

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 11:00 horas del día 07 del mes de Noviembre del 2006 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis de grado titulada:

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS PARÁMETROS DE CRECIMIENTO DEL DORADO (Coryphaena hippurus) EN DOS ÁREAS DEL PACÍFICO CENTRAL ORIENTAL"

Presentada por el alumno:

PERALTA
Apellido paterno

BRAVO
materno

MANUEL RAÚL
nombre(s)

Con registro: A 0 5 0 1 2 7

Aspirante al grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron SU APROBACION DE LA TESIS, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA

Director de tesis
PRIMER VOCAL

DRA. SOFÍA ORTEGA GARCÍA

PRESIDENTE

DR. FRANCISCO ARREGUÍN SÁNCHEZ

SECRETARIO

DR. ROGELIO GONZÁLEZ ARMAS

SEGUNDO VOCAL

DR. FELIPE GALVÁN MAGAÑA

TERCER VOCAL

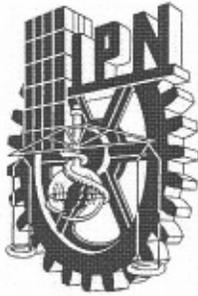
DR. RUBÉN RODRÍGUEZ SÁNCHEZ

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

DR. RAFAEL CERVANTES DUARTE



I. P. N.
CICIMAR



**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 17 del mes Noviembre del año 2006, el (la) que suscribe MANUEL RAÚL PERALTA BRAVO alumno(a) del Programa de MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS con número de registro A050127 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de: DRA. SOFÍA ORTEGA GARCÍA y cede los derechos del trabajo titulado: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS PARÁMETROS DE CRECIMIENTO DEL DORADO (Coryphaena hippurus) EN DOS ÁREAS DEL PACÍFICO CENTRAL ORIENTAL" al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: mperaltab@ipn.mx, mperalta@inp.gov.ec, sortega@ipn.mx
Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.


MANUEL RAÚL PERALTA BRAVO
nombre y firma



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS



**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS
PARÁMETROS DE CRECIMIENTO DEL
DORADO (*Coryphaena hippurus*) EN DOS
ÁREAS DEL PACÍFICO CENTRAL ORIENTAL**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN
MANEJO DE RECURSOS MARINOS**

PRESENTA

MANUEL RAUL PERALTA BRAVO

LA PAZ, B.C.S., NOVIEMBRE DE 2006

DEDICATORIA

A la memoria de mi querida madre que sin su apoyo y confianza no hubiese llegado donde estoy.

Sí, a ti, Lolita que me enseñaste a vivir la vida y saber que cada día es distinto y cada día es una lucha.

A ti mi vieja, van todo mis logros.... Te extraño Mucho.

A mis hermanos: Rosa, María, Inés, Blanca y Luís para que recuerden que no importa la distancia siempre los llevo conmigo.

A mis sobrinos, que espero sea este trabajo una fuente de incentivo para su desarrollo como personas y futuros profesionales.

AGRADECIMIENTOS

La información y apoyo para la realización de este trabajo se realizaron a través de los Proyectos SIP No. 20060386 y SAGARPA-2004-C01-145/A-1 bajo la responsabilidad de la Dra. Sofía Ortega.

Deseo extender mi agradecimiento al Instituto Politécnico Nacional y al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas por el apoyo brindado para la realización de mis estudios y la oportunidad de superarme académica y profesionalmente a través de la Maestría, así como al Programa Institucional de Formación de Investigadores (PIFI) del IPN por la beca recibida.

Al Instituto Nacional de Pesca de Guayaquil-Ecuador y sus Directivos por su apoyo para llevar a cabo esta nueva meta en mi carrera profesional y por creer en mi, en especial al M. C. Nikita Gaibor por su incondicional apoyo y no solo de trabajo.... Gracias.

A todos los miembros del Eastern Pacific Consortium for Research on Global Change in Coastal and Oceanic Regions (EPCOR) por el apoyo a través de la beca otorgada.

Un especial agradecimiento a la Dra. Sofía Ortega García, por su paciencia, confianza y apoyo brindado desde el primer momento en que me propuse ingresar a la Maestría así como durante mi estancia en el CICIMAR. Sinceramente Muchas Gracias.

A mis asesores Dr. Francisco Arreguín Sánchez, Dr. Rubén Rodríguez S., Dr. Rogelio Gonzáles Armas y Dr. Felipe Galván por sus atinadas sugerencias y asesoría que enriquecieron el contenido de este trabajo.

Un especial agradecimiento a mis amigos y compañeros: Damaris, Shelley, Marcela, Gabi, Caro, Vladi, Manolo, Raúl, Gil, Germán, Juan Pedro, Fernando, Arturo Nava, Mariana Ch., Mariana T., Juanito que supieron darme una palabra de apoyo y hasta de coraje en momentos difíciles y por supuesto en momentos de alegría y por hacerme sentir como en mi casa, les debo mucho... Gracias. A todos mis amigos del INP en Ecuador; Viviana, Elbita, Ing. Baños, David, Iván, Jimazo, Diahly, Jorge, Marcos, Willam, Fernando así como a los amigos de Personal y Financiero por estar siempre con palabras de apoyo e incentivo en esta nueva meta alcanzada.

Al personal de Biblioteca y Centro de Cómputo del CICIMAR por su colaboración y ayuda siempre que la necesitaba y disculpas por lo molesto que pude haber sido en ciertas ocasiones.

Y como no agradecer a mis amigas de la cafetería, con quienes a veces batalle en buena onda por la comida y aprendí de ellas la riqueza de la comida mexicana. En definitiva agradezco a todas aquellas personas que formaron parte o aparecieron en el transcurso de mi estadía en La Paz y supieron dejar sus huellas en mi persona... A todos ellos Muchas Gracias.

CONTENIDO

GLOSARIO.....	I
RELACION DE TABLAS Y FIGURAS.....	IV
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	3
2.1 La pesquería del dorado.....	5
3. JUSTIFICACION.....	8
4. HIPOTESIS.....	8
5. OBJETIVOS.....	8
5.1 Objetivos Específicos.....	8
7. MATERIALES Y METODOS.....	11
7.1 Estimación de los parámetros de crecimiento individual.....	13
7.1.1 Análisis de la distribución de tallas por zona.....	13
7.1.2 Parámetros de crecimiento individual en cada zona.....	13
7.2 Comparación Estadística de los parámetros de crecimiento en cada zona.....	16
7.3 Relación peso-longitud en las dos áreas.....	17
8. RESULTADOS.....	18
8.1 Análisis de la distribución de tallas por zona.....	18
8.2 Parámetros de crecimiento individual en cada zona.....	25
8.3 Comparación Estadística de los parámetros de crecimiento en cada zona.....	27
8.4 Relación peso-longitud en las dos áreas.....	30
9. DISCUSION.....	37
10. CONCLUSIONES.....	49
11. RECOMENDACIONES.....	51
12. BIBLIOGRAFIA.....	52

GLOSARIO.

Algoritmo: conjunto ordenado y finito de operaciones que permite hallar la solución de un problema.

Alometría: medida que indica que los individuos crecen sin cambiar de forma, generalmente fluctúa entre 2.4 y 3.3 para cualquier especie debido precisamente a cambios de condición relacionados con incrementos y ganancias de peso

Balandra: Embarcación de madera que posee cubierta, su principal característica es que posee un mástil (palo de madera) con vela. También utilizan un motor estacionario como medio de propulsión; posee una bodega para almacenar la pesca; tienen una autonomía de cinco a 10 días.

Bootstrap: Técnica aplicada para cuantificar el efecto de variación de los datos de entrada en los estimados de los parámetros de crecimiento.

Cohorte: Conjunto de los individuos de un recurso pesquero nacidos de una misma época de desove.

Crecimiento: Incremento en el tiempo del tamaño y de la masa corporal de un organismo. Es el resultado neto de dos procesos con tendencia opuesta: uno incrementando la masa corporal y otro decreciéndola.

Crecimiento alométrico: Las proporciones relativas de la longitud del cuerpo, altura y grosor no son constantes, con la tasa de alometría cambiando entre diferentes crecimientos.

Crecimiento isométrico: Las proporciones relativas de la longitud del cuerpo, altura y grosor no cambian en peces de condición similar con el incremento del peso.

ELEFAN I: Electronic Length Frequency Analysis I

Fenómeno El Niño: Fenómeno oscilatorio natural no periódico, que se desarrolla en el sistema océano-atmósfera del Pacífico ecuatorial y cuyas manifestaciones más significativas son un aumento de la temperatura superficial del mar y una

disminución de la intensidad de los vientos alisios asociada a un menor gradiente de presión entre las costas de América del Sur y Oceanía.

FISAT: FAO – ICLARM Stock Assessment Tool.

Frentes oceánicos.- Líneas de convergencia caracterizadas por gradientes horizontales fuertes de temperatura, salinidad y densidad que separan diferentes sistemas de corrientes y masas de agua.

Grupo de edad: Es un grupo de peces de la misma edad.

K: Coeficiente de crecimiento.

L_{∞} : Longitud asintótica.

NSLCA: New Shepherd' Length Composition Analysis.

Población: Es un grupo de peces de una misma especie que comparten hábitats y genéticamente no tiene diferencias marcadas. En dinámica de poblaciones se le define como la entidad viviente formada por los grupos de peces que ocupan un espacio o lugar en común, y que cada una tiene un nivel de organización y una estructura propia; se renueva y reproduce aisladamente de otras poblaciones. La explotación de una unidad poblacional no tiene efecto en otras poblaciones.

Pesca deportiva: Es aquella que se realiza mediante el uso del arte de pesca conocido como caña y carrete, desde una embarcación (ya sea privada o de alquiler), y que opera normalmente dentro de un área de acción de 50 millas náuticas a partir de la costa.

Pesca artesanal: Actividad económica ligada a estrategias de supervivencia de núcleos humanos relativamente variados, insertos en entornos geográficos, socioculturales y económicos diferentes.

Rn: Función de puntaje de ELEFAN I.

S: Función de puntaje de NSLCA.

Stock: Es un subconjunto (parte) de una población que se encuentra en una área geográfica particular y se encuentra aislada reproductivamente y que es genéticamente diferente de otros grupos vecinos.

ϕ' : Índice de crecimiento estándar que permite comparar diferentes estimados de la función de crecimiento de von Bertalanffy.

RELACION DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Parámetros de crecimiento obtenidos por la aplicación de ELEFAN I y NSLCA a partir de frecuencias de tallas de dorado (<i>Coryphaena hippurus</i>)... 26	26
Tabla 2. Parámetros de crecimiento obtenidos con inclusión de talla de juvenil de dorado (<i>Coryphaena hippurus</i>). 27	27
Tabla 3. Intervalos de los parámetros de crecimiento conseguidos con el bootstrap con cada algoritmo y en cada zona. 27	27
Tabla 4. Análisis de variancia para valores de <i>Phi prima</i> estimados por zona y por técnica aplicada. 28	28
Tabla 5. Pesos de dorado (<i>Coryphaena hippurus</i>) (Kg) en Cabo San Lucas y Esmeraldas, durante 1991-1993. 30	30
Tabla 6. Valores de los parámetros de la relación peso-longitud de dorado (<i>Coryphaena hippurus</i>) en Cabo San Lucas y Esmeraldas, 1991-1993. 32	32
Tabla 7. Valores de la prueba de pendientes de la relación peso-longitud de dorado (<i>Coryphaena hippurus</i>) en Cabo San Lucas y Esmeraldas, durante 1991-1993. 36	36
Tabla 8. Intervalos de tallas de dorado (<i>Coryphaena hippurus</i>) reportados a lo largo de distintas zonas de su distribución..... 38	38
Tabla 9. Proporciones sexuales de dorado (<i>Coryphaena hippurus</i>) reportadas en la literatura para diferentes regiones geográficas. 45	45
Tabla 10. Parámetros de crecimiento de dorado (<i>Coryphaena hippurus</i>) reportado en la literatura para diferentes regiones geográficas. 46	46
Figura 1. Localización geográfica de las áreas de estudio..... 11	11
Figura 2. Principales medidas obtenidas del dorado (<i>Coryphaena hippurus</i>). 12	12
Figura 3. Distribución de frecuencia de tallas de dorado (<i>Coryphaena hippurus</i>) en a) Cabo San Lucas y b) Esmeraldas, durante 1991–1993. 19	19
Figura 4. Distribución de frecuencias anuales de tallas de dorado (<i>Coryphaena hippurus</i>) en Cabo San Lucas, B.C.S., México. 20	20
Figura 5. Distribución de frecuencias anuales de tallas de dorado (<i>Coryphaena hippurus</i>) en Esmeraldas, Ecuador..... 21	21
Figura 6. Talla promedio, error y desviación estándar para machos y hembras de dorado (<i>Coryphaena hippurus</i>) en Cabo San Lucas, 1991-1993..... 22	22

Figura 7. Talla promedio, error y desviación estándar anuales para a) hembras y b) machos de dorado (<i>Coryphaena hippurus</i>) en Cabo San Lucas.	23
Figura 8. Talla promedio, error y desviación estándar para machos y hembras de dorado (<i>Coryphaena hippurus</i>) en Esmeraldas, durante 1991-1993.	24
Figura 9. Talla promedio, error y desviación estándar anuales para a) hembras y b) machos de dorado (<i>Coryphaena hippurus</i>) en Esmeraldas.....	25
Figura 10. Valor promedio, error y desviación estándar de <i>Phi prima</i> por método de estimación de crecimiento en Cabo San Lucas.	29
Figura 11. Valor promedio, error y desviación estándar de <i>Phi prima</i> por método de estimación de crecimiento en Esmeraldas.....	29
Figura 12. Distribución de frecuencia de pesos de dorado (<i>Coryphaena hippurus</i>) para machos y hembras en Cabo San Lucas y Esmeraldas, durante 1991-1993.....	31
Figura 13. Relación peso-longitud para machos y hembras de dorado (<i>Coryphaena hippurus</i>) en a) Cabo San Lucas y b) Esmeraldas, durante 1991-1993.....	33
Figura 14. Prueba de homogeneidad de pendientes para machos y hembras de dorado (<i>Coryphaena hippurus</i>) en Cabo San Lucas, durante 1991-1993.....	34
Figura 15. Prueba de homogeneidad de pendientes para machos y hembras de dorado (<i>Coryphaena hippurus</i>) en Esmeraldas, durante 1991-1993.	34
Figura 16. Prueba de homogeneidad de pendientes para hembras de dorado (<i>Coryphaena hippurus</i>) de las dos localidades, durante 1991-1993.....	35
Figura 17. Prueba de homogeneidad de pendientes para machos de dorado (<i>Coryphaena hippurus</i>) de las dos localidades, durante 1991-1993.....	35
Figura 18. Tasas de crecimiento de dorado (<i>Coryphaena hippurus</i>) en Esmeraldas durante 1991-1993 obtenidas con el método de Munro (1982).	47
Figura 19. Parámetros de crecimiento de dorado (<i>Coryphaena hippurus</i>) reportado en la literatura para diferentes regiones geográficas.	47
Figura 20. Anomalías estandarizadas de la temperatura superficial del mar en Cabo San Lucas, México y Esmeraldas, Ecuador.	48

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS PARÁMETROS DE CRECIMIENTO DEL DORADO (*Coryphaena hippurus*) EN DOS ÁREAS DEL PACÍFICO CENTRAL ORIENTAL

RESUMEN

Se estiman y comparan los principales parámetros de crecimiento del dorado *Coryphaena hippurus* en dos áreas del Pacífico Oriental: al norte Cabo San Lucas, Baja California Sur, México (CSL) y al sur Esmeraldas, Ecuador a través de dos métodos indirectos que utilizan las distribuciones de frecuencias de tallas: ELEFAN I y NSLCA. Se midió la robustez en las estimaciones obtenidas con cada método a través de una técnica de remuestreo (Bootstrap). Las tallas de dorado registradas para este estudio fueron de 33 a 142 cm LF en CSL y 41.1 a 157.5 cm LF en Esmeraldas; estos intervalos son superiores a lo reportado para la especie en otras áreas. El algoritmo de NSLCA resultó más adecuado para estimar el crecimiento del dorado, con un desempeño más consistente y congruente con la biología de la especie con relación a ELEFAN I que subestimó los valores de K y presentó mayor sensibilidad al bootstrap. Los parámetros de crecimiento estimados para CSL con ELEFAN I fueron $L_{\infty} = 160$ cm LF; $K = 0.65$ y con NSLCA $L_{\infty} = 162$ cm LF; $K = 0.85$. Para Esmeraldas con ELEFAN I fueron: $L_{\infty} = 161$ cm LF y $K = 0.40$ y con NSLCA $L_{\infty} = 167$ cm LF y $K = 1.30$. Con la inclusión de una talla juvenil en los datos iniciales las estimaciones de ELEFAN I fueron congruentes con estimaciones de crecimiento del dorado reportadas para el área de CSL; mientras que en Esmeraldas se mantuvo la estimación de K. Los valores ϕ' del total de muestras y del bootstrap coincidieron con las estimaciones reportadas en la literatura para distintas regiones geográficas. Las estimaciones alcanzadas plantean diferencias en el crecimiento del dorado, siendo mayor para la zona de Esmeraldas; sin embargo, se sugiere para futuros estudios de estimación del crecimiento en la especie un análisis minucioso de la estructura de la información para prever su interpretación con un determinado algoritmo y evitar enunciaciones no relacionadas con la especie, por supuesto sin dejar de lado las características ambientales propias de cada zona que también influyen en el crecimiento de una especie determinada.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE GROWTH PARAMETERS OF DOLPHINFISH (*Coryphaena hippurus*) IN TWO AREAS OF THE EASTERN CENTRAL PACIFIC

ABSTRACT

The main growth parameters of the dolphinfish *Coryphaena hippurus* were estimated and compared for two areas of the Eastern Pacific, Cabo San Lucas, Baja California Sur, Mexico (CSL) and Esmeraldas, Ecuador, by using two indirect methods used for length frequency distributions, ELEFAN I and NSLCA. The robustness in the estimations obtained with each method was measured through Bootstrap, a resampling technique. The recorded lengths of dolphinfish for this study were of 33- to 142-cm FL at CSL and 41.1- to 157.5-cm FL at Esmeraldas. These intervals are greater than those reported for this species in other areas. The algorithm of the NSLCA was more applicable to estimate the growth of dolphinfish. It was more consistent and congruent with the biology of the species, whereas ELEFAN I underestimated the values of K and had high sensitivity to bootstrapping. The growth parameters estimated for CSL were $L_{\infty} = 160$ -cm FL and $K = 0.65$ with ELEFAN I and $L_{\infty} = 162$ -cm FL and $K = 0.85$ with NSLCA. For Esmeraldas the results were $L_{\infty} = 161$ -cm FL and $K = 0.40$ with ELEFAN I and $L_{\infty} = 167$ -cm FL and $K = 1.30$ with NSLCA. With the inclusion of a juvenile length in the initial data, growth estimations by ELEFAN I were more similar to the reported for the CSL area; whereas in Esmeraldas the estimation of K was the same. The ϕ' values of the total of samples and bootstrap agreed with the estimations reported in the literature for different geographic regions. The estimations obtained outline differences in the growth of the dolphinfish, being greater for Esmeraldas. Nevertheless, we suggest, for future growth estimations studies for this species, a meticulous analysis of the structure of the information be made to forecast its interpretation with a specific algorithm and avoid wrong conclusions for the species, without neglecting the environmental characteristics of each zone, which must influence their growth.

1. INTRODUCCIÓN

Los estudios de crecimiento constituyen un instrumento esencial en el manejo de los recursos pesqueros, debido a que contribuyen a definir la estructura por edades de la captura, reclutamiento, estimaciones de tasas de mortalidad y explotación, y la biomasa explotable, así como los estimados de producción (Isaac, 1990). Para una especie que se captura tanto deportiva como comercialmente, obtener información de su historia de vida es esencial ya que puede utilizarse en planes de manejo de la pesquería para asegurar una captura sostenible.

El dorado *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758), es conocido como un depredador epipelágico habitante de los mares templados y tropicales de todos los océanos, y que aporta importantes volúmenes de alimento en el Caribe y en el Pacífico Central Oriental principalmente desde México hasta el norte del Perú (Beardsley, 1967; Shcherbachev, 1973; Norton y Crooke, 1994; Mahon, 1999). Es considerada una especie migratoria, que tolera temperaturas desde los 15 °C a 29 °C, aunque diversos estudios han determinado que temperaturas entre los 25 °C – 28 °C son las óptimas. Su distribución parece estar limitada principalmente por la isoterma de 20 °C. Se encuentra distribuido entre los 47° N y 38° S, 180° W y 180° E, presentando una distribución vertical entre 0 – 85 m (Gibbs y Collette, 1959).

Para el Pacífico Mexicano el dorado es registrado desde el Golfo de Tehuantepec hasta el sur de la Península de Baja California y dentro del Golfo de California; mientras que en Ecuador se distribuye desde el norte de Esmeraldas (01°24.30" N - 80°45.00" W; frontera con Colombia) hasta la Boca de Capones (03°23.00"S - 82°00.00"W) (Revelo, 2002). A lo largo de su distribución, es objeto de pesquerías recreativas y comerciales importantes en donde los máximos de captura son estacionales, sugiriendo migraciones anuales del recurso (Palko et al., 1982). En el mercado internacional es considerado uno de los principales productos de exportación, siendo Estados Unidos, Canadá, Puerto Rico, Antillas, Alemania, Portugal, Francia, Países Bajos, Japón, Corea y China donde se comercializa en cantidades mayores (Patterson y Martínez, 1991).

Una revisión de la biología de este recurso fue elaborada por Oxenford (1999) en base a la información generada por Palko et al. (1982) para la región del Atlántico Central Oeste, en donde registra principalmente tasas de crecimiento altas, madurez sexual temprana (4 a 5 meses), temporada de desove amplia y una dieta alimenticia variada, siendo principalmente de peces y zooplancton así como de crustáceos y calamar.

Un problema en el estudio de peces pelágicos mayores es la incertidumbre con respecto a su estructura poblacional, y más aún cuando en la especie de interés se reconoce más de una población, dicha incertidumbre se remite al desconocimiento de sus límites geográficos. Es común asumir que en una especie pelágica con gran capacidad de movimiento las capturas en lugares distantes corresponden a la misma población y que las diferencias observadas en tallas, reclutamientos, madurez y desoves son atribuidas a las variaciones en la temperatura, surgencias o corrientes marinas; mientras que las diferencias en crecimiento y mortalidad son debidos a las variaciones en disponibilidad de alimento; sin embargo las diferencias podrían estar relacionadas a la existencia de diferentes poblaciones de la misma especie (Oxenford y Hunte, 1986).

El estudio comparativo de los índices de crecimiento entre poblaciones de una misma especie en dos zonas distintas a partir de las mismas técnicas analíticas constituye una herramienta útil para intentar establecer relaciones probables, así como conocer su estado de salud y por ende contar con elementos para un manejo óptimo e integrado con márgenes de variabilidad conocidos. Generalmente cuando se compara el crecimiento entre diferentes grupos geográficos de peces de la misma especie, el problema mayor radica en que los parámetros L_{∞} , K y t_0 de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy están frecuentemente correlacionados y no pueden ser estimados independientemente (Gallucci y Quinn, 1979).

En este trabajo se analiza la estructura de tallas del dorado de los desembarcos en dos áreas del Pacífico Central Oriental, con el objetivo de estimar el crecimiento de la especie por medio de técnicas indirectas que utilizan distribuciones de tallas y finalmente comparar los estimados para inferir si existe

una probable relación poblacional entre dichas zonas o por el contrario considerarlas como unidades poblacionales independientes.

2. ANTECEDENTES

El dorado es una de las especies pelágicas oceánicas circuntropicales que poseen una importancia económica a lo largo de toda su distribución, tanto para la pesquería deportiva como para la comercial. No obstante, pocos estudios biológico-pesqueros de esta especie se han efectuado en el Océano Pacífico Oriental.

Los estudios realizados sobre el dorado han reflejado una clara estacionalidad del recurso, lo cual ha dado origen a diversas hipótesis, entre ellas la propuesta de diferentes poblaciones, así como migraciones asociadas a diversos parámetros ambientales. Beardsley (1967) indicó la posibilidad de que el dorado presenta migraciones latitudinales de más de 400 km para completar su ciclo de vida; sin embargo en su estudio no define rutas de migración específicas.

Palko et al. (1982) menciona que las migraciones y movimientos del dorado están afectados probablemente por el movimiento de objetos flotantes en la zona oceánica, a los cuales se encuentran generalmente asociados, por otro lado Oxenford y Hunte (1986), proponen específicamente para el Océano Atlántico Oeste dos rutas migratorias, una al noreste y otra al sureste caribeño, las cuales se determinaron sobre la base de la estacionalidad de las pesquerías (meses de máximos en la abundancia) en cada zona, así como en la talla promedio de captura, tanto por la flota comercial como deportiva. Esta hipótesis esta apoyada en trabajos anteriores como el de Gibbs y Collette (1959) quienes mencionan una abundancia de primavera al norte de las islas del Caribe, probablemente ocasionada por una migración con fines reproductivos de hembras de dorado. Beardsley (1967) reporta un probable movimiento del dorado desde Florida hacia el norte durante la primavera y el verano; Rose y Hassler (1968) con base en dos recapturas registradas, señalan un desplazamiento desde 97 km de la costa de Florida hasta 260 km hacia el norte de la misma.

Para el Pacífico colombiano con base en información de patrones estacionales de captura, así como de proporción de sexos Zapata et al. (1998)

sugieren un patrón de migración de esta especie relacionado principalmente a actividades de desove. Asimismo, Lasso y Zapata (1999) proponen un patrón de migración del dorado para la región del Pacífico Oriental, relacionándola con corrientes oceánicas superficiales, definiendo que los límites de su distribución son las zonas de mezcla de aguas tropicales y templadas: en el norte limitada por la corriente de California y en el sur por la corriente de Perú.

Con respecto al crecimiento, Beardsley (1967), Palko et al. (1982), Oxenford y Hunte (1983), Chatterji y Anzari (1985) y Anónimo (1986) para la zona del Atlántico Central Oeste, indican que no existen diferencias significativas en el crecimiento de los dos sexos, aunque generalmente los machos son más grandes que las hembras. Uchiyama et al. (1986) reportan para el dorado capturado en aguas de Hawai un L_{∞} de 189.93 cm de longitud furcal (LF) para machos y 153.26 cm LF para hembras, mientras que Rubio (1988) define un L_{∞} de 200 cm LF para el dorado de las costas del Pacífico Colombiano y Torres (1991) reporta un L_{∞} de 180 cm LF para aguas de Sudáfrica.

Torres-Alfaro (1996), para la zona sur de Baja California, México valoró el método de lectura de escamas para la determinación de la edad del dorado, encontrando 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. Además estimó valores de L_{∞} de 122.15 cm LF para sexos combinados y 121.47 cm y 98.59 cm LF para machos y hembras, respectivamente.

Para aguas ecuatorianas, Contreras y Fallows (1991) utilizando los métodos de Ford Waldford y ELEFAN I estimaron valores de L_{∞} de 87 y 166.6 cm LF y K de 0.08 y 0.59, respectivamente, concluyendo que ELEFAN I generó valores de mayor credibilidad; por otro lado Scott (1991) en su análisis de la pesquería de dorado en Ecuador, no logra definir las características del crecimiento de la especie, debido a que la serie de tiempo que analiza no la considera suficiente para permitir una revisión comprensiva del estado del stock de dorado en aguas ecuatorianas.

Patterson y Martínez (1991), valoraron el estado del stock de dorado frente a Ecuador empleando un método basado en las tallas registradas de diciembre de 1988 a marzo de 1991, utilizaron como base para su análisis los parámetros de crecimiento generados por Beardsley (1967) para la población del Caribe, concluyendo con base a la tasa de explotación obtenida que la pesquería del dorado en Ecuador esta poco explotada.

2.1 La pesquería del dorado.

Oxenford y Hunte (1986) indican, que la pesquería de este recurso es estacional, y dada su amplia distribución soporta grandes pesquerías comerciales y deportivas. En la parte occidental del Océano Pacífico se captura en mayor volumen por la flota japonesa “shiira-zuke” (Sakamoto y Kojima, 1999); mientras que en Sudamérica lo capturan más las flotas palangreras de Ecuador y de Costa Rica (Patterson y Martínez, 1991; Campos et al., 1993; Oro, 1999). En el Océano Atlántico (Mar Mediterráneo) es capturado por la flota artesanal, la cual utiliza objetos flotantes como método de pesca (Massutí et al., 1999). En el Pacífico mexicano, este recurso está considerado dentro de las especies reservadas para la flota deportiva, en una franja de 50 millas náuticas a partir de la línea base desde la cual se mide el mar territorial (Zúñiga-Flores, 2002).

En México la captura de esta especie esta reservada a la flota deportiva, la cual dirige su esfuerzo en mayor medida a las especies de pico; sin embargo el dorado es una captura común en los viajes de pesca (Klett-Traulsen et al., 1996), y también es reportado como captura incidental en las pesquerías de la flota atunera y palangrera (Santana-Hernández, 2001); sin embargo debido a la demanda en el mercado, las flotas artesanales también se dedican a su explotación de manera ilegal a lo largo del Pacífico mexicano (Zúñiga-Flores, 2002).

Para el estado de Baja California Sur se definen cuatro sitios principales de pesca deportiva: Los Cabos, Los Barriles- Buenavista, Loreto y La Paz, siendo el primero donde se realizan los mayores desembarques debido a que cuenta con un mayor desarrollo en su infraestructura turística, así como por los cambios

estacionales en la abundancia de las diferentes especies de pesca deportiva que aseguran al pescador una probabilidad de captura mayor (Pérez-Valencia, 2004).

La presencia del dorado en la región de CSL se observa a lo largo de todo el año, registrando un máximo de abundancia de agosto a diciembre, lo cual coincide con las temperaturas superficiales del mar más altas (28 °C a 30 °C); (Aguilar-Palomino, 1993).

La flota deportiva de alquiler en Cabo San Lucas (CSL), está integrada por alrededor de 400 embarcaciones de diversas dimensiones, las cuales realizan un promedio de 30 000 viajes de pesca anuales (Ortega-García et al., 2003); existe además un número indeterminado de unidades privadas, tanto nacionales como extranjeras, cuya frecuencia de operación no ha podido ser cuantificada. El arte de pesca empleado es la caña y carrete.

Los productos de la pesca deportiva son destinados al consumo humano directo, ahumado y taxidermia. Cuando son para consumo directo (parcial o totalmente) los peces son fileteados y/o congelados enteros para su traslado.

Con base en la magnitud de los niveles de capturas totales de marlin rayado y pez vela obtenidos por la flota palangrera japonesa en aguas territoriales y la actual Zona Exclusiva de México, cuya franja de mar territorial incluía solo 12 millas náuticas destinadas a la pesca deportiva, se adoptaron medidas de regulación, protección y fomento de la pesca deportiva en México en donde se establecieron 200 millas de mar patrimonial o Zona Económica Exclusiva adoptado por la mayoría de los estados costeros en el año de 1977, excluyendo a las flotas extranjeras del aprovechamiento de los recursos existentes en dicha aguas, lo cual se encuentran explícitamente señaladas en la Ley Federal de pesca emitida en 1992, y específicamente en la Norma Oficial Mexicana NOM-017-PESC-1994, en la que se reserva para uso exclusivo de la pesca deportiva las especies de marlin, pez vela, dorado, pez gallo y sábalo. Sin embargo esta norma no menciona restricciones con respecto a talla mínima de captura ni 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 pescar dos de estos organismos por pescador por día, muchas veces la cantidad que se desembarca puede ser mucho mayor.

Para el caso de Ecuador, la mayoría de las capturas se realiza por embarcaciones de fibra de vidrio de 9 a 12 m de eslora por 1.5 m de manga, y emplean como arte de pesca el “espindel de superficie fino” conocido por los pescadores artesanales como “espindel doradero” (long-line; palangre de superficie), con aproximadamente 200 a 300 anzuelos Nos. 8-10 tipo japonés y en menor porcentaje (10%) la red de enmalle superficial.

La temporada de pesca en Ecuador se realiza de noviembre a mayo, con un máximo de captura en febrero. Durante este tiempo más de 12 000 pescadores utilizan aproximadamente 500 embarcaciones efectuando alrededor de 9 000 faenas de pesca por mes (durante la temporada) (Revelo, 2002). Debido a los grandes volúmenes de pesca registrados históricamente, los principales puertos o sitios de desembarque de dorado son: Esmeraldas (provincia de Esmeraldas); Manta y San Mateo (provincia de Manabí) y Santa Rosa y Anconcito (provincia del Guayas).

Martínez (2001), indica que de acuerdo al mercado que se dirige ya sea de exportación o local, el dorado tiene dos tipos de presentación; a) tronco sin cabeza, vísceras y cola, y b) filete con o sin piel, sin línea de sangre, y sin espinas.

Desde sus inicios, en aguas ecuatorianas, la pesca del dorado no ha sido administrada debido a la falta de disposiciones legales para la regulación de las capturas y comercialización del recurso, ya que bajo las condiciones de un acceso abierto a la pesquería ha existido una expansión del esfuerzo pesquero (balandras y barcos) y esto ligado a la escasa información biológica pesquera, ha impedido establecer el estado actual del recurso y sus niveles de explotación en Ecuador (Revelo, 2002). Actualmente existe un Acuerdo Ministerial emitido en el Consejo Nacional de Desarrollo Pesquero en donde se establece una veda y talla mínima de captura para este recurso, prohibiendo la captura dirigida, transporte, posesión, procesamiento y comercialización externa e interna de especímenes de dorado con tallas inferiores a 80 cm de longitud total (LT), con el objeto de dar

oportunidad al recurso que realice su primer desove. Asimismo, se permite el uso del palangre o espinel de superficie "fino" o "doradero" con un tamaño de anzuelo del número 4 ó 5 de tipo "jota" o los anzuelos circulares de tamaño o número 14 ó 15.

3. JUSTIFICACION

El crecimiento individual, definido como el incremento en el tamaño y masa corporal por unidad de tiempo junto con la supervivencia, son aspectos significativos de la dinámica poblacional ya que determinan la magnitud en la disponibilidad de un recurso, y su estudio permite generar los criterios para sugerir la explotación óptima de un recurso en relación con las demandas de extracción por parte de las flotas pesqueras.

A lo largo de las costas del Pacífico Central Oriental donde el dorado se captura tanto artesanal como de forma deportiva, el desconocimiento de su biología básica evidencia la falta de atención para generar dicha información lo que aumenta la probabilidad de sobre o subexplotación así como pérdida de capital.

Esta investigación pretende contribuir al conocimiento de los aspectos básicos del crecimiento individual de esta especie en dos zonas distintas y determinar similitudes o diferencias en el crecimiento entre los peces de ambas zonas.

4. HIPOTESIS

Los parámetros de crecimiento individual del dorado en las dos áreas de estudio del Pacífico Central Oriental son similares.

5. OBJETIVOS

Comparar los parámetros de crecimiento del dorado en dos áreas del Pacífico Central Oriental.

5.1 Objetivos Específicos

- Estimar los parámetros de crecimiento individual del modelo de von Bertalanffy en cada una de las áreas.

- Comparar estadísticamente el crecimiento individual entre los grupos de peces para las áreas de estudio.
- Determinar y comparar la relación peso-longitud de las dos áreas.

6. AREA DE ESTUDIO

La información analizada en este estudio proviene de dos áreas de desembarco de dorado en el Pacífico Oriental: Cabo San Lucas (CSL) en el extremo sur de la península de Baja California, México (22° 53' N y 109° 54' W) y el puerto pesquero de Esmeraldas en Ecuador (00° 57' N y 79° 29' W) (Fig. 1).

El Golfo de California se caracteriza por ser un mar marginal del Océano Pacífico rodeado por un semidesierto del noroeste de México (Castro et al., 1994), y que en su extremo sur carece de plataforma continental por lo que profundidades de cerca de 500 m son encontradas cerca de la costa (Abítia-Cárdenas, 1992); esta última se considera una zona oceanográfica de transición, donde varias masas de agua convergen, así tenemos: en la superficie aguas del Océano Pacífico, incluyendo agua de la Corriente de California la cual proviene del norte a lo largo de la costa occidental de Baja California, cuyo límite inferior es de 150 m y se caracteriza por temperaturas bajas (12 °C a 18 °C) y salinidades menores de 34.5 UPS, Agua Tropical Superficial así como también son encontradas aguas que ocupan los 150 m superiores, con temperatura y salinidades típicas de la parte interna del Golfo (Agua del Golfo de California), (Castro et al., 2006).

La zona de CSL específicamente se encuentra influenciada por la presencia de cuatro corrientes superficiales: la de California, la contracorriente Ecuatorial del Norte, Corriente Ecuatorial del Norte y la de Costa Rica, las cuales varían significativamente dentro de un ciclo anual debido a los cambios en dirección y fuerza de vientos que dominan la zona. La entrada del Golfo de California está en una zona de convergencia de la Corriente Norecuatorial y el Giro del Pacífico Norte, lo que la hace sensible a fenómenos climáticos de acción interanual, tal como el evento El Niño (Torres Orozco, 1993; Lavin et al., 1997; Castro et al., 2000). El calentamiento estacional de las aguas superficiales de esta

zona se muestra evidente en los meses de invierno a otoño, cuyos valores varían de 21 °C a 30.5 °C (Castro et al., 2000).

El Pacífico Ecuatoriano, se encuentra ubicado en una zona de transición entre la zona tropical y subtropical del Océano Pacífico; hacia el sur, frente a las costas del Perú, está la influencia del agua subtropical fría y salina de la corriente de Humboldt y hacia el norte el agua tropical cálida de baja salinidad, situándose entre éstas dos masas de agua, una zona conocida como Frente Ecuatorial que presenta marcadas variaciones estacionales y gradientes termo-halinos, lo cual propicia la presencia de muchas especies tropicales (Arriaga y Vásquez, 1987).

El área oceánica cercana al puerto de Esmeraldas presenta características físicas dominadas principalmente por el aporte fluvial del río Esmeraldas, ya que, durante la estación de lluvias (febrero-marzo) alcanza su máxima intensidad de flujo de agua superficial relativamente turbia y de baja salinidad hacia el mar, adentrándose hasta 15 millas en dirección noreste, en tanto que durante la estación seca (Junio-Septiembre) la influencia del río es menor y la intromisión de agua al mar se reduce hasta un mínimo de 1 milla.

Además en esta zona se registra una circulación de corrientes conformada en su parte oriental por la corriente de Colombia que corre hacia el norte a lo largo de la costa colombiana y en la parte occidental el flujo meridional de agua procedente del Golfo de Panamá. En la estación seca, el flujo meridional se debilita a causa de la acción de los vientos del sur que soplan paralelo a la costa; mientras que durante la época de lluvias dicho flujo se vuelve más fuerte debido a la acción de los vientos alisios del noreste que incrementan el transporte hacia el sur de agua tropical cálida de baja salinidad a lo largo de la costa ecuatoriana (Cucalón, 1986).

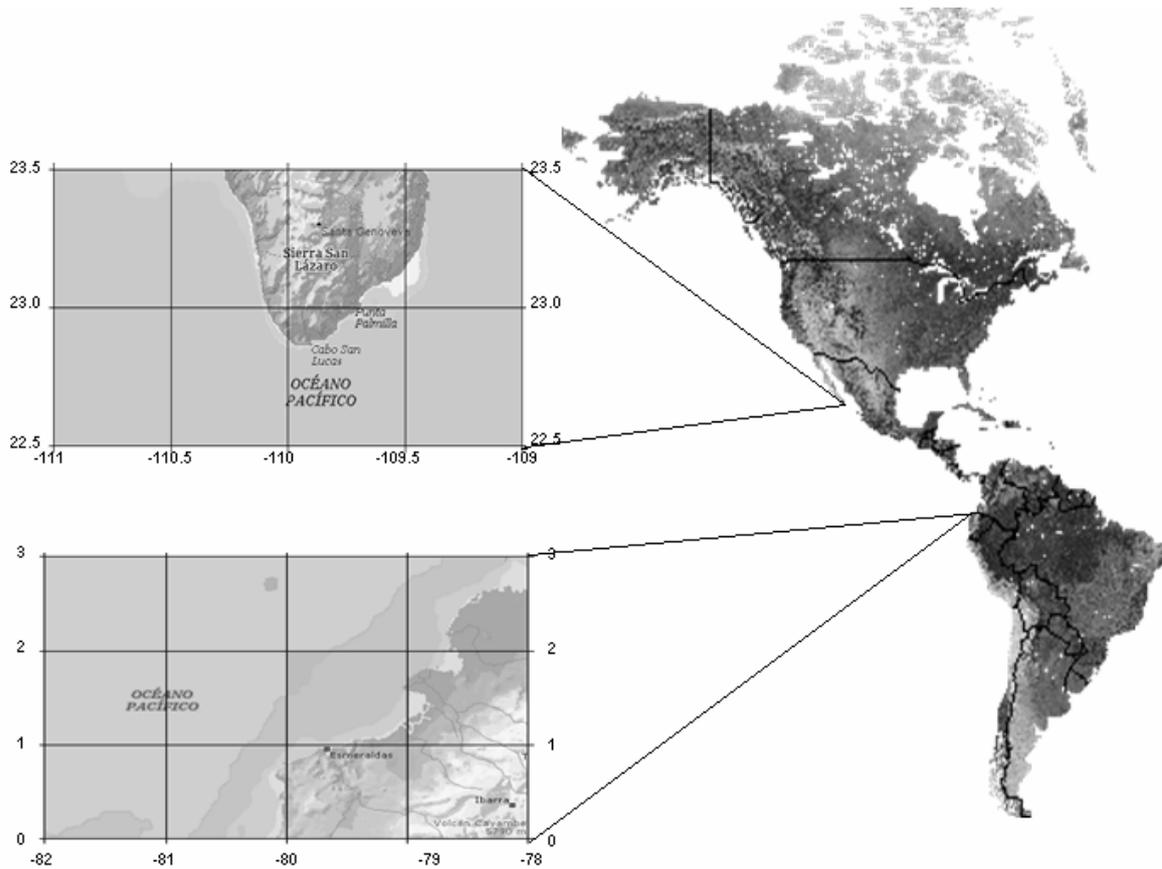


Figura 1. Localización geográfica de las áreas de estudio.

7. MATERIALES Y METODOS

La base de datos esta integrada por registros de tallas y pesos de organismos capturados en las dos zonas de estudio, para el periodo 1991-1993, y que corresponden a: 1) muestreos de la flota artesanal en Esmeraldas, Ecuador, con registros de la longitud total medidas al centímetro inferior y el peso de los organismos eviscerados en libras con una precisión de 0.1 libras; 2) muestreos de la flota deportiva de Cabo San Lucas, México, con registros de la longitud furcal (LF) al centímetro inferior y el peso de los organismos completos en kilos (peso total), las cuales son las unidades de longitud y peso utilizadas en el presente estudio (Fig. 2).

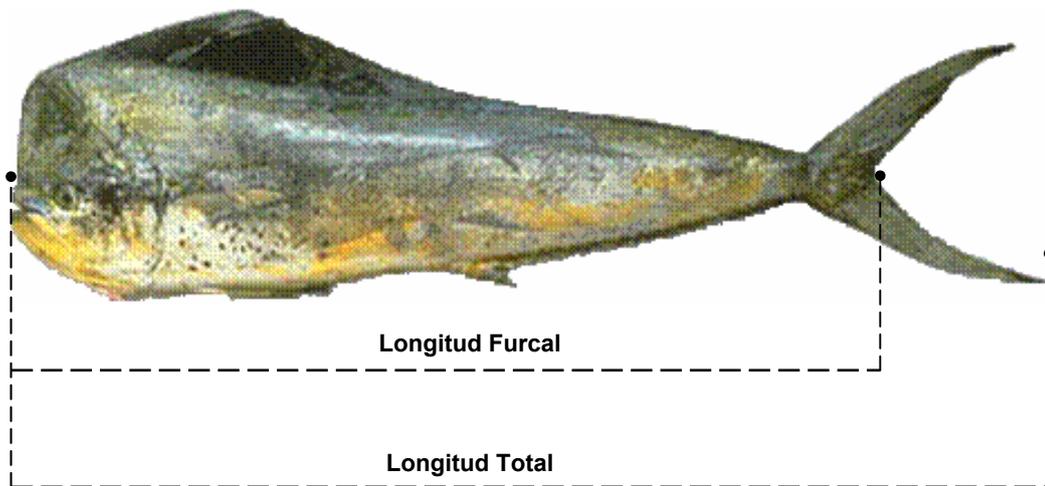


Figura 2. Principales medidas obtenidas del dorado (*Coryphaena hippurus*).

La información del área de Cabo San Lucas fue tomada a través del Proyecto “Estudios biológicos en especies de peces de pesca deportiva” del Departamento de Pesquerías y Biología Marina del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN); mientras que la información colectada en Ecuador ha sido proporcionada por el Instituto Nacional de Pesca (INP) de Guayaquil-Ecuador.

Debido a que la medida registrada en Esmeraldas fue la longitud total y el peso eviscerado en libras, fue necesario transformarlo a longitud furcal y peso total en kilos a través de un factor de corrección estimado a partir de muestreos biológicos realizados en Cabo San Lucas donde se registraron ambas tallas y pesos para obtener los coeficientes de transformación entre las unidades de longitud y peso.

Las ecuaciones utilizadas fueron las siguientes:

Para la longitud

Para el peso

$$LF = 0.8553 * (LT) - 0.7620$$

♀

$$WT = 2.76938E-06 + 3.2222335 * WE$$

$$LF = 0.8568 * (LT) - 1.5719$$

♂

$$WT = 6.5833E-06 + 3.0565136 * WE$$

Donde

LF= Longitud Furcal WT= Peso Total

LT= Longitud Total WE= Peso Eviscerado

7.1 Estimación de los parámetros de crecimiento individual

7.1.1 Análisis de la distribución de tallas por zona

La distribución de frecuencias de tallas fue construida a partir de intervalos de 5 cm de longitud furcal, elaborando histogramas mensuales y anuales por sexo y total, para determinar la estructura de tallas más representativa y emplearla en los análisis de crecimiento. Fueron aplicadas pruebas estadísticas de tipo paramétrica para determinar si existían diferencias significativas en las tallas entre sexos y entre años, dentro de cada zona y entre las zonas, para lo cual se utilizó un software comercial (Statsoft Inc., 2001).

Para determinar los probables grupos de edad a través de la frecuencia de tallas se utilizó el paquete computacional FISAT (FAO-ICLARM Stock Assessment Tool), el cual entre sus rutinas utiliza el análisis de descomposición de cohortes de Bhattacharya (1967) que asume una distribución normal dentro de cada cohorte, por lo que mediante linealización se obtiene la talla media y desviación estándar de cada cohorte así como el tamaño de cada una de ellas. Este análisis se realizó con la distribución de tallas del total de datos (sin diferencia de sexos) dentro de cada área de estudio.

7.1.2 Parámetros de crecimiento individual en cada zona

Para la estimación de los parámetros de crecimiento dentro de cada zona las frecuencias de tallas de los organismos fueron agrupados mensualmente como sexos combinados debido a que al intentar tratarlas por sexo separados las frecuencias en algunos casos eran mínimas y no se consideraron representativas y útiles para la estimación del crecimiento para ambas zonas. Dentro de este último contexto, fueron igualmente excluidas aquellas muestras cuya frecuencia no se considero representativa ya que podrían ocasionar estimaciones sesgadas del crecimiento en esta especie. A cada muestra se le asignó una fecha de muestreo hipotética a partir del día 15 de cada mes comenzando desde enero

para la primera muestra, febrero para la siguiente y así sucesivamente hasta cubrir la última muestra.

Se aplicaron dos técnicas basadas en el análisis de la información sobre la composición por tallas de la población: ELEFAN I (**E**lectronic **L**ength **F**requency **A**nalysis) y NSLCA (**N**ew **S**hepherd's **L**ength **C**omposition **A**nalysis), las cuales están incluidas como rutinas individuales en el programa FISAT. El algoritmo utilizado en cada método difiere en cuanto a la forma de manejar e interpretar la información disponible en las distribuciones de frecuencias, en ambos casos supone que el crecimiento individual de una especie se ajusta de manera adecuada al modelo propuesto por von Bertalanffy (1938).

El sistema ELEFAN I a través de su algoritmo identifica picos y valles en una distribución de frecuencias de tallas previamente "reestructuradas" y luego ajusta curvas de crecimiento que pasan a través de un máximo número de picos (Pauly et al., 1984). La finalidad de reestructurar los datos de frecuencia originales es identificar dicho picos y valles los cuales corresponden a valores modales e inter-modales de una distribución de tallas, los que se manifiestan a partir de la desviación de la frecuencia de cada clase de talla con respecto al promedio móvil. De esta manera, los picos se definen como valores de frecuencia más altos que el promedio móvil; mientras que los valles están representados por valores de frecuencia menores que el promedio móvil.

Un índice de bondad de ajuste o función de puntaje llamado R_n es calculado en cada combinación de K y L_∞ , el cual es máximo cuando la curva de crecimiento alcanza la mayor cantidad de picos (Gayanilo et al., 1988), lo cual resultará en la mejor combinación posible de dichos parámetros. Esta función está determinada por la forma exponencial del radio SPE/SPD , donde SPE es la suma de picos explicada que corresponde al mayor número de puntos que una curva de crecimiento puede alcanzar dentro de una matriz de frecuencias que han sido reestructuradas y SPD que se relaciona con la suma de picos disponible que es el puntaje máximo que una curva puede alcanzar; esta función se expresa por:

$$R_n = \frac{10^{(SPE/SPD)}}{10}$$

Para el caso del segundo método, éste inicialmente fue propuesto por Sheperd (1987) como SLCA (Shepherd's Length Composition Analysis) y el denominado NSLCA representa una modificación al método original donde se corrige la función de optimización (Pauly y Arreguín-Sánchez, 1995). Para el caso de este estudio se utilizará el NSLCA, que al igual que el anterior no requiere que el número y posición de las modas sea especificada y es similar a la búsqueda de picos y valles en distribuciones de frecuencia de talla que propone ELEFAN I. Este método esta basado en una función coseno y se expresa por:

$$T(l) = \frac{\text{sen}\pi(t_{\text{máx}} - t_{\text{mín}})}{\pi(t_{\text{máx}} - t_{\text{mín}})} \cos 2\pi(\bar{t} - t_s)$$

Donde: $t_{\text{máx}}$ y $t_{\text{mín}}$ son las respectivas edades a la talla que corresponde a los límites superior e inferior de un intervalo de talla dado, t es la edad promedio, es decir, la edad a la marca de la clase del intervalo de edad $t_{\text{máx}} - t_{\text{mín}}$ y t_s es la fracción del año en que la muestra fue tomada.

El segundo término de esta función determina el número de crestas en función de K y la posición de estas en función de t_0 . La función de marcaje, la cual es positiva para modas y negativa entre modas, calcula un puntaje derivado de la suma de todas las categorías de talla y la divide para Δt , que es el tiempo necesario para que los organismos crezcan de su límite inferior ($L1$) al límite superior ($L2$) en cada clase de talla:

$$S = \sum_l \sum_i T(l, i) \frac{\sqrt{N_{li}}}{\Delta t_{1,2}}$$

Donde l es el índice de los grupos de talla, i los índices de las tallas de frecuencia disponibles y N corresponde a las frecuencias observadas. El efecto de este procedimiento se traduce en la localización de un sólo máximo para la función S para cualquier intervalo de valores de K que se explore; esta fue la modificación que se incorporó al SLCA, método original propuesto por Shepherd (1987).

Para restringir la búsqueda de los parámetros de crecimiento se determinó un valor inicial de L_{∞} , el cual fue obtenido a través de la proyección sobre el eje de longitudes extremas de la probabilidad acumulativa al 95% de la rutina de longitud máxima del paquete FISAT. Este valor inicial fue utilizado en la estimación de los parámetros con ambas técnicas, ampliando además su búsqueda una unidad arriba y abajo de su valor para identificar aquella combinación de parámetros donde el valor de puntaje de cada programa sea maximizado.

Una técnica de remuestreo o “Bootstrapping” fue utilizada para cuantificar el efecto de la variación en los datos de entrada en los estimados de los parámetros de crecimiento, la cual consistió en omitir con reemplazo secuencialmente cada muestra y así generar diferentes combinaciones de los parámetros de crecimiento (500 grupos de datos) con cada rutina. Esta metodología fue usada para cada zona durante el periodo 1991-1993.

Para comparar los diferentes estimados de los parámetros el índice estándar ϕ' (*Phi prima*) fue usado como una medida del desempeño del crecimiento. No obstante que deriva de los valores de K y L_{∞} , no muestra grandes variaciones tal como sucede en otros parámetros clásicos (Pauly y Munro 1984; Sparre et al., 1989; Vakily 1990). ϕ' fue estimado para cada par de K y L_{∞} obtenido con el juego de datos completo de cada zona así como también aquellos resultantes del bootstrap. Este índice está definido como:

$$\phi' = \log_{10} K + 2(\log_{10} L_{\infty})$$

7.2 Comparación Estadística de los parámetros de crecimiento en cada zona

A partir de los valores de ϕ' estimados tanto de los datos en conjunto como del remuestreo, un estadístico comparativo (ANOVA) aplicado a distribuciones normales fue utilizado en cada zona y método de estimación para determinar y cuantificar diferencias entre los mismos.

7.3 Relación peso-longitud en las dos áreas

A partir de los datos agrupados por zona de pesca, año y sexo, se calcularon las relaciones peso-longitud considerando la longitud furcal y el peso total, para lo cual se utilizó la ecuación:

$$WT = a * LF^b$$

Donde: WT = Peso total del organismo en kg

LF = Longitud furcal en cm

a = Factor de condición

b = Pendiente de la curva o parámetro de alometría

Los valores de a y b fueron estimados mediante el método iterativo de Levenberg-Marquardt, el cual se considera más robusto ya que no requiere de transformaciones lineales como en otras estimaciones de tipo lineal; para este ejercicio se empleó el software CurveExpert (Hyams, 1993). La historia de vida de los organismos durante distintas épocas esta sujeta a diferentes condiciones tanto exógenas como endógenas, por lo que la relación peso-longitud puede presentar variaciones entre épocas. Para determinar esta variación se aplicó una prueba F de homogeneidad de pendientes y elevaciones por años y sexos en cada zona y entre zonas, para lo cual se utilizó un paquete estadístico comercial (Stat Soft, 2001); aplicándose una transformación previa de los datos de talla y peso a logaritmos de base 10.

Para determinar el tipo de crecimiento, el valor del coeficiente ó parámetro de alometría b fue contrastado a través de una prueba t student en la cual se planteo como hipótesis nula que el valor del coeficiente $b = 3$.

8. RESULTADOS

8.1 Análisis de la distribución de tallas por zona

Un total de 4 506 registros de dorado fueron analizados para ambas áreas durante 1991-1993, con un total de 2 262 hembras y 2 244 machos; encontrándose una proporción de sexos de 1:1 en cada zona de estudio. El 75.3% del total de organismos analizados correspondió a CSL, en tanto que el 24.7% de los registros fueron de Esmeraldas.

En CSL se registró un máximo de 142 cm y un mínimo de 33 cm con una media de 85.3 cm; debido a la presencia de varios grupos modales no pudo definirse una moda específica para todo el periodo; mientras que por sexo las tallas fueron de 33 a 137 cm para las hembras y 43 a 142 cm para los machos con una media de 89.6 y 81 cm (machos y hembras, respectivamente). Una distribución multimodal fue observada para las hembras, al contrario de los machos con una sola moda de 87 cm. En forma general se observa una mayor presencia de organismos de tallas no mayores a los 105 cm (Fig. 3a).

En el puerto de Esmeraldas se registró una talla mínima de 41.1 cm y una máxima de 157.5 cm con una media de 101.4 cm, así mismo se observó un solo grupo modal de 83.1 cm. Por sexo las tallas fluctuaron de 58.4 a 149.2 cm para los machos y 41.2 a 157.5 cm para las hembras, con una talla promedio de 107.3 y 95.7 cm (machos y hembras respectivamente). Una sola distribución modal fue definida tanto para machos como para hembras con tallas de 109.8 y 83.1 cm, respectivamente. La distribución de frecuencias total en esta zona muestra una mayor presencia de organismos entre 100 y 115 cm (Fig. 3b).

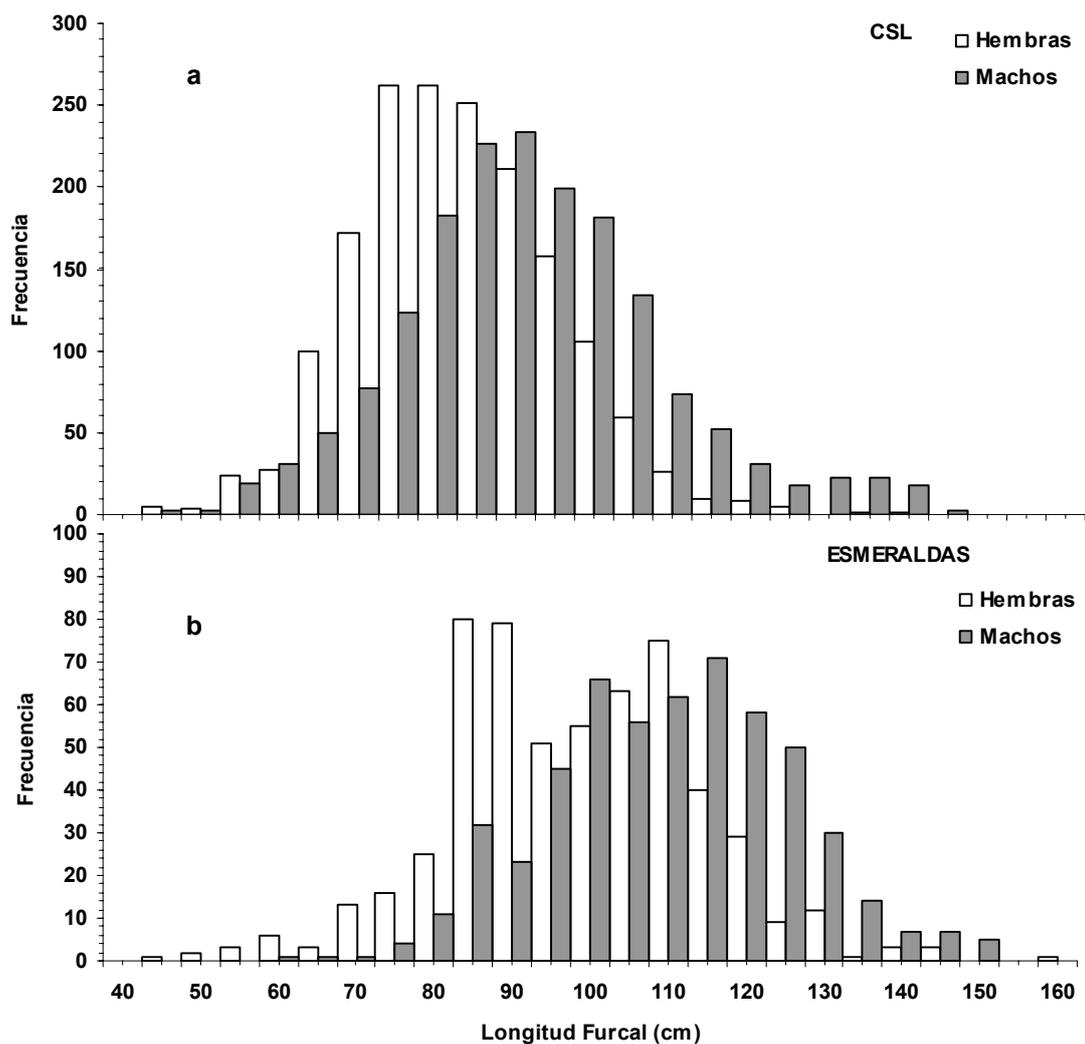


Figura 3. Distribución de frecuencia de tallas de dorado (*Coryphaena hippurus*) en a) Cabo San Lucas y b) Esmeraldas, durante 1991–1993.

En la distribución de tallas por año, en CSL se registró una tendencia de machos con tallas superiores a las hembras, presentado un máximo de 142 cm. Se detectó claramente un grupo modal en cada año para cada sexo, exceptuando 1991 (Fig. 4).

En la localidad de Esmeraldas se registró igualmente la presencia de organismos machos con tallas mayores que las hembras, registrando un máximo de 149.2 cm, con excepción de 1991 en donde las hembras alcanzaron una talla de 157.5 cm. No se observaron grupos modales definidos en ambos sexos para cada año de estudio (Fig. 5).

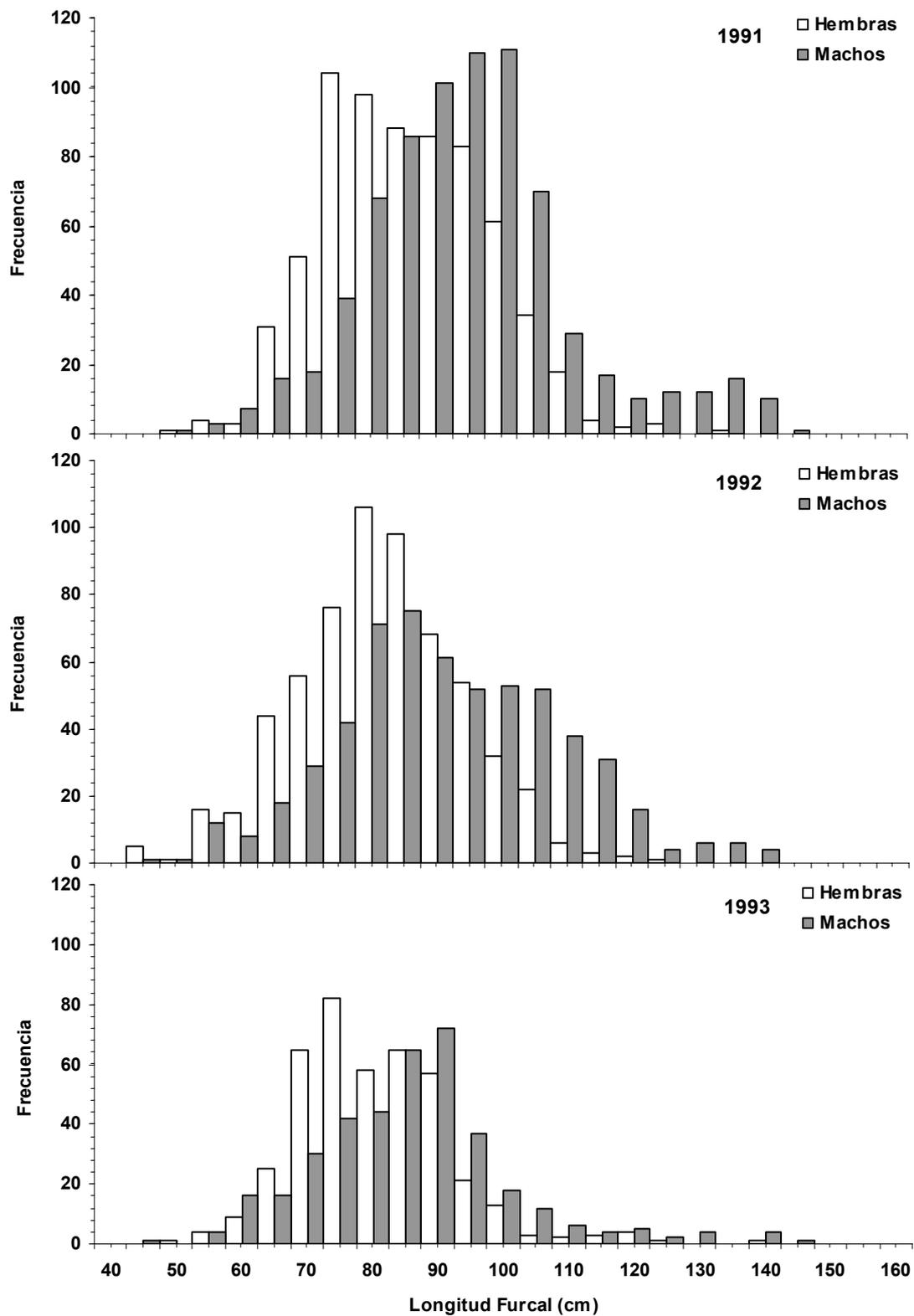


Figura 4. Distribución de frecuencias anuales de tallas de dorado (*Coryphaena hippurus*) en Cabo San Lucas, B.C.S., México.

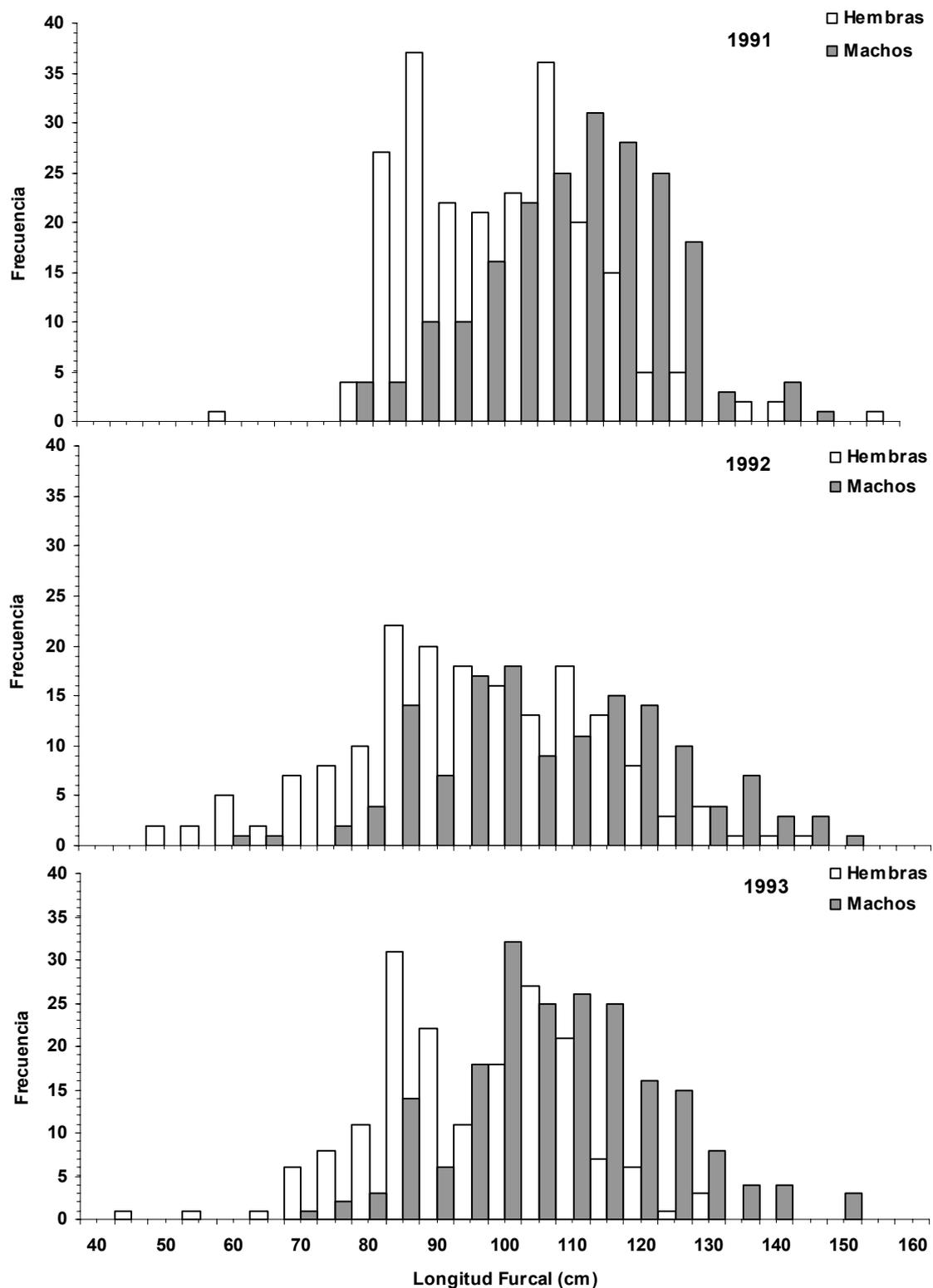


Figura 5. Distribución de frecuencias anuales de tallas de dorado (*Coryphaena hippurus*) en Esmeraldas, Ecuador.

Considerando todo el periodo, en CSL se observaron diferencias significativas en la talla promedio entre sexo ($F_{(1,3390)} = 287.1, p < 0.05$), (Fig. 6).

Igualmente por año fueron observadas diferencias significativas en la talla promedio para cada sexo ($F_{(2,1697)} = 38.8, p < 0.05$, $F_{(2,1689)} = 28, p < 0.05$; machos y hembras respectivamente), (Fig. 7a y b). Asimismo fue registrada una tendencia a la disminución en la talla promedio hacia el final del periodo, lo cual se observó para ambos sexos.

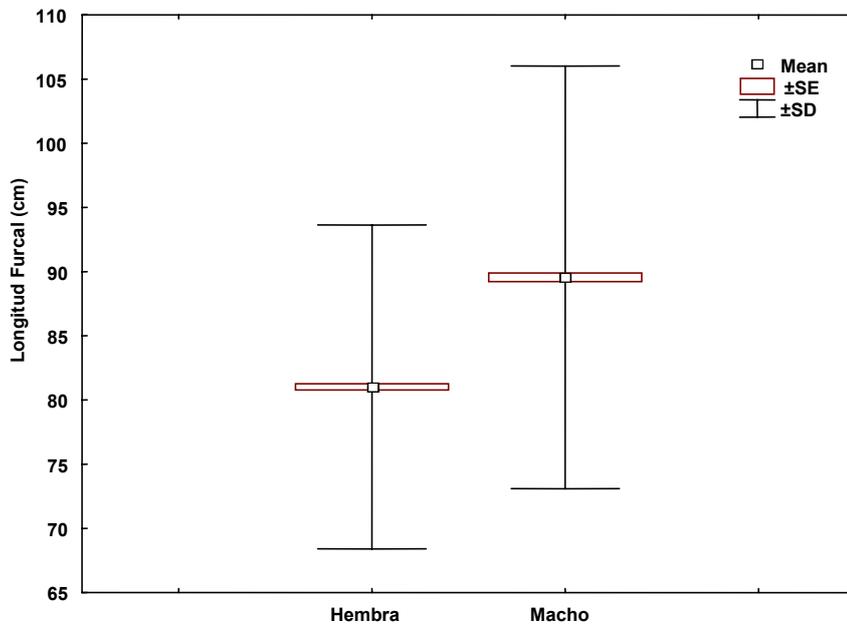
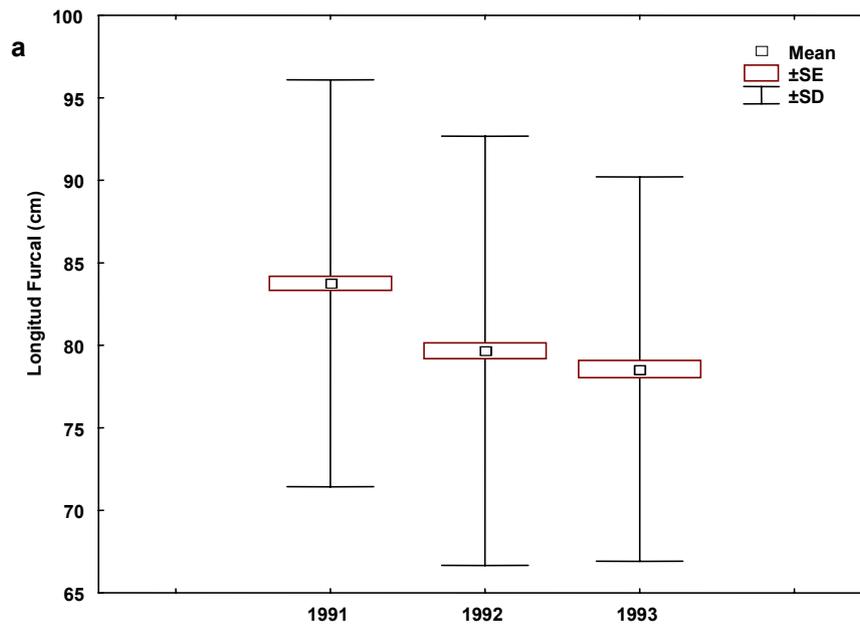


Figura 6. Talla promedio, error y desviación estándar para machos y hembras de dorado (*Coryphaena hippurus*) en Cabo San Lucas, 1991-1993.



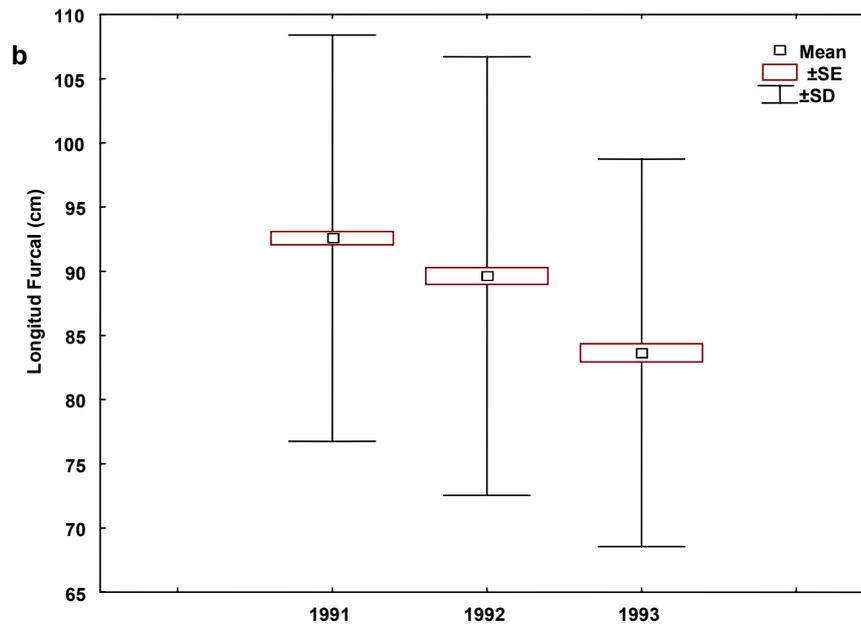


Figura 7. Talla promedio, error y desviación estándar anuales para a) hembras y b) machos de dorado (*Coryphaena hippurus*) en Cabo San Lucas.

En el puerto de Esmeraldas la tendencia fue similar a la de CSL, encontrándose para todo el periodo de estudio diferencias estadísticamente significativas en la talla promedio por sexo ($F_{(1,1113)} = 149.9, p < 0.05$), siendo los machos los que registran una talla promedio mayor que las hembras (Fig. 8).

Por año se determinaron igualmente diferencias en la talla promedio para machos y hembras ($F_{(2,568)} = 13.9, p < 0.05$ y $F_{(2,541)} = 7.2, p < 0.05$, respectivamente) (Fig. 9a y b).

Es importante mencionar que en la talla promedio para los dos sexos se observó una tendencia decreciente durante todo el periodo.

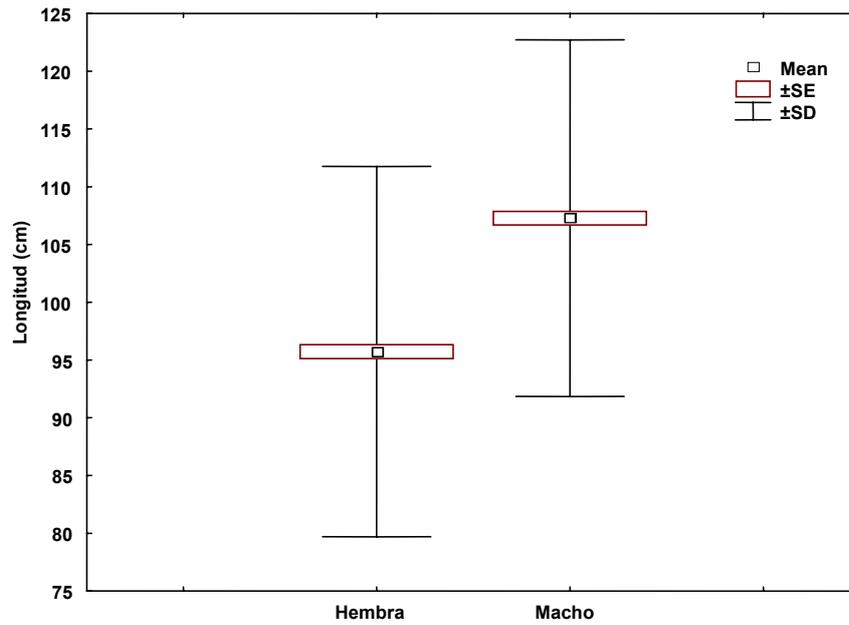
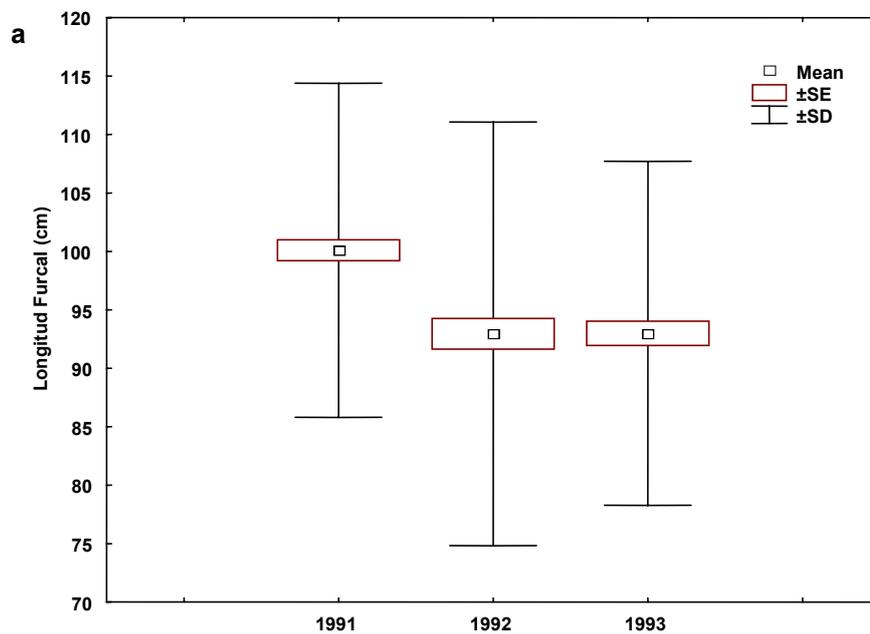


Figura 8. Talla promedio, error y desviación estándar para machos y hembras de dorado (*Coryphaena hippurus*) en Esmeraldas, durante 1991-1993.



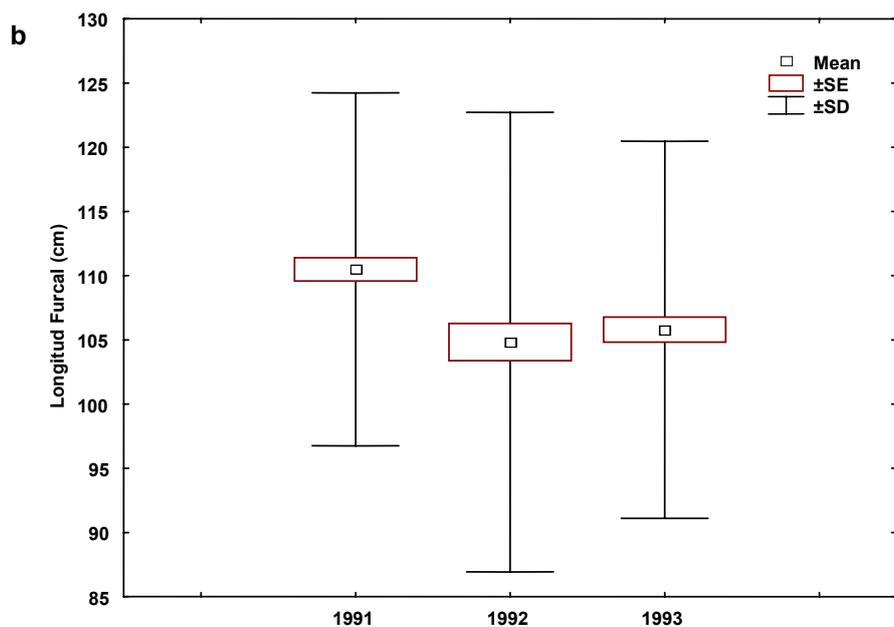


Figura 9. Talla promedio, error y desviación estándar anuales para a) hembras y b) machos de dorado (*Coryphaena hippurus*) en Esmeraldas.

A través del análisis de descomposición de cohortes aplicado a las tallas obtenidas para sexos combinados, se encontraron 4 probables grupos de edad para cada zona, siendo los organismos de edad 2 los que predominaron en las distribuciones de frecuencia analizadas.

8.2 Parámetros de crecimiento individual en cada zona

Los valores iniciales de L_{∞} obtenidos a través de la rutina de longitud máxima en FISAT, y a partir de los cuales se estimaron los parámetros de crecimiento con ELEFAN I y NSLCA, fueron 168 cm para Esmeraldas y 162.5 cm para CSL. En la tabla 1 se muestran los estimados de crecimiento conseguidos con cada técnica utilizada.

En CSL los parámetros de crecimiento K y L_{∞} no presentaron diferencias marcadas en sus valores obtenidos con ambos algoritmos, al igual que los generados por parte del índice *Phi prima*. El poder explicativo de NSLCA fue mayor en relación con ELEFAN I en la función de puntaje en el análisis de superficie.

Para el caso de Esmeraldas las estimaciones obtenidas presentan diferencias marcadas entre los dos algoritmos aplicados, lo que aparentemente representa un poder explicativo menor por parte de ELEFAN I en comparación

con NSLCA que expresa valores más congruentes con la biología de la especie; en cuanto al índice *Phi prima*, no se observaron diferencias en sus valores entre ambos algoritmos.

Al comparar entre zonas los parámetros L_{∞} y K estimados por cada algoritmo, estos presentaron diferencias con excepción de L_{∞} con ELEFAN I (Tabla 1). Para el caso de L_{∞} y K con NSLCA, estos fueron 3 y 53% mayores en Esmeraldas en relación con CSL. A pesar de estos contrastes encontrados, el índice *Phi prima* no mostró diferencias marcadas en sus valores estimados de cada algoritmo entre zonas.

Tabla 1. Parámetros de crecimiento obtenidos por la aplicación de ELEFAN I y NSLCA a partir de frecuencias de tallas de dorado (*Coryphaena hippurus*).

	ELEFAN I			NSLCA		
	L_{∞}	K	ϕ'	L_{∞}	K	ϕ'
CSL	160	0.65	4.22	162	0.85	4.35
Esmeraldas	161	0.40	4.02	167	1.30	4.56

Con base en las estimaciones previas, se ensayo un nuevo escenario en el que se incluyó una talla correspondiente al juvenil más pequeño documentado con el objetivo de determinar su efecto en interpretación de los dos algoritmos en la estimación de los parámetros de crecimiento. La talla encontrada fue de 18.2 cm, la cual fue tomada de la base de datos de la colección de peces perteneciente a SCRIPPS Institución de Oceanografía de la Universidad de California, San Diego (Colección No. SIO 73-371, Marzo 27 de 1973, registrado a los 17° 25.0' N -110° 55.0' W). Para este análisis fue incluida en el mes de marzo para CSL y agosto para la zona de Esmeraldas de cada año, asumiendo una ontogenia similar de los organismos en las dos zonas.

Para el caso de la zona de CSL, los valores de ambos parámetros (L_{∞} y K) con NSLCA fueron similares a los iniciales; mientras que con ELEFAN I, las nuevas estimaciones difirieron con las iniciales y fueron mas congruentes con la biología de la especie, específicamente el valor del parámetro K.

Por otro lado, en Esmeraldas los nuevos parámetros presentaron valores similares a las estimaciones iniciales con ambos algoritmos; permaneciendo

NSLCA con valores de K relacionados en mayor medida con la biología de la especie con ambas estimaciones (Tabla 2).

Tabla 2. Parámetros de crecimiento obtenidos con inclusión de talla de juvenil de dorado (*Coryphaena hippurus*).

	ELEFAN I			NSLCA		
	L_{∞}	K	ϕ'	L_{∞}	K	ϕ'
CSL	159	1.05	4.42	161	0.85	4.34
Esmeraldas	161	0.40	4.01	168	1.30	4.56

Los valores conseguidos de los parámetros de crecimiento a través del bootstrapping generaron diferentes efectos de variaciones entre las dos técnicas aplicadas. Para CSL los estimados de L_{∞} presentaron intervalos de variación mayores; mientras que K presentó una menor variación, ambas estimaciones con los dos algoritmos (Tabla 3); esta tendencia se mantuvo para el nuevo escenario en relación con ambos algoritmos.

Para el caso de Esmeraldas, las fluctuaciones de los valores de K fueron menores con NSLCA a diferencia de L_{∞} con ambos algoritmos (Tabla 3). La tendencia observada con esta técnica fue similar para las estimaciones conseguidas con el nuevo escenario propuesto tanto para ELEFAN I como para NSLCA. Los valores de *Phi prima* mostraron intervalos de variación menores en ambas localidades con los dos algoritmos, a excepción de ELEFAN I para la zona de Esmeraldas.

Tabla 3. Intervalos de los parámetros de crecimiento conseguidos con el bootstrap con cada algoritmo y en cada zona.

	Cabo San Lucas				Esmeraldas			
	L_{∞}		K		L_{∞}		K	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
ELEFAN I	153.0	164.0	0.6	0.9	161.0	172.0	0.4	1.6
NSLCA	156.8	165.0	0.8	1.1	166.0	172.2	1.1	1.7

8.3 Comparación Estadística de los parámetros de crecimiento en cada zona

El ANOVA de los estimados de *Phi prima* determinaron diferencias estadísticamente significativas entre algoritmos en cada zona, con un 95% de

nivel de confianza ($F_{(1,998)} = 3491.7, p < 0.05$ y $F_{(1,998)} = 880.4, p < 0.05$ CSL y Esmeraldas respectivamente) (Fig. 10 y 11). Similarmente, fueron detectadas diferencias al comparar un mismo algoritmo entre zonas, así como diferentes algoritmos entre zonas empleando un nivel de confianza del 95% (Tabla 4). Una diferencia significativa similar fue encontrada con las estimaciones de *Phi prima* para el nuevo escenario.

Tabla 4. Análisis de variancia para valores de *Phi prima* estimados por zona y por técnica aplicada.

	ANOVA	F	P
CSL	Métodos	3491.7	<0.05
Esmeraldas		1320.1	<0.05
ELEFAN I	Áreas	5.32	<0.05
NSLCA		4375.8	<0.05
Esmeraldas-CSL	ELEFAN I – NSLCA	965.4	<0.05
Esmeraldas-CSL	NSLCA – ELEFAN I	3391.0	<0.05

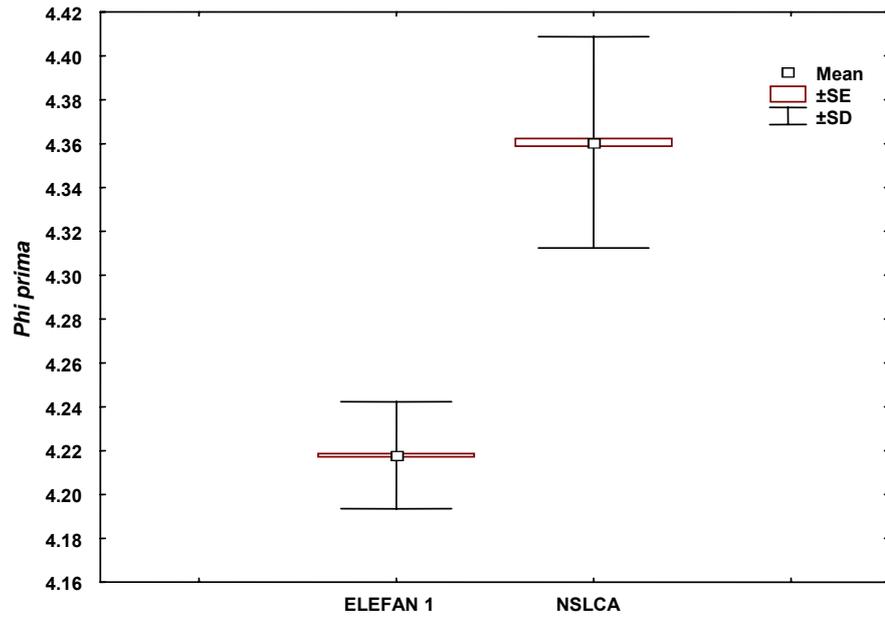


Figura 10. Valor promedio, error y desviación estándar de *Phi prima* por método de estimación de crecimiento en Cabo San Lucas.

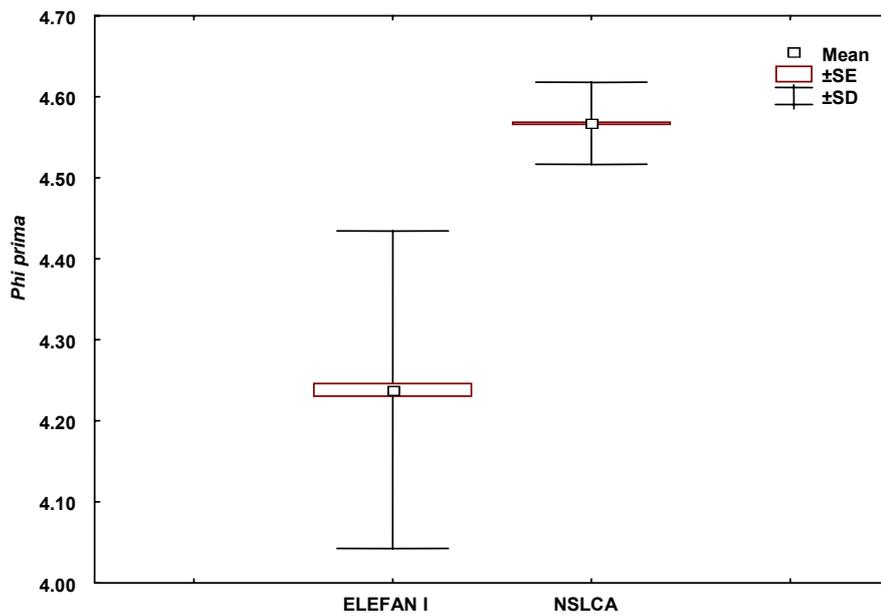


Figura 11. Valor promedio, error y desviación estándar de *Phi prima* por método de estimación de crecimiento en Esmeraldas.

8.4 Relación peso-longitud en las dos áreas

Para CSL el peso fluctuó de 0.6 a 30 Kg con una moda de 4.1 kg; mientras que en Esmeraldas estuvo entre 0.4 a 33.3 kg con una moda de 4.2 kg, (Fig. 12; Tabla 5).

Tabla 5. Pesos de dorado (*Coryphaena hippurus*) (Kg) en Cabo San Lucas y Esmeraldas, durante 1991-1993.

	CSL			Esmeraldas		
	Mín.	Máx.	Moda	Mín.	Máx.	Moda
Total	0.6	30	4.1	0.4	33.3	4.2
Macho	0.7	30	4.1	1.7	29	11.4
Hembra	0.6	18.5	3.6	0.4	33.3	4.2

En CSL se encontraron diferencias significativas en el peso promedio para todo el periodo ($F_{(1,3390)}=379$, $p<0.05$), así como por año y sexo ($F_{(2,1689)}=32$, $p<0.05$; $F_{(2,1697)}=37$, $p<0.05$, hembra y macho respectivamente).

Para Esmeraldas en forma similar se encontraron diferencias significativas en el peso promedio entre machos y hembras considerando tanto el periodo total de estudio ($F_{(1,1023)}=413$, $p<0.05$), así como para cada año, con excepción de los machos donde las diferencias en el peso promedio no se observó ($F_{(2,521)}=7.8$, $p<0.05$; $F_{(2,498)}=0.54$, $p<0.05$, hembras y machos respectivamente).

Igualmente fueron determinadas diferencias significativas al analizar el peso promedio entre localidades por sexo considerando todo el periodo de estudio ($F_{(1,2214)}=1652.1$, $p<0.05$ para hembras y $F_{(1,2199)}=1772$, $p<0.05$), siendo los organismos del puerto de Esmeraldas los que presentaron pesos promedio mayores a los de CSL para el periodo 1991-1993.

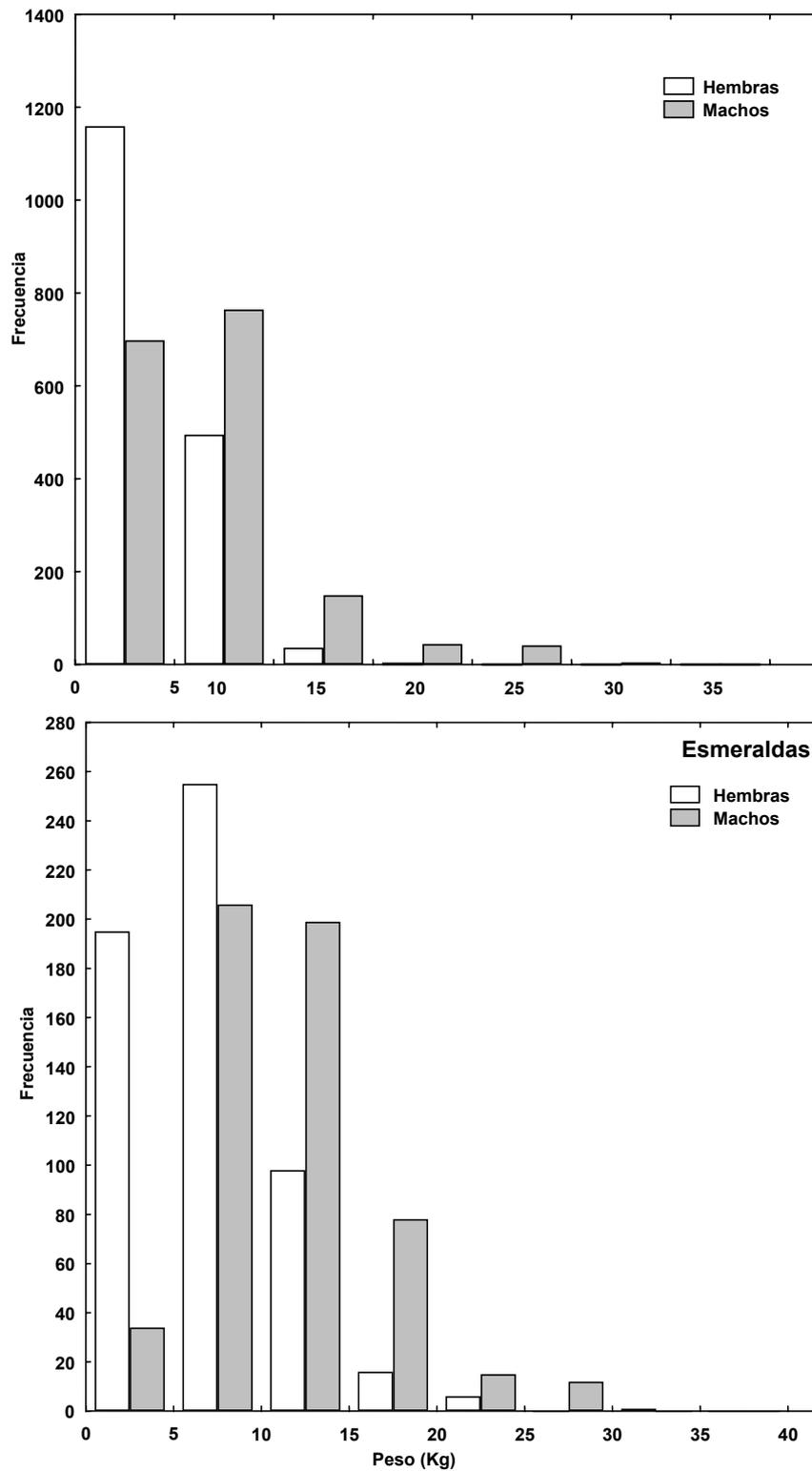


Figura 12. Distribución de frecuencia de pesos de dorado (*Coryphaena hippurus*) para machos y hembras en Cabo San Lucas y Esmeraldas, durante 1991-1993.

La relación peso-longitud fue estimada para sexos separados y dentro de cada localidad de estudio (Fig. 13); en la tabla 6 se muestra un resumen de los parámetros obtenidos en esta relación para sexos combinados, machos y hembras para cada zona. La prueba t aplicada determinó que los valores de b (parámetro de alometría) estimados no muestran diferencias significativas ya que la hipótesis nula de $b=3$ no fue rechazada tanto para machos como hembras y sexos combinados, esto permite indicar una tendencia de los organismos a un crecimiento de tipo isométrico dentro del intervalo de tallas analizado.

Tabla 6. Valores de los parámetros de la relación peso-longitud de dorado (*Coryphaena hippurus*) en Cabo San Lucas y Esmeraldas, 1991-1993.

	CSL			Esmeraldas		
	Macho	Hembra	Combinado	Macho	Hembra	Combinado
a	3.82E-06	1.60E-05	3.60E-06	6.55E-06	2.73E-06	3.16E-06
b	3.173	2.840	3.182	3.057	3.225	3.204
R	0.972	0.953	0.968	0.953	0.981	0.996
Error	0.993	0.638	0.881	0.094	0.081	0.407
n	1700	1692	3392	544	571	1115

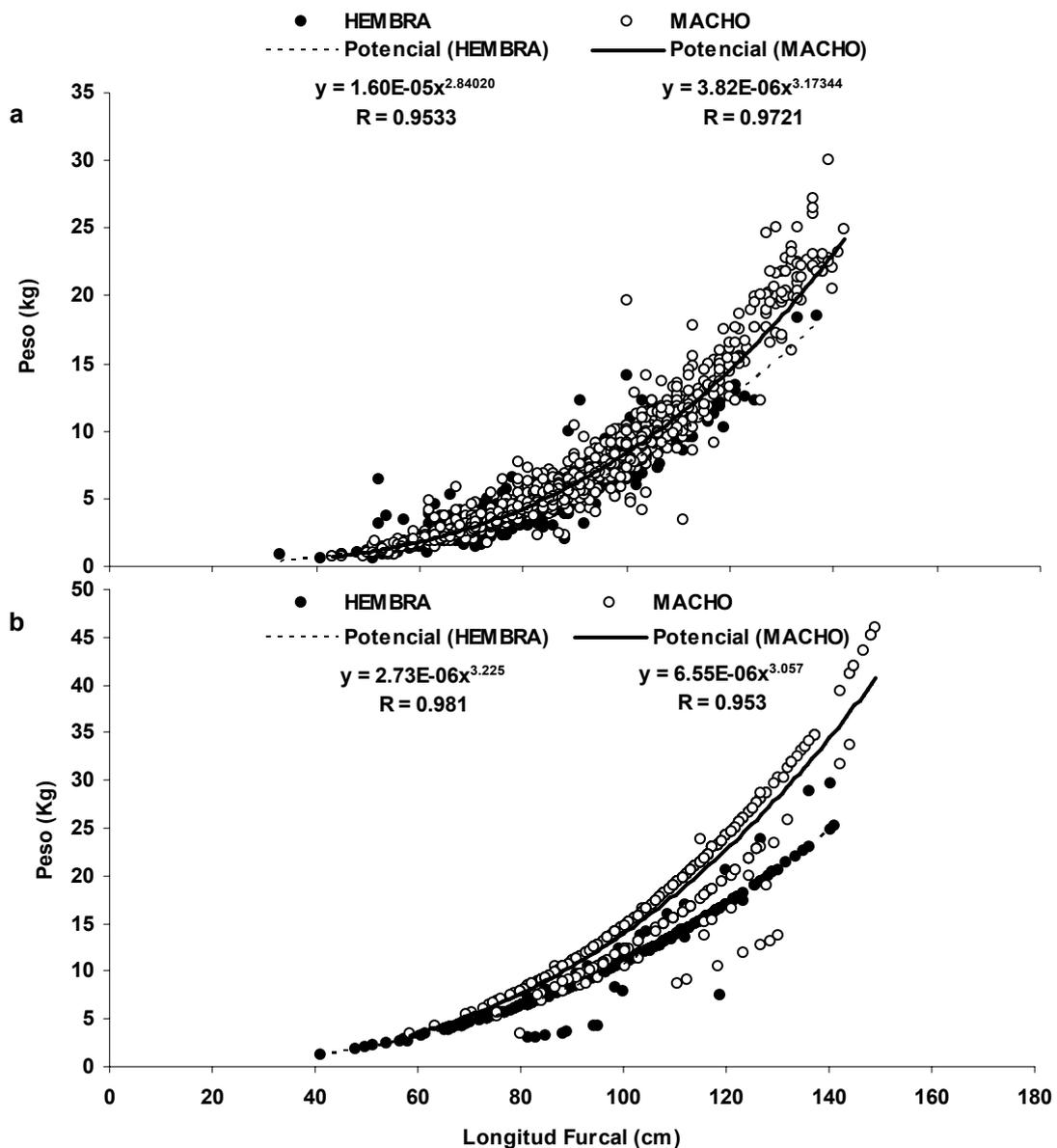


Figura 13. Relación peso-longitud para machos y hembras de dorado (*Coryphaena hippurus*) en a) Cabo San Lucas y b) Esmeraldas, durante 1991-1993.

En el análisis de pendientes se encontraron diferencias significativas al evaluar la relación peso-longitud entre sexos para el periodo total y en cada año para cada localidad (Tabla 7), (Fig. 14 y 15). Asimismo, estas diferencias fueron encontradas entre hembras de las dos zonas para el periodo total (Fig. 16), mientras que para los machos no hubo diferencias significativas para los valores de pendientes estimados en las dos zonas (Fig. 17), (Tabla 7).

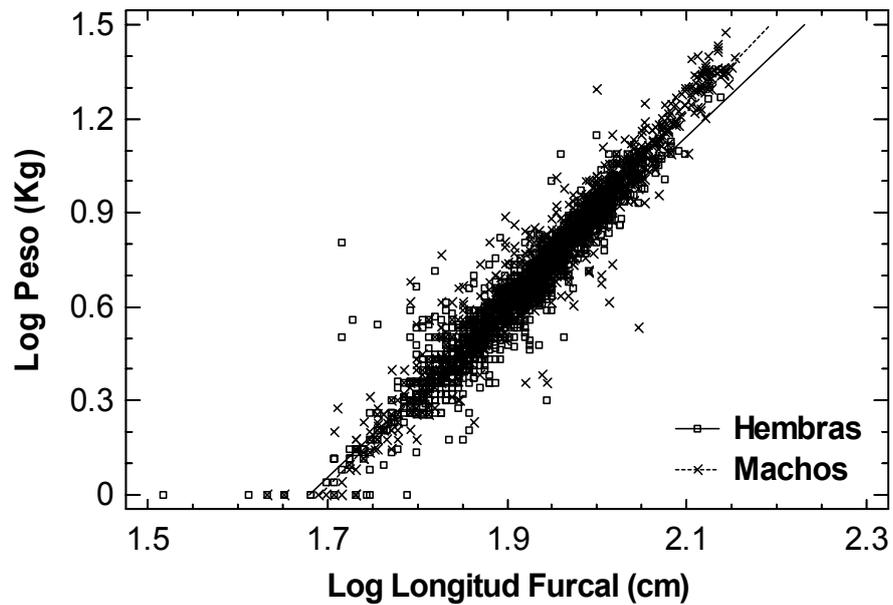


Figura 14. Prueba de homogeneidad de pendientes para machos y hembras de dorado (*Coryphaena hippurus*) en Cabo San Lucas, durante 1991-1993.

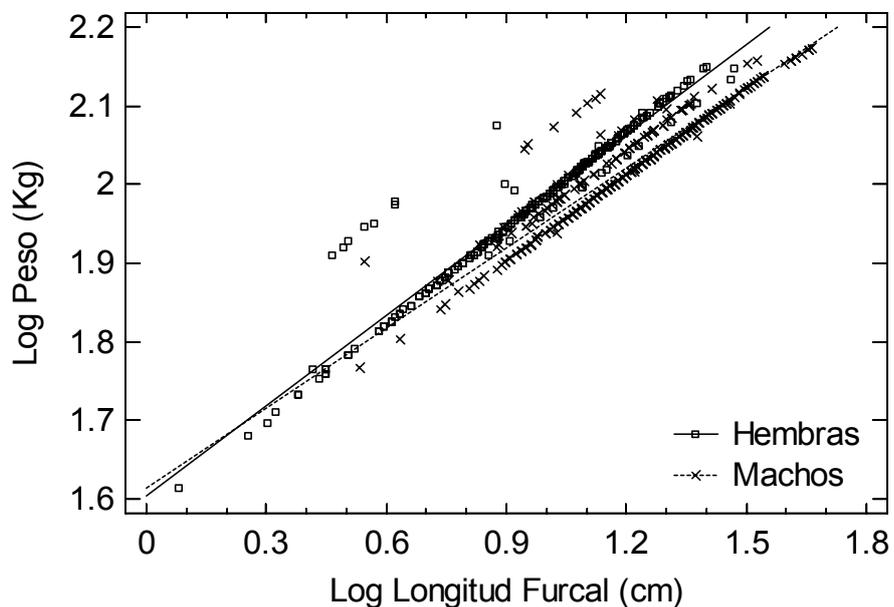


Figura 15. Prueba de homogeneidad de pendientes para machos y hembras de dorado (*Coryphaena hippurus*) en Esmeraldas, durante 1991-1993.

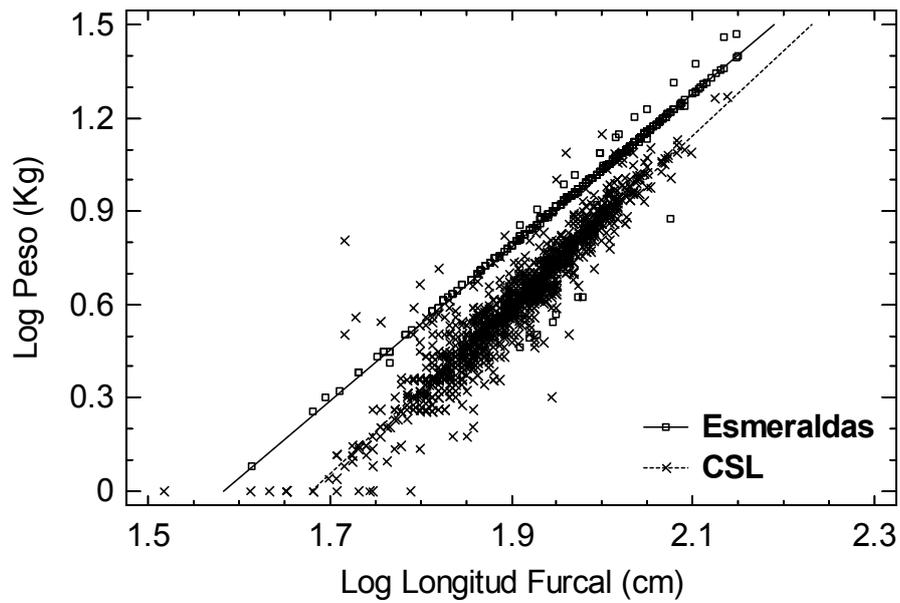


Figura 16. Prueba de homogeneidad de pendientes para hembras de dorado (*Coryphaena hippurus*) de las dos localidades, durante 1991-1993.

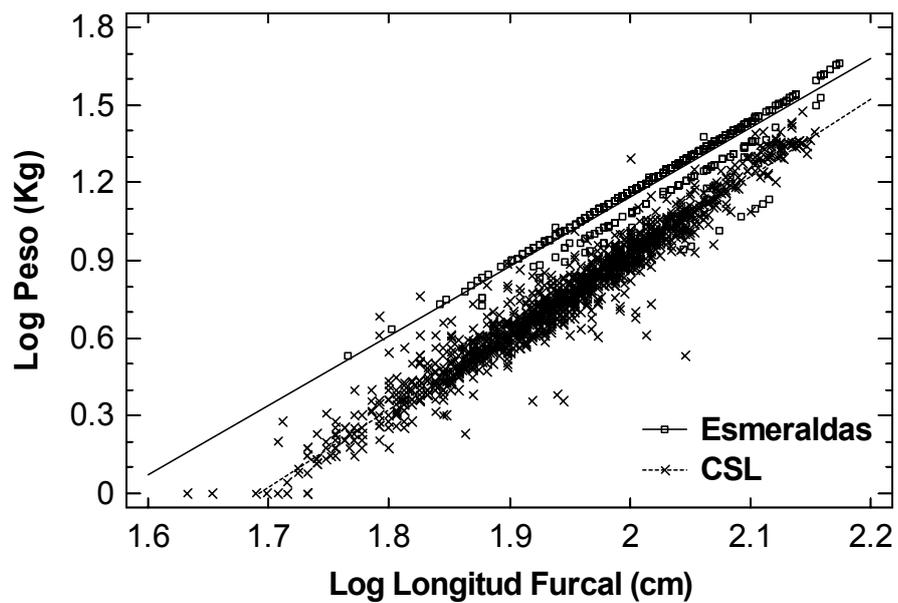


Figura 17. Prueba de homogeneidad de pendientes para machos de dorado (*Coryphaena hippurus*) de las dos localidades, durante 1991-1993.

Tabla 7. Valores de la prueba de pendientes de la relación peso-longitud de dorado (*Coryphaena hippurus*) en Cabo San Lucas y Esmeraldas, durante 1991-1993.

			Suma de Cuadrados	F	P-Valor	
CSL	♂ ♀	91-93	Intercepto	0.6524	169.14	<0.05
			Pendiente	0.3233	83.82	<0.05
Esmeraldas	♂ ♀	91-93	Intercepto	0.4753	3173.6	<0.05
			Pendiente	0.0119	80.07	<0.05
Las 2 zonas	♂ ♀	91-93	Intercepto	0.0112	3.58	<0.05
			Pendiente	0.3985	127.38	<0.05
Esm-CSL	♂ ♀	91-93	Intercepto	0.0275	9.99	>0.05
			Pendiente	0.0052	1.89	>0.05

9. DISCUSION

En la aplicación de métodos indirectos para estimar parámetros de crecimiento, se espera que los estimados obtenidos sean consistentes con las estrategias de vida de los organismos; ya que ha sido demostrado que en algunos casos estos responden de manera distinta a determinadas características biológicas manifestadas en la estructura de los datos de tallas (Rosenberg y Beddington, 1987; Isaac, 1990; Gulland y Rosenberg, 1992). En la determinación del crecimiento de una especie deben ser consideradas tanto las características particulares de la población en estudio, así como su compatibilidad con los algoritmos que sustenten un determinado método indirecto que quiera aplicarse.

Considerando que la información analizada proviene de áreas geográficas y tipo de captura distinta, ya que en CSL es de pesca deportiva y para Esmeraldas de la pesca artesanal, la distribución de frecuencia de tallas definidas en ambas zonas se traslaparon, coincidiendo en un 90% del total de intervalos de 5 cm, lo que permitió compararlas y por ende suponer que las estimaciones de crecimiento obtenidas son válidas para este estudio, dentro del intervalo de tallas comprendido en las muestras.

La estructura de tallas de dorado presentó diferencias entre las dos zonas con el total de datos, siendo Esmeraldas la que mostró un intervalo más amplio en relación con los de CSL, manteniendo esta tendencia al analizar por sexo individual así como por año. Esta diferencia en tallas contrasta con el objetivo de pesca por parte de la flota deportiva de CSL de la cual se esperaba encontrar tallas superiores a Esmeraldas cuya pesca es netamente artesanal.

En este trabajo se registraron intervalos de tallas por debajo de los reportados anteriormente para estas zonas así como con los reportados en otros estudios (Tabla 8). Las diferencias en la estructura de talla son atribuibles probablemente a las características ambientales de cada zona, así como tipo de arte de pesca utilizado por las flotas, lo cual probablemente influye en la estimación del crecimiento en una zona determinada.

Tabla 8. Intervalos de tallas de dorado (*Coryphaena hippurus*) reportados a lo largo de distintas zonas de su distribución.

Localidad	Intervalo de Talla cm (LF)	Referencia
Baja California Sur	29-169	Torres-Alfaro (1996)
Costa Rica	66-167	Campos et al. (1993)
Japón	38-122	Kojima (1966)
Florida	62-152	Beardsley (1967)
Taiwán	37-152	Wang (1979)
Mazatlán, México	40-129	Barcelata-Ortíz et al. (1990)
Puerto Rico	38.1-147.9	Pérez et al. (1992)
Cuba	50-120	García-Arteaga et al. (1997)
Puerto Rico	35.8-132.3	Pérez y Sadovy (1991)
Barbados	16-136.5	Oxenford (1985)
Carolina del Norte	45-127.5	Rose y Hassler (1974)
Colombia	29-197	Lasso y Zapata (1999)
Mazatlán, México	38-164	Zúñiga (2002)
Esmeraldas, Ecuador	41.1-157.5	Este Estudio
CSL, México	33-142	Este Estudio

En cuanto a las diferencias encontradas en tallas entre sexos, se atribuye a que los machos de esta especie usualmente alcanzan longitudes superiores a las hembras, similar a lo reportado por Beardsley (1967) Rosse y Hassler (1968) que registran las mismas divergencias en la longitud entre sexos; mientras que entre zonas dichas diferencias en tallas están influenciadas probablemente por las características de su entorno biótico y abiótico particulares, las que probablemente estén favoreciendo al crecimiento mayor en una zona que en otra.

Cabe mencionar que durante el periodo de estudio se observó en las capturas una mayor frecuencia de individuos entre 100 y 115 cm LF, que comprende el 43.8% de lo registrado en Esmeraldas; mientras que en CSL los organismos menores a 100 cm LF fueron los más frecuentes con un 62.2%.

Al considerar todo el periodo de estudio la proporción sexual fue muy cercana a la unidad, sin embargo, de manera anual dicha proporción varió aunque no en forma significativa, hecho que podría atribuirse a probables variaciones en la característica reproductiva de la especie a lo largo de un año, así como por la distribución diferencial del recurso, ya que se ha demostrado que la mayoría de las hembras y los juveniles son mas costeros que los machos (Massutti et al., 1999), por lo que la actividad de pesca que se realiza costeramente reflejaría tal

comportamiento poblacional. Rose y Hassler (1974) y Oxenford (1985) encontraron mayor número de hembras en relación a los machos en las capturas, acotando además que la proporción puede diferir con la talla y la estación (Tabla 9). Ellos atribuyen estas variaciones en la proporción sexual a movimientos propios de los organismos así como a la forma de operar de una flota de pesca determinada.

La relación peso-longitud mostró generalmente a los machos con un incremento en peso previo al de las hembras, lo cual se asocia al tipo y cantidad de alimento requerido por los machos, que según Beardsley (1967), Rosse y Hassler (1968) y Schewenke (2004) es requerido para sostener su elevado metabolismo por consecuencia son mas pesados por unidad de longitud que las hembras; sin embargo, también mencionan el desarrollo de un gran abultamiento en la cabeza de los dorados machos grandes y lo incluyen como parte de la diferencia en peso. Massutti et al. (1999) igualmente relacionan la diferencia en peso entre los sexos de la especie con las distintas formas de conseguir alimento, que en el caso de los machos al ser mas oceánicos utilizan objetos flotantes y consumen una alta proporción de especies pelágicas lo cual tiene relación con el alto gasto de energía, en tanto que las hembras emplean zonas de sargazos o pastos marinos donde capturan especies más costeras cuyo contenido energético es menor en relación a los machos.

Con respecto al parámetro b (coeficiente de alometría), fluctuó entre 2.8 y 3.2 en cada zona, y con la prueba t student se determinó un crecimiento de tipo isométrico para machos y hembras, similar a lo reportado por Rose y Hassler (1968), Rivera-Betancourt (1994) y Torres-Alfaro (1996) y distinto a los obtenidos por Chatterji y Z. Anzari (1985), en las capturas del Mar Indico, Pérez et al. (1992), Lasso y Zapata (1999) y Zúñiga (2002). Esta variación en los valores encontrados en distintas regiones, así como dentro de una misma zona reflejan cambios de condición corporal atribuibles a incrementos y ganancias de peso, los cuales pueden estar relacionados con distintos procesos dinámicos tales como alimentación, migraciones, época de desove y pérdida repentina del peso debido inmediatamente después de la evacuación de los productos del desove (reproducción), etc. Asimismo, también es importante mencionar que las

diferencias observadas en los valores de b con respecto a otros trabajos estén dadas por la forma de obtención del parámetro; mientras que en los demás estudios utilizaron probablemente estimaciones de tipo lineal en este trabajo se aplicó un método iterativo el cual no requiere de transformaciones lineales y hace más robustas las estimaciones.

En la literatura se hace hincapié en la importancia biológica de estos valores; sin embargo recomienda ser cautos en el manejo y comparación de estos parámetros a menos que se tenga una base amplia de intervalos de tallas y pesos y un seguimiento constante de estos parámetros en la misma zona (Zúñiga 2002).

Las estimaciones de crecimiento logradas en el presente trabajo presentan diferencias entre las dos zonas de estudio, lo cual podría traducirse en la existencia de dos stocks de dorado. Sin embargo, para sustentarlo también debe considerarse la estructura de tallas de cada zona, el algoritmo de cada técnica indirecta aplicada y las características ambientales propias de cada zona.

En cuanto a la estructura de tallas, cabe recordar que a pesar que proviene de fuentes distintas, sus intervalos estuvieron traslapados; sin embargo la falta de determinados grupos de tallas en algunas muestras podría estar dando lugar a las diferencias encontradas entre las zonas, lo cual tendrá un efecto distinto cuando se aplica un algoritmo determinado.

Las estimaciones de crecimiento conseguidas con cada algoritmo, fue evaluado a través de su coherencia con las estrategias de vida del dorado. En el caso de los datos iniciales, NSLCA generó estimados con menor variación y sus consistencias fueron significativas en la interpretación del crecimiento de la especie para ambas zonas, mientras que ELEFAN I mostró baja capacidad interpretativa del crecimiento en comparación con NSLCA.

En el análisis exploratorio a partir de los valores iniciales, el problema principal fue el de puntualizar un máximo local; es decir, aquel que genere el mayor valor en la función de puntaje para un mismo valor de L_{∞} sobre diferentes valores de K ; para el caso del análisis de superficie (combinaciones de valores de K y L_{∞}) en el cual se busca la combinación que maximice la función de

optimización, igualmente no fue sencilla su determinación, produciendo en algunos casos múltiples picos en la superficie de respuesta, lo cual condujo a definir una sola combinación que fuera congruente con los valores conseguidos con otras rutinas de exploración en el caso de ELEFAN I (optimización), para lo cual se delimitaron los intervalos de búsqueda del análisis de superficie ya que con intervalos amplios para K y L_{∞} se corre el riesgo de que algunos de los valores mayores de estas funciones queden ocultos. En caso contrario al elegir intervalos pequeños, el tratamiento de los datos se vuelve más laborioso. Este tipo de acciones toma importancia ya que la función de puntaje máxima debe ser de magnitud similar para más de un valor de K y que se ve afectada cuando se utiliza más de un método y los resultados no coincidan entre sí.

Con base a lo discutido en los párrafos anteriores, se plantea que la ausencia de determinados grupos de tallas podría estar dando lugar a las diferencias encontradas dentro de cada zona y entre zonas, lo cual tiene un efecto distinto cuando se aplica un algoritmo determinado.

Pauly et al. (1984) mencionan que cuando las distribuciones de tallas exhiben sesgo sobre algún grupo, ELEFAN I produce el tipo de efectos observados en el presente estudio, manifestando que las estimaciones conseguidas con este algoritmo produce intervalos de variación amplios de K acompañado con perfiles de los valores de R_n bajos y poco informativos, sugiriendo que dichas estimaciones no podrían ser razonables completamente.

Gulland y Rosenberg (1992) y Galindo-Cortés (2005) manifiestan que ELEFAN I es un buen estimador del crecimiento cuando la estructura de la población está completa (sin selectividad) y ha dado mejores estimados en especies de vida corta y crecimiento rápido, por lo que puede estar afectado por la falta de información de algún grupo de tallas.

Lo manifestado por estos autores se confirma con el escenario de exploración propuesto cuando se incluyeron tallas de juveniles pequeños, lo cual afecto de manera importante las estimaciones iniciales, así tenemos que ELEFAN I mejoro su desempeño y poder explicativo así como su función de puntaje obtuvo un rango de valores mayor en relación con los conseguidos inicialmente, mientras

que NSLCA mantuvo sus tendencias similares a los iniciales con poca variación en sus estimados. Esta mejora en la interpretación del crecimiento del dorado a través de ELEFAN I fue significativa para CSL, mientras que para Esmeraldas se mantuvo la subestimación de los parámetros de crecimiento principalmente de K ya que no hubo variación en relación con las estimaciones anteriores.

Es importante señalar que la talla y fecha del juvenil utilizada en el ensayo, esta reportada para el área de CSL y que debido a que no se encontraron registros para la zona de Esmeraldas se asumió el mismo valor, lo que en cierta manera pudiese estar afectando las estimaciones de crecimiento para los organismos de esta área. Además, debe tomarse en consideración que debido a la característica reproductiva del dorado la presencia de juveniles es continua, por lo que su intervalo de tallas es amplio dentro de un mismo año, lo cual podría producir estimaciones del crecimiento diferentes.

Por otro lado, la persistencia en los valores de los parámetros de crecimiento conseguidos tanto con los datos originales como con el escenario ensayado para la zona de Esmeraldas incluyendo el registro del juvenil, pone de manifiesto la importancia de los datos de origen mas que la interpretación propia que haga un algoritmo determinado; esta aseveración es reforzada en la figura 18 que relaciona el incremento en talla durante el intervalo de tiempo obtenida del método de Munro (1982), en donde se observa que no existe una tendencia de declinación lineal clara de la tasa de crecimiento con respecto a la talla, lo cual puede estar originado por vacíos de información en una determinada muestra, y que conlleva a una posible baja interpretación del crecimiento debido a un determinado algoritmo.

De aquí que se enfatice en el cuidado que debe ser tomado cuando se analiza la información que esta fuertemente influenciada por distintos procesos desde el muestreo de campo hasta los ligados a cambios en los patrones de mortalidad dependiente de la longitud, variabilidad del reclutamiento y estacionalidad del crecimiento.

Por otro lado las estimaciones de crecimiento reportadas en la literatura para *C. hippurus* utilizando diferentes métodos, no son tan disímiles a los

obtenidos en este trabajo con los dos escenarios para L_{∞} ; mientras que para K las diferencias son más notorias. Sin embargo, considerando que el dorado es una especie muy sensible al efecto de cambios en la temperatura, es lógico esperar variaciones en K (Figura 19). Así mismo se presume que la amplia gama de valores de parámetros de crecimiento en las distintas zonas pudiera estar asociada con la variabilidad ambiental como diferencias en la disponibilidad de alimento u otros factores. Si el factor limitante fuera la disponibilidad de alimento esto determinaría distintas capacidades de carga, provocando que las tasas de crecimiento no sean homogéneas ni constantes (Lluch-Cota et al., 1995).

Al considerar las estimaciones de los parámetros de crecimiento reportados en la literatura, la separación por área se hace evidente, con lo cual se denota que las estimaciones de crecimiento para el Océano Pacífico Oriental están separadas del resto de las localidades con valores de L_{∞} y K menores (Tabla 10). Los distintos valores de K sugieren que el dorado presenta un metabolismo que probablemente difiere entre sus áreas de distribución.

La sensibilidad de ambos algoritmos fue determinada a través del bootstrapp, con lo cual se pone de manifiesto nuevamente la validación de los parámetros de crecimiento estimados con una determinada técnica; para el caso del modelo ELEFAN I mostró intervalos de variación amplios en los estimados de crecimiento comparado con los resultantes de NSLCA, en el cual sus intervalos fueron más estrechos y persistentes en sus valores, todo esto atribuido a una alta sensibilidad al bootstrapping. En cuanto a los valores de *Phi prima* generados a partir de los parámetros obtenidos con los dos algoritmos con el bootstrapp proporcionó valores similares y sus intervalos de variación fueron muy estrechos.

Por otro lado es importante señalar que las diferencias encontradas en el crecimiento también podría estar influenciadas por las características propias de cada zona geográfica y el efecto que tiene cada una en el entorno biótico y abiótico de la especie, así como la presencia de determinados fenómenos de tipo oceanográfico y climático, que en el caso de Esmeraldas el frente oceánico presente en el área ecuatoriana presenta gradientes bruscos de temperatura (19-25° C) y salinidades de 33.5 a 30 ‰ (Arriaga y Vásquez, 1987), así como por el aporte fluvial del Río Esmeraldas. Para el caso de CSL, el área de pesca posee

características oceanográficas particulares que incluyen “frentes oceánicos”, cuya posición varía a lo largo del tiempo (Castro et al., 2006).

Durante el periodo de tiempo que involucra este estudio (1991-1993), se registró en ambas zonas la presencia del fenómeno climático conocido como El Niño, cuya influencia según Norton y Crooke (1994) afectó los desembarques y distribución de muchas pesquerías de una manera negativa o positiva según la acción que ejerza en una determinada zona. En una gráfica de anomalías estandarizadas de temperatura superficial del mar (Fig. 20), podemos puntualizar que en el caso de Esmeraldas la presencia de anomalías positivas (aguas más cálidas) se registró a partir de los últimos meses de 1991, extendiendo su efecto hasta el primer semestre de 1992, siendo abril de este año donde se registró el valor de temperatura mas alto de todo el periodo (28.5 °C); mientras que las anomalías negativas estuvieron presentes en el primer semestre de 1991 y fueron mayores durante 1993. En CSL las anomalías positivas más importantes se dieron en 1992, las cuales prevalecieron durante casi todo el año, por otro lado las anomalías negativas se presentaron durante el primer semestre de 1991 e inicio del segundo semestre de 1992.

En referencia a las temperaturas registradas en las áreas de estudio, Radovich (1960), Norton y Crooke (1994) y Norton (1999), señalan que durante los años en que se presenta El Niño las poblaciones de dorado se desplazaron hacia el norte de su distribución alejados de la costa, provocando una mayor disponibilidad a las flotas pesqueras de otras zonas, lo cual fue confirmado con el incremento en las capturas de dorado registrados para California, EUA así como de Perú (Estadísticas Pesqueras 1990-1999, IMARPE) en relación con CSL y Esmeraldas, Ecuador.

Ligado al párrafo anterior se plantea un probable efecto de dicho evento en las estimaciones de crecimiento obtenidas en este estudio debido a la mayor presencia de individuos de edad 2 (tallas chicas) conseguidas en el análisis de cohortes y la disminución en la talla promedio de los individuos capturados, en relación con lo mencionado por Norton y Crooke (1994) y Norton (1999) referente a una probable expansión del dorado en respuesta a una ampliación de sus límites de distribución geográfica.

Torres-Alfaro (1996), menciona también, el probable efecto de este evento en las estimaciones de crecimiento para el dorado debido a cambios en el tamaño y número de organismos capturados, indicando además una repercusión en la época de reclutamiento debido a un adelanto del mismo durante 1990 y 1991, que dio lugar a una mayor presencia de organismos de 1 y 2 años de edad en los años posteriores.

En general, la estructura de una población de peces no siempre está bien definida en la naturaleza y la estimación y comparación del crecimiento es esencial no solamente como insumo a modelos más complejos que evalúan estrategias de manejo sino también prueban hipótesis de historias de vida, y comparan diferentes características del crecimiento y que las mismas pueden alcanzar distintas conclusiones.

Tabla 9. Proporciones sexuales de dorado (*Coryphaena hippurus*) reportadas en la literatura para diferentes regiones geográficas.

Localidad	Sexo		Intervalo de Talla (mm)	P.S.	Referencia
	♂ n	♀ n			
Carolina del Norte	428	821	450-1275 LF	1:1.9	Rose y Hassler (1974)
Gulf Stream	30	27	313-1165 LE	1:0.9	Gibbs y Collette (1959)
Corriente de Florida	222	392	-	1:1.8	Oxenford (1985)
Puerto Rico	150	450	-	1:3	Erdman (1976)
	266	622	358-1479 LF	1:2.3	Pérez et al. (1992)
	55	115	430-1480 LF	1:2.1	Rivera-Betancourt (1994)
Islas Vírgenes	25	47	-	1:1.9	Mather (1954)
Golfo de México	36	43	250-1210 LE	1:1.2	Bentivoglio (1988)
Barbados	773	2353	400-1200	1:3	Oxenford (1985)
Esmeraldas, Ecuador	544	570	411-1575 LF	1:1	Este estudio
CSL, México	1700	1692	330-1420 LF	1:1	Este estudio

Tabla modificada de Oxenford (1999)

Tabla 10. Parámetros de crecimiento de dorado (*Coryphaena hippurus*) reportado en la literatura para diferentes regiones geográficas.

Localidad	Sexo	L_{∞}	K	t_0	ϕ'	Referencia
Baja California Sur	H	98.6	0.98	-0.01	3.98	Torres-Alfaro (1996)
Baja California Sur	M	121	0.60	-0.5	3.95	
Barbados	H	122	3.43	0.055	4.71	Oxenford (1985)
Barbados		121	3.49		4.71	
Barbados	M	126	5.24		4.92	
Puerto Rico (Costa Norte)		129	2.19	-0.09	4.56	Rivera, G. y R. Appeldoorn (2000)
Puerto Rico (Costa Sur)		149	2.19	-0.01	4.69	
Puerto Rico	M	138	2.55	0.02	4.69	Rivera-Betancourt (1994)
Puerto Rico	H	151	1.82	-0.09	4.62	
Puerto Rico		146	2.19	-0.046	4.67	
Hawai	H	153	1.41	0.07	4.52	Uchiyama et al. (1986)
Hawai	M	190	1.19	0.08	4.63	
Sudáfrica		156	1.04		4.40	Torres (1991)
Carolina del Norte		173	0.31		3.97	Rose y Hassler (1968)
Carolina del Norte		160	0.4	-0.964	4.01	
Ensen. Panamá (con Colombia)		194	0.91		4.53	Lasso y Zapata (1999)
Golfo de México		194	1.12		4.62	Bentivoglio (1988)
Santa Lucía		236	0.53		4.47	Murray (1985)
Cabo San Lucas*	Comb. ⁺	160	0.65		4.22	Este estudio
	Comb. ⁺⁺	162	0.85		4.35	
Esmeraldas, Ecuador*	Comb. ⁺	161	0.40		4.02	
	Com. ⁺⁺	167	1.3		4.56	
Florida		165	0.68	0.155	4.27	Beardsley (1967)
España		102	1.9	0.023	4.30	Massuti et al. (1999)

ELEFAN I⁺ NSLCA⁺⁺

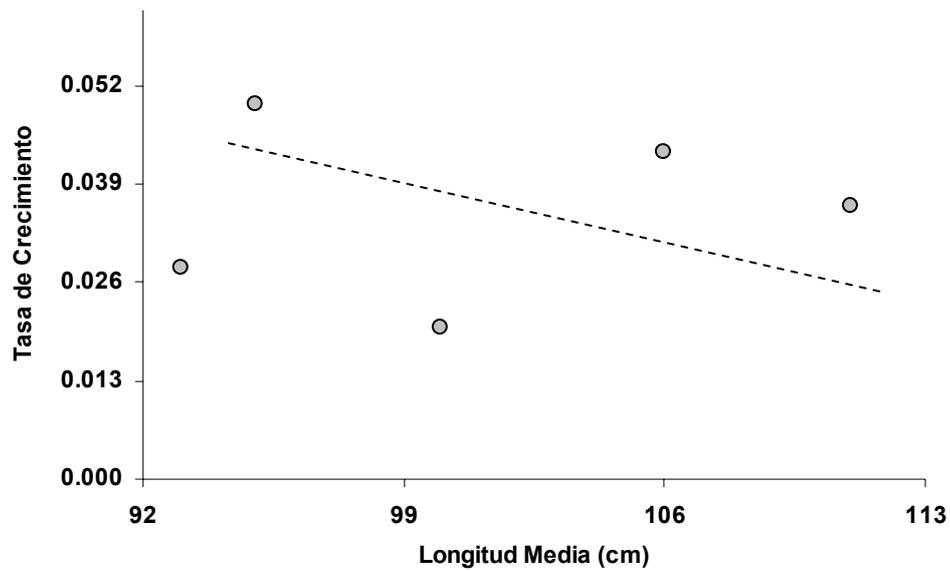


Figura 18. Tasas de crecimiento de dorado (*Coryphaena hippurus*) en Esmeraldas durante 1991-1993 obtenidas con el método de Munro (1982).

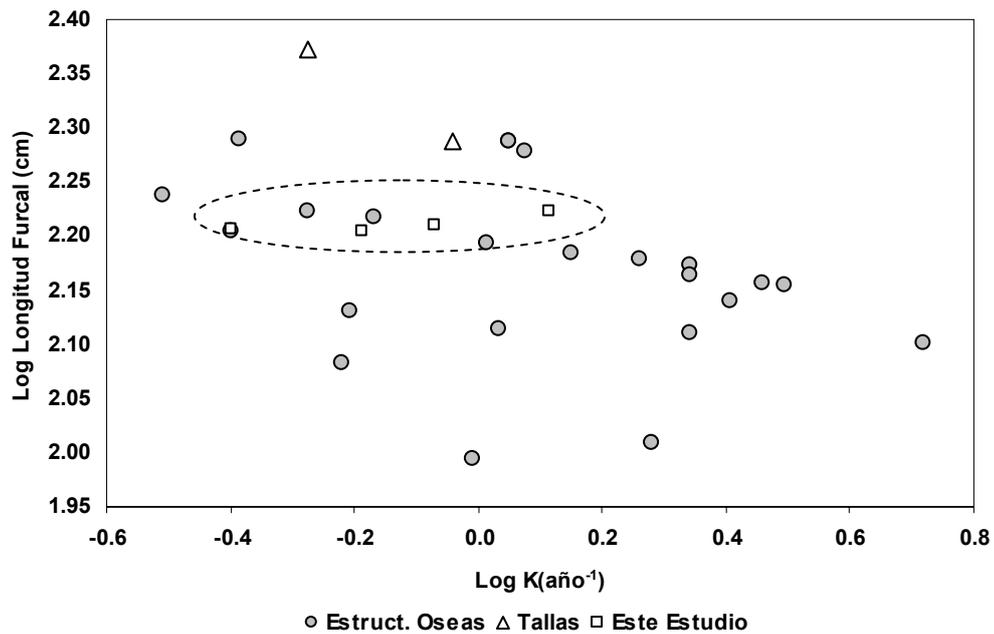


Figura 19. Parámetros de crecimiento de dorado (*Coryphaena hippurus*) reportado en la literatura para diferentes regiones geográficas.

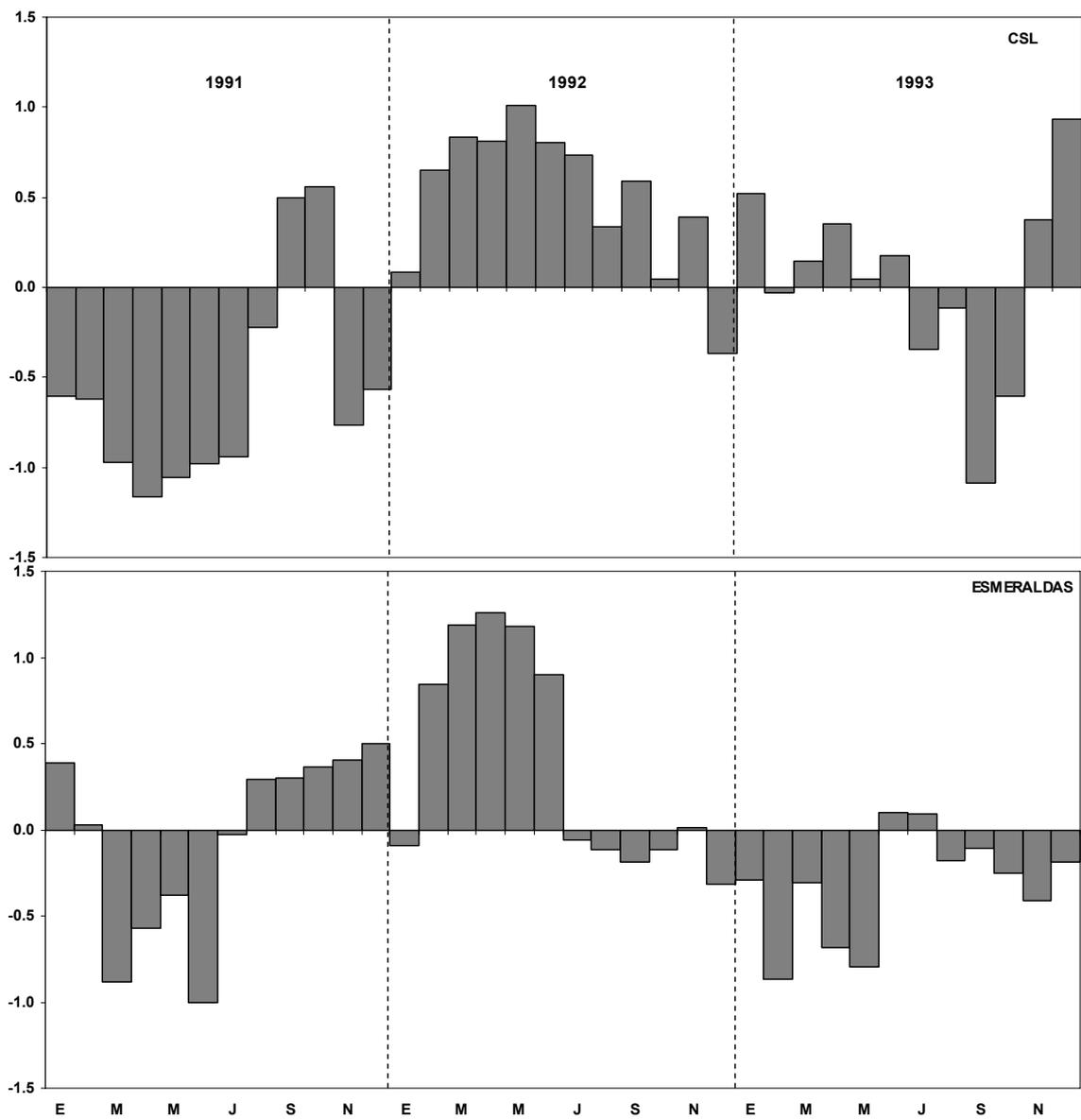


Figura 20. Anomalías estandarizadas de la temperatura superficial del mar en Cabo San Lucas, México y Esmeraldas, Ecuador.

10. CONCLUSIONES

- Las estimaciones de crecimiento del dorado en dos áreas distantes dentro del Pacífico Central Oriental se encuentran dentro del intervalo de valores reportados en la literatura para la especie en otras regiones geográficas. Este análisis comparativo aporta indicios importantes sobre la estructura de la población considerando que se utilizó información de tallas para el mismo periodo (1991-1993) y se emplearon metodologías y criterios similares.
- Se encontraron diferentes tasas de crecimiento entre las zonas, siendo mayor en el dorado de Esmeraldas en comparación al de CSL. Estas diferencias aparentemente se deben a una respuesta diferencial de los organismos a ambientes distintos. Sin embargo no debe descartarse lo relacionado a la estructura de la información y la forma en que operan los algoritmos de resolución de cada técnica, así como la variabilidad en el reclutamiento asociado con la característica reproductiva de la especie por lo prolongado del desove, que probablemente influya en el crecimiento.
- Las estimaciones de crecimiento obtenidas en este estudio para el área de CSL son diferentes a los valores reportados por otros autores para el mismo periodo en la misma región. Estas diferencias podrían deberse al tratamiento de los datos así como el método de obtención de los parámetros.
- De manera similar las diferencias observadas en el crecimiento entre valores reportados para el área de Ecuador estén dadas probablemente por el método de obtención, principalmente los aplicados a pequeñas series de datos.

- Como resultado de analizar las mismas estructuras de tallas utilizando dos algoritmos diferentes para la estimación de los parámetros de crecimiento, se encontró que NSLCA es el más adecuado para estimar el crecimiento del dorado *Coryphaena hippurus*, ya que su desempeño fue más consistente en sus estimados en relación con ELEFAN I.
- A pesar de que los resultados obtenidos en este trabajo evidencian diferencias en el crecimiento, debe considerarse que geográficamente representan el crecimiento del dorado en los límites extremos de su distribución y que no se cuenta con estimaciones de los mismos parámetros de localidades intermedias de tal forma que pueda evaluarse si existe un cambio latitudinal gradual de estos parámetros dentro de la población o bien las diferencias encontradas representen diferencias a nivel poblacional, por lo que se hace evidente la necesidad de contar con mayor información a lo largo de la distribución de la especie para concluir al respecto.

11. RECOMENDACIONES

- i.** Actualizar y generar información biológico–pesquero del recurso a través de un programa de muestreo de cobertura permanente y amplia que incluya diferentes puertos de desembarque así como embarcaciones pesqueras con diferentes métodos de pesca.
- ii.** Realizar estudios concernientes a aspectos biológicos de este recurso, como su ecología y dinámica poblacional y promover así un mejor conocimiento del mismo.
- iii.** Estimar el esfuerzo pesquero y la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) que opera sobre el dorado para conocer la operatividad de las distintas flotas y determinar el estado del recurso en cuanto a su abundancia.
- iv.** Debido a que es un recurso capturado a lo largo de Pacífico Oriental por distinta flotas, se recomienda el intercambio de conocimiento de la especie en cada zona y así poder evaluar de una forma real el nivel de explotación actual y definir las posibles estrategias de manejo.

12. BIBLIOGRAFIA

- Abítia-Cárdenas, L. 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. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. México. 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. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. México. 109 p.
- Anónimo. 1986.** A preliminary investigation of the stock structure of the dolphin *Coryphaena hippurus*, in the western central Atlantic. Fish. Bull. 84 (2): 451-459.
- Arriaga, L. y J. Vásconez. 1987.** Los manglares y los recursos costeros del Ecuador. Primer Congreso del Medio Ambiente. Natura.
- Basson, M., A. A. Rosenberg y A. J. Beddington. 1988.** The accuracy and reliability of two new methods for estimating growth parameters from length-frequency data. J. Cons. Int. Explor. Mer. 44: 277-285.
- Barcelata-Ortíz, 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.
- Bhattacharya, C. G. 1967.** A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. Biometrics. 23: 115-135.
- Beardsley, G. L. Jr. 1967.** Age, growth and reproduction of the dolphinfish, *Coryphaena hippurus*, in the Straits of Florida. Copeia. 1967: 441-451.
- Bentivoglio, A. A. 1988.** Investigations into the growth, maturity, mortality rates and occurrence of the dolphin (*Coryphaena hippurus*, Linnaeus) in the Gulf

of Mexico. M. Sc. Thesis. University College of North Wales, Bangor, UK.
37 pp.

Campos, J. A., A. Segura, O. Lozano y E. Madrigal. 1993. Ecología básica de *Coryphaena hippurus* (Pisces, Coryphaenidae) y abundancia de grandes pelágicos en el Pacífico de Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 41(3): 783-790.

Castro, R., M. F. Lavín y P. Ripa. 1994. Seasonal heat balance in the Gulf of California. Journal of Geophysical Research. 99: 3249-3261.

Castro, R., A. Mascarenhas, R. Durazo y C. Collins. 2000. Variación estacional de la temperatura y salinidad en la entrada del Golfo de California, México. Ciencias Marinas. 26(4): 561-583.

Castro, R., R. Durazo, A. Mascarenhas, C. Collins y A. Trasviña. 2006. Thermohaline variability and geostrophic circulation in the southern portion of the Gulf of California. ELSEVIER. Deep-Sea Research I (53): 188-200.

Chatterji, A. y Z. Anzari. 1985. A note the length-weight relationship in dolphin fish *Coryphaena hippurus* L. Mahasagar. Nat. Inst. Bull. Oceanography. 18 (3): 425-427.

Contreras, S. y J. Fallows. 1991. La pesquería del dorado, *Coryphaena hippurus*, Linnaeus, 1758 en el Ecuador. Rev. Pacífico Sur 19: 269-276.

Cucalón, F., 1986. Sinopsis de la oceanografía de la región frente a las costas del Ecuador. Documento de pesca 001: 30-33.

Diario Oficial de la Federación. 1995. Norma Oficial Mexicana NOM-017-Pesca-1994. Para regular las Actividades de Pesca Deportiva en las Aguas de Jurisdicción Federal de los Estados Unidos Mexicanos. Tomo No. 15-19. México, D.F.

Erdman, D. S. 1956. Recent fish records from Puerto Rico. Bull. Mar. Sci. Gulf Caribb. 6: 315-349.

Galindo-Cortes, G. 2005. Evaluación de tres métodos para estimación del crecimiento basados en el análisis de distribuciones. Tesis de Maestría

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional.
México. 135 p.

- Gallucci, V. y T. J. Quinn. 1979.** Reparameterizing, fitting and testing a simple growth model. Transactions of the American Fisheries Society. 108:14-25.
- García-Arteaga, J. P., R. Claro y S. Valle. 1997.** Length-weight relationships of Cuban marine fishes. Naga. 20(1): 38-43.
- Gayanilo, F. C. Jr., M. Soriano y D. Pauly. 1988.** A draft guide to the complete ELEFAN. ICLARM Contribution. 435. 70 p.
- Gibbs, R. H. Jr. y B. B. Collette. 1959.** On the identification, distribution and biology of the dolphins *Coryphaena hippurus* and *C. equiselis*. Bull. Mar. Sci. Gulf. Caribb. 9: 117-152.
- Gulland, J. A. y A. A. Rosenberg. 1992.** Examen de los métodos que se basan en la talla para evaluar las poblaciones de peces. FAO. Doc. Tec. Pesca. 323. Roma. FAO. 112 p.
- Hyams, D. 1993.** CurveExpert Version 1.34. Microsoft Corporation.
- Isaac, V. J. 1990.** The accuracy of some length-based methods for fish population studies. ICLARM. Tech. Rep. 27: 81 p.
- Klett-Traulsen A., D. G. Ponce y S. Ortega. 1996.** Pesquería deportivo-recreativa. En: Casas V. M. y D. Ponce (Eds.). 1996. Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur, México. 389-418.
- Kojima, S. 1966.** Studies on fishing conditions of the dolphin, *Coryphaena hippurus*, in the western regions of the Sea of Japan –XII. The size of a dolphin school. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 32(8): 652-654.
- Lasso, J. y L. Zapata. 1999.** Fisheries and biology of *Coryphaena hippurus* (Pisces: Coryphaenidae) in the Pacific coast of Colombia and Panama. Sci. Mar. 63 (3-4): 387-399.

- Lavín, M. F., E. Beier y A. Badán. 1997.** Estructura hidrográfica y circulación del Golfo de California: Escalas estacional e interanual. En: M. F. Lavín (Ed.). Contribuciones de la Oceanografía Física en México, Monografía No 3, Unión Geofísica Mexicana. 139- 169.
- Lluch-Cota, D. B., C. A. Salinas, P. Del Monte Luna y S. Lluch-Belda. 1995.** El Niño y la Pesca en el noroeste de México. Oceanología. SEP. 4(8): 19-42.
- Mahon, R. 1999.** Dolphinfish fisheries in the Caribbean region. Sci. Mar. 63(3-4): 411-420.
- Martínez, J. 2001.** Manual de pesca blanca; 37 especies de interés comercial. Asociación de Exportadores de Pesca Blanca del Ecuador (ASOEXPEBLA).
- Massuti, E., B. Morales-Nin y J. Moranta. 1999.** Otoliths microstructure a growth patterns of dolphin *Coryphaena hippurus* in Western Mediterranean. Fish. Bull. 97: 891-899.
- Mather, F. J. 1954.** Northerly occurrences of warm water fishes of the Tropical Atlantic. Copeia. 1954: 292-293.
- Munro, J. L. 1982.** Estimation of the parameters of the von Bertalanffy growth equation from recapture data at variable time intervals. J. Cons. CIEM. 40: 199-200.
- Murray, P. A. 1985.** Growth and mortality in the dolphin-fish *Coryphaena hippurus* caught off Saint Lucia, W. I. En: WECAFC (Ed.), National reports and selected papers presented at the fourth session of the Working Party on assessment of marine fishery resources. 147-153 p. Paipa, Department of Boyaca, Colombia, 29 de octubre – 2 noviembre, 1984. FAO Fish. Rep. 327: 220 p.
- 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, Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. (CalCOFI). 35: 230-239.

- Norton, J. G. 1999.** Apparent habitat extensions of dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in response to climate transients in the California Current. Sci. Mar. 63 (3-4): 239-260.
- Oro, M. G. 1999.** El dorado (*Coryphaena hippurus* y *C. equiselis*). La Pesca deportiva en México (por la pesca libre y responsable). <http://www.pesca.org.mx/articulos/dorado1.html>
- Ortega, S., A. Klett-Traulsen y G. D. Ponce. 2003.** Analysis of sportfishing catch rates of striped marlin (*Tetrapturus audax*) at Cabo San Lucas, Baja California Sur, Mexico, and their relation to sea surface temperature. Marine and Freshwater Research. 54: 483-488.
- Oxenford, H. A. 1985.** Biology of the dolphin *Coryphaena hippurus* and its implications for the Barbadian Fishery. Ph. D. Thesis, University of the West Indies, Cave Hill, Barbados. 366 p.
- Oxenford, H. A. 1999.** Biology of dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the western central Atlantic: A review. Sci. Mar. 63 (3-4): 277-301.
- Oxenford, H. A. y W. Hunt. 1983.** Age and growth of dolphin, *Coryphaena hippurus*, as determined by growth rings in their otoliths. Fish. Bull. 81(4): 906-909.
- Oxenford, H. A. y W. Hunte. 1986.** A preliminary investigation of stock structure of the dolphin *Coryphaena hippurus* in the Western Central Atlantic. Fish. Bull. 84(2): 451-459.
- Palko, B. J., G. L. Beardsley y W. J. Richards. 1982.** Synopsis of the biological data on dolphin fishes, *Coryphaena hippurus* Linnaeus and *Coryphaena equiselis* Linnaeus. NOAA. Tech. Rep. NMFS Circ. 443. 28 p.
- Patterson K. y J. Martínez. 1991.** Exploitation of the dolphin-fish *Coryphaena hippurus* L. off Ecuador: Analysis by length-based virtual population analysis. Fishbyte. 9(2): 21-23.

- Pauly, D. 1981.** The relationships between gill surface area and growth performance in fish: a generalization of von Bertalanffy's theory of growth. Meeresforsch. 28(4): 251- 282.
- Pauly, D., J. Ingles y R. Neal. 1984.** Application to shrimp stocks of objective methods for the estimation of growth, mortality and recruitment-related parameters from length-frequency data (ELEFAN I and ELEFAN II). En: J. A. Gulland y B. J. Rothschild (Eds): Penaeid shrimps-their biology and management, p. 220-234. Fishing News Books, Farnham, Surrey, England.
- Pauly, D. y J. L. Munro. 1984.** Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. Fishbyte. 2: 21.
- Pauly, D. y F. Arreguín-Sánchez. 1995.** Improving Shepherd's length composition analysis (SCLA) method for growth parameter estimations. NAGA. ICLARM Q. 18(4): 31-33.
- Pérez, R. N. y Y. Sadovy. 1991.** Preliminary data on landings records and reproductive biology of *Coryphaena hippurus*, L., in Puerto Rico. Proc. Gulf. Caribb. Fish Inst. 44: 636-650.
- Pérez, R. N., A. M. Román y G. A. Rivera. 1992.** Investigation of the reproductive dynamics and preliminary evaluation of landings data of the dolphinfish *Coryphaena hippurus*, L. Final Report for Dingell-Johnson Project F26-1. Puerto Rico Department of Natural Resources, Fishery Research Laboratory, Mayaguez, PR. 95 p.
- Pérez-Valencia, S. A. 2004.** Estudio de la pesca deportivo-recreativa en la región de Los Cabos, B. C. S., con énfasis en el destino de las capturas. Tesis de Maestría. CIBNOR. México. 60 p.
- Radovich, J. 1960.** Redistribution of fishes in the eastern North Pacific Ocean in 1957 and 1958. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 7:163-171.
- Revelo, W. 2002.** El recurso dorado *Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758 y su pesquería artesanal en Ecuador, periodo 1989-1999. Tesis Doctorado. Universidad de Guayaquil, Ecuador. 235 p.

- Rivera Betancourt, G.A. 1994.** Age and Growth of dolphinfish, *Coryphaena hippurus* L., in Puerto Rico as determined by otoliths analysis. M. Sc. Thesis, University of Puerto Rico, Mayaguez, Puerto Rico. 56 p.
- Rivera, G.A. y R.S. Appeldoorn. 2000.** Age and growth of dolphinfish, *Coryphaena hippurus*, off Puerto Rico. Fish. Bull. 98: 345-352.
- 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.
- Rosenberg, A. A. y J. R. Beddington. 1987.** Monte-Carlo testing of two methods for estimating growth from length-frequency data with general conditions for their applicability, p. 283-298. En: D. Pauly y G. R. Morgan (Eds.). Length-based methods in fisheries research. ICLARM Conf. Proc. 13, 468 p. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines, and Kuwait Institute for Scientific Research, Safat, Kuwait.
- Rubio, E. A. 1988.** Peces de importancia comercial para el Pacífico Colombiano. Centro de Publicaciones. Universidad del Valle, Cali. 495 p.
- Santana-Hernández, H. 2001.** Estructura de la comunidad de pelágicos mayores capturados con palangre en el Pacífico mexicano (1983-1996) y su relación con la temperatura superficial del mar. Tesis doctoral. Universidad de Colima, México. 122 p.
- Sakamoto, R. y S. Kojima. 1999.** Review of dolphinfish biological and fishing data in Japanese waters. Sci. Mar. 63 (3-4): 375-385.
- Scott, I. R. 1991.** Una revisión de la pesca del dorado del Ecuador. Instituto Nacional de Pesca y el Overseas Development Administration, Great Britain (ODA). Reporte Interno. Guayaquil, Ecuador.

- Shcherbachev, Yu. N. 1973.** The biology and distribution of the dolphins (Pisces Coryphaenidae). [En ruso] Vopr. Ikhtiol. 13: 219 - 230 (Engl. Transl. En J. Ichthyol. 13: 182 - 191).
- Shepherd, J. G. 1987.** A weakly parametric method for estimating growth parameters from length composition data, p. 113-119. En: D. Pauly y G. R. Morgan (Eds.). Length-based methods in fisheries research. ICLARM Conf. Proc. 13, 468 p. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines, and Kuwait Institute for Scientific Research, Safat, Kuwait.
- Sparre, P., E. Ursin y S. C. Venema. 1989.** Introduction to tropical fish assessment. Part I. Manual. FAO Fish. Tech. Pap. (306.1). Rome. FAO: 337 p.
- StatSoft 1984-2001.** STATISTICA for Windows, Version 6. Tulsa, Ok: Statsoft Inc.
- Torres, F. 1991.** Tabuladata on marine fishes from southern Africa, Part II: Growth parameters, Fishbyte. 9(2): 37-38.
- Torres-Alfaro, G. M. 1996.** Edad y crecimiento de *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758) (Osteichthyes: Coryphaenidae), en el sur de la Península de Baja California, México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. México. 71 p.
- Torres-Orozco, E. 1993.** Análisis volumétrico de las masas de agua en el Golfo de California. Tesis de Maestría. CICESE, Ensenada, México. 80 p.
- Uchiyama, J., R. Burch y S. Kraul. 1986.** Growth of dolphins, *Coryphaena hippurus* and *C. equiselis*, in Hawaiian waters as determined by daily increments on otoliths. Fish Bull. 84(1): 186-191.
- Vakily, J. M. 1990.** Determination and comparison of growth in bivalves with emphasis on the tropics and Thailand. Ph. D. Dissertation, Christian – Albrechts Universitat, Germany. 116 p + Appendix.

- Von Bertalanffy, L. 1938.** A quantitative theory of organic growth. Human Biology. 10: 181-213.
- Wang, C. H. 1979.** A study of population dynamics of dolphin fish (*Coryphaena hippurus*) in waters adjacent to eastern Taiwan. [En chino. Res. Ingles]. Acta Oceanográfica Taiwan. 10: 233-251.
- Zapata, L. A., G. Rodríguez, B. S. Beltrán, G. Gómez, A. Cediél y R. Ávila. 1998.** Evaluación de recursos demersales por el método de área barrida en el Pacífico Colombiano. Inf. Téc. Final. Min. de Agricultura, Programa de Pesca INPA/VECEP. Buenaventura, 33 p. (manuscrito).
- Zúñiga-Flores, M. S. 2002.** Análisis de la estructura de tallas y relación peso-longitud del dorado (*Coryphaena hippurus*, Linnaeus, 1758) capturado en Mazatlán, Sinaloa, durante 2000-2001. Tesis de Licenciatura. UAS. México. 40 p.