

**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**  
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS



CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE  
CIENCIAS MARINAS  
DIRECCIÓN GENERAL  
L. A. L.  
D. S. S. S.

**Edad y crecimiento de *Coryphaena hippurus* (Linnaeus 1758)  
(Osteichthyes: *Coryphaenidae*), en el Sur de la península  
de Baja California, México.**

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

**Presenta:**

**GUADALUPE MINERVA TORRES ALFARO**

**La Paz, Baja California Sur, México**

**Julio de 1996**

# INDICE

Glosario .....	I
Lista de Figuras .....	II
Lista de Tablas .....	IV
Resumen .....	V
Abstract .....	VI
<b>1. Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Antecedentes</b> .....	<b>2</b>
<b>3. Justificación</b> .....	<b>10</b>
<b>4. Objetivos</b> .....	<b>12</b>
<b>5. Área de estudio</b> .....	<b>13</b>
<b>6. Material y métodos</b> .....	<b>15</b>
6.1. Muestreo .....	15
6.2. Relación entre el tamaño del organismo y la escama .....	17
6.3. Determinación de edad .....	20
6.3.1. Método directo .....	20
6.3.2. Método indirecto .....	21
6.4. Validación de las determinaciones de edad .....	22
6.5. Relación Longitud-Peso .....	22
6.6. Crecimiento individual .....	24
6.6.1. Método de Pauly y Beverton-Holt .....	25
6.6.2. Método de López-Veiga .....	26
6.6.3. Método Iterativo de Marquardt .....	27
6.6.4. Utilización del paquete computacional ELEFAN .....	28
6.7. Estructura de tallas .....	28
6.8. Estructura de edades .....	29
<b>7. Resultados</b> .....	<b>30</b>
7.1. Muestreo .....	30
7.2. Relación entre el tamaño del organismo y la escama .....	31
7.3. Determinación de edad .....	33
7.3.1. Método directo .....	33
7.3.2. Método indirecto .....	35
7.4. Validación de las determinaciones de edad .....	39
7.5. Relación Longitud-Peso .....	40
7.6. Crecimiento individual .....	42
7.7. Estructura de tallas .....	49
7.8. Estructura de edades .....	53
<b>8. Discusión</b> .....	<b>54</b>
<b>9. Conclusiones</b> .....	<b>62</b>
<b>10. Recomendaciones y sugerencias</b> .....	<b>63</b>
<b>11. Bibliografía</b> .....	<b>64</b>
<b>12. Apéndices</b> .....	<b>69</b>

## Glosario

**Anillo o Marca de Crecimiento.-** Marca concéntrica sobre una estructura esquelética, que permite interpretar el crecimiento en términos de la edad. Frecuentemente un anillo se identifica como la zona que se forma durante el período de poco o nulo crecimiento.

**Circulus.-** El borde concéntrico formado en una escama por la adición periódica de material en la placa basal. Los circuli de las escamas pueden ser continuos o segmentados por los radios de éstas. Los circuli están formados en la parte externa de la escama; la parte interna es suave.

**Clase anual.-** Peces que nacen en una misma temporada de desove en un año dado.

**Escama regenerada.-** Escama que se forma cuando la anterior a ella se ha perdido, generalmente no poseen foco.

**Foco.-** Zona central de la escama, la cuál es la primera en desarrollarse en la dermis mediante una agregación de células.

**Grupo de Edad.-** Conjunto de peces de la misma edad. El término grupo de edad no es sinónimo de clase anual.

**Incremento.-** Referencia general del intervalo entre marcas de crecimiento en la estructura usada para la determinación de edad.

**Incremento Marginal.-** La región más allá de la última marca identificable hasta el margen de la estructura usada para la determinación de edad.

**Validación de la edad.-** La confirmación del significado temporal de un incremento.

## Lista de Figuras

Figura 1. Captura deportiva de dorado en Cabo San Lucas entre los años 1990 y 1993.....	9
Figura 2. Área de estudio.....	14
Figura 3. Macho y Hembra de dorado, <i>Coryphaena hippurus</i> ; Longitud Furcal, LF. ....	16
Figura 4. Medidas de la escama: Rn, radios a cada marca de crecimiento; AM, ancho del margen.....	17
Figura 5. Relación entre la Longitud Furcal del pez y el Radio Total de la escama para sexos combinados .....	32
Figura 6. Comparación de las lecturas de ambos lectores.....	35
Figura 7. Grupos de edad estimados a partir de tallas para sexos combinados .....	36
Figura 8. Grupos de edad estimados a partir de tallas para machos .....	37
Figura 9. Grupos de edad estimados a partir de tallas para hembras .....	38
Figura 10. Comparación de la actividad reproductiva del dorado, <i>Coryphaena hippurus</i> , con el incremento del margen de la escama y la temperatura superficial del mar desde abril de 1992 a julio de 1993.....	39
Figura 11. Distribución de frecuencias de peso para sexos combinados .....	40
Figura 12. Distribución de frecuencias de peso para machos.. ..	40
Figura 13. Distribución de frecuencias de peso para hembras .....	41
Figura 14. Relación entre la Longitud y el Peso en sexos combinados, machos y hembras del dorado, <i>Coryphaena hippurus</i> .....	42
Figura 15. Tallas promedio, desviación estándar y máximos y mínimos de los diferentes grupos de edad .....	44
Figura 16. Modelo de crecimiento de Von Bertalanffy para machos, hembras y sexos combinados del dorado, <i>Coryphaena hippurus</i> .....	47
Figura 17. Promedios de talla y edad por estaciones del año .....	49

Figura 18. Distribución anual de frecuencias de talla de sexos combinados de dorado, <i>Coryphaena hippurus</i> .....	50
Figura 19. Distribución anual de frecuencias de talla de hembras de dorado, <i>Coryphaena hippurus</i> .....	51
Figura 20. Distribución anual de frecuencias de talla de machos de dorado, <i>Cotyphaena hippurus</i> .....	52
Figura 21. Distribución anual de frecuencias de edad para sexos combinados . . . . .	53

## Lista de Tablas

Tabla I.- Muestreo de noviembre de 1989 a marzo de 1992 .....	30
Tabla II.- Muestreo de abril de 1992 a julio de 1993 y número de escamas obtenidas en cada mes .....	31
Tabla III.- Resultados del retrocálculo de tallas pretéritas para los diferentes grupos de edad en sexos combinados .....	33
Tabla IV.- Resultados de las lecturas de ambos lectores .....	34
Tabla V.- Resumen de resultados de las relaciones longitud-peso estimadas para sexos combinados, machos y hembras .....	41
Tabla VI.- Tallas promedio (cm) por grupo de edad estimadas a través del método directo de lectura de escamas, retrocálculo e indirecto de Battacharya, para sexos combinados, machos y hembras .....	43
Tabla VII.- Valores de los parámetros de la curva de crecimiento de Von Bertalanffy estimados con los métodos de: 1. Pauly, Beverton-Holt; 2. López-Veiga; 3. Marquardt y 4. ELEFAN.....	45
Tabla VIII.- Estimados de $\phi'$ para este trabajo, con los métodos: 1. Pauly, Beverton-Holt; 2. López Veiga; 3. Marquardt; y 4. ELEFAN; en el análisis para sexos combinados .....	46
Tabla IX.- Longitud Furcal promedio por grupo de edad y tasa de crecimiento para sexos combinados, machos y hembras .....	48
Tabla X.- Pesos promedio y tasas de crecimiento para sexos combinados, machos y hembras .....	48

## Resumen

Durante el período de noviembre de 1989 a julio de 1993 se realizaron muestreos mensuales del dorado, *Coryphaena hippurus*, en las costas del sur de la península de Baja California. Se registraron los datos de talla, peso y sexo de los individuos capturados por la flota deportiva de Cabo San Lucas y La Paz. A partir de abril de 1992 y hasta julio de 1993, además, se recolectaron las escamas con el fin de hacer las determinaciones de edad de los ejemplares muestreados. Se encontró que el método de lectura de escamas es válido para la determinación de la edad del dorado y que las marcas de crecimiento se forman anualmente y tienen una relación estrecha con la variación anual de la temperatura y el ciclo reproductivo de la especie. Por otro lado, se hicieron estimaciones indirectas de la edad a través del análisis de la distribución de frecuencias de talla. Por ambos métodos se estimaron hasta 5 grupos de edad, siendo los individuos de 2 años de edad los que predominaron en la captura. Se encontró que existe diferencia en el crecimiento de machos y hembras, ya que a partir de los 75 cm de longitud furcal (LF) los machos comienzan a ser más pesados que las hembras. También para una misma edad los machos tienen una talla mayor que las hembras. El intervalo de tallas de los individuos que se capturaron por la flota deportiva, fue de 29 a 169 cm LF. En el intervalo de tallas de 29 a 100 cm LF se capturaron más hembras que machos y en el intervalo de 100 a 169 cm LF un mayor número de machos. El reclutamiento de individuos se presenta en la segunda mitad del año, con organismos de 70 cm LF, los cuales tienen una edad de un año y medio aproximadamente.

## Abstract

During the period from november 1989 to july 1993 monthly samples of the dolphin fish *Coryphaena hippurus* were taken in the southern coast of the Península of Baja California. The size, weight and **sex** of individuals captured by the Cabo San Lucas and La Paz sport fleet were registered. From **april** 1992 to july 1993, **scales** were **also collected** in order to determine the **age** of those specimens. The method of reading the **scales** was found to be **valid** to determine the dolphin **fish age** and that the growth marks are **laid** down annually, in **close** relationship with the annual variation of the sea-surface temperature and the **reproductive cycle** of the **species**. In order to make a comparison, **age** was indirectly estimated by analyzing the size **frecuencias** distributions. Up to **five age** groups were **estímated** using both methods. Groups of two year old individuals prevailed in the capture. Growth of males is significantly different from that of **females**. **Male** individuals **become** heavier than the **females** when they get 75 cm of furcal length, they **also become** larger than **females** of the **same age**. The size interval for the individuals captured by sport **fishing** was from 29 to 169 cm (FL). The highest number of individuals was **females** in the size interval from 29 to 100 cm FL, **while** more males were captured in the interval from 100 to 169 cm FL.. The recruitment takes place in the second half of the year, with specimens 70 cm FL. that is a year and a half old.



## 1. Introducción

Los estudios biológicos de las poblaciones de peces son la base científica en la evaluación de los recursos pesqueros. Con ellos se determinan medidas de regulación para mantener la captura de un recurso a niveles óptimos, garantizando la renovación de la población explotada. Los principios de la administración biológica de cualquier pesquería se basan en estudios sobre la dinámica poblacional del recurso, la cual se determina por los **procesos** poblacionales de crecimiento y mortalidad (Ehrhardt, 1981; Sparre, 1989).

El “dorado”, *Coryphaena hippurus*, Linnaeus 1758, es un pez pelágico que presenta una distribución mundial en mares tropicales y subtropicales, de los 41° latitud Norte a 35° de latitud Sur (Aguilar-Palomino, 1993). En México el dorado está presente en ambos litorales y representa una buena fuente de alimento por la alta calidad de su carne (Palko et al., 1982), pero se desconoce casi totalmente su biología y nivel de explotación, debido a que son escasas las investigaciones realizadas y a que no existen registros estadísticos de las capturas. Por esta razón se planteó el presente trabajo sobre la determinación de la edad y el crecimiento del dorado, el cual se desarrolló dentro del proyecto denominado “Estudios biológicos en especies de peces de pesca deportiva”, realizado en Cabo San Lucas y La Paz, Baja California Sur, por investigadores del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas.

## 2. Antecedentes

La familia de los dorados (Coryphaenidae), cuenta con un solo género, *Coryphaena*, y dos especies, *C. hippurus* y *C. equiselis*. En esta familia los machos entre 40 y 60 cm de longitud furcal (LF), comienzan a desarrollar una cresta **fronto-nucal** que casi se torna vertical, diferenciándose de las hembras que permanecen con la giba de la cabeza normal (Rose y Hassler, 1974). Por muchos años *C. equiselis* fue confundido con *C. hippurus* ya que sus áreas de distribución son similares. Algunas diferencias biológicas que existen entre estas dos especies son que *C. hippurus* es más grande que su congénere y además tiene una distribución más amplia, ya que *C. equiselis* es más tropical (Gibbs y Collete, 1959).

Mundialmente se conoce al dorado, *C. hippurus*, como un depredador epipelágico habitante de los mares templados y tropicales de todos los océanos, que aporta importantes volúmenes de alimento en las islas del Caribe y del Pacífico (Beardsley, 1967; Norton y Crooke, 1994), y representa una de las principales pesquerías comerciales de Florida y Ecuador (Rose y Hassler, 1968; Patterson y Martínez, 1991). Además, se considera como un excelente prospecto para la realización de cultivos comerciales a gran escala ya que posee un crecimiento y tasas de conversión de alimento mayores que las mejores especies de peces de cultivo (Mc Vey, 1991).

En el Océano Pacífico Norte *C. hippurus* habita la zona biogeográfica tropical, la cual se extiende desde el ecuador hasta el sur de la península de Baja

California a 22.8° latitud Norte, modificando el área de distribución dependiendo de los cambios físicos del océano (Norton y Crooke, 1994). Los juveniles y las hembras de *C. hippurus* prefieren habitar las zonas costeras donde encuentran refugio y alimento dentro de los mantos de sargazo o donde existen objetos flotantes; los machos más grandes prefieren el mar abierto porque salen a buscar presas más grandes ya que requieren más alimento; por esta razón los organismos capturados lejos de la costa y de mayor tamaño son preferentemente machos (Rose y Hassler, 1974).

Las pesquerías de dorado en la costa oeste del Océano Atlántico Norte presentan una marcada estacionalidad que sugiere la ocurrencia de una migración anual a gran escala en esta región (Oxenford y Hunte, 1986). En el Hemisferio Norte del Océano Pacífico, en bajas latitudes, los dorados chicos son capturados de mayo a agosto y los dorados grandes de noviembre a febrero; pero, en latitudes altas, los dorados chicos se capturan de octubre a diciembre y los dorados grandes de julio a septiembre (Kojima, 1964; Barcelata-Ortiz et al., 1990; Patterson y Martínez, 1991; Norton y Crooke, 1994). Los cambios en la estacionalidad de las capturas en el Pacífico Norte y el Pacífico Sur, sugiere la posibilidad de que existan dos poblaciones, una que habita el Hemisferio Norte y otra el Hemisferio Sur (Kojima, 1964).

Beardsley (1967), estableció las bases para la determinación de la edad de *Coryphaena hippurus* empleando escamas y describió las características de la escama y las marcas de crecimiento que presenta, y fundamentó el uso de esta

estructura basándose en que existe correlación entre la talla del pez y el número de anillos de crecimiento presentes en la escama. Además, la formación de los anillos ocurre aproximadamente en el mismo período cada año y están presentes en cualquier escama no regenerada. También encontró que en las costas de Florida, EUA, el dorado *C. hippurus* presenta marcas anuales en sus escamas y una vida máxima de cuatro años. Las tallas y pesos promedio determinados para los individuos de esta zona fueron de 72.5 cm de longitud furcal (LF) y 5.9 kg al primer año de edad; para el segundo 117.5 cm LF y 12.5 kg; para el tercero 142.5 cm LF y 25.4 kg y para el cuarto 152.5 cm LF y 34.81 kg.

Posteriormente, **Rose** y Hassler (1968) realizaron otro estudio sobre edad y crecimiento del dorado *C. hippurus* en Carolina del Norte, EUA, y también determinaron que las marcas de crecimiento en las escamas se forman durante un período anual, aunque la edad máxima estimada fue de tres años. Las tallas y pesos promedio fueron de 65.3 cm LF y 5.7 kg para el primer año; 92.4 cm LF y 11.8 kg para el segundo año; 118.7 cm LF y 22.2 kg para el tercer año.

Las marcas de crecimiento presentes en las escamas de *C. hippurus* en las costas de Florida y Carolina del Norte, EUA, están relacionadas con una disminución en la tasa de crecimiento que ocurre cuando baja la temperatura durante los meses de invierno (Beardsley, 1967; **Rose** y Hassler, 1968).

Kojima (1966) determinó la existencia de individuos de hasta 5 años de edad en las poblaciones de *C. hippurus* explotadas por la flota comercial de la región oeste del mar de Japón. En esta región de Japón los dorados alcanzan en el primer

año cerca de 38 cm LF, 68 cm LF en el segundo, 90 cm LF en el tercero, 108 cm LF en el cuarto y 122 cm LF en el quinto año (Palko et al., 1982).

La tasa de crecimiento del dorado en las costas de Taiwán, referida por Wang (1979), es de 2.96 mm de longitud patrón por día (LP/D), en un intervalo de tallas de 37.5 cm LF a 152.5 cm LF. Este resultado es mayor que la tasa referida por Beardsley (1967) y Rose y Hassler (1968) para el Océano Atlántico Norte (1.82 y 1.64 mm LP/D). En condiciones de laboratorio, Uchiyama et al., (1986) observaron una tasa de crecimiento de 1.18 mm LP/D para machos y hembras de 191 días de edad,. Debido al resultado obtenido, se cree que la tasa de crecimiento más baja en el Oeste del Atlántico Norte puede ser el resultado de una disminución en la tasa de alimentación cuando la temperatura del agua está por debajo de 23°C (Uchiyama et al., 1986).

El crecimiento de *C. hippurus* en condiciones de cultivo aumenta cuando se tiene una temperatura entre 23.9% y 29.4%. La alimentación de los individuos disminuye cuando la temperatura es menor que 23°C, suspendiéndose totalmente a los 18°C. Los dorados pequeños de 0.1 kg a 0.5 kg pueden crecer a tallas comerciales de 1.36 kg y 2.26 kg en 5-6 semanas aproximadamente. El crecimiento entre machos y hembras es igual hasta que alcanzan un peso de 4.5 kg, después las hembras tienen una tasa de crecimiento menor que los machos. En condiciones de cultivo la tasa de crecimiento es de 0.39 kg/semana, estimándose una producción anual potencial de 11.3 tm/ha (Hassler y Hogarth, 1977).

En el acuario marino de Florida dos organismos de 0.7 kg alcanzaron un peso de 14.5 y 16.8 kg respectivamente en 7.8 meses (Herald, 1961). En el acuario marino de Miami un organismo de 0.5 kg, después de 8 meses, pesó 16.3 kg (Beardsley, 1967). En un acuario en Japón 36 organismos, entre 5 y 35 cm LF, crecieron 100 cm más en un período de 6 meses (Soichi, 1978).

Beardsley (1967), informa que la temporada de desove de *C. hippurus* en Florida, EUA, dura nueve meses y que los organismos alcanzan la talla de primera madurez, de 39.3 cm LF en los machos y 35.6 cm LF en las hembras, en un tiempo de 6-7 meses de edad. La rápida maduración de esta especie, hace que sea un recurso relativamente invulnerable a un colapso por sobrepesca (Rose y Hassler, 1974).

En las costas de Florida y de Carolina del Norte, EUA, la captura comercial y deportiva inciden en un intervalo de tallas de 40 a 150 cm LF (Beardsley, 1967; Rose y Hassler, 1968; Oxenford y Hunte, 1983).

En las costas de Ecuador la captura comercial incide en un intervalo de tallas de 42 a 180 cm de LF con una moda a los 60 cm LF (Patterson y Martínez, 1991).

En las costas de Mazatlán, México, la captura deportiva y artesanal del dorado inciden sobre ejemplares mayores que 100 cm longitud patrón (LP) en los primeros meses del año. De octubre a diciembre abundan los ejemplares de tallas entre 60 y 80 cm LP. Los individuos pequeños entre 40 y 60 cm LP se pescan durante todo el año (Barcelata-Ortiz et al., 1990; Saucedo-Barrón, 1992;

Saucedo-Barrón et al., 1994). En la bahía de La Paz y en Cabo San Lucas la flota deportiva captura dorados de 30 a 169 cm LF (Aguilar-Palomino, 1993).

Las capturas artesanales más abundantes del puerto de Mazatlán coinciden con las temperaturas superficiales del mar más altas (28°C a 30°C) en el período de julio a septiembre (Saucedo-Barrón, 1992). Las capturas deportivas más abundantes en la bahía de La Paz y Cabo San Lucas se llevan a cabo en las estaciones de verano y ototio a temperaturas superficiales del mar de 28°C y disminuyen en las estaciones de invierno y primavera, cuando la temperatura superficial del mar oscila alrededor de 22°C (Aguilar-Palomino, 1993).

En Mazatlán, la talla de primera madurez para los dorados se estima en 44 cm LF para ambos sexos. La reproducción se efectúa todo el año con picos de actividad desovante de septiembre a noviembre, preferentemente entre los 21°C y 30°C (Barcelata-Ortíz et al., 1990). En Cabo San Lucas, al igual que en Mazatlán, los dorados se reproducen todo el año con desoves frecuentes. En 1992 se presentó el máximo de actividad reproductiva al final del año y el organismo maduro más chico que se encontró midió 46 cm LF (García-Melgar, 1995).

La flota artesanal de Mazatlán, México, realiza sus capturas en aguas costeras por las características de las embarcaciones (hasta las 20 millas náuticas de la costa, con capturas más frecuentes entre una y doce brazas de profundidad)(Saucedo-Barrón, 1992). La flota deportiva en Cabo San Lucas generalmente opera a 30 millas náuticas (García-Melgar, 1995).

En las inmediaciones de Isla Cerralvo, una de las islas que bordean la Bahía de La Paz, México, por el oriente, los integrantes de la cooperativa pesquera “El Sargento y su anexo La Ventana”, realizan capturas de *C. hippurus* durante la segunda mitad del año, las cuales comercializan localmente. Las capturas de *C. hippurus* que realizan inciden en un intervalo de tallas de 40 cm LF a 93 cm LF con media de 63 cm LF. En el mes de septiembre en 1988, la pesca de dorado representó el 65 % de las capturas totales de la flota, esto colocó a *C. hippurus* como una especie importante de captura de esta cooperativa pesquera, (Rodríguez-Medrano, 1990).

En la pesca deportiva en Baja California Sur se emplean lanchas o yates de pequeño calado, con motor fuera de borda o estacionario con poca autonomía. El dorado se captura en las líneas de corriente y bajos conocidos cercanos a la zona costera (García-Melgar, 1995).

El método de pesca es el mismo en ambas pesquerías, empleando cañas o líneas de mano con curricán o señuelo de cuchara el cual arrastran a una velocidad moderada (trolean) para atraer al dorado y capturarlo; en otros casos sólo es necesario avistar al pez y lanzar el anzuelo (Saucedo-Barrón, 1992; García-Melgar, 1995).

El mayor porcentaje de captura de la pesca deportiva en Cabo San Lucas corresponde a los dorados (Gómez-Rojo **comm. pers.** 1994<sup>1</sup>). Debido a que el

---

<sup>1</sup> Gómez-Rojo, Carlos. Centro Regional de Investigación Pesquera de La Paz. Km 1, Carretera a Pichilingue, La Paz, BCS. C.P. 23000.



dorado es capturado frecuentemente durante todo el año y el marlin se captura sólo en temporadas muy marcadas (Abítia-Cárdenas, 1992; Aguilar-Palomino, 1993).

Para la pesca deportiva se extienden permisos de pesca, con lo que se tiene un control del número de embarcaciones en operación, pero no existe ningún control de lo que capturan ya que no se cuenta con una supervisión de la cantidad capturada por pescador y por embarcación, por parte de la Subsecretaría de Pesca o por Capitanía de Puerto, y aunque por reglamento sólo deben de pescarse dos de estos organismos por pescador por día, muchas veces la cantidad que se desembarca es mucho mayor.

De acuerdo con las estadísticas del Centro Regional de Investigación Pesquera de La Paz (CRIP, La Paz) se sabe que, de 1990 a 1993, la pesca deportiva de dorado en Cabo San Lucas se incrementó paulatinamente, siendo 1992 el año con la mayor captura (Figura 1).

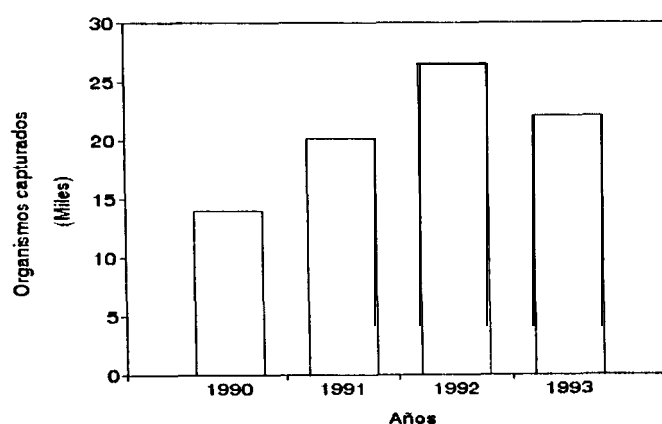


Figura 1. Captura deportiva de dorado en Cabo San Lucas entre los años 1990 y 1993.

### 3. Justificación

En México el conocimiento biológico-pesquero sobre el dorado *C. hippurus* es muy escaso. En la actualidad no se cuenta con un procedimiento para la obtención de información estadística de los volúmenes de captura. Por otro lado esta especie que, de acuerdo a la ley de pesca, está reservada para la pesca deportiva (Anónimo, 1991), también es capturada en algunas regiones por los pescadores ribereños, creándose conflictos de intereses (Saucedo-Barrón, 1992), por lo que se hace necesario contar con la información básica que ayude a resolver estos problemas.

La determinación de edad y crecimiento es el fundamento para la aplicación de modelos analíticos que permiten la evaluación del recurso, que en este caso es necesario para poder dar una respuesta acertada a las demandas de explotación por parte de la flota comercial sin afectar la pesca deportiva.

El dorado, por sus características biológicas, es una especie de rápido crecimiento que en México podría explotarse de una manera más provechosa, que permita tanto la captura deportiva, donde se beneficia el sector turístico, como la captura comercial en donde los pescadores ribereños también salgan beneficiados abasteciendo al mercado regional. Por otro lado se debe contar con la información que permita aprovechar el rápido crecimiento de esta especie en el establecimiento de cultivos marinos que generen fuentes de empleo a la población y una fuente de

divisas para el país, al ser un producto de exportación de gran aceptación en el mercado internacional.

Para precisar todo lo anterior es necesario hacer estudios como el presente que ayuden a conocer mejor el recurso y con ello establecer las medidas de regulación más adecuadas. Además, gracias a la ubicación geográfica de México, es posible encontrar en todos sus litorales marinos ambas especies de dorado. En el pacífico mexicano se distribuye desde el Golfo de Tehuantepec hasta el sur de la Península de Baja California y a todo lo largo del Golfo de California. En Baja California Norte también se captura dorado principalmente en los años anómalos con aguas superficiales más cálidas que los años normales.

En Cabo San Lucas y La Paz se establecen dos de las zonas principales de captura deportiva de dorado en la región y, además, *C. hippurus* representa uno de los recursos con los que se abastece el mercado de pescado de la ciudad de La Paz a través de las capturas artesanales que se dan localmente.

## 4. Objetivos

### **Objetivo general:**

Determinar la edad de los individuos, su crecimiento y la estructura de edades y tallas de los dorados *Coryphaena hippurus*, capturados por la flota deportiva de Cabo San Lucas y La Paz.

### **Objetivos particulares:**

- a). Establecer la relación entre el tamaño de las escamas y la talla de los individuos.
- b). Determinar los grupos de edad a través de lecturas de marcas de crecimiento en escamas.
- c). Determinar la periodicidad y época de formación de las marcas de crecimiento en las escamas del dorado y su relación con la temperatura y ciclo de madurez gonadal.
- d). Determinar la tasa de crecimiento individual del dorado.
- e). Determinar la composición por tallas y edades de las **capturas** deportivas de dorado en las zonas de Cabo San Lucas y La Paz, Baja California Sur.

## 5. Área de estudio

El presente trabajo se realizó en los puertos de Cabo San Lucas y La Paz. Ambos puertos se localizan en la costa sur de la Península de Baja California, la cual presenta características marcadas de zona de transición templado-tropical y, en años cálidos, existen intrusiones importantes de especies tropicales (LLuch-Belda, 1981).

Cabo San Lucas se encuentra a los 22° 53' latitud Norte y 109° 54' longitud Oeste, al final de la Península de Baja California. Presenta características oceanográficas particulares, debido a que carece de plataforma continental y se encuentran profundidades de 500 m cerca de la costa (Abitia-Cárdenas, 1992). Las capturas en esta zona se dan desde Punta Pescadero en la costa occidental, hasta Bahía Frailes en la costa oriental del sur de la península (Figura 2).

La Bahía de La Paz, se localiza en la costa suroriental de la península, entre los paralelos 24° 05' y 24° 50' latitud Norte y los meridianos 110° 17' y 110° 44' longitud Oeste, tiene un área aproximada de 1972 km<sup>2</sup> y una línea de costa de 127 km, a partir de Punta Cabeza de **Mechudo** en el extremo noroeste hasta Punta Coyote en el sureste; está caracterizada por una plataforma continental angosta o, en partes, inexistente y en su línea de costa prevalecen depósitos de playa (Nava-Sánchez y Cruz-Orozco, 1989). Las capturas de dorado se realizan entre las islas Espíritu Santo y Cerralvo que bordean por el oriente la bahía (Figura 2).

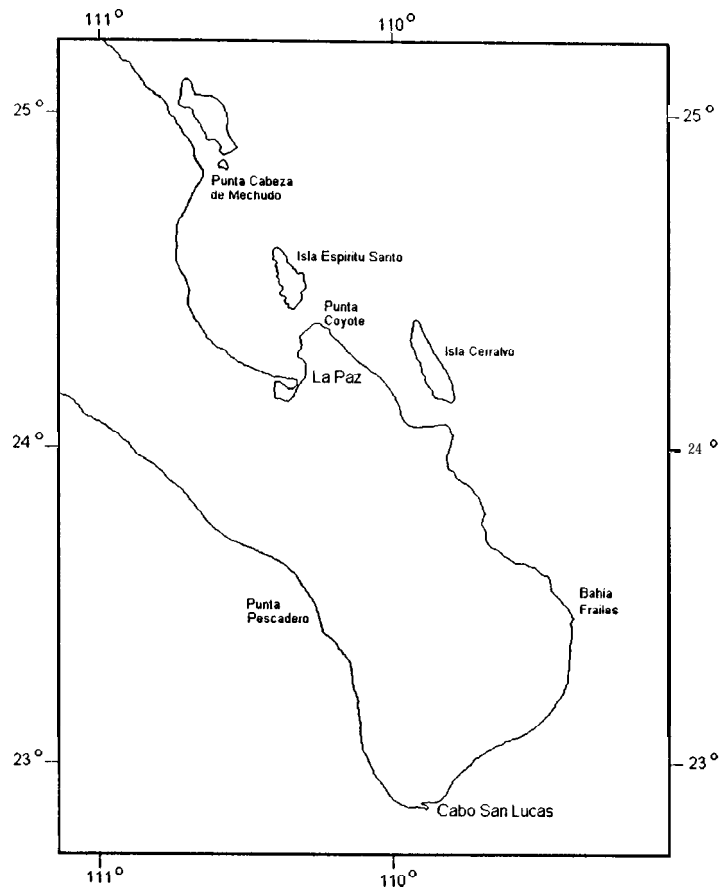


Figura 2. Área de estudio.

## 6. Material y métodos

### 6.1. Muestreo

Los muestreos fueron realizados por los integrantes del proyecto “Estudios biológicos en especies de peces de pesca deportiva”, del Departamento de Pesquerías y Biología Marina del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR-IPN), desde noviembre de 1989 hasta julio de 1993. Dichos muestreos se efectuaron sobre las capturas de la flota deportiva desembarcadas en el puerto de Cabo San Lucas, con una frecuencia mensual, durante tres días al final de cada mes. En el puerto de La Paz las muestras se tomaron todos los días que duraba el torneo de pesca de verano y el de otoño.

El muestreo consistió en el registro, en una bitácora de campo, de la talla, peso y sexo de los dorados, *C. hippurus*. A partir de abril de 1992 hasta julio de 1993 se recolectaron, además, las escamas para la determinación de la edad y crecimiento individual.

La talla se midió con una cinta métrica flexible de 3 m de longitud y una precisión de 1 cm, considerando desde la punta del hocico hasta la horquilla de la cola (Longitud Furcal, LF en centímetros) (Figura 3). El peso fue determinado usando una balanza de reloj con una capacidad de 15 kg y una precisión de 50 g, los organismos de más de 15 kg se pesaron en la báscula instalada en el puerto de descarga la cual tenía una precisión de 100 g. El sexo se determinó por el dimorfismo sexual que presentan (Figura 3).

La colecta de escamas se realizó empleando un cuchillo con el que se removieron entre 20 y 30 escamas de la región localizada por encima de la línea lateral al final de la aleta pectoral en el costado izquierdo, como es recomendado por Beardsley (1967) y Ehrhardt (1981) (Figura 3). A cada ejemplar se le asignó un número de registro, el cual se empleó para identificar sus medidas y las escamas que le pertenecían, anotando este número en la bolsa de plástico donde se colocaron las escamas de cada ejemplar.

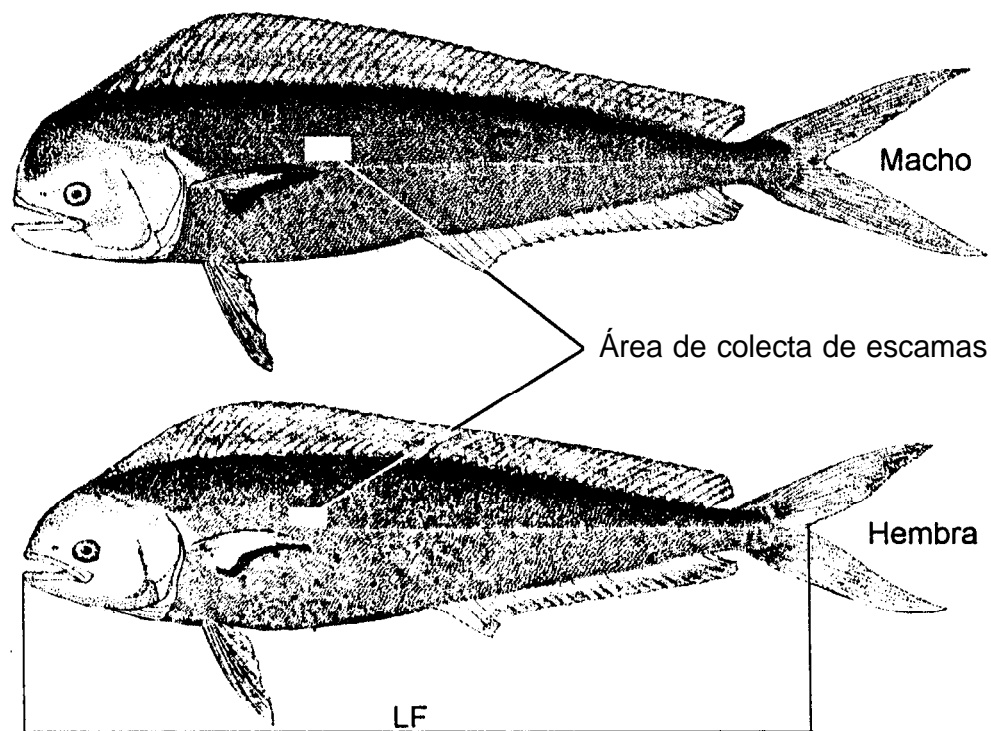


Figura 3. Macho y hembra de dorado, *Cotyphaena hippurus*; Longitud Furcal, LF.



En el laboratorio las escamas (Figura 4) de cada ejemplar se lavaron con agua y jabón, seleccionándose de 10 a 15 escamas no regeneradas, las cuales fueron montadas entre dos portaobjetos de vidrio uniéndolos con cinta adhesiva. Sobre la cinta sólo se anotó el número de registro del ejemplar correspondiente.

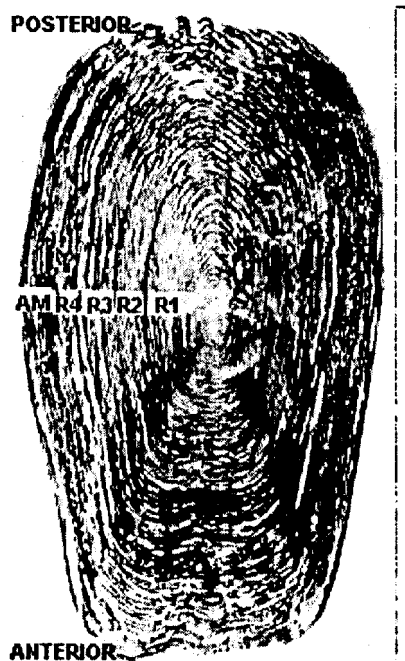


Figura 4. Medidas de la escama:  $R_n$ , radios a cada marca de crecimiento; AM, ancho del margen.

## 6.2. Relación entre el tamaño del organismo y la escama.

Se tomaron medidas de la escama con un micrómetro ocular, considerándose las distancias del foco a cada marca de crecimiento, el radio total de la escama y el ancho del borde de la escama (Figura 4).

El análisis de los datos se efectuó combinando los sexos, considerando de este modo también a los organismos que no se pudieron sexar, y por sexos separados. Al análisis por sexos separados lo denotamos por el sexo correspondiente y a la combinación de sexos como sexos combinados.

Los datos de la longitud furcal de los organismos (LF) y el radio total de las escamas (RT) se usaron para establecer el tipo de relación entre estas medidas y con ello determinar la validez del uso de la escama en el estudio de edad y crecimiento. Como en el muestreo se obtuvieron mas organismos de unas tallas que de otras, para balancear la muestra se tomó una submuestra del total de registros de sexos combinados, formando intervalos en base a los radios totales de las escamas. La amplitud de los intervalos fue de 0.5 unidades de micrómetro y se seleccionaron al azar 15 registros para cada intervalo. Los datos de la submuestra se ajustaron a una línea recta, con la siguiente expresión (Ricker, 1973):

$$LF = a + b(RT)$$

Donde :

LF = Longitud Furcal del pez.

RT = Radio Total de la escama.

a = Punto de intersección con el eje LF.

b = Pendiente de la recta.

El valor de "b" resultante se evaluó con un análisis de variancia para determinar si la pendiente de la recta tenía un valor diferente de cero y si existía relación entre RT y LF.

La relación lineal resultante también se utilizó para retrocalcular las longitudes a edades pretéritas y compararlas con las longitudes observadas en estas edades. La ecuación de retrocálculo se aplicó empleando en cada caso la medida del radio a cada marca de edad, en la forma siguiente (Ehrhardt, 1981):

$$L_n - C = \frac{r_n}{RT} (LF - C)$$

Donde :

LF = Longitud Furcal del pez.

RT = Radio Total de la escama.

$r_n$  = Radio a la marca de edad "n".

$L_n$  = Longitud furcal a la edad "n".

C = Ordenada al origen de la relación RT-LF.

La relación RT-LF se realizó para sexos combinados y por sexos separados y las tres regresiones lineales obtenidas se compararon con una prueba de comparación múltiple de las pendientes y las elevaciones, la cual usa un estimado F de Fisher para probar la hipótesis nula de que las regresiones evaluadas son semejantes (Zar, 1974).

### 6.3. Determinación de edad.

Para la determinación de la edad del dorado capturado por la flota deportiva al sur de la Península de Baja California, se utilizó el método directo de lectura de marcas de crecimiento en las escamas y el método indirecto de análisis de la distribución de frecuencias de tallas.

#### 6.3.1. Método directo.

Los criterios de lectura de escamas empleados para identificar las marcas de crecimiento fueron tomados de Beardsley (1967), y son los siguientes:

a) El espacio entre los *circuli* se reduce cuando se forma el anillo o marca de crecimiento y se amplía posteriormente.

b) Los *circuli* se presentan interrumpidos o rotos.

c) La disposición unida de los *circuli* en la parte postero-lateral de la escama.

La lectura de las escamas del dorado fue realizada por dos personas en forma independiente. Estas lecturas se realizaron usando un microscopio estereoscópico con luz transmitida (16X). Con la prueba de Kolmogorov-Smirnov, se compararon los resultados de cada lector para determinar la consistencia de los criterios de lectura que emplearon ambos lectores, para ello se aplicaron las siguientes ecuaciones (Sokal y Rohlf, 1969):

$$D\alpha = \sqrt{\left(\frac{n_1 + n_2}{n_1 \cdot n_2}\right)} \cdot K\alpha \quad K\alpha = \sqrt{\frac{-\ln\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{2}}$$

Donde :

$D_{\alpha}$  = Diferencia máxima entre las lecturas.

$K_{\alpha}$  = Estadístico de la prueba.

$n_1$  = Número de lecturas del primer lector.

$n_2$  = Número de lecturas del segundo lector.

$\alpha$  = Grados de libertad.

A las tallas promedio para cada edad estimadas se les determinó intervalos de confianza con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 95% para compararlas con las tallas promedio retrocalculadas y con las tallas promedio del método indirecto, aplicando el método que para la comparación de medias con **varianza** conocida propone Kreyszig, (1989).

### 6.3.2. Método indirecto.

La determinación indirecta de la edad fue realizada empleando las frecuencias de tallas en cada año durante el período de enero de 1990 a julio de 1993. Dichas frecuencias pertenecen tanto a los muestreos de La Paz como a los de Cabo San Lucas, ya que se consideró que era muy probable que las capturas deportivas exploten un mismo stock pesquero, por la cercanía de las dos zonas y por la naturaleza altamente migratoria de la especie.

Para la identificación de los grupos de edad empleando las frecuencias de talla se usó el paquete computacional ELEFAN (Electronic Length Frequency Analysis), el cual utiliza el método de Battacharya que permite identificar las

diferentes componentes normales contenidas en una distribución de frecuencias de tallas. Los diferentes grupos de edad contenidos en una distribución de frecuencias de tallas, están representados por cada componente normal de la distribución total de frecuencias (Sparre, 1989). Las tallas por grupo de edad estimadas para cada distribución anual de frecuencias (1990, 1991, 1992 y 1993), se promediaron para obtener un solo valor de talla para cada edad.

#### 6.4. Validación de las determinaciones de edad.

Los datos del ancho del margen de las escamas, fueron promediados mensualmente y se analizó su variación desde abril de 1992 a julio de 1993. Los cambios en el ancho del margen de las escamas se relacionaron con la variación de la temperatura superficial del mar observada al sur de la península durante el mismo período, los registros de temperatura empleados fueron los de la Comisión Interamericana de Atún Tropical (CIAT) (Miller, 1992 y 1993). También se relacionó con el ciclo de madurez gonádica, considerándose para ello la frecuencia de organismos reproductivamente activos (organismos maduros, en desove y desovados) (García-Melgar, 1995).

#### 6.5. Relación Longitud-Peso.

La relación longitud-peso para el dorado, *Coryphaena hippurus*, se estableció tomando en cuenta la longitud furcal LF y el peso total PT de los ejemplares

muestreados en Cabo San Lucas y La Paz, B.C.S. La función utilizada para describir la relación LF vs PT fue la siguiente:

$$PT = a \cdot LF^b$$

Donde:

PT = Peso total del individuo

LF = Longitud Furcal del ejemplar.

a = Ordenada al origen o factor de condición.

b = Pendiente de la curva o parámetro de alometría.

La estimación de la pendiente (b) y de la ordenada al origen (a) se realizó a través de una regresión lineal por mínimos cuadrados, para lo cual los datos de LF y PT se transformaron a logaritmos de base 10 y se ajustaron a una línea recta (Ricker, 1979).

La relación longitud-peso se determinó para sexos combinados y para machos y hembras, según lo recomienda Ricker (1979). Posteriormente se analizaron los valores de (b), resultantes de la relación para machos y para hembras, y se aplicó una prueba estadística de F (distinción entre dos pendientes), para determinar si existen diferencias en el crecimiento debido al sexo. La fórmula aplicada fue la siguiente (Sokal y Rohlf, 1969):

$$F_s = \frac{\sum y_1^2 - \frac{(\sum xy)_1^2}{\sum x_1^2} + \sum y_2^2 - \frac{(\sum xy)_2^2}{\sum x_2^2}}{a_1 + a_2 - 4}$$

Donde :

$F_s$  = Estimado de  $F$ .

$x_1$  y  $x_2$  = Longitudes de los machos y de las hembras.

$y_1$  e  $y_2$  = Pesos de los machos y de las hembras.

$a_1$  y  $a_2$  = Número de machos y número de hembras.

#### 6.6. Crecimiento individual.

Las tallas promedio por grupo de edad ( $L_t$ ), que se estimaron por el método directo de determinación de edad, fueron las que sirvieron de base para determinar las tasas de crecimiento individual del dorado. Para esto se empleó el modelo de crecimiento de Von Bertalanffy, por ser el modelo que otros autores han utilizado y de esta manera poder compara los resultados de este trabajo con los que se han realizado previamente. Las ecuaciones matemáticas de este modelo expresadas en talla y peso son las siguientes:

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

$$P_t = P_\infty \left[ 1 - e^{-k(t-t_0)} \right]$$

Donde:

$L_t$  = Longitud al tiempo  $t$ .

$P_t$  = Peso al tiempo  $t$ .

$L_\infty$  = Longitud asintótica promedio.



$P_{\infty}$  = Peso asintótico promedio.

$k$  = Constante de crecimiento.

$t_0$  = Edad cuando la longitud es igual a cero.

$t$  = Edad de los organismos.

Con el propósito de comparar los valores de los parámetros  $L_{\infty}$ ,  $k$  y  $t_0$  del modelo de crecimiento de Von Bertalanffy, se estimaron estos por los métodos siguientes:

#### 6.6.1. Método de Pauly y Beverton-Holt.

En esta combinación de métodos, el valor de  $L_{\infty}$  se estimó utilizando la ecuación citada en Pauly (1984), en la forma siguiente:

$$L_{\infty} = \frac{L_{\max}}{0.95}$$

Donde:

$L_{\max}$  = Longitud del organismo más grande en la muestra.

$L_{\infty}$  = Longitud asintótica promedio.

Una vez obtenido el valor de  $L_{\infty}$  por el método de Pauly, se estimaron los parámetros  $k$  y  $t_0$  aplicando la regresión lineal de Beverton-Holt (Ehrhardt, 1981).

Para ello el valor de  $L_{\infty}$  estimado anteriormente se aplicó en la ecuación siguiente:

$$\ln\left(1 - \frac{L_t}{L_{\infty}}\right) = kt, - kt$$

En la cual  $B = -k$  y  $A = kt_0$

Donde:

$L_t$  = Longitud a la edad  $t$ .

$L_\infty$  = Longitud infinita.

$t$  = Edad de los organismos.

$B$  = Pendiente de la recta.

$A$  = Intercepto de la recta.

$k$  = Constante de crecimiento.

$t_0$  = Edad cuando la longitud es igual a cero.

#### 6.6.2. Método de López-Veiga.

Para la estimación de los parámetros de crecimiento  $L_\infty$ ,  $k$  y  $t_0$ , con el método propuesto por López-Veiga (Ehrhardt, 1981), se aplicaron las siguientes ecuaciones:

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

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

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

Donde:

$L_{t_1}$  = Longitud para la edad  $t_1$ .

$L_{t_2}$  = Longitud para la edad  $t_2$ .

$L_0$  = Longitud en el momento de la eclosión.

El valor de  $L_{t_1}$  utilizado en estas estimaciones corresponde al de la longitud promedio del grupo de edad 2 y el de  $L_{t_2}$  a la longitud promedio del grupo de edad 4.  $L_0$  corresponde a un valor de 4.0 mm, que es la longitud total del dorado, *Coryphaena hippurus*, al momento de la eclosión de la larva (Uchiyama, et al. 1986; Szyper, 1991).

#### 6.6.3. Método Iterativo de Marquardt.

Los parámetros del modelo de Von Bertalanffy se estimaron a través del análisis de regresión para un modelo no-lineal, del programa computacional STATGRAPHICS<sup>MR</sup>, el cuál utiliza el algoritmo de Marquardt (Conway et al., 1970), con la finalidad de encontrar un mejor ajuste al modelo de Von Bertalanffy. Para que el programa iniciara su rutina se alimentó con el valor de los parámetros de crecimiento  $L_\infty$ ,  $k$  y  $t_0$ , resultantes de la combinación de los métodos de Pauly y Beverton-Holt.

#### 6.6.4. Utilización del paquete computacional ELEFAN.

Otra estimación de los parámetros del modelo de Von Bertalanffy fue realizada utilizando la opción de análisis de superficie de respuesta, contenida en el paquete computacional ELEFAN (Gayanilo et al., 1989). En esta estimación se consideraron los datos de la distribución de frecuencia de tallas, registradas en las capturas de dorado durante el período de enero de 1990 a julio de 1993 y los valores de los parámetros resultantes de la combinación de los métodos de Pauly y Beverton-Holt para iniciar la rutina del programa.

Para comparar las curvas de crecimiento estimadas por los diferentes métodos se aplicó la prueba de chí prima de Munro, en la cual se utilizan los logaritmos naturales de  $k$  y  $L_{\infty}$  de cada método en la forma siguiente (Sparre, 1989):

$$\phi' = \ln k + 2 \cdot \ln L_{\infty}$$

#### 6.7. Estructura de tallas.

La estructura por tallas de la captura deportiva del dorado, *Coryphaena hippurus*, se determinó agrupando los datos en intervalos de 5 cm. Esto se hizo anualmente desde 1989 a 1993, juntando los datos de ambas zonas de muestreo. Se **realizó** la estructura de tallas para sexos combinados y para cada sexo por separado.

#### 6.8. Estructura de edades.

Basándonos en el modelo de crecimiento en tallas, determinado para sexos combinados, durante el período de abril de 1992 a julio de 1993, se estimaron las edades de los individuos muestreados en el período en que no se colectaron escamas. Así se reconstruyó la estructura por edades anual para el período de noviembre de 1989 a marzo de 1992, estimando la edad dependiendo de la talla de cada uno de los individuos y agrupando este resultado anualmente.

## 7. Resultados

### 7.1. Muestreo.

Durante el período de noviembre de 1989 a marzo de 1992 se registraron 509 individuos en total, de los cuales 274 fueron machos, 205 hembras y 30 no sexados (Tabla I).

Tabla I.- Muestreo de noviembre de 1989 a marzo de 1992.

Fecha	Machos	Hembras	No sexado	Total
Nov-1989	6	8	0	14
Ene-1990	5	5	1	11
Feb-1990	2	3	3	8
Mzo-1990	0	7	0	7
Jun-1990	40	15	3	58
Jul-1990	28	12	0	40
Ago-1990	51	15	0	66
Sep-1990	6	10	2	18
Oct-1990	6	47	0	53
Nov-1990	7	8	0	15
Ene-1991	5	4	0	9
Feb-1991	2	3	0	5
Abr-1991	4	4	0	8
Jun-1991	13	9	18	40
Jul-1991	30	3	0	33
Ago-1991	0	8	0	8
Oct-1991	4	2	3	9
Feb-1992	47	29	0	76
Mzo-1992	18	13	0	31
suma total	274	205	30	509

El tamaño de la muestra obtenida cambió de un mes a otro, debido a que la disponibilidad del recurso en el área es variable a lo largo del año. Para el período de abril de 1992 hasta julio de 1993, cuando además se colectaron escamas, se

registró un total de 620 individuos, de los cuales 256 fueron machos, 283 hembras y 81 no sexados (Tabla II). La recolecta de escamas se realizó tan sólo en 450 individuos, debido a que algunos ejemplares se destinaron a taxidermia y no se nos permitió la colecta de escamas.

Tabla II.- Muestreo de abril de 1992 a julio de 1993 y número de escamas obtenidas en cada mes.

Fecha	Machos	Hembras	No sexado	Escama	Total
Abr-1992	12	0	0	8	12
Mav-1992	5	4	0	9	9
Jun-1992	0	10	1	11	11
Jul-1992	11	12	4	20	27
Ago-1992	22	39	2	13	63
Sep-1992	16	27	5	24	48
oct-1992	41	48	17	77	106
Nov-1992	43	52	4	73	99
Dic-1992	24	30	4	49	58
Ene-1993	4	3	21	23	28
Feb-1993	3	2	0	3	5
Mzo-1993	6	10	1	16	17
Abr-1993	5	7	0	6	12
Mav-1993	3	4	0	1	7
Jun-1993	21	10	4	34	35
Jul-1993	40	25	18	83	83
suma total	256	283	81	450	620

## 7.2. Relación entre el tamaño del organismo y la escama.

En la Figura 5 se muestra la relación existente entre el radio total de la escama RT (medidos en unidades de micrómetro a 16X) y de la longitud furcal LE de los peces, observándose que conforme aumenta el radio total de la escama aumenta la talla del organismo. Esto significa que los organismos crecen en forma

proporcional al crecimiento de las escamas por lo que esta estructura puede ser empleada para determinar el crecimiento de los dorados capturados por la flota deportiva en Cabo San Lucas y La Paz.

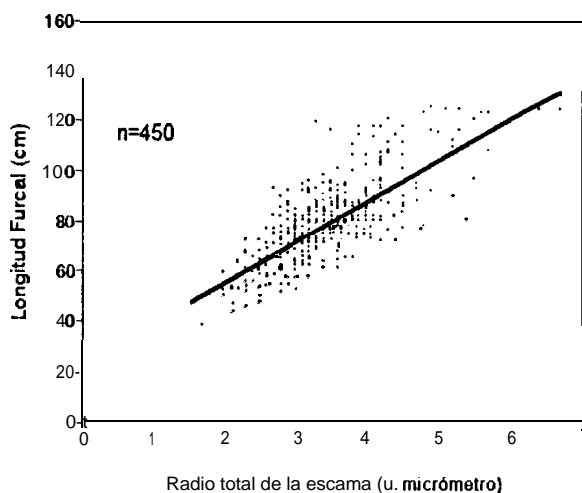


Figura 5. Relación entre la Longitud Furcal del pez y el Radio Total de la escama para sexos combinados

La ecuación de la línea recta que describe la relación entre RT y LF para sexos combinados empleando la submuestra de 15 individuos por cada intervalo de radio fue:

$$LF = 22.83 + (17.54 * RT)$$

Esta relación se estableció con un coeficiente de determinación  $r^2=0.75$ , el cual nos indica un alto grado de relación entre estas dos variables. La relación entre estas variables se comprobó con el análisis de variancia y de acuerdo al resultado la pendiente tiene un valor diferente de cero.



La comparación de las regresiones lineales de sexos combinados, machos y hembras, mostró que estas son semejantes ya que el F estimado resultó ser menor (2.71) al F de tablas (3.07) a un 95% de confianza (Rohlf y Sokal, 1981), es decir que la relación entre el crecimiento del pez y el crecimiento de la escama no está influenciada por el sexo. Por lo tanto, el retrocálculo se realizó tan sólo con la relación de sexos combinados y es válido tanto para machos como para hembras.

Tabla III.- Resultados del retrocálculo de tallas pretéritas para los diferentes grupos de edad en sexos combinados.

COMBINADOS	Grupos de Edad				
	1	2	3	4	5
LF máxima	84.34	111	115.37	137	134.53
LF mínima	41	53.81	60	71.85	107.91
LF promedio	55.22	73.88	88.74	109.08	121.47
Desv. estand.	7.26	11.14	13.81	16.07	8.48
n	106	86	47	22	9

### 7.3. Determinación de edad.

#### 7.3.1. Método directo.

La indicación más frecuente que permitió determinar la presencia de marcas de crecimiento en las escamas del dorado fue la abrupta disminución del ancho del espacio entre los circuli. El número total de marcas observadas en las muestras de escamas varió de 1 hasta 5 y no se presentaron escamas sin marca.

El porcentaje de escamas legibles fue de más del 90% para los dos lectores (Tabla IV).

Tabla IV.- Resultados de las lecturas de ambos lectores.

Grupos de edad	Primer lector	Segundo lector
1	69	97
2	207	221
3	97	82
4	23	18
5	11	4
<b>Escamas leídas</b>	<b>407</b>	<b>422</b>
<b>Escamas ilegibles</b>	<b>43</b>	<b>28</b>
<b>Total de escamas</b>	<b>450</b>	<b>450</b>
<b>% arovechadas</b>	<b>90.24</b>	<b>93.57</b>

En la Figura 6, se observa que la mayoría de los individuos presentaron de una a tres marcas de crecimiento, predominando los individuos con dos marcas. Los individuos con cuatro y cinco marcas fueron más escasos en comparación con los individuos con una, dos y tres marcas.

Las lecturas de ambos lectores pueden considerarse indistintamente, de acuerdo con el resultado de la prueba estadística de Kolmogorov-Smirnov, ya que la diferencia máxima observada (0.07) es menor que la diferencia teórica a un 95% de confianza (0.09) (Rohlf y Sokal, 1981), por lo que se considera que no hay diferencias entre lectores y por esa razón para las determinaciones de crecimiento se emplearon las lecturas del primer lector, que corresponde al autor de esta tesis.

Las tallas promedio por grupo de edad estimadas por el método directo para ambos sexos, machos y hembras, así como sus intervalos de confianza, se muestran en los apéndices 1, 2 y 3.

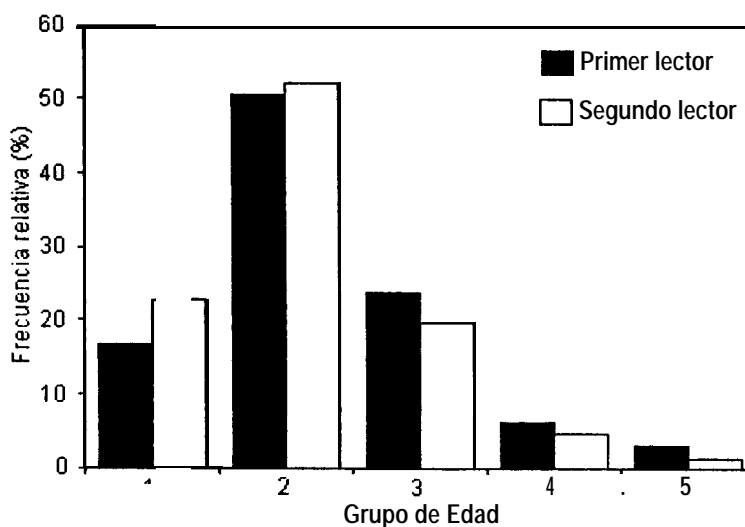


Figura 6. Comparación de las lecturas de ambos lectores.

### 7.3.2. Método indirecto.

En el análisis de la distribución anual de frecuencias de tallas para los datos de 1990 a 1993, utilizando el paquete ELEFAN, se determinaron 5 grupos de edad en todos los años cuando se consideraron los sexos combinados (Figura 7), al separar los sexos se determinaron 5 y 4 grupos de edad en el caso de los machos (Figura 8) y de 2 a 4 grupos de edad en el caso de las hembras, siendo el año de 1992 donde se determinaron el mayor número de grupos de edad (Figura 9). Cuando se separaron los sexos se redujo el número de ejemplares considerados en cada distribución anual y algunas veces no se pudieron considerar grupos de edad porque las frecuencias eran mínimas.

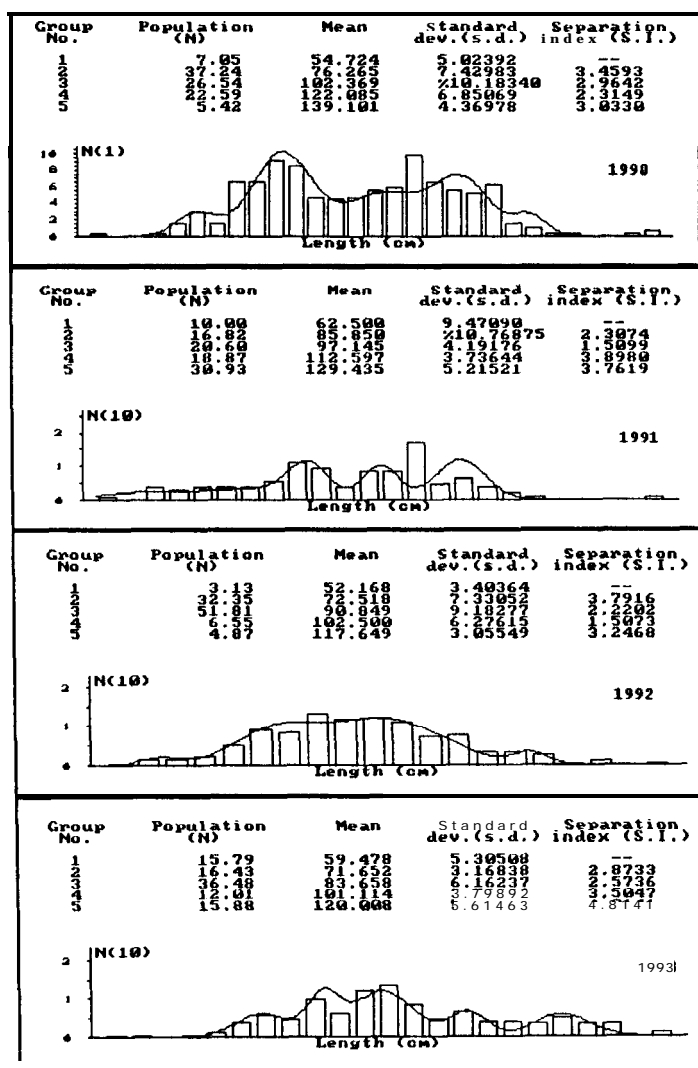


Figura 7. Grupos de edad estimados a partir de tallas para sexos combinados .

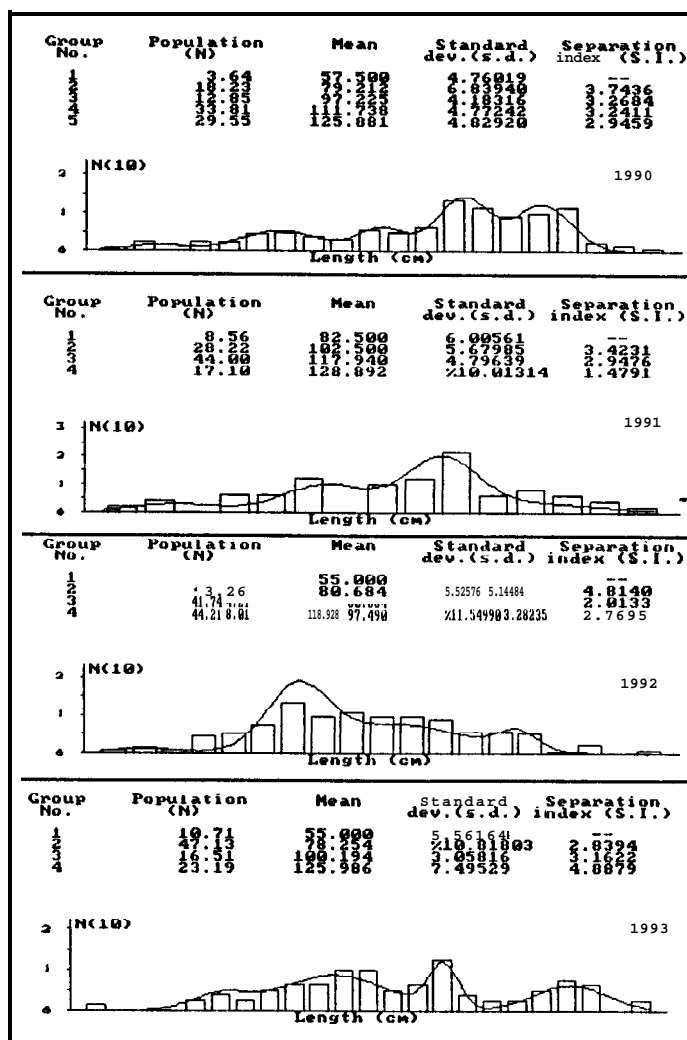


Figura 8. Grupos de edad estimados a partir de tallas para machos .

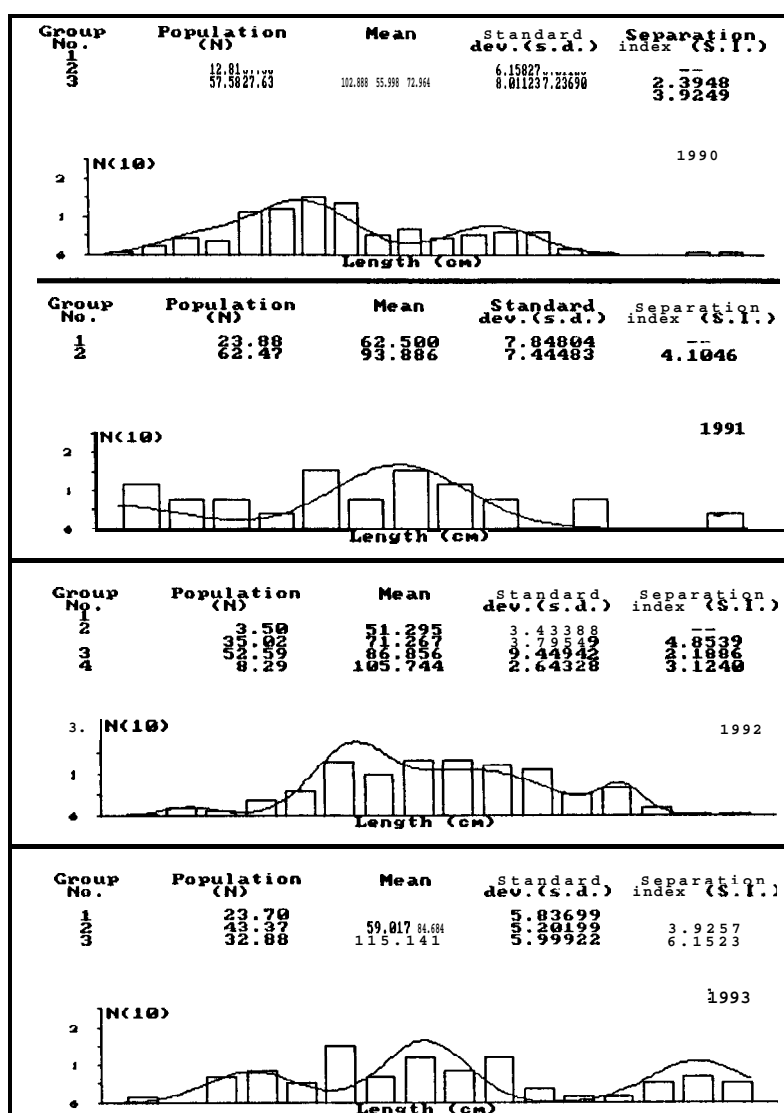


Figura 9. Grupos de edad estimados a partir de tallas para hembras

#### 7.4. Validación de las determinaciones de edad.

Al analizar la variación mensual del incremento del ancho del margen de las escamas del dorado, desde abril de 1992 a julio de 1993, se encontró que de abril a noviembre el ancho del margen aumenta y de diciembre a marzo disminuye. Esta variación en el ancho del margen de la escama está relacionada con los cambios en la temperatura superficial del mar en un ciclo anual (Figura 10). Este comportamiento indica que la periodicidad con la que se forman las marcas de crecimiento es de un año, considerando que el mes de marzo es cuando termina la formación de dicha marca.

También se observó relación con el ciclo reproductivo, ya que el número de individuos reproductivamente activos presenta una variación similar a la del ancho del margen en las escamas con un máximo de actividad reproductiva al final del año (García-Melgar, 1995) (Figura 10).

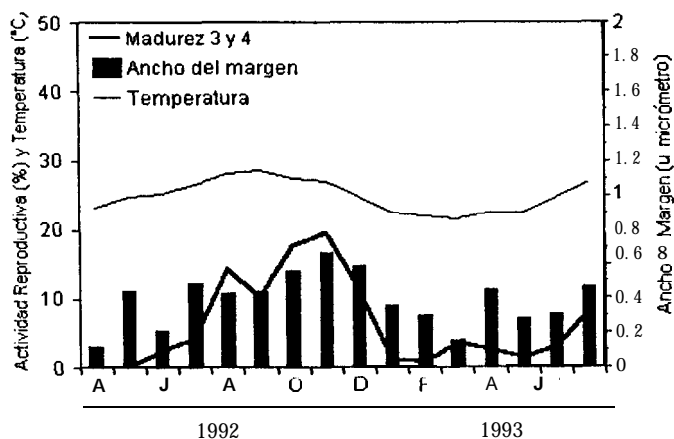


Figura 10. Comparación de la actividad reproductiva del dorado *Coryphaena hippurus* con el incremento del margen de la escama y la temperatura superficial del mar desde abril de 1992 a julio de 1993.

### 7.5. Relación Longitud-Peso.

El peso de los dorados registrado durante el período de abril de 1992 a julio de 1993, estuvo entre 0.35 kg y 30 kg con una moda en los 3 kg en el caso de sexos combinados y machos (Figuras 11 y 12). El intervalo de peso en las hembras fue de 0.5 kg a 24 kg con moda en los 2 kg (Figura 13).

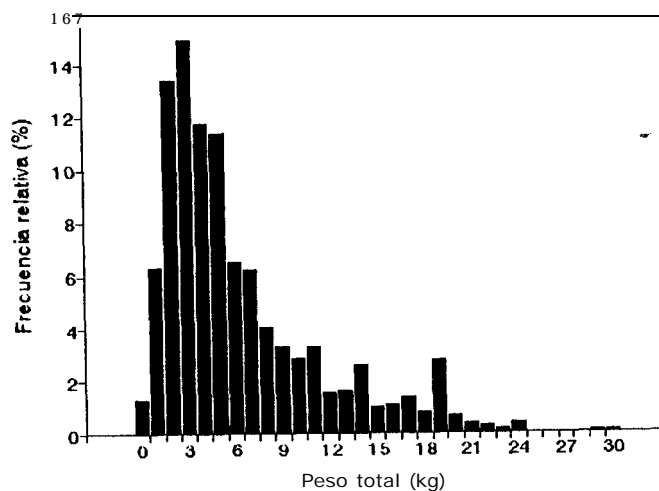


Figura 11. Distribución de frecuencias de peso para sexos combinados.

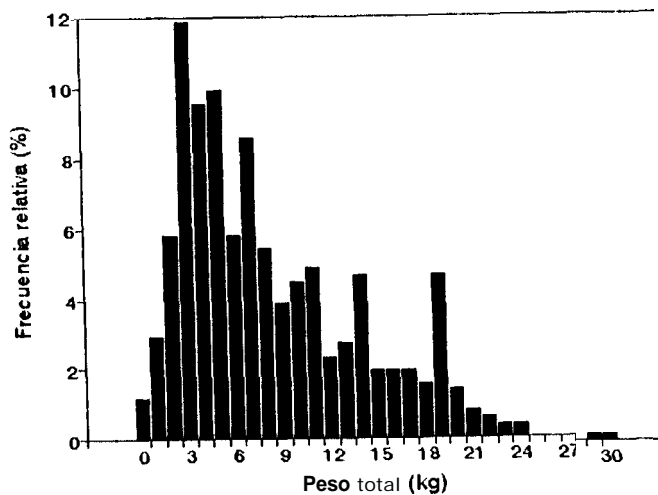


Figura 12. Distribución de frecuencias de peso para machos.



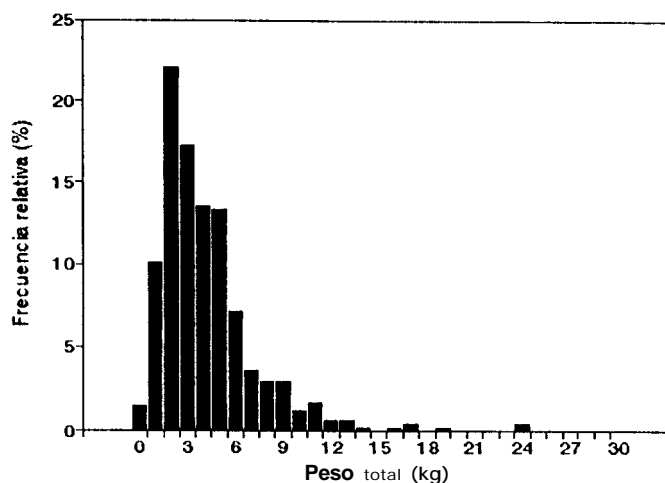


Figura 13. Distribución de frecuencias de peso para hembras.

En la Tabla V se muestra un resumen de las relaciones longitud-peso encontradas para sexos combinados, machos y hembras. En esta tabla se observa que los valores estimados para el parámetro de alometría "b" son muy cercanos a 3 en todos los casos, lo que nos indica que el crecimiento de esta especie es o está muy cerca de ser isométrico. El valor del coeficiente de determinación  $r^2$  en las relaciones fue muy alto, lo que significa que los valores de peso y longitud están estrechamente relacionados.

Tabla V.- Resumen de resultados de las relaciones longitud-peso estimadas para sexos combinados, machos y hembras.

	Combinados	Machos	Hembras
a	2.3E-05	1.3E-05	2.5E-05
b	2.77	2.9	2.73
n	1010	508	468
$r^2$	0.87	0.91	0.9

Al comparar las relaciones peso-longitud por sexos, se observó que existen diferencias. Aproximadamente a los 75 cm LF los machos empiezan a ser más pesados que las hembras de su misma talla y, conforme los organismos alcanzan tallas mayores, esta diferencia se va incrementando. La prueba de F respalda este hecho evidente, ya que el valor estimado de  $F_s$  resultó ser menor que el valor de  $F$  teórico a un 95% de confianza (Steel y Torrie, 1980), por lo que las pendientes son diferentes, es decir que la relación de peso y longitud para machos es diferente a la de las hembras (Figura 14).

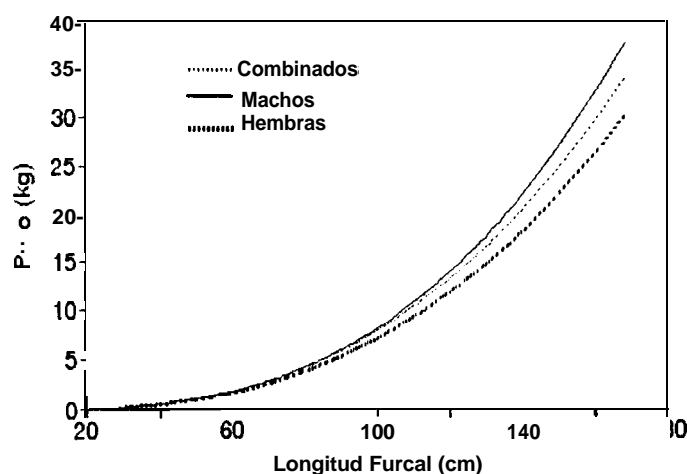


Figura 14. Relación entre la Longitud y el Peso para sexos combinados, machos y hembras del dorado, *Coryphaena hippurus*.

#### 17.6. Crecimiento individual.

El resultado de la determinación de las tallas promedio para cada grupo de edad, estimadas por los métodos directo (lectura de escamas), retrocálculo (uso de la relación RT - LF) e indirecto (análisis de frecuencia de tallas), se presenta en la

Tabla VI. Se puede notar que existe consistencia entre las estimaciones logradas por cada uno de los métodos.

Tabla VI.- Tallas promedio (cm) por grupo de edad, estimadas a través del método directo de lectura de escamas, retrocálculo e indirecto de Battacharya, para sexos combinados, machos y hembras.

COMBINADOS	Grupo de Edad				
Método	1	2	3	4	5
Directo	67	82	89	109	124
Retrocálculo	55	74	89	109	121
Indirecto	57	77	94	110	127

MACHOS	Grupo de Edad				
Método	1	2	3	4	5
Directo	67.33	82.64	92.37	109.71	123.44
Retrocálculo	55.22	73.88	88.74	109.08	121.47
Indirecto	56	80	99	118	127

HEMBRAS	Grupo de Edad			
Método	1	2	3	4
Directo	66.78	81.06	85.36	105
Retrocálculo	55.22	73.88	88.74	109.08
Indirecto	57	80	102	106

Los intervalos de confianza (Apéndices 1, 2 y 3), en los grupos de edad tres, cuatro y cinco, abarcan las tallas estimadas con el retrocálculo y con el método indirecto. Pero los intervalos de confianza de los grupos de edad uno y dos, no abarcan las tallas promedio estimadas indirectamente y por el retrocálculo para estos grupos, pues son más chicas que las observadas con el método directo, lo que se atribuye al fenómeno de Rosa Lee.

No obstante la poca variación observada en las estimaciones de la talla promedio por grupo de edad, para el cálculo de los parámetros del modelo de crecimiento de Von Bertalanffy y para la estimación de la tasa anual de crecimiento sólo se tomaron en cuenta las estimaciones obtenidas con el método directo. Las otras estimaciones nos permiten tener una mayor confiabilidad en estos resultados.

Las estimaciones de la talla promedio para cada grupo de edad, así como su desviación estándar y valores máximos y mínimos, considerando los datos del método directo de determinación de edad, se presentan en la Figura 15. Podemos observar que el crecimiento del dorado, *C. hippurus*, es muy rápido ya que en dos años alcanzan una talla mayor a 80 cm LF.

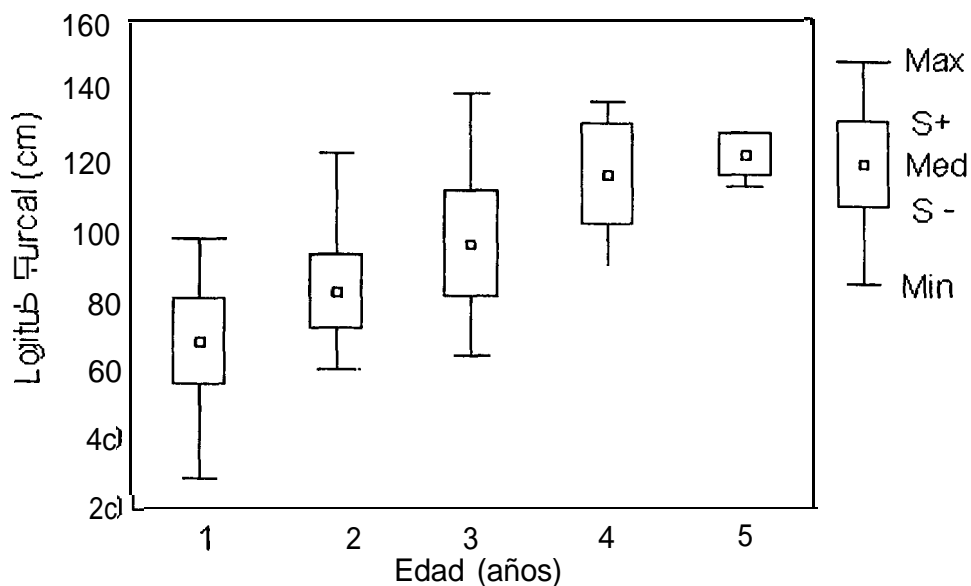


Figura 15. Tallas promedio, desviación estándar y máximos y mínimos de los diferentes grupos de edad

Los resultados de la estimación de los parámetros del modelo de Von Bertalanffy se presentan en la Tabla VII. Tomando en consideración el valor del

coeficiente de determinación  $r^2$ , podemos decir que la mejor estimación de los parámetros del modelo de Von Bertalanffy se logró con el método de Marquardt, tanto para sexos combinados como para machos y hembras.

Tabla VII.- Valores de los parámetros de la curva de crecimiento de Von Bertalanffy estimados con los métodos de: 1. Pauly, Beverton-Holt; 2. López Veiga; 3. Marquardt y 4. ELEFAN.

#### COMBINADOS

Parámetro	Método			
	1	2	3	4
LF inf.	146.32	120.22	122.15	135
k	0.34	0.57	0.57	0.87
to	-0.28	-0.01	-0.06	0.4
$r^2$	0.95	0.88	0.96	0.77
n	6	6	6	1129

#### MACHOS

Parámetro	Método			
	1	2	3	4
LF inf.	146.32	122.98	121.47	170
k	0.34	0.56	0.6	0.57
to	-0.28	-0.01	-0.06	0.4
$r^2$	0.95	0.88	0.96	0.77
n	6	6	6	530

#### HEMBRAS

Parámetro	Método			
	1	2	3	4
LF inf.	124.21	115.1	98.59	165.33
k	0.41	0.61	0.98	0.46
to	-0.36	-0.01	-0.01	0.4
$r^2$	0.93	0.87	0.97	0.77
n	5	5	5	488

La prueba de  $\phi'$ , empleada para comparar las curvas de crecimiento estimadas aplicando el valor de los parámetros  $L_{\infty}$  y  $k$  de cada método, dió como resultado que todos los métodos presentaron valores de  $\phi'$  semejantes, por lo que se considera que los estimados de los diferentes métodos son semejantes (Tabla VIII).

Tabla VIII.- Estimados de  $\phi'$  para este trabajo, con los métodos: 1. Pauly, Beverton-Holt; 2. López Veiga; 3. Marquardt y 4. ELEFAN; en el análisis para sexos combinados.

Estimado	Método			
	1	2	3	4
$\phi'$	8.88	9.01	9.05	9.67

De acuerdo con el valor de los parámetros estimado con el método de Marquardt, el crecimiento en talla para el dorado, *Coryphaena hippurus*, descrito con el modelo de Von Bertalanffy es el siguiente:

$$\text{Combinados} \quad L_t = 122.1496 * (1 - e^{-0.5724*(t + 0.0601)})$$

$$\text{Machos} \quad L_t = 121.4706 * (1 - e^{-0.6040*(t + 0.0495)})$$

$$\text{Hembras} \quad L_t = 98.5926 * (1 - e^{-0.9822*(t + 0.0137)})$$

Y el crecimiento en peso:

$$\text{Combinados} \quad W_t = 13.8779 * (1 - e^{-0.5724*(t + 0.0601)})^{2.77}$$

$$\text{Machos} \quad W_t = 14.4180 * (1 - e^{-0.6044*(t + 0.0495)})^{2.9}$$

$$\text{Hembras} \quad W_t = 6.9359 * (1 - e^{-0.9822*(t + 0.0137)})^{2.73}$$

En la Figura 16 se presenta el modelo de crecimiento de Von Bertalanffy para machos, hembras y sexos combinados. Es posible notar que en el dorado existe un crecimiento diferencial por sexos, donde para una misma edad los machos alcanzan tallas mayores que las hembras.

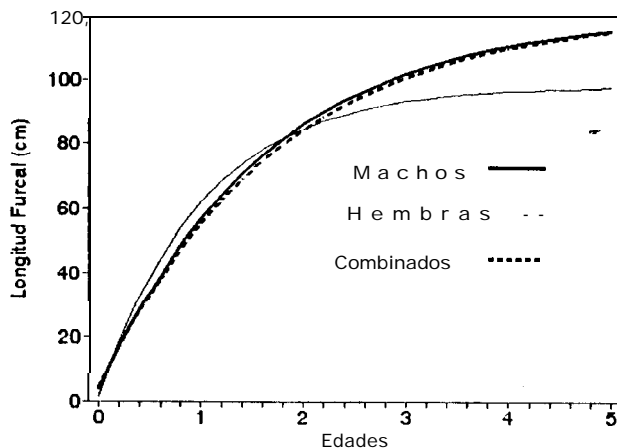


Figura 16. Modelo de crecimiento de Von Bertalanffy para machos, hembras y sexos combinados del dorado, *Coryphaena hippurus*

La tasa anual de crecimiento en talla del dorado, *C. hippurus*, de acuerdo al modelo de crecimiento de Von Bertalanffy, cuyos parámetros se estimaron con el método de Marquardt, se presentan en la Tabla IX. Podemos observar que el mayor incremento en talla, tanto para hembras como para machos, ocurre en el primer año de vida cuando alcanzan 62 y 57 cm LF, respectivamente.

Tabla IX.- Longitud Furcal promedio por grupo de edad y tasa de crecimiento para sexos combinados, machos y hembras.

Edades	Longitud Furcal Promedio (cm)			Tasa de Crecimiento (cm/año)		
	Machos	Hembras	Combinado	Machos	Hembras	Combinados
0	3.58	1.32	4.13	53.48	60.85	51.44
1	57.06	62.16	55.57	29.22	22.79	29.02
2	86.27	84.95	84.58	15.96	8.53	16.37
3	102.24	93.48	100.96	8.72	3.2	9.24
4	110.96	96.66	110.19	4.77	1.2	5.21
5	115.773	97.88	115.4			

La tasa anual de crecimiento en peso del dorado, *C. hippurus*, de acuerdo al modelo de crecimiento de Von Bertalanffy, cuyos parámetros se estimaron con el método de Marquardt, se presentan en la Tabla X.

Tabla X.- Pesos promedio y tasas de crecimiento para sexos combinados, machos y hembras.

Edades	Pesos Promedio (kg)			Tasa de Crecimiento (kg/año)		
	Machos	Hembras	Combinados	Machos	Hembras	Combinados
0	0	0	0	1.61	1.97	1.56
1	1.61	1.97	1.56	3.73	2.65	3.45
2	5.35	4.62	5.01	3.4	1.38	3.17
3	8.75	6	8.19	2.34	0.58	2.25
4	11.09	6.57	10.43	1.44	0.22	1.42
5	12.53	6.8	11.86			



Podemos notar que el mayor incremento en peso ocurre entre el primero y segundo año de edad, con una tasa anual de crecimiento en peso para los machos de 3.7 kg y para las hembras de 2.6 kg.

Los promedios de talla y edad para cada estación del año del período de noviembre de 1989 a julio de 1993, muestran que el reclutamiento se lleva a cabo en el verano ó en el otoño, pero, en este caso, sólo se observan dos reclutamientos uno en otoño de 1990 y el otro en verano de 1992 (Figura 17). Los organismos se reclutan a una edad de año y medio y una talla de 70 cm aproximadamente.

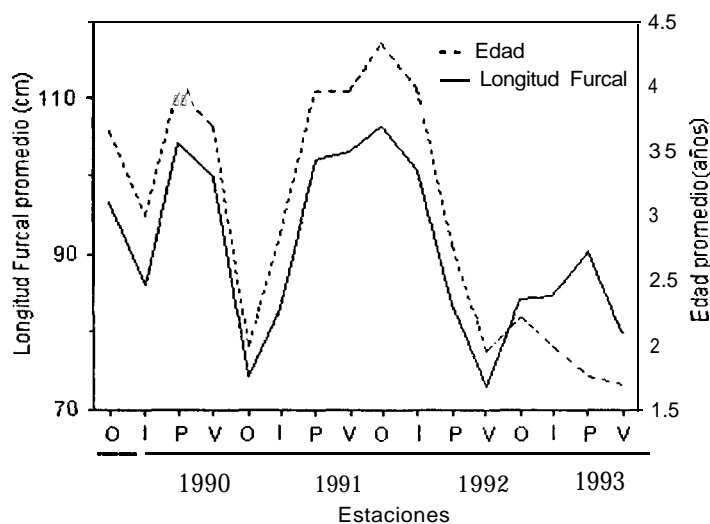


Figura 17. Promedios de talla y edad por estaciones del año.

### 7.7. Estructura de tallas.

La estructura por tallas de la captura deportiva de dorado, realizada de noviembre de 1989 a julio de 1993, está compuesta principalmente por organismos entre 70 y 110 cm LF (Figura 18). En 1989 el promedio de talla fue de 96.71 cm LF con intervalo de tallas menor a los otros años ya que sólo está representado el

muestreo de la captura del mes de noviembre, encontrando el 7.1% de los individuos entre los 30 y 70 cm LF, el 71.3% entre 70 y 110 cm LF y el 21.4% entre 110 y 170 cm LF; en 1990 la talla promedio se encontró en los 93.18 cm LF con el 19.9% de los individuos entre los 30 y 70 cm LF y un 52.5% de individuos entre 70 a 110 cm LF y 27.9% entre 110 a 170 cm LF; en 1991 la talla promedio se encontró en el valor más alto para todos los años, con 100.49 cm LF encontrando el 7.4% de individuos entre los 30 y 70 cm LF, 49.1% entre 70 y 110 cm LF y 43.5% entre 110 y 170 cm LF; en 1992 la talla promedio se encontró hacia los 84.52 cm LF, presentándose el 19.1% de los individuos entre los 30 y 70 cm LF, con un 73.6% en organismos entre 70 y 110 cm LF y 7.3% de organismos entre 110 y 170 cm LF; por último, en 1993 la talla promedio se encontró en 84.12 cm LF, con el 25.9% entre los 30 y 70 cm LF, 58.2% de individuos entre 70 y 110 cm LF y 15.9% entre 110 y 170 cm LF.

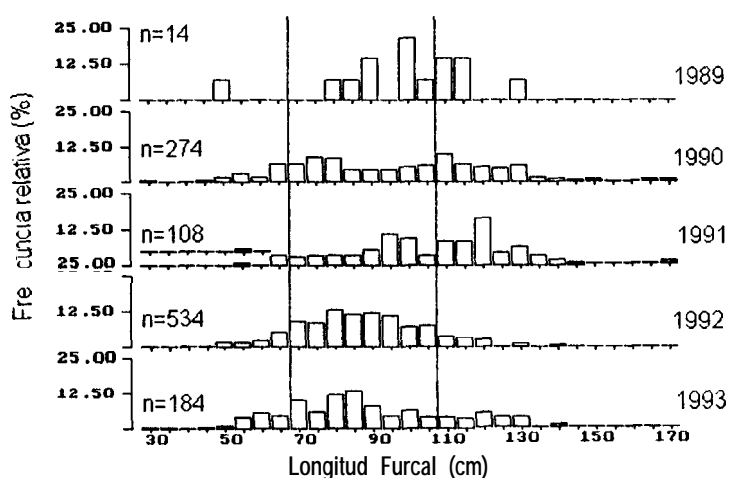


Figura 18. Distribución anual de frecuencias de talla de sexos combinados de dorado *Cotyphaena hippurus*.

En el caso de las hembras, en 1989 no se registraron individuos entre los 30 y 70 cm LF, pero entre los 70 y 110 cm LF se concentró el 87.5%, y entre los 110 y 170 cm LF el 12.5%. En 1990 entre los 30 y 70 cm LF se concentró el 33.7% de los individuos, el 60.6% entre individuos de 70 a 110 cm LF y 5.6% en los de 110 a 170 cm LF. Para 1991 los individuos en las tallas de 30 a 70 cm LF representaron 21.9% del total, los de 70 a 110 cm LF representaron el 68.9% y los de 110 a 170 cm LF el 9.4%. En 1992 en los dos primeros intervalos de talla se presentaron porcentajes semejantes al año anterior, con valores de 25.8% en el primer intervalo y 73.4% en el segundo, en el tercer intervalo en los organismos de 110 a 170 cm LF el porcentaje fue mínimo con un valor de 0.8%. Por último, en 1993 los individuos entre 30 y 70 cm LF representaron el 36.7%, los de 70 a 110 cm LF el 51.8% y los de 110 a 170 cm LF el 11.7% (Figura 19).

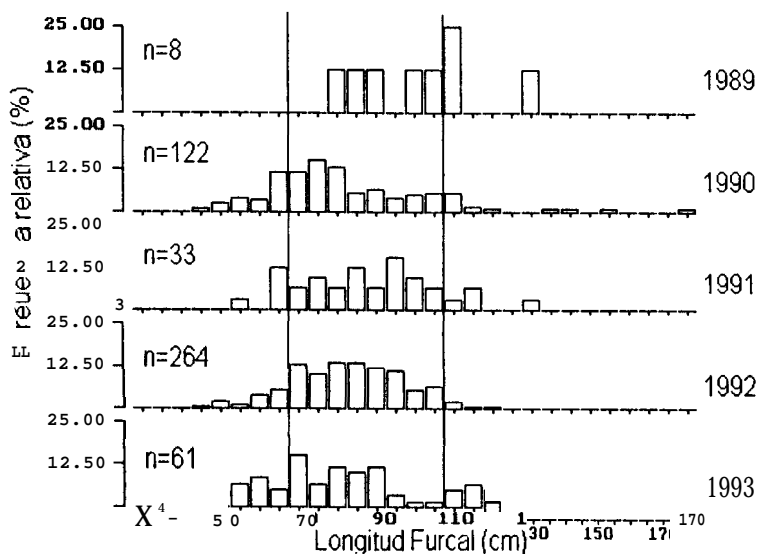


Figura 19. Distribución anual de frecuencia de talla de las hembras de dorado *Coryphaena hippurus*

En el caso de los machos, en 1989 los individuos de 30 a 70 cm LF representaron 16.7% del total en ese año, los de 70 a 110 cm LF representaron el 50% y los de 110 a 170 cm LF el 33.3%. En 1990 los individuos de 30 a 70 cm LF

representaron el 7% del total, los de 70 a 110 cm LF el 46.9% y los de 110 a 170 cm LF el 46.2%. Para 1991 no se registraron organismos entre 30 y 70 cm LF y los individuos entre 70 y 110 cm LF fueron menos (41%) que los individuos entre 110 y 170 cm LF (59%). En 1992, los individuos de 30 a 70 cm LF representaron 12.2% del total, los de 70 a 110 cm LF el 73.9% y los de 110 a 170 cm LF el 13.9%. En el último año, 1993, se agrupó el 20.7% en individuos entre 30 y 70 cm LF, 55% en individuos entre 70 y 110 cm LF y 24.3% en individuos entre 110 y 170 cm LF. Los machos, a diferencia de las hembras, representan un mayor porcentaje de los organismos de las tallas más grandes (Figura 20).

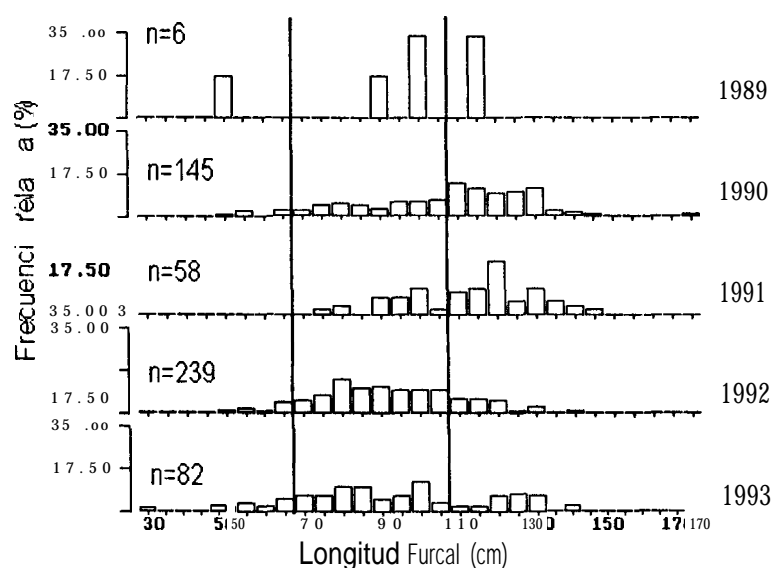


Figura 20. Distribución anual de frecuencia de talla de los machos de dorado

*Coryphaena hippurus*

### 7.8. Estructura de edades.

La edad de los dorados, *C. hippurus*, capturados por la flota deportiva de Cabo San Lucas y La Paz, varía entre 1 y 5 años. Durante 1989 a 1993 se capturaron individuos de los cinco grupos de edad, a pesar de que para 1989 sólo se contó con datos del mes de noviembre. En los años 1989, 1990 y 1991, se observa una mayor frecuencia de organismos viejos y, por el contrario, en los años de 1992 y 1993 los organismos jóvenes son los más frecuentes (Figura 21).

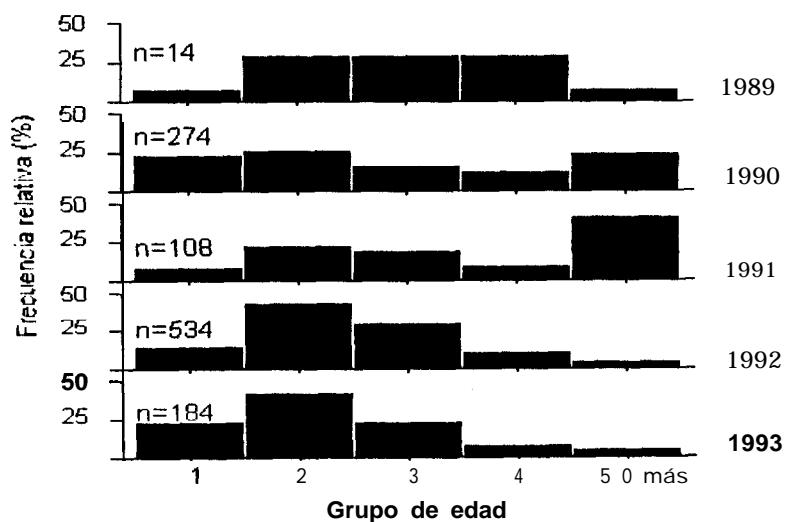


Figura 21. Distribución anual de frecuencias de edad para sexos combinados.

## 8. Discusión

Se considera que la información **obtenida** de la pesca deportiva del dorado, al sur de la Península de Baja California, está limitada en el sentido de que los pescadores prefieren capturar los ejemplares del mayor tamaño posible. Esta situación implica que las estimaciones de edad y crecimiento realizadas sobre este recurso son válidas sólo para el intervalo de tallas comprendido en las muestras. No obstante, la información **obtenida** en estos muestreos, fue suficiente para cumplir con los objetivos planteados en este trabajo.

La variación de las capturas de un mes a otro se asocia a la variación anual de la temperatura superficial del mar, ya que las capturas más abundantes se presentan siempre cuando la temperatura es más alta (Barcelata-Ortiz et al., 1990; Saucedo-Barrón, 1992; Aguilar-Palomino, 1993; Norton y Crooke, 1994; Saucedo-Barrón et al., 1994). Aguilar-Palomino, 1993, propone que no existe variación en las capturas debido a las estaciones del año sino a las temperaturas superficiales del mar, independientemente de la estación de la que se trate. Esto podría implicar que el dorado presente migración a lo largo de la costa cuando la temperatura superficial del mar está entre  $28^{\circ}\text{C}$  y  $30^{\circ}\text{C}$ . En las costas de California, EUA, Mazatlán y Cabo San Lucas, México, las capturas más frecuentes están referidas en los meses de julio a septiembre y en contraparte las capturas más frecuentes de Ecuador están referidas en los meses de noviembre a mayo, estas diferencias en la temporalidad de las capturas son una evidencia de la migración de los grupos de dorado en el Hemisferio Norte. Kojima, 1964, refiere

que de acuerdo con la estacionalidad de las capturas es posible que en el Océano Pacífico existan dos poblaciones, una que habita el Hemisferio Norte y otra el Hemisferio Sur.

La relación lineal encontrada entre el radio total de la escama y la longitud furcal nos indica que la escama es una estructura confiable para la determinación de la edad del dorado, *C. hippurus*, que se distribuye al sur de la Península de Baja California, ya que su crecimiento es proporcional al crecimiento de los individuos. El uso de escamas para la determinación de edad y crecimiento de esta especie fue aplicado anteriormente en el océano Atlántico con resultados similares por Beardsley (1967) y Rose y Hassler (1968), para los dorados capturados en las costas de Florida y Carolina del Norte, EUA.

De acuerdo con el modelo lineal determinado entre el radio total de la escama y la longitud furcal de los dorados, en las costas de Cabo San Lucas y La Paz, la formación de las escamas comienza cuando los individuos alcanzan una talla de 22.8 cm LF. Este valor se considera sobreestimado en virtud de que en esta relación no están representados los individuos más pequeños. Por otro lado, en estudios hechos con larvas, se ha estimado que la escama del dorado se origina cuando los organismos tienen una talla aproximada de 9 cm LF (Beardsley, 1967).

El retrocálculo de longitudes a edades pretéritas mostró que las tallas promedio retrocalculadas son menores a las tallas observadas para los individuos de las edades 1 y 2. Esta situación es causada por el fenómeno de Rosa Lee (Ehrhardt, 1981) debido a que los individuos de más rápido crecimiento, de una

misma generación, son los que se reclutan antes al arte de pesca y, por tanto, los que tienen más probabilidad de morir, por lo que al estudiar las tallas a edades pretéritas se hace especialmente sobre individuos que tuvieron un lento crecimiento juvenil. De aquí que al estudiar el crecimiento se encuentre que los individuos más viejos nos dan tallas, a edades tempranas, inferiores a las que nos proporcionan los individuos jóvenes pescados (Gómez-Larrañeta, 1972).

En las escamas del dorado en Cabo San Lucas y La Paz, sí es posible observar marcas de crecimiento con las que se puede determinar la edad, a diferencia de lo reportado para los dorados del Atlántico sur los cuales no presentan dichas marcas de crecimiento en las escamas (Oxenford y Hunte, 1986).

Los criterios de lectura, propuestos por Beardsley (1967) para determinar las marcas de crecimiento en las escamas del dorado, fueron de gran utilidad en este trabajo, ya que permitieron que los lectores llegaran a resultados semejantes; sin embargo, en algunos individuos de tallas grandes se sospechó la existencia de más de 5 marcas, aunque no pudo confirmarse con estos criterios. Con el método indirecto de determinación de edad se observaron hasta cinco modas en la distribución anual de frecuencias de tallas, las que representaron también 5 grupos de edad pero, al igual que con el método directo, se observaron algunos individuos después del quinto grupo modal, los cuales posiblemente tenían una mayor edad, pero no fueron considerados ya que sus frecuencias eran mínimas. En la literatura se ha referido que la edad máxima del dorado, *C. hippurus*, en las costas de Japón es de 5 años (Kojima, 1966) y en las costas de Carolina del Norte y Florida, EUA, es



de 3 y 4 años, respectivamente (Beardsley, 1967; Rose y Hassler, 1968), pero estas edades máximas fueron determinadas en organismos más chicos que los que se encuentran en la captura deportiva de Cabo San Lucas y La Paz. Por estas razones, no se descarta la posibilidad de que existan organismos más viejos, mayores de cinco años de edad, en la captura de la flota deportiva de Cabo San Lucas y La Paz, aunque éstos no son abundantes.

La formación de marcas de crecimiento en las escamas de dorado, *C. hippurus*, en las costas del sur de la Península de Baja California, está relacionada con una disminución de la temperatura superficial del mar durante la época de invierno, como sucede cada año. También presenta una estrecha relación con el ciclo reproductivo, ya que al final de cada año se presenta un máximo de actividad reproductiva, el cual coincide con los valores máximos del ancho del margen de las escamas. Esta es una clara evidencia de que la periodicidad de formación de las marcas de crecimiento en las escamas del dorado es anual, siendo el mes de marzo cuando termina de formarse la marca y se inicia una nueva etapa de crecimiento. Se han obtenido resultados semejantes para los dorados en las costas de Carolina del Norte y Florida, EUA (Beardsley, 1967; Rose y Hassler, 1968), donde también las marcas de crecimiento en las escamas se forman anualmente y tienen una relación con el ciclo de la temperatura superficial del mar.

La diferencia encontrada en la relación longitud-peso para los machos y hembras del dorado a partir de los 75 cm LF, en las costas de Cabo San Lucas y La Paz, también se presenta en los individuos que se capturan en las costas de Florida

y Carolina del Norte, aunque en estos lugares se ha encontrado que la diferencia se inicia a partir de los 45 cm LF (Rose y Hassler, 1968), aunque otros autores mencionan para la misma zona que es a partir de los 95 cm LP (Gibbs y Collete, 1959).

Las tallas promedio por grupo de edad referidas por Kojima (1966) para las costas de Japón son menores a las observadas para Cabo San Lucas y La Paz. Lo contrario sucede con las tallas promedio por grupo de edad de los dorados capturados en las costas de Carolina del Norte y Florida (Beardsley, 1967; Rose y Hassler, 1968). Estas diferencias en las tasas de crecimiento, según Uchiyama et al. (1986), son debidas a la disminución de la temperatura en la temporada invernal, que influye en la cantidad de alimento que consumen y con ello en el crecimiento. Los dorados que no están expuestos a variaciones en la temperatura, como son los de acuarios, cultivos o zonas donde la temperatura presenta poca variación, presentan siempre tasas de crecimiento mayores (Hassler y Hogarth, 1977; Wang, 1979; Palko et al., 1982; Uchiyama et al., 1986).

El modelo de crecimiento de Von Bertalanffy fue utilizado en el presente trabajo, por que se ajusta a un amplio rango de patrones de crecimiento (Ehrhardt, 1981); además como este modelo también es usado por otros autores (Uchiyama et al., 1986) es conveniente su uso con fines comparativos. La tasa de crecimiento individual, de acuerdo con este modelo, es alta en las primeras etapas de vida, alcanzando alrededor de 51 cm LF al primer año de edad. Conforme los individuos

son más viejos la tasa de crecimiento descende, alcanzando alrededor de 116 cm LF a los cinco años de edad.

En la estimación de los parámetros del modelo de Von Bertalanffy, resultaron valores similares con los diferentes métodos utilizados, aunque de acuerdo con el valor más alto del coeficiente de determinación  $r^2$ , se considera que los valores del método de Marquardt son los más adecuados. Por otro lado, la prueba de  $\phi'$ , aplicada a los parámetros obtenidos por los diferentes métodos, proporcionó valores similares, lo cual nos indica que se pueden usar los parámetros de crecimiento obtenidos por cualquiera de los métodos.

El intervalo de tallas en la pesca deportiva de dorado, *C. hippurus*, en Cabo San Lucas y La Paz (29-169 cm LF), es mayor que el intervalo de talla en la captura comercial y deportiva que se registra en el oeste del mar de Japón (38-122 cm LF, Kojima, 1966). También es mayor que el referido para Florida y Carolina del Norte, EUA (65-1 52 cm LF, Beardsley, 1967; Rose y Hassler, 1968), Taiwán (37-1 52 cm LF, Wang, 1979) y Mazatlán, México (40-129 cm LP Barcelata-Ortíz et. al, 1990; Saucedo-Barrón, 1992; Saucedo-Barrón et al. 1994). El límite superior del intervalo de talla, tan solo es superado por los ejemplares capturados por la flota comercial del Ecuador, para los cuales se reporta una talla de 180 cm LF (Patterson y Martínez, 1991).

La amplitud del intervalo de tallas que se observó en la captura de la pesca deportiva en el sur de la Península de Baja California nos da una referencia de que en la zona de captura conviven organismos grandes que, según Rose y Hassler

(1974) prefieren habitar zonas alejadas de la costa, y organismos pequeños propios de la zona costera. La presencia de organismos chicos y grandes se atribuye a la localización del área de estudio, la cuál prácticamente no presenta plataforma continental alcanzándose grandes profundidades a distancias cercanas de la costa, sobre todo en la zona de Cabo San Lucas, de donde se obtuvo el mayor número de muestras. Por otro lado, esta es una zona de frentes oceánicos importantes con una alta productividad y por tanto una gran abundancia de alimento (Lluch-Belda, 1981). En esta zona, entonces, los dorados encuentran los peces, cefalópodos y crustáceos con los que se alimentan (Aguilar-Palomino, 1993).

Durante 1992 y 1993 se presentó en la zona de estudio el evento oceanográfico conocido como “El Niño”, durante el cual la temperatura superficial del mar se incrementó y por esta razón se observaron cambios en el tamaño y la cantidad de los organismos capturados, pues en los años previos a dicho evento la captura incidía en organismos más grandes. Los organismos de tallas grandes migraron hacia el norte durante “El Niño”, lo que causó que la captura de dorados de tallas grandes en los estados de Baja California Norte, México, y California ,EUA, aumentara y superara a las capturas de el sur de la Península de Baja California (Norton y Crooke, 1994).

Los organismos presentes en el área de estudio en estos años, fueron organismos de tallas chicas que no migraron. La estructura de tallas y de edades así lo confirman, pues para estos años, la distribución de frecuencia de tallas como la de edades se recorrió hacia los organismos más chicos y jóvenes. La influencia

de este evento, también repercutió en la época de reclutamiento de los organismos, ya que se observó que por el incremento en la temperatura el reclutamiento se adelantó en 1992. La correlación entre la temperatura del agua durante la vida larval y la abundancia del reclutamiento posterior puede ser positiva (Gómez-Larrañeta, 1972). En este caso así lo fué ya que durante 1992 se observó la mayor captura de organismos, principalmente de uno y dos años, que provienen de los eventos reproductivos de 1990 y 1991, que fueron exitosas por el incremento gradual de las temperaturas previo al evento del “El Niño”. En 1991, no se observó reclutamiento ya que en ese año la pesca deportiva incidió en su mayoría en organismos grandes.

Finalmente y de acuerdo con los resultados de este trabajo, se considera que los dos tipos de pesca del dorado, actualmente en conflicto (pesca deportiva y comercial), se puedan dar en forma conjunta en las costas entre Cabo San Lucas y La Paz, ya que el recurso no presenta síntomas de sobreexplotación. El intervalo de tallas que se capturan es amplio y los organismos más frecuentes, que son los de dos años de edad, ya están maduros y han desovado desde antes de cumplir un año de edad. La precocidad de la reproducción y la alta tasa de crecimiento garantizarían que la recuperación del recurso fuera muy rápida, por esta razón **Rose** y **Hassler** (1974) comentan que es posible que esta especie sea relativamente invulnerable a un colapso por sobrepesca.

## 9. Conclusiones

La escama es una estructura con la que se puede determinar la edad de los dorados, *Coryphaena hippurus*, que son capturados por la flota deportiva de los puertos de Cabo San Lucas y La Paz, situados al sur de la Península de Baja California, México ya que el crecimiento de las escamas guarda una relación lineal con el crecimiento de los organismos.

Las edades determinadas en los dorados con la lectura de marcas de crecimiento en las escamas varió entre uno y cinco años.

Las marcas de crecimiento de las escamas del dorado tienen una periodicidad de formación anual que termina en el mes de marzo y su formación se relaciona con la temperatura y el ciclo reproductivo.

Los machos del dorado, *Coryphaena hippurus*, que se capturan en Cabo San Lucas y La Paz, tienen un crecimiento diferente al de las hembras a partir de los 75 cm LF.

La tasa de crecimiento individual combinando los sexos es de 51.44 cm LF al primer año, la cual disminuye conforme aumenta el tamaño de los organismos.

La flota deportiva de Cabo San Lucas y La Paz que captura dorado, *Coryphaena hippurus*, incide en un rango de tallas de 29 cm LF a 169 cm LF, con un mayor número de capturas en organismos de 70 a 110 cm LF y 2 años de edad.

El reclutamiento a la pesquería deportiva de los dorados se lleva a cabo durante verano y otoño, con organismos de 70 cm que tienen una edad promedio de año y medio.

## 10. Recomendaciones y Sugerencias

Al hacer la determinación de la edad y el crecimiento de los dorados, *Coryphaena hippurus*, de la zona de Cabo San Lucas y La Paz, se aportaron elementos que junto con datos de mortalidad permitieran realizar investigaciones acerca de su dinámica poblacional y se tendrán más elementos para plantear una estrategia de manejo más adecuada y asegurar así las piezas de mayor tamaño a los pescadores deportivos, aumentando con ello el interés por la práctica de este deporte en esta zona. Además, si se toma en cuenta que las pesquerías de dorado representan fuentes de alimento (Beardsley, 1967; Norton y Crooke, 1994), importantes pesquerías comerciales (Rose y Hassler, 1968; Patterson y Martínez, 1991) y cultivos a gran escala (Mc Vey, 1991), es necesario considerar que la estrategia de manejo que se elija no solo esté encaminada hacia la pesca deportiva sino que también incluya la pesca comercial. La pesca comercial-artesanal podría autorizarse y llevarse a cabo en caladeros de las propias cooperativas pesqueras, aprovechando la tendencia que tienen estos organismos a agruparse bajo objetos flotantes, como se realizan las pesquerías comerciales de dorado en Japón (Kojima, 1955 y 1956) y en Mazatlán, México (Saucedo-Barrón, 1992).

## 11. Bibliografía

### **ABITIA-CÁRDENAS, L. A.**

1992. Espectro trófico energético del marlin rayado *Tetrapturus audax* (Philippi, 1887) y marlin azul *Makaira mazara* (Judan y Saydor, 1902) de la zona de Cabo San Lucas, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN, 76 p.

### **AGUILAR-PALOMINO. B.**

1993. Espectro trófico del dorado *Coryphaena hippurus* Linnaeus 1758 (Osteichthyes: Coryphaenidae), capturado en la Bahía de La Paz y Cabo San Lucas, Baja California Sur, México, durante 1990 y 1991. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN, 109 p.

### **ANÓNIMO.**

1991. Acuerdo por el que se establece un Esquema de Regulación para la pesca deportivo-recreativa. Secretaría de Pesca: 10 p.

### **BARCELATA-ORTIZ, M.; J. DE LA O-GIRÓN Y L. GONZÁLEZ-MÁRQUEZ**

1990. Aspectos reproductivos de las especies: pez vela *Istiophorus platypterus* y dorado *Coryphaena hippurus*, capturados en las costas de Mazatlán, Sinaloa en 1988. Tesis Licenciatura. Univ. Aut. Sin., México: 56 p.

### **BEARDSLEY Jr., G.L.**

1967. Age, growth, and reproduction of the dolphin, *Coryphaena hippurus*, in the Straits of Florida. Copeia 1967: 441-451.

### **CONWAY, G.R.; N.R. GLASS y J.C.WILCOX**

1970. Fitting non-linear models to biological data by Marquardt's algorithm. Ecology, 51(3): 503-507.

### **EHRHARDT, N.M.**

1981. Curso sobre métodos de evaluación de recursos y dinámica de poblaciones. Tercera parte. Parámetros Poblacionales. FAO-CICIMAR. La Paz, B.C.S., México, 134 p.

### **GAYANILO Jr., F.C.; M. SORIANO y D. PAULY.**

1989. A draft guide to the compleat ELEFAN. ICLARM Software 2,70. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Filipinas.

### **GARCÍA-MELGAR, C. G.**

1995. Ciclo de reproducción del dorado *Coryphaena hippurus*. Linnaeus 1758. Pisces: Coryphaenidae) en el área de los Cabos, B.C.S., México. Tesis Licenciatura. UABCS, 62 p.



**GIBBS Jr., R. H. y B. B. COLLETE.**

1959. On the identification, distribution and biology of the dolphins, *Cotyphaena hippurus* and *Cotyphaena equisetis* Bull. Mar. Sci. Caribb. 9: 117-152.

**GOMEZ-LARRAÑETA, M.**

1972. Dinámica de las poblaciones explotables de animales marinos. Cap. 16 : 601-639. En: Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Caracas. Ecología Marina. Monografía 14. Edit. DOSSAT.

**HASSLER, W.W. y W.T. HOGARTH**

1977. The growth and culture of dolphin, *Coryphaena hippurus*, in North Carolina. Aquaculture 12: 115-122.

**HERALD, E.S.**

1961. Living fishes of the world. Doubleday and Co. Inc. Garden City. N.Y., 304 p.

**KOJIMA, S.**

1955. Studies of dolphin fishing conditions in the western Sea of Japan-I. [En Jap.] Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish 20: 1044-1049 (Trad. W. G. Van Campen, Bur. Comm. Fish. Biol. Lab. Honolulu, Hawaii, 1962).

**KOJIMA, S.**

1956. Studies of dolphin fishing conditions in the western Sea of Japan-II. "Tsuke" rafts [En Jap.] Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish 21: 1049-1052 (Trad. W. G. Van Campen, Bur. Comm. Fish. Biol. Lab. Honolulu, Hawaii, 1962).

**KOJIMA, S.**

1964. On the distribution of the dolphin, *Coryphaena hippurus* L., in the Pacific Ocean and the Indian Ocean. [En Jap.] Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 30.

**KOJIMA, S.**

1966. Studies of dolphin fishing conditions in the western Sea of Japan-XII. The size of a dolphin school. [En Japonés, Res. Inglés] Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 32: 652-654.

**KREYSZIG, E.**

1989. Introducción a la estadística matemática, principios y métodos. 10<sup>a</sup> reimp. en español. Edit. Limusa. Mexico, 627 p.

**LLUCH-BELDA, D.**

1981. Los recursos pesqueros de Baja California. Memoria del simposium "La pesca en México". CICIMAR-IPN: 178 p.

MILLER, F.

1992. Sea surface temperature analysis for 1992. Com. Int. Atún Trop. (CIAT), U.S.A.

MILLER, F.

1993. Sea surface temperature analysis for 1993. Com. Int. Atún Trop. (CIAT), U.S.A.

Mc **VEY** J. P. (ed.).

1991. Handbook of Mariculture. **Finfish** Aquaculture. CRC Press. Vol II, 227 p.

NAVA-SÁNCHEZ, E. H. y R. CRUZ-OROZCO.

1989. Origen y evolución geomorfológica de la laguna de La Paz, Baja California Sur, México. Inv. Mar. CICIMAR. 4 (1).

NORTON, J.G. y S.J. CROOKE

1994. Occasional availability of dolphin, *Coryphaena hippurus*, to southern California commercial passenger fishing vessel anglers: observations and hypotheses. CALCOFI. 35 : 230-239.

OXENFORD, H. A. y W. HUNTE.

1983. Age and growth of dolphin, *Coryphaena hippurus* (Linnaeus), as determined by growth rings in otoliths. Fish. Bull., U. S. 81: 906-909.

OXENFORD, H. A. y W. HUNTE.

1986. A preliminary investigation of stock structure of the dolphin *Cotyphaena hippurus* in the Western Central Atlantic. Fish. Bull. 84 (2): 451-460.

PALKO, B. J., G. L. BEARDSLEY y W. J. RICHARDS.

1982. Synopsis of biological data on dolphin-fishes *Coryphaena hippurus* Linnaeus and *Coryphaena equiselis* Linnaeus. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS. Circ. 443, 28 p.

PATTERSON, K.R. y J. **MARTÍNEZ**.

1991. Exploitation of the dolphin-fish *Coryphaena hippurus*. L. off Ecuador: Analysis by length-based virtual population analysis. Fish. Cl. New. Net. Trop. Fish. Sci. 9 (2): 21-23.

PAULY, D.

1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. ICLARM Stud. Rev. 8: 325 p.

RICKER, W. E.

1973. Linear regression in fishery research. J. Fish. Res. Board Can. 30: 409-434.

RICKER, W. E.

1979. Growth rates and models. Cap II: 677-743. En: Hoar, W. S.; D. J. Randall y J.R. Brett (Eds.), Fish Physiology. Vol. 8. Bioenergetics and Growth. Academic Press, Inc. Orlando, Florida, E.U.A.

**RODRÍGUEZ-MEDRANO, M. C.**

1990. Composición específica y la importancia relativa en peso de la captura artesanal de escama de Isla Cerralvo BCS, México. Tes. Lic. UABCS, 61 p.

ROHLF, F. J. y R. R. SOKAL.

1981. Statistical tables. 2<sup>a</sup> ed. Wlt. Freeman and Company, 219 p.

**ROSE, C. D. y W. W. HASSLER.**

1968. Age and growth of the dolphin *Coryphaena hippurus* (Linnaeus), in North Carolina waters. Trans. Am. Fish. Soc. 97: 271-276.

**ROSE, C. D. y W. W. HASSLER.**

1974. Food habits and sex ratios of dolphin *Coryphaena hippurus* captured in the western Atlantic Ocean off Hatteras, North Carolina. Trans. Am. Fish. Soc. 103: 94-100.

SAUCEDO-BARRÓN, C. J.

1992. Análisis de la composición específica del la captura comercial de peces (Pesca Artesanal), en el sur del estado de Sinaloa. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN, 89 p.

SAUCEDO-BARRÓN, C.J.; F. **SILVA-MARTÍNEZ** y J. MENDOZA-LÓPEZ.

1994. Estructura por tallas y variación temporal de la captura de *Coryphaena hippurus* (Linnaeus: PISCES: CORYPHAENIDAE). En: Memorias del X Simposium Internacional de Biología Marina. UABC.Ensenada, México.

SOICHI, M.

1978. Spawning behavior of the dolphin, *Coryphaena hippurus*, in the aquarium and its eggs and larvae. [En Japonés, Res. Inglés] Jpn. J. Ichthyol, 24: 290-294.

SOKAL, R. R. y F. J. ROHLF.

1969. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. WH Freeman and Company Ed., 832p.

SPARRE, P.

1989. Introduction to tropical fish stock assesment. FAO/DANIDA Project Training Fish Stock Assesment GCP/INT/392/DEN. 338 p.

STEEL, R. G. D. y J. H. TORRIE.

1980. Principles and **procedures** of statistics: a biometrical approach. 2<sup>nd</sup> ed, Mc. Graw-Hill, 633 p.

SZYPER, J.P.

1991. Culture of Mahimahi: review of life stages. En: Mc Vey, J. (Ed.). Handbook of Mariculture. Finfish. Aquaculture 2: 228-240.

UCHIYAMA, J. H., R. K. BURCH, y S. A. KRAUL Jr.

1986. Growth of dolphins *Coryphaena hippurus* and *C. equisetis*, in Hawaiian waters as determined by daily increments on otoliths. Fish. Bull. 84 (1): 186-191.

WANG, C. H.

1979. A study of population dynamics of dolphin fish (*Coryphaena hippurus*) in waters adjacent to eastern Taiwan. [En Chino, Res. Inglés] Acta Oceanograf. Taiwan. 10: 233-251.

ZAR, J. H.

1974. Biostatistical analysis. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.

## 12. Apéndices

## APENDICE 1.

## Relación edad-talla para sexos combinados

Intervalos de Talla (cm)	Grupos de Edad				
	1	2	3	4	5
25-30	1				
30-35					
35-40					
40-45	1				
45-50	4				
50-55	9				
55-60	5	7	2		
60-65	13	6	4		
65-70	11	18	5		
70-75	8	28	2		
75-80	8	37	12	1	
80-85	4	39	17	3	
85-90	2	38	8	1	
90-95	2	16	17	1	
95-1 00	1	13	10	4	
1 00-1 05		1	5		
105-1 10			7	1	
110-115		1	2	2	3
115-120		2	6	3	1
120-125		1		2	
125-1 30				4	3
130-135					
135-140					2
Total	69	207	97	23	9
LF máxima	97	122	120	137	139
LF mínima	29	56	60	78	111
LF promedio	67	82	89	109	124
desviación estandar	12.88	18.41	14.48	17.77	8.79

Intervalos de confianza  $\pm 3.04$   $\pm 2.51$   $\pm 2.88$   $\pm 7.26$   $\pm 3.59$

$\gamma = 0.95$

APENDICE 2.

Relación edad-talla para machos.

Intervalos de Talla (cm)	Grupos de Edad				
	1	2	3	4	5
25-30	1				
30-35					
35-40					
40-45					
45-50	2				
50-55	4				
55-60		4			
60-65	5	1	3		
65-70	1	6	1		
70-75	4	11			
75-80	2	17	4	1	
80-85	2	13	7	2	
85-90	1	14	2		
90-95	2	5	9	1	
95-100		9	8	3	
100-105		1	1		
105-110			1	1	
110-115		1	1		3
115-120		1	5	2	1
120-125		1		2	
125-130				4	3
130-135					
135-140				1	2
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>84</b>	<b>42</b>	<b>17</b>	<b>9</b>
<b>LF máxima</b>	<b>93</b>	<b>122</b>	<b>120</b>	<b>137</b>	<b>139</b>
<b>LF mínima</b>	<b>29</b>	<b>57</b>	<b>64</b>	<b>78</b>	<b>111</b>
<b>LF promedio</b>	<b>67.33</b>	<b>82.64</b>	<b>92.37</b>	<b>109.71</b>	<b>123.44</b>
<b>Desviación estandar</b>	<b>15.62</b>	<b>12.01</b>	<b>14.68</b>	<b>18.70</b>	<b>10.01</b>
<b>Intervalos de confianza <math>\pm</math></b>	<b>6.25</b>	<b>2.56</b>	<b>4.44</b>	<b>8.89</b>	<b>6.54</b>

$\gamma = 0.95$

## FE DE ERRATAS

PAG. 42.

DICE:

La prueba de F respalda este hecho evidente, ya que el valor estimado de  $F_s$  resultó ser **menor** que el valor de F teórico a un 95% de confianza (Steel y Torrie, 1980), por lo que las pendientes son diferentes, es decir que la relación de peso y longitud para machos es diferente al de las hembras.

DEBE DECIR:

La prueba de F respalda este hecho evidente, ya que el valor estimado de  $F_s$  resultó ser **mayor** que el valor de F teórico a un 95% de confianza (Steel y Torrie, 1980), por lo que las pendientes son diferentes, es decir que la relación de peso y longitud para machos es diferente al de las hembras.

### APENDICE 3.

Relación edad-talla para hembras.

Intervalos de Talla (cm)	Grupos de Edad			
	1	2	3	4
40-45	1			
45-50	1			
50-55	5			
55-60	4	1	2	
60-65	8	4	1	
65-70	9	10	4	
70-75	4	13	2	
75-80	6	16	6	
80-85	1	19	9	
85-90	1	18	5	1
90-95		9	6	
95-100	1	3		1
100-105			1	
105-110			4	
110-115			1	1
115-120		1	1	1
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>94</b>	<b>42</b>	<b>4</b>
LF máxima	97	119	117	118
LF mínima	41	56	60	90
LF promedio	66.78	81.06	85.36	105
desviación estandar	1.32	10.11	14.17	13.22

Intervalos de confianza  $\pm 0.40$   $\pm 2.04$   $\pm 4.29$   $\pm 12.96$

$\gamma = 0.95$