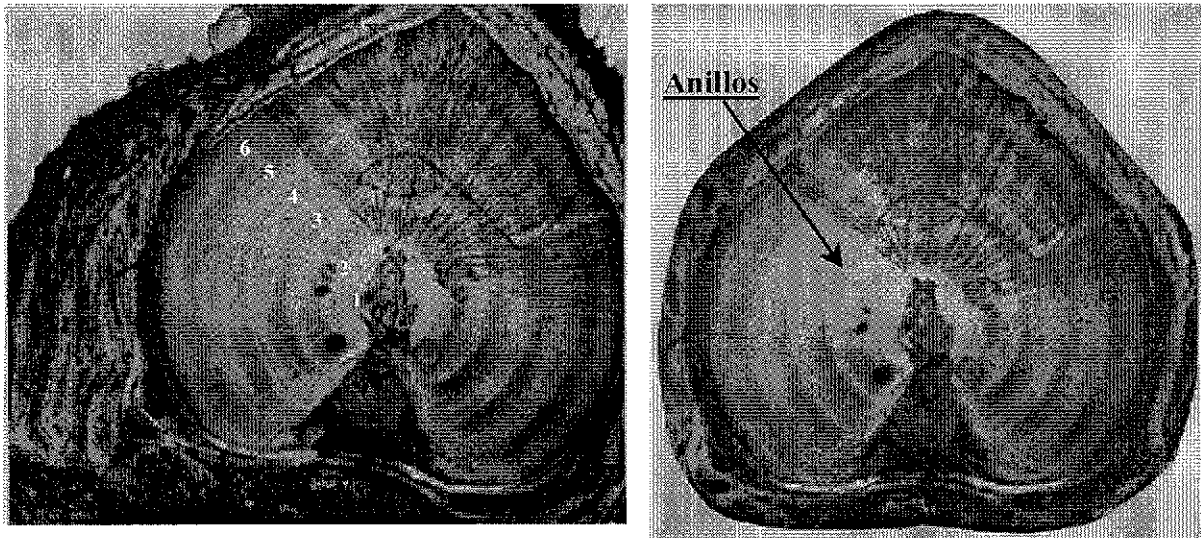


Figura. 12. Corte transversal de la espina del jurel, la flecha se señala las bandas de crecimiento opaco-hialinas y los números los anillos de crecimiento (ejemplar 6+ anillos).

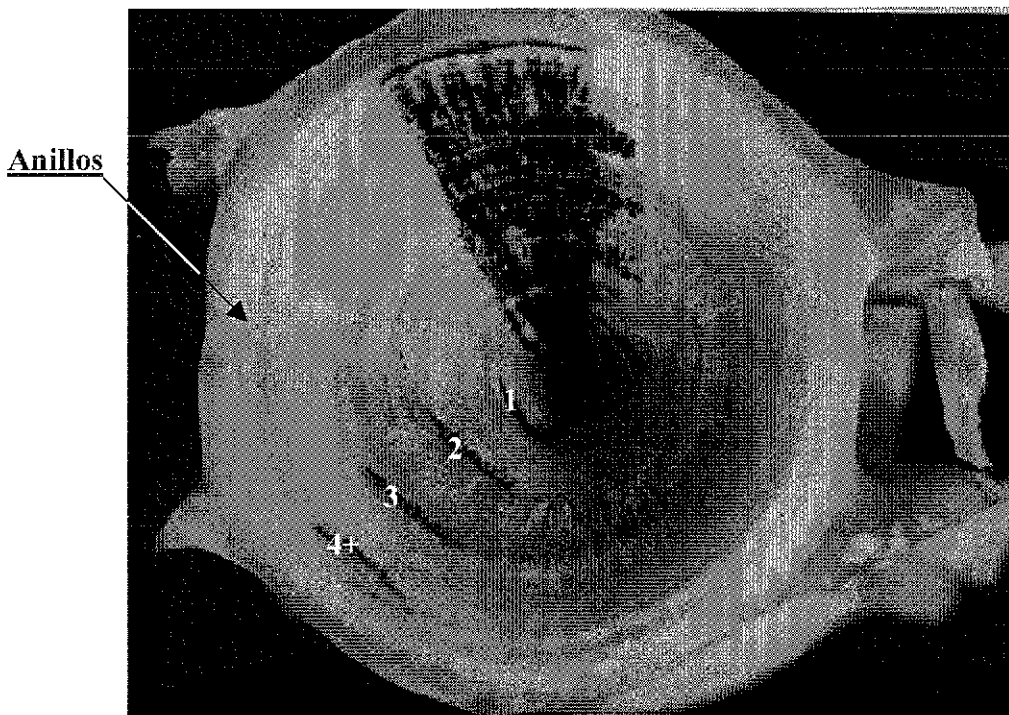


Figura. 13. Vértebra de la porción caudal del esqueleto del jurel. La flecha señala las bandas opaco-hialinas y los números los anillos de crecimiento (ejemplar 4+ anillos)..

III.6 Grupos de edad observados en vértebras.

Del total de las vértebras analizadas en los 225 organismos capturados, únicamente en las estructuras de 218 individuos fue posible observar patrones claros de marcas de crecimiento, lo que correspondió al 96.8% del total de la muestra examinada. A partir de las lecturas generadas en base a estas estructuras, se identificaron diez grupos de edad (tabla 3).

El grupo de edad dos fue el que registró el mayor porcentaje de ocurrencia (21.1%), con una talla promedio de 25.4 cm, seguido del grupo de edad uno con un porcentaje de ocurrencia del 18.8% y una talla media de 22.4 cm. En la tabla 3 se describen los resultados calculados para cada uno de los grupos de edad estimado. Con el propósito de visualizar estos datos de una manera gráfica, se realizó un histograma de frecuencias para cada uno de los grupos de edad (Fig.14).

Tabla 3. Promedio de las longitudes totales registradas por grupos de edad observados en las vértebras.

Grupo Edad	n	Longitud total (cm)	Porcentaje	Desv. Est.	Lt (cm) Mínima	Lt (cm) Máxima
0	2	16.4	0.9	1.8	14.1	16.7
1	41	22.4	18.8	2.7	18.5	19.0
2	46	25.4	21.1	3.1	15.5	33.7
3	33	33.6	15.1	5.6	20.5	47.4
4	35	43.2	16.0	6.4	33.7	58.2
5	38	49.7	17.4	5.9	37.5	68.5
6	8	55.6	3.6	5.9	47.0	62.5
7	8	66.3	3.6	7.4	51.0	73.4
8	3	71.2	1.3	4.4	66.5	75.3
9	2	67.0	0.9	1.6	65.9	68.2
10	2	73.2	0.9	1.0	72.5	74.0
Total	218		100%			



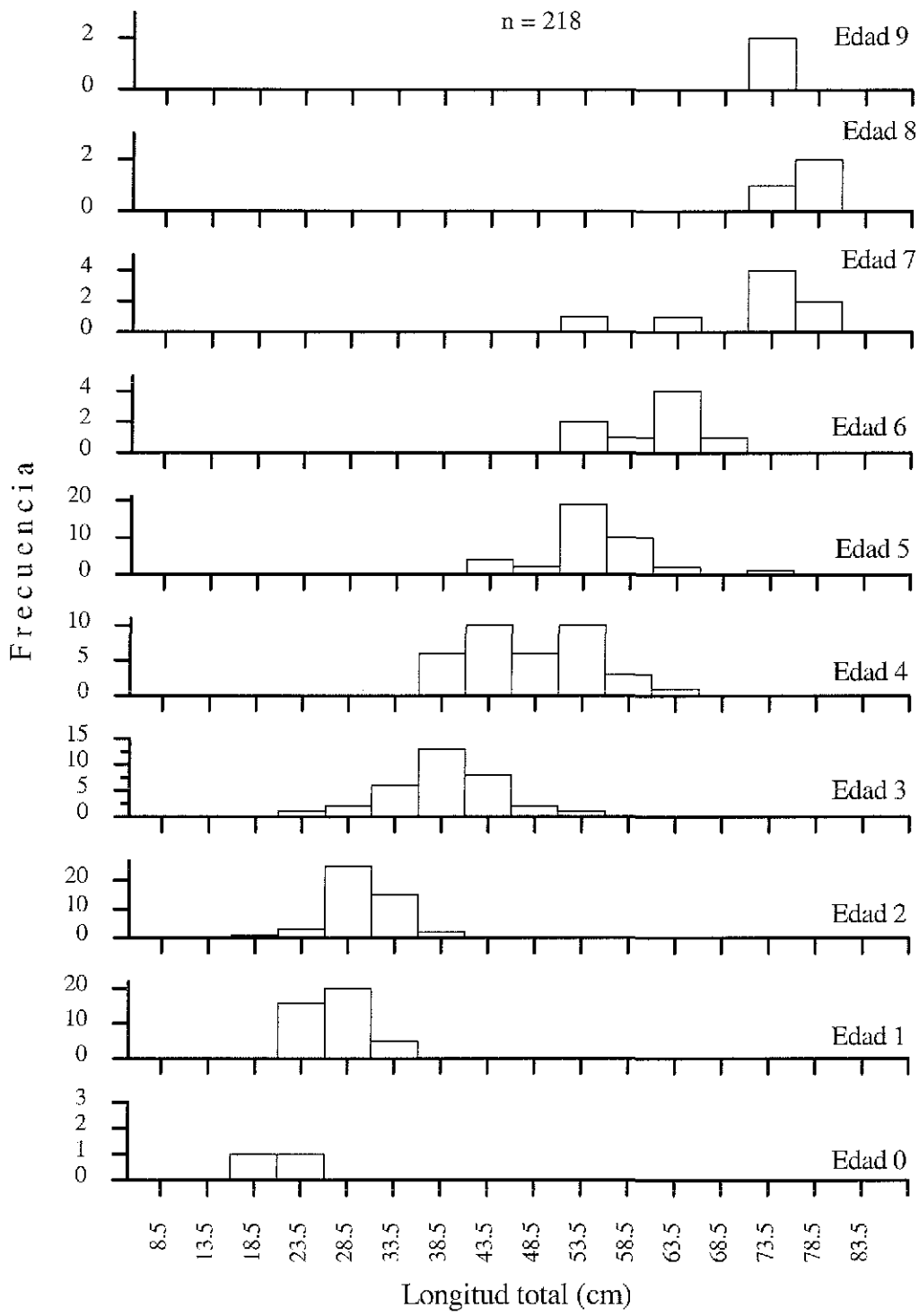


Figura 14. Distribución de frecuencias de tallas por grupo de edad observados en las espinas del jurel (*Caranx caninus*).

III.7 Comparación de lecturas efectuadas en vértebras y espinas.

En ambas estructuras óseas se observó que el grupo de edad dos fue el que registró el mayor porcentaje de ocurrencia (tabla 4 y Fig. 15). Con respecto a los grupos de edad más avanzada, las espinas registraron el más alto porcentaje de ocurrencia en el grupo de edad seis (16.3%); para el caso de las vértebras fue el grupo de edad cinco (16.3%) el que presentó el mayor porcentaje de ocurrencia (17.43%) (Fig.15).

Tabla 4. Comparación de los grupos de edad estimados en base a vértebras y espinas del jurel (*Caranx caninus*):

Grupos Edad	n espinas	%	n vértebras	%	Promedio de la longitud total (cm)	
					Para espinas	Para vértebras
0	1	0.5	2	0.9	14.1	16.4
1	27	14.6	41	18.8	20.9	22.4
2	58	31.5	46	21.1	28.0	25.4
3	21	11.4	33	15.1	35.1	33.6
4	20	10.8	35	16.0	42.0	43.2
5	17	9.2	38	17.4	48.6	49.7
6	30	16.3	8	3.6	53.0	55.6
7	5	2.7	8	3.6	61.0	66.3
8	5	2.7	3	1.3	71.2	71.2
9	-----	-----	2	0.9	-----	67.0
10	-----	-----	2	0.9	-----	73.2
Total	184	100%	218	100%		

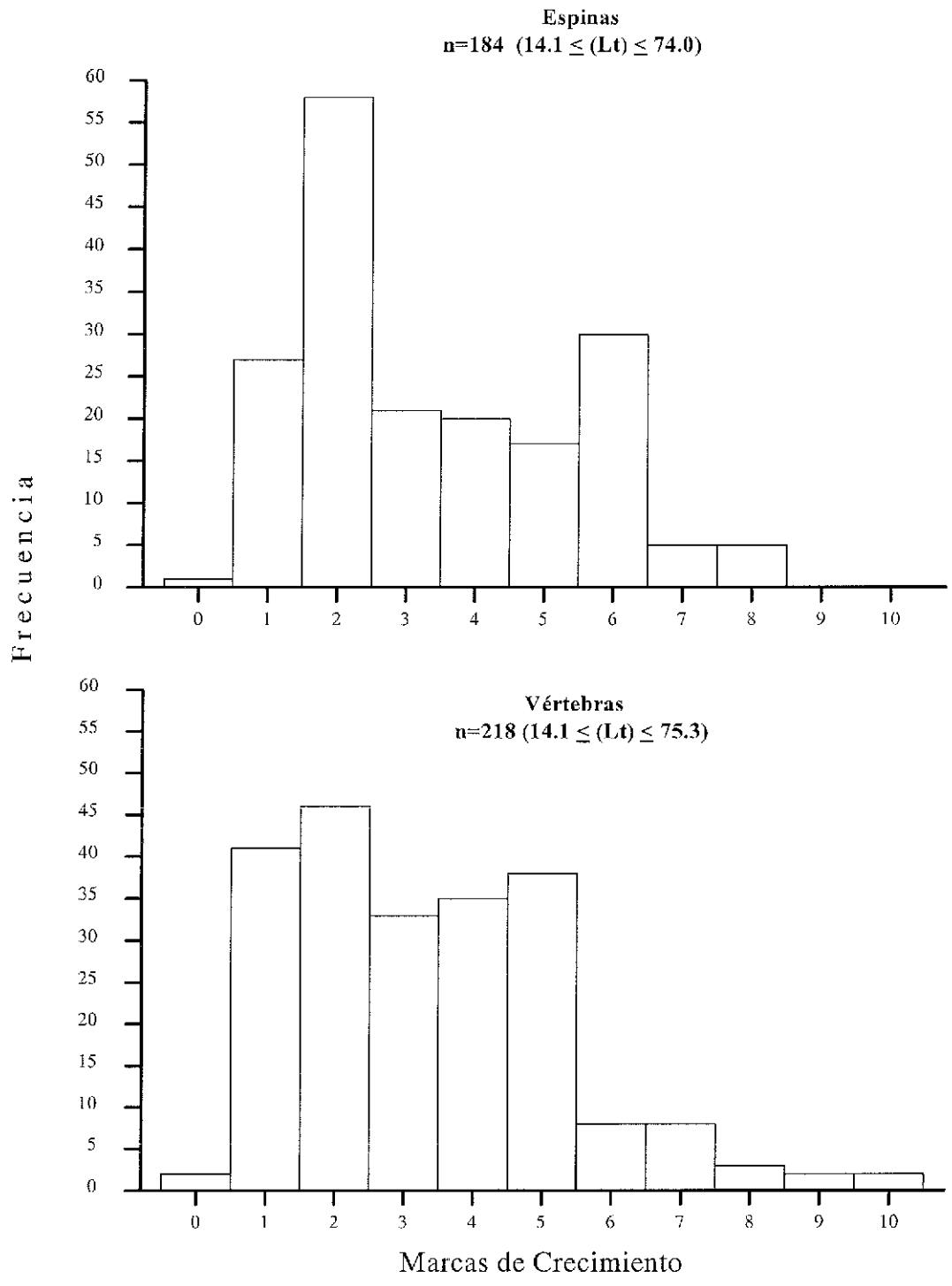


Figura 15. Comparación de las frecuencias de anillos de crecimiento observados en espinas y vértebras de jurel (*Caranx caninus*).

III.8 Variación de las lecturas realizadas en ambas estructuras.

En base a las tres lecturas efectuadas en espinas, se obtuvo un porcentaje promedio de error del 9.5%, que corresponde a 90.5% de coincidencia entre lecturas, y las vértebras presentaron un porcentaje promedio de error del 11.9%, con un 88.1% de coincidencia entre lecturas (tabla 5).

Las espinas fueron más sencillas de trabajar en campo, en comparación con las vértebras. Sin embargo, en el laboratorio la técnica aplicada a las espinas fue más complicada que la empleada en el análisis de vértebras.

Es importante mencionar que comparando las técnicas de lectura utilizadas en ambas estructuras, fue más problemático observar los anillos de crecimiento presentes en vértebras que en las espinas.

Tabla 5. Valores de los índices de error calculados a partir de las 3 lecturas realizadas en espinas y vértebras del jurel (*Caranx caninus*):

LECTOR 1				
Estructuras	N	APE	CV	D
Espinass	184	9.5	0.121	0.060
Vértebras	218	11.9	0.167	0.042

III.9 Incrementos marginales registrados por mes de captura.

Se graficaron los porcentajes parciales de ocurrencia de los bordes opacos y hialinos observados en las espinas (Fig. 16). En esta gráfica, se puede apreciar que los porcentajes de ocurrencia más bajos de bordes hialinos, se registraron durante los meses de diciembre de 2000, y febrero y diciembre de 2001. Con la finalidad de calcular los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy, se planteó en éste estudio considerar tentativamente como anual la periodicidad de formación de los anillos de crecimiento de esta especie, más adelante se discute esta decisión.

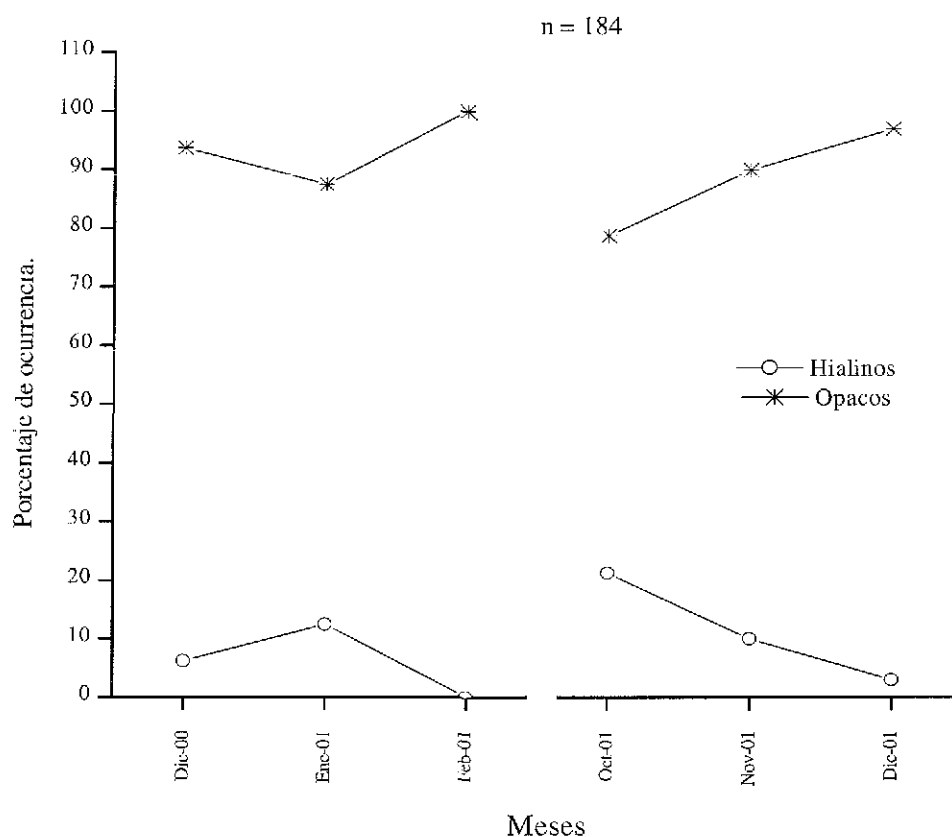


Figura 16. Variación mensual del porcentaje de ocurrencia de bordes opacos y hialinos observados en espinas del jurel (*Caranx caninus*).

III.10 Crecimiento en longitud.

Asumiendo que la periodicidad de formación de los anillos de crecimiento en estos peces es anual, se utilizaron los resultados estimados en base a espinas para calcular los valores de los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy: $L_{\infty} = 119.9$ cm, $k = 0.08019/\text{año}$ y $t_0 = -1.572$ años (Fig.16). En la tabla 6 se muestran las tallas calculadas y observadas por grupo de edad para el jurel (*Caranx caninus*).

En las gráficas de la figura 17, se puede apreciar que el grupo de edad ocho tanto en vértebras como en espinas, se aleja bastante del valor calculado correspondiente al mismo grupo de edad. En general, los demás grupos de edad calculados presentaron un mejor ajuste a los valores de los datos observados. En la figura 18 se presentan una comparación gráfica entre los datos calculados y los observados en vértebras y espinas, y en la tabla 7 se desglosan las estimaciones de los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy, con el error estándar y el coeficiente de variación que se obtuvo.

Tabla 6. Longitudes observadas y calculadas por grupo de edad para la especie *Caranx caninus*.

Grupos de edad (años)	Lt(cm) Obs. Espinas	Lt (cm) Obs. Vértebras	Lt (cm) Calculada
0	14.10	16.40	14.20
1	20.90	22.40	23.35
2	28.00	25.09	29.86
3	35.10	33.60	36.80
4	42.00	43.20	43.20
5	48.60	49.70	49.11
6	53.00	55.60	54.57
7	61.00	66.03	59.60
8	71.20	71.20	64.25
9	-----	67.00	68.54
10	-----	73.20	72.50

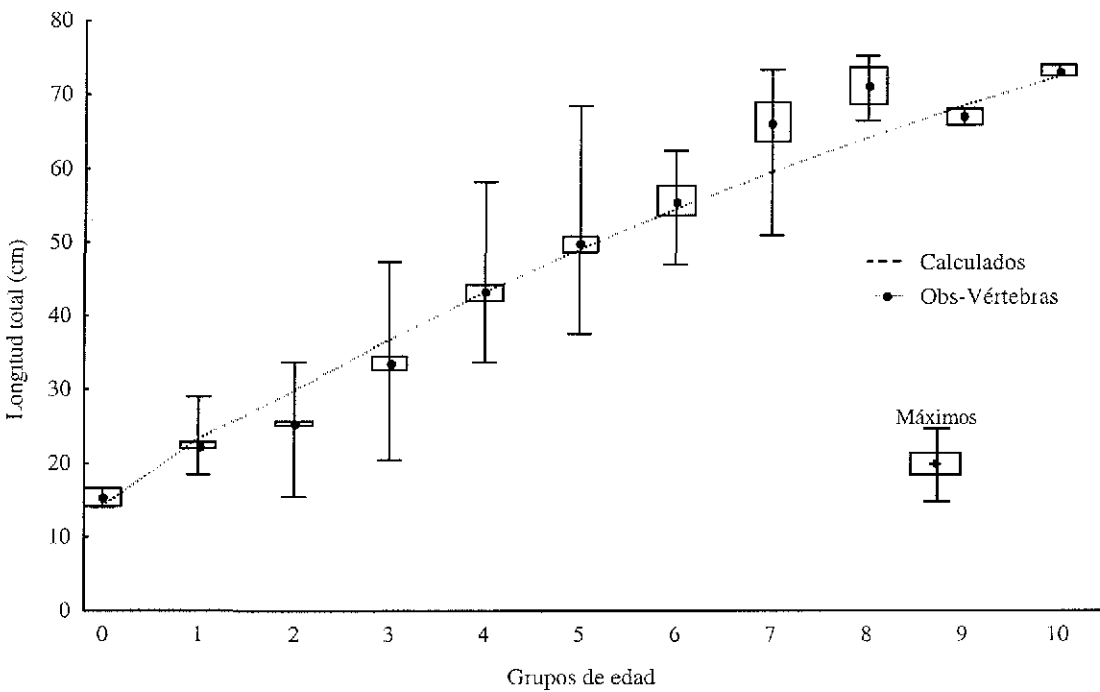
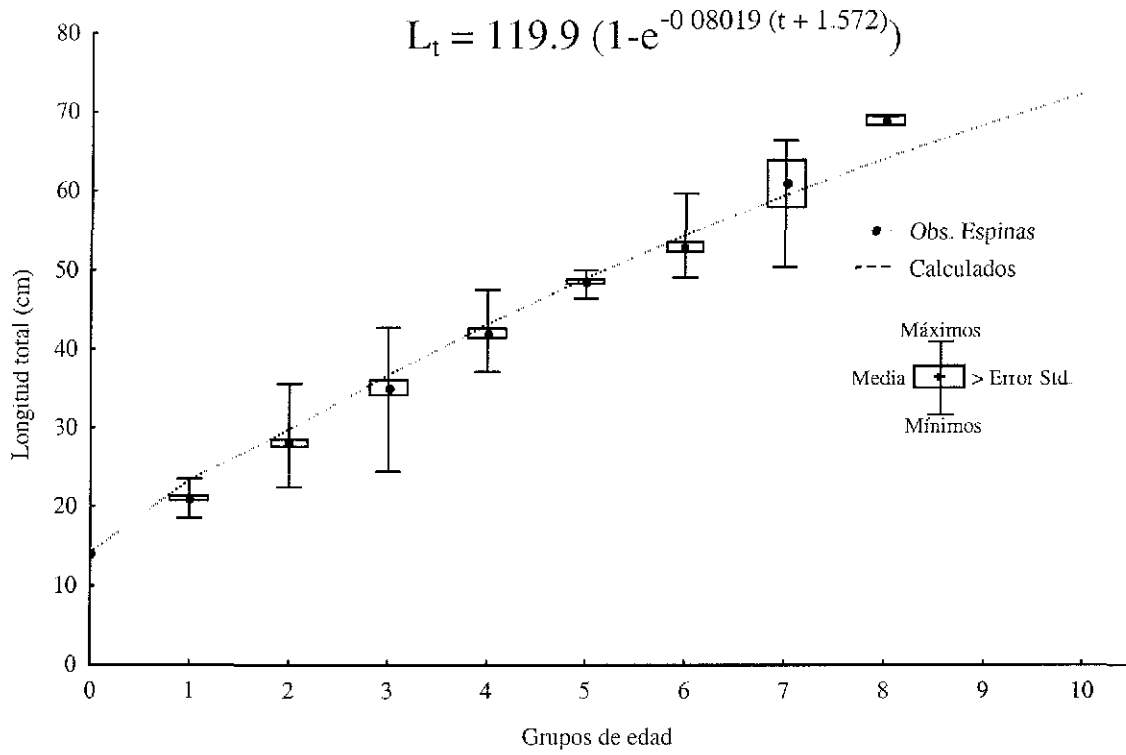


Figura 17. Curvas de crecimiento estimadas para el jurel (*Caranx caninus*). Ajuste al modelo de von Bertalanffy.

Tabla 7. Parámetros de la ecuación de crecimiento estimados con el programa FISHPARM, Prager (1989) para la especie *Caranx caninus*.

Parámetro	Estimación	Error estándar	Coefficiente de variación
L_{∞}	119.9 cm	26.31	0.2197
k	0.08019/año	0.02596	0.3230
t_0	-1.572 años	0.2402	-0.1758

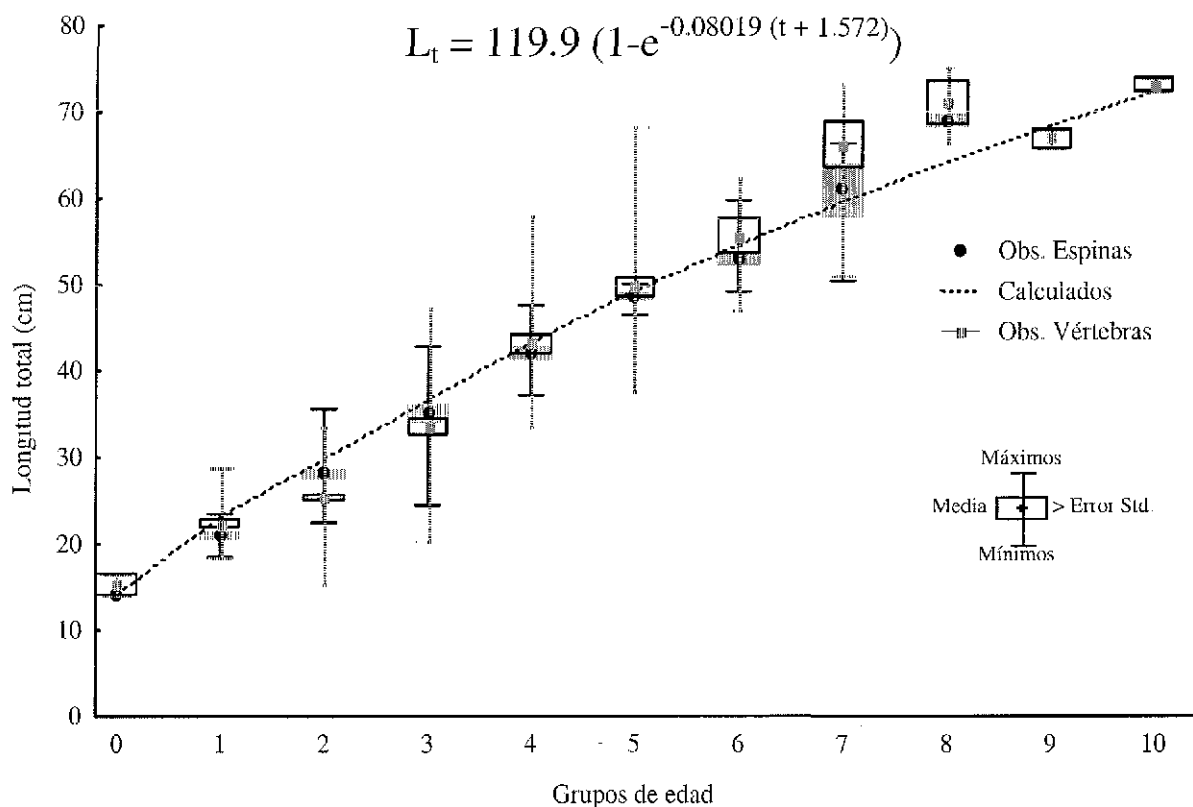


Figura 18. Comparación de las curvas de crecimiento estimadas en base a vértebras y espinas, para el jurel (*Caranx caninus*). Ajuste al modelo de von Bertalanffy.

IV.- DISCUSIÓN.

IV.1 Aspectos generales.

Éste trabajo representa un estudio preliminar de la determinación de la edad y crecimiento del jurel (*Caranx caninus*). Constituye una de las primeras aportaciones al conocimiento de la biología y dinámica poblacional de estos organismos. No obstante, se considera que hace falta mucho trabajo por realizar, en especial en la zona correspondiente al Pacífico Tropical Mexicano, no sólo sobre la dinámica poblacional de las especies ícticas, sino de los aspectos oceanográfico, biológico, ecológico y pesquero.

A partir de las observaciones efectuadas en la zona de estudio durante el muestreo de prospección, fue posible apreciar que la red agallera es uno de los principales artes de pesca empleados en esta región. Ello se debe esencialmente a que los pescadores consideran que este tipo de arte es de fácil manejo, requiere un mínimo de mantenimiento, posee una alta productividad, es operable a la vista de la costa, presenta una alta selectividad y una de las más importantes es que el producto capturado, en la mayoría de los casos puede ser recogido aún vivo, lo cual aumenta su valor comercial en el mercado.

Con el análisis exploratorio de datos, se pudo evaluar de una manera gráfica y estadística, que las tallas de los organismos capturados se encontraban estrechamente relacionadas con los diferentes tamaños de luz de malla, ya que no se observó la presencia de datos atípicos. Esa fue una de las principales razones por las cuales en este estudio, se consideró utilizar la alta selectividad de la red agallera y tomar una muestra que fuese representativa de la población.

En la distribución de frecuencias de tallas calculada para esta especie, fue posible observar que las clases de talla de 23.5 y 48.5 cm, son sobre las que se ejerce el mayor

esfuerzo de pesca siendo capturadas con aperturas de luz de malla de dos y cinco pulgadas, respectivamente. La alta demanda de organismos que exhiban estas tallas, es debida fundamentalmente a los requerimientos del mercado la comercialización en restaurantes de pescados que posean el tamaño “plato”, representados por individuos de 20 a 30 cm de longitud total. Además, en la región es frecuente el consumo de un platillo típico denominado “talla”, para el cual es necesario emplear organismos con longitudes de entre 40 y 50 cm.

IV.2 Edad.

Las vértebras y espinas examinadas con el propósito de determinar la edad del jurel (*Caranx caninus*), presentaron patrones consistentes de lectura, evidenciados por la formación de bandas de crecimiento opaco-hialinas.

Los cortes longitudinales efectuados en las espinas de la segunda aleta dorsal, fueron considerablemente más sencillos de leer que las vértebras, registrando una concordancia entre lecturas del 90.5%. No obstante, conforme se incrementó la edad se hizo más complicada la lectura de esta estructura. A su vez, y en comparación con otras especies de peces pelágicos como algunos tunidos y los peces picudos (Jonson, 1981; González-Garcés y Fariña-Pérez, 1983; Cayre y Diouf, 1982, Castro-Longoria y Sosa-Nishizaki, 1998), las espinas del jurel no presentaron núcleos altamente vascularizados, lo que permitió examinar con mayor precisión aquellos anillos de crecimiento presentes en el núcleo.

El análisis de regresión efectuado entre la longitud del pez y los incrementos de los radios de sus espinas, permitió constatar que existe proporcionalidad entre el crecimiento

en longitud del individuo y la dimensión de sus espinas, lo que puede ser considerado como una verificación del uso de estas estructuras en la estimación de la edad.

En el caso de las espinas, se estimó que los grupos de edad dos y seis son los que registraron las mayores frecuencias de captura, lo que puede ser relacionado con lo que se dijo anteriormente para el caso de las tallas de mayor captura. Se considera importante el poder estimar el estado de madurez sexual de estos grupos de edad, para la determinación de la edad de primera madurez, ya que si este organismo no ha madurado sexualmente a los dos años de edad se podría afectar el reclutamiento.

Debido a la descalcificación que sufrieron algunas de las espinas colectadas, por haber sido almacenadas en formol, no fue posible observar las marcas de crecimiento presentes en esas muestras. Lamentablemente estas muestras correspondían a aquellos organismos en los cuales en base a vértebras fue posible observar los grupos de edad 9 y 10. No obstante, aunque no pudieron ser observados los anillos de crecimiento de las espinas de esos cuatro ejemplares; el análisis exploratorio en diagramas de caja efectuado entre la longitud de los radios (mm) y los grupos de edad estimados, muestra que muy probablemente en las espinas también habríamos podido estimar los 10 grupos de edad que fueron determinados en las vértebras.

Por otra parte, al comparar los grupos de edad estimados en vértebras y espinas, detectamos diferencias primordialmente en los grupos de edad cinco y seis. Ya que el grupo de edad cinco presentó un mayor porcentaje de ocurrencia en vértebras que en espinas, se puede inferir que se estuvo subestimando la edad en estas últimas, Ello puede deberse a que el primer anillo de crecimiento, el cual se encuentra muy cercano al vértice del cono de las vértebras.

Dado que no existen estudios previos de determinación de edad para el jurel de la zona correspondiente al Pacífico Tropical Mexicano, no es posible hacer comparaciones entre los resultados estimados en este estudio. Sin embargo, en base a lo reportado en otras especies del mismo género como el estudio presentado por Palko (1984) efectuó una evaluación de las vértebras y otolitos del jurel (*Caranx hippos*) en el Atlántico, cerca de las costas de Florida, observando en vértebras de cero a siete grupos de edad; su muestra presenta intervalos de talla similares a los que se reportan para este estudio. Por otra parte, en los otolitos determinó de 0 a 17 grupos de edad sobrepasando por mucho al grupo de edad máximo determinado en éste estudio. Habría que considerar que pueden existir variaciones significativas entre pcccs de distintas áreas geográficas.

Si se contrastan los procedimientos aplicados en el análisis de vértebras y espinas, se haría evidente que en campo fue más simple trabajar las espinas, porque no requirieron de un gran esfuerzo de extracción, limpieza y almacenaje, en comparación con las vértebras. Pese a esto, en el laboratorio las espinas fueron más laboriosas de trabajar que las vértebras. Cabe destacar que la elección de una estructura ósea para determinar edad en cualquier especie, nos debe permitir conseguir la mejor información en poco tiempo, con relativa facilidad y a un bajo costo.

IV.3 Crecimiento.

Para realizar el cálculo de los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy (1938), se consideró tomar como anual la periodicidad de formación de los anillos de crecimiento basándose esencialmente en dos primicias: primera, el análisis parcial de los incrementos marginales presentes en los bordes de los cortes de las espinas, ya que ese análisis parece indicar que es durante el verano que se forman más bordes opacos que en invierno, lo que podría apoyar parcialmente el supuesto de anualidad; segunda, en la validación de la edad reportada en estudios realizados en otras especies del género *Caranx*, en los cuales mencionan que la formación de los anillos es anual. No obstante, es de suma importancia establecer con exactitud la periodicidad de formación de estos anillos debido a que el cálculo acertado de estos parámetros es requisito elemental en la aplicación de modelos de dinámica poblacional (Pauly, 1983; Sparre *et al.*, 1989; Hilborn y Walters, 1992; Lai *et al.*, 1996).

En la curva de crecimiento generada para el jurel (*Caranx caninus*), se denota que en los primeros años de vida incrementos en longitud son mayores. Estos ejemplares adquieren una talla promedio de 14.2 cm en el primer año de edad y la tasa de crecimiento disminuye proporcionalmente en relación a la edad de los individuos, hasta alcanzar la longitud asintótica. El número de individuos capturados también disminuyó conforme se incrementaba la edad de los mismos, registrando en los grupos de edades mayores a siete años un porcentaje de ocurrencia del 2%.

Tabla 8. Comparación de los parámetros de crecimiento calculados por diversos autores en especies del género *Caranx*.

Referencia	Especie	Localidad	Método	L_{∞} (cm)	k/año	t_0 años
García- Arteaga y Reshetnikov (1985)	<i>Caranx ruber</i>	Costas de Cuba	Otolitos	56.0	0.1	-1.728
Sudekum et al. (1991)	<i>Caranx ignobilis</i>	Noroeste de Hawai	Otolitos	183.8	0.1	-0.097
Sudekum et al. (1991)	<i>Caranx melampygus</i>	Noroeste de Hawai	Otolitos	89.7	0.2	-0.044
Este estudio	<i>Caranx caninus</i>	Pacífico Tropical Mexicano	Espinas	119.9	0.08	-1.572

En la tabla ocho, se compararon los valores de la ecuación de crecimiento con los reportados en otros estudios para especies del mismo género, observando que si bien no son exactamente iguales si presentaron ciertas aproximaciones, en particular en relación al valor del coeficiente catabólico k.

El valor calculado de $L_{\infty}=119.9$ cm, es muy similar a la talla máxima reportada para esta especie por FAO (1995) y Eli (2002) donde mencionan que estos organismos alcanzan una longitud total de hasta 100 cm. Sparre *et al.* (1989) sugieren que organismos con valores bajos de k suelen ser más longevos y que requieren de mayor tiempo para alcanzar la L_{∞} , situación que se observa en relación a *Caranx ruber*, *Caranx melampygus*, *Caranx caninus*. Particularmente en los pelágicos mayores es común observar valores bajos de k en comparación con los datos registrados en los pelágicos menores como las anchovetas y sardinas.

V.- CONCLUSIONES.

- El esfuerzo pesquero de la flota artesanal de Petacalco y Lázaro Cárdenas, se basa en la captura de organismos con una longitud total promedio entre 23.5 y 48.5 cm. La talla máxima registrada fue de 83.5 cm de longitud total.
- El incremento en longitud del radio de las espinas fue proporcional al crecimiento en longitud del pez.
- Las vértebras y las espinas del jurel (*Caranx caninus*), son estructuras útiles para determinar su edad.
- La amplitud de los anillos de crecimiento disminuyó conforme se incrementó la edad de los individuos, dificultándose la visualización de los mismo en ambas estructuras óseas.
- Se obtuvo un 90.5% de coincidencia de las lecturas realizadas en espinas, y en relación a las lecturas efectuadas en vértebras, se observó un 88.1% de coincidencia.
- La estructura poblacional de los jureles analizados, estuvo compuesta por 10 grupos de edad en base al análisis de vértebras y de 8 con respecto a las lecturas realizadas en espinas
- Los grupos de edad dos y cinco presentaron los mayores porcentajes de ocurrencia, tanto en vértebras como en espinas.

- No fue posible validar totalmente la periodicidad de formación de anillos de los crecimiento. De manera preliminar, se consideró una periodicidad anual; los datos aquí reportados, así como estudios efectuados en otras especies del mismo género parecen apoyar este supuesto.

- Los parámetros de crecimiento estimados para la especie son:
 - a) Talla máxima (L_{∞}) = 119.9 cm.
 - b) Coeficiente catabólico (k) = 0.08019/año.
 - c) Edad teórica a la longitud cero (t_0) = -1.572 años.

VI.- LITERATURA CITADA.

- Alvarado-Castillo, R.M y R. Félix-Uraga. 1995. Determinación de la edad de *Istiophorus platypterus* (Pisces: *Istiophoridae*) al sur del Golfo de California, México. Rec.8-IV-1994.Rev.4-X-1994. Ac. 27-II-1995.
- Anuario Estadístico de Pesca. 1998. Capturas y Desembarcos. 654 p.
- Ayala-Torres, O M. y P. Sandoval-Pacheco 1991. Oceanografía física del Pacífico Tropical Mexicano. Capítulo II 117-207 p. En: De la Lanza-Espino, G. 1991. Oceanografía de mares mexicanos. AGT Editor S.A. 207 p.
- Cayre, P.M. y T. Diouf. 1983. Estimating age and growth of little tunny, *Euthynnus alletteratus*, off the Coast of Senegal, using dorsal fin spine sections. En: Prince, E.D. y L. M. Pulos (eds.), Proceeding of International workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes, and sharks. 211 p. U.S. Dep. Commer. NOAA, Tech. Rep. NMFS 8:105-110.
- Beamish J. R. y D. A. Fournier. 1981. A method for comparing the precision of a set of age determinations. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38: 982-983.
- Burton, M.L. 2001. Age, growth, and mortality of gray snapper, *Lutjanus griseus*, from the east coast of Florida. Fish. Bull. 99:254-265.
- Cailliet, G. M., M. S. Love, y W. A. Ebeling. 1986. Fishes: A field and laboratory manual and their structure, identification, and natural history. Wordsworth Publishing Company. Belmont, Cal. USA .194 p.
- Cailliet, G. M. 1990. Elasmobranchs age determination and verification: an update review In: Elasmobranchs as living resources: Advances in the biology, ecology, systematic and status of the fisheries. H.L. Pratt, Jr., S. H. Gruber y Taniuche (eds) U.S. Dep. Commer. NOAA. Tech. Rep. NMFS90.



ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

- Casselman, J.M. 1983. Age and growth assessment of fish their calcified structures techniques and tools. U.S. Dep. of Commerce, NOAA Tech. Rept. NMFS 8:1-17.
- Castro-Longoria, R. y O. Sosa-Nishizaki. 1998. Age determination of swordfish, *Xiphias gladius* L., from waters off Baja California, Mexico, using anal fin rays and otoliths. Paper from the international Symposium on Pacific Swordfish, Ensenada, México. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 142- 276 p.
- Chang, W. Y. B. 1982. A statistical method for evaluating the reproductivity of age determination. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39:1208-1210.
- Chi, K. S y R.T. Yang.1973. Age and growth of skipjack tuna in the waters around the southern part of Taiwan. Acta Oceanogr Taiwan. 3:181-198.
- Csirke, B.J. 1989. Introducción a la dinámica de poblaciones de pcces. FAO Doc. Tec. Pesca. Roma. 192:82.
- Ekau, W. y J. Blay. 2000. Validation of daily increment deposition and early development in the otoliths of *Sarotherodon melanotheron*. J. Fish. Biol. 57:1539-1549.
- Eli. 2000. Ocurrencs for *Bathygobius ramosus*. Fish base www.fishbase.org
- Encarta® Enciclopedia Microsoft® 99. © 1993-1998. Microsoft Corporation.
- Ehrhardt, N.M. 1981. Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones. Primera parte: Estimación de parámetros poblacionales. FAO-INP, México. 133p.
- FAO. 1995. Guía para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental, 1 y 2 : 649-1813, Roma.

- García-Arteaga, J. P. y Y S. Reshetnikov. 1985. Age and growth of the barjack (*Caranx ruber*) off the coast of Cuba. *J. Ichthyol.* 25:120-131.
- García-Ortíz, C. 1963. Biología y aprovechamiento del jurel (*Caranx hippos*). Tesis de Licenciatura. México, UNAM, Fac. de Ciencias. 89 p.
- González-Garcés, A. y A.C. Fariña-Perez. 1983. Determining age young albacore, *Thunnus alalunga*, using dorsal spines. En: Prince, E.D. y L. M. Pulos (eds.), *Proceeding of International workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes, and sharks.* 211 p. U.S. Dep. Commer. NOAA, Tech. Rep. NMFS 8:117-122.
- Gómez-Marquéz, J.L. 1994. Métodos para determinar la edad en los organismos acuáticos. UNAM FES. Zaragoza. México D.F. 89 p.
- Gómez-Valdés, J, J. García, y M.F. Flavín. 2001. Hidrografía y circulación costera frente a Michoacán. En: Taller de avances y perspectivas de un proyecto multidisciplinario en la región costera del occidente de México. CICESE. 8 p. (No publicado).
- Hilborn, R. y C.J. Walters. 1992. *Quantitative Fisheries Stock Assessment*, Chapman and Hall, Inc. London. 570 p.
- Holden, M.J. y D.F.S. Raitt (eds) 1974. *Manual of fisheries science. Part 2-Methods of resource investigation and their application.* FAO Fish. Tech. Pap (115). Rev. 1:76-126.
- Jepsen, D.B., K.O. Winemiller, D.C. Taphorn y D. Rodríguez-Olarte. 1999. Age structure and growth of peacock cichlids from rivers and reservoirs of Venezuela. *J. Fish. Biol.* 55:433-450.

- Johnson, A.G. 1981. Comparison of dorsal spines and vertebrae as ageing structures for little tunny, *Euthynnus alletteratus*, from the Northeast Gulf of Mexico. En: Prince, E.D. y L. M. Pulos (eds.), Proceedings of International workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes, and sharks. 211 p. U.S. Dep. Commer. NOAA, Tech. Rep. NMFS 8:111-115.
- Jurado-Molina, J., D.A. Salas-de León y R. Villaseñor-Talavera. 1992. Solución de la ecuación diferencial de crecimiento en peso, de von Bertalanffy (1938), por dos métodos distintos. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM 19(2):235-241.
- Lai, L.H., V. F., Gallucci, R., Gunderson y R. F. Donnelly. 1996. Age determination in fisheries: Methods and applications to stock assessment. Chapter 3, En: Gallucci, V.F., Saul B. Saila., Daniel J. Gustafson, y Brian J. Rothschild. 1996. Stock assessment qualitative methods and applications for small-scale fisheries. Ed. Lewis Publishers. United States of America. 82-178 p.
- Lagler, F.K., J.E. Bardach, R.R. Miller y D.R. May Passino. 1984. Ictiología. AGT. Editor. 489 p.
- Lankford, R.R. 1974. Descripción general de la zona costera de Michoacán y Guerrero. Convenio del Río Balsas. Secretaría de Recursos Hidráulicos y el centro de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM. Contrato No. OC-F-03-73. 89 p.
- Lavín, M.F., J. Gómez Valdés, V. Godínez, J. García y C. Cabrera. 2001. Hidrografía y corrientes frente a las costas de Michoacán en mayo de 2001. En: Taller de avances y perspectivas de un proyecto multidisciplinario en la región costera del occidente de México. Depto de Oceanografía Física CICESE. 8 p. (No publicado).

- Lee, D.W., E.D. Prince y M.E. Crow. 1983. Interpretation of growth bands on vertebrae and otoliths of Atlantic bluefin tuna, *Thunnus thynnus*. En Proc. International Workshop on Age Determination of Oceanic Pelagic Fishes: Tunas, Billfishes and Sharks. NOAA Tech. Rep., NMFS 8.
- López-Fraga, N., R. Castro-Longoria, y O. Sosa-Nishizaki. 1994. Descripción del procedimiento para la lectura de edad en espinas o radios de peces. Informe Técnico. Comunicaciones Académicas, Serie Ecología, CICESE 24 p. CIECT9405.
- Lowe-McConnell, R.O. 1987. Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge University Press. London 382 p.
- Martin, L.K. y G.M. Cailliet. 1988. Age and growth determination of the bat rat, *Myliobatis californica* Gill, in central California. *Copeia* 3:762-773.
- Megalofonou, P. 2000. Age and growth of Mediterranean albacore. *J. Fish. Biol.* 57:700-715.
- Mohr, E. 1921. Alterbestimmung bei tropischen Fishen. *Zool. Anz.* 53:87-95
- Morales-Nin, B., y S. Ralston. 1990. Age and growth of *Lutjanus kasmira* (Forsskal) in Hawaiian water. *J. Fish Biol.* 36:191-203.
- Morales-Nin, B. 1992. Determination of growth in bony fish from otolith microstructure. *FAO Fish. Resh.Rep.* 322 p.
- Morales-Nin, B. 2001. Mediterranean deep-water fish age determination and validation: the state of the art. *Fisheries Research* 51:377-383.
- Palko, J.B. 1984. An evaluation of hard parts for age determination of pompano (*Trachinotus carolinus*), ladyfish (*Elops saurus*), crevalle jack (*Caranx hippos*), gulf flounder (*Paralichthys albigutta*), and southern flounder (*Paralichthys lethostigma*). NOAA Tech. Mcm. NMFS-SEFC-132. 11 p.

- Pauly, D. 1983. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO Fish. Tech. Pap. (234). 49 p.
- Prager, M.N. 1980. Basic Fishery Biology Programs. Elsevier Scientific Publishing Co. Bronxville, New York.
- Prager, M.N., S.B. Saila, y C.W. Recksiek, 1987. Fishparm: a computer program for parameter estimation of nonlinear models in fishery science. Dep. Oceanogr. Old Dominion University of Norfolk, U.A. Tech. Rep. 87(10):1-37.
- Prince, E.D., D.W., and J.C. Javech. 1985. Internal zonations in section of vertebrae from Atlantic bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, and their potential use in age determination. Can. Jour. of Fish. and Aquat Sci. 42:938-946.
- Rocha-Olivares, A. y V.M. Gómez-Muñoz. 1993. Validation of otolith age determination of the pacific red snapper, *Lutjanus peru* (Perciformes: *Lutjanidae*), in La Paz Bay and adjacent waters, B.C.S., México. Ciencias Marinas 19(3):321-331.
- Salgado-Ugarte, I.H. 1992. El análisis exploratorio de datos biológicos. Fundamentos y aplicaciones. Ed. Marc Ediciones. UNAM FES. Zaragoza. México D.F. 243 p.
- Saloman, H.C. y S.P. Naughton. 1984. Food of crevalle jack (*Caranx hippos*) from Florida, Louisiana, and Texas. NOAA Tech. Mem. NMFS-SEFC-134. 34 p.
- Simkiss, K. 1973. Calcium metabolism of fish in relation to ageing. In: T.B. Bagenal (ed). Ageing of fish. Unwin Bothers Ltd., Surrey, England: 1-12.
- Smith-Vaniz, W.F. 1995. Carangidae. Jureles, pompanos, cojinúas, zapateros, cocineros, casabes, macarelas, chicharros, jorobados, medregales, pez pilota. p. 940-986. En W. Fischer, Krupp, W. Scheneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V. Niem (eds). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. 3 Vol. FAO, Roma.

- Sosa-Nishizaki, O., M. Shimizu, y Y. Nose. 1989. The potential use of second dorsal fin rays of skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis*, as an aging character. Nippon Suisan Gakkaishi. 55(9): 1559-64.
- Sparre, P. y S.C. Venema. 1989. Introduction to tropical fish stock assessment FAO Fish. Tech. Pap. 306/1 FAO, Rome, Italy 337 p.
- Sudekum, A.E., J.D. Parrish, R.L. Radtke y S. Ralston. 1991. Life history and ecology of large jacks in undisturbed, shallow, oceanic communities. Fish. Bull. U.S. 89:493-513.
- von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth. Hum. Biol. 10:181-213.
- Weare, B.C., P.T. Strub y M.D. Samuel. 1981. Annual mean surface heat fluxes in the Tropical Pacific Ocean. J. Physics Oceanogr. 11(5):705-717.
- Zar, H. 1999. Biostatistical Analisis. 4nd edn. Prentice Hall: Englewood Cliffs. 663 p.