

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ



FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

ESPECIALIDAD BILOGÍA PESQUERA

“EDAD Y CRECIMIENTO DEL DORADO, *Coryphaena hippurus*
(Linnaeus, 1758), DESEMBARCADO EN EL PUERTO DE MANTA
EN EL PERÍODO 2010 – 2011”

TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE BIÓLOGO PESQUERO

Autores:

Karla Estefanía Bravo Vásquez

Carlos Nicolás Balarezo Cedeño

Director de Tesis

Víctor Véliz Quijje

Biólogo Pesquero

Manta – Ecuador

2012

DERECHOS DE AUDITORÍA

Nosotros, Karla Estefanía Bravo Vásquez y Carlos Nicolás Balarezo Cedeño, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestro derecho de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Facultad de “Ciencias del Mar”, de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Karla Estefanía Bravo Vásquez

Carlos Nicolás Balarezo Cedeño

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Víctor Manuel Véliz Quijije, en calidad de Director de la Tesis titulada “**EDAD Y CRECIMIENTO DEL DORADO, *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758), DESEMBARCADOS EN EL PUERTO DE MANTA EN EL PERÍODO 2010 – 2011**”, certifico que la señorita Karla Estefanía Bravo Vásquez y el señor Carlos Nicolás Balarezo Cedeño han realizado el presente trabajo, bajo mi supervisión y tutoría de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Universidad Laica “ELOY ALFARO” de Manabí, previo a la obtención del título de Biólogo Pesquero.

Biol. Pesq. Víctor Manuel Véliz Quijije
DIRECTOR DE TESIS

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos miembros del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** la tesis titulada **“EDAD Y CRECIMIENTO DEL DORADO, *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758), DESEMBARCADOS EN EL PUERTO DE MANTA EN EL PERÍODO 2010 – 2011”**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por la señorita Karla Estefanía Bravo Vásquez y el señor Carlos Nicolás Balarezo Cedeño, previa a la obtención del título de Biólogo Pesquero, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Universidad Laica “ELOY ALFARO” de Manabí, Facultad “CIENCIAS DEL MAR”.

Dr. Luís Ayala Castro Ph. D.
Decano

Biol. Pesq. Víctor Véliz Quijije
Director de Tesis

Biol. Pesq. Jaime Sánchez Moreira
Miembro Principal

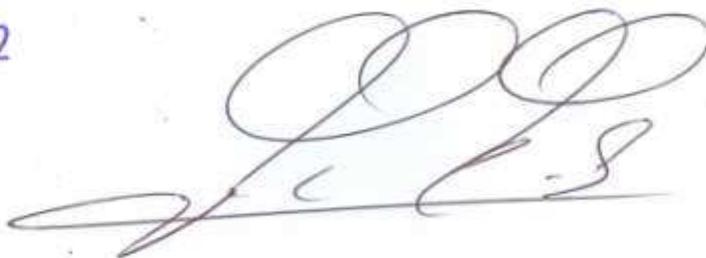
Biol. Pesq. Tania Lin Maldonado
Miembro Principal

AUTORIZACIÓN

Yo, Hugo Vera Serrano, Subsecretario de Recursos Pesqueros, conforme a lo dispuesto en el convenio de Cooperación Interinstitucional entre la Subsecretaria de Recursos Pesqueros y la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí para la investigación, capacitación, asistencia técnica y difusión del sector pesquero artesanal industrial, autorizo a:

Karla Estefania Bravo Vásquez, con C.I. 131084658-7 a hacer uso de una parte de datos recopilados en el Proyecto Dorado, para análisis y elaboración de su tesis de grado titulada: "Edad y Crecimiento del Dorado *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758), desembarcados en el puerto de Manta en el periodo 2010 - 2011", que se sustentará en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, previo a la obtención del título de Biólogo Pesquero.

10 ABR 2012



Hugo Vera Serrano

Subsecretario de Recursos Pesqueros



VICEMINISTERIO DE ACUACULTURA Y PESCA

Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber.

Albert Einstein

AGRADECIMIENTOS

A la **Facultad Ciencias del Mar** que nos dio la oportunidad de capacitarnos y en la cual nos hemos forjado día a día.

A la **Subsecretaria de Recursos Pesqueros** por darme las facilidades técnicas para efectuar esta investigación, en especial al Blgo. **Jimmy Martínez**, responsable del Proyecto-Dorado, quien con su preocupación permanente, capacidad y responsabilidad profesional supo llenarme de magnífica enseñanza, sanos consejos y apoyo necesario para poder superarme.

A la Dra. **Marcela Zúñiga** por todos los consejos y críticas constructivas que fueron de inmensa ayuda para que este trabajo se realizara con éxito.

A nuestro director de tesis Blgo. **Víctor Véliz** por sus valiosas sugerencias y la excelente guía que fue para nosotros y por darnos la oportunidad de culminar exitosamente este trabajo de grado.

Al grupo de trabajo del Plan Dorado: Pedro, July y Francisco. Gracias por su ayuda.

Al grupo técnico PAT-Ecuador: Edward, Mariuxy, Adriana, Ronald, Viviana y Carlos. Gracias por incentivar-me a seguir.

A **Juan Figueroa**, definitivamente hace falta más personas como usted en este mundo. Gracias por su interés y preocupación.

Al grupo de observadores de pesca de la Subsecretaria de Recursos Pesqueros por su contribución.

A los pescadores, gracias por su colaboración y ayuda.

Y a todas aquellas personas que desinteresadamente siempre estuvieron prestos a ayudarnos.

GRACIAS

DEDICATORIA

Con todo mi corazón, la sinceridad brotada a flor de labios y con el más grande amor dedico este trabajo a Dios, ya que El es el único que decide por cada persona y sin Su ayuda no hubiera podido llegar hasta aquí.

A mis padres Dilcia y Saulo, quienes me han sabido guiar por el sendero del bien y del saber, en especial a ti madre que con tus sabios consejos infatigables, me has dado en todo instante el ánimo para continuar con este arduo trajinar de lucha y sacrificio.

A mis hermanos Edwin, Jefferson, Karen y Angie, a mi hermano de corazón Edward; quienes con su carisma y constante apoyo supieron darme el empujón que necesitaba. Los quiero mucho.

A mi abuelo, eterno ángel de la guarda que con sus bendiciones alarga la existencia de mis días.

Y a todos aquellos que siempre supieron darme su apoyo de una u otra manera.

Karla Bravo Vásquez

Mi tesis la dedico con todo amor:

A Dios que me dio la oportunidad de vivir, y de regalarme una familia maravillosa.

Con mucho cariño, a mis padres que me dieron la vida y han estado conmigo en las buenas y en las malas. Gracias por todo papá y mamá, por darme una carrera para mi futuro y creer en mí, a pesar que hemos pasado momentos difíciles, siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor, por todo esto, les agradezco de todo corazón.

A mi hijo Carlos Iván y a mis hermanas Mayra, Silvia y Karla por apoyarme y estar siempre conmigo, los quiero mucho. A ti Fanny, a pesar de que no estás aquí conmigo, sé que tu alma si lo está y porque tuviste los mismo sueños que yo, te dedico este trabajo. Nunca te olvidaré...

Y no me puedo despedir sin antes decirle que sin ustedes no hubiera logrado este triunfo.

Carlos Balarezo Cedeño

ÍNDICE

| | |
|---|-------|
| ÍNDICE DE TABLAS | XI |
| ÍNDICE DE FIGURAS | XII |
| ÍNDICE DE FOTOS | XIV |
| LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS | XVI |
| GLOSARIO | XVIII |
| RESUMEN | XXI |
| ABSTRACT | XXII |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. MARCO TEÓRICO | 5 |
| 2.1. Taxonomía..... | 5 |
| 2.2. Hábitat y Biología..... | 6 |
| 2.2.1. Hábitat..... | 6 |
| 2.2.2. Biología..... | 6 |
| 2.3. Caracteres distintivos..... | 9 |
| 2.4. Distribución geográfica..... | 10 |
| 2.5. Pesquería..... | 11 |
| 2.5.1. Pesca y utilización..... | 12 |
| 2.5.1.1. Descripción del arte de pesca..... | 12 |
| 2.5.1.1.1. Palangre superficial..... | 12 |
| 2.5.1.1.2. Enmalle de superficie..... | 13 |
| 2.5.1.2. Utilización..... | 13 |
| 2.6. Edad y Crecimiento..... | 13 |
| 2.6.1. Escamas..... | 14 |
| 3. HIPÓTESIS | 17 |
| 4. OBJETIVOS | 18 |
| 4.1. Objetivo General..... | 18 |
| 4.2. Objetivos Específicos..... | 18 |
| 5. MATERIALES Y MÉTODOS | 19 |
| 5.1. Zona de estudio..... | 19 |
| 5.2. Fase de campo..... | 20 |
| 5.3. Obtención de la muestra..... | 21 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 5.4. | Fase de laboratorio..... | 21 |
| 5.5. | Mediciones de la escama..... | 22 |
| 5.6. | Lectura de marcas de crecimiento en las escamas..... | 23 |
| 5.7. | Análisis de datos..... | 24 |
| 5.7.1. | Proporción sexual..... | 24 |
| 5.7.2. | Análisis de la distribución de frecuencia de longitudes..... | 24 |
| 5.7.3. | Relación peso total – longitud furcal..... | 25 |
| 5.7.4. | Relación del radio de la escama y longitud furcal..... | 25 |
| 5.7.5. | Índice de incremento marginal..... | 26 |
| 5.7.6. | Crecimiento individual en longitud..... | 26 |
| 6. | RESULTADOS..... | 29 |
| 6.1. | Proporción sexual..... | 30 |
| 6.2. | Distribución de frecuencia de longitudes..... | 30 |
| 6.3. | Relación peso total – longitud furcal..... | 35 |
| 6.4. | Relación del radio de la escama y longitud furcal..... | 36 |
| 6.5. | Lectura de marcas de crecimiento de las escamas..... | 38 |
| 6.6. | Periodicidad de marcas de crecimiento..... | 38 |
| 6.6.1. | Índice de incremento marginal..... | 38 |
| 6.7. | Crecimiento individual en longitud..... | 39 |
| 6.8. | Tasa de crecimiento relativo en longitud..... | 41 |
| 6.9. | Estructura de edades..... | 43 |
| 6.9.1. | Estructura de edades por año..... | 43 |
| 6.9.2. | Estructura de edades por mes..... | 43 |
| 7. | DISCUSIÓN..... | 46 |
| 8. | CONCLUSIONES..... | 53 |
| 9. | RECOMENDACIONES..... | 55 |
| 10. | BIBLIOGRAFÍA..... | 56 |
| 11. | ANEXOS..... | 67 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Distribución y tallas morfométricas de <i>Coryphaena hippurus</i> . Tomado de Calderón, 2011..... | 28 |
| Tabla 2. Número total de hembras y machos de <i>Coryphaena hippurus</i> y número de ejemplares con escamas colectadas (n) por mes, durante el año 2010..... | 29 |
| Tabla 3. Parámetros de la relación entre el peso total (kg) y longitud furcal (cm), para hembras y machos de dorados <i>Coryphaena hippurus</i> durante el año 2010..... | 35 |
| Tabla 4. Edad (años) determinada mediante la lectura de marcas de crecimiento en escamas de <i>Coryphaena hippurus</i> | 38 |
| Tabla 5. Parámetros de crecimiento del modelo de Von Bertalanffy estimados para hembras, machos y total de dorado <i>Coryphaena hippurus</i> | 39 |
| Tabla 6. Tasa de crecimiento estimada para el crecimiento en longitud para el total de dorado <i>Coryphaena hippurus</i> , machos y hembras..... | 42 |
| Tabla 7. Proporciones sexuales de dorado <i>Coryphaena hippurus</i> , machos y hembras, reportados en la literatura para diferentes regiones geográficas..... | 46 |
| Tabla 8. Parámetros de crecimiento de dorado <i>Coryphaena hippurus</i> , reportados en la literatura para diferentes regiones geográficas..... | 50 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Ciclo de vida del dorado <i>Coryphaena hippurus</i> , A) huevo de 5 horas; B) huevo de 8 horas; C) huevo de 19 horas, mostrando embrión desarrollado con metáforas y xantóforos; D) larva nacida con saco vitelino nuevo, de 3,9 mm de longitud total; E) larva con saco vitelino de 5-7 horas después de la eclosión, 4.3 mm de longitud total; F) larva con saco vitelino, con 1 día después de la eclosión, de 5,8 mm de longitud total; G) larva con 4 días después de la eclosión, de 6,2 mm de longitud total; H) larva con 6,4 mm de longitud total; ; I) larva con 9,5 mm de longitud total; ; J) larva con 11,0 mm de longitud total; K) especímenes de 15 mm de longitud total; L) hembra y macho de <i>Coryphaena hippurus</i> . Figura modificada de Palko <i>et al.</i> , 1982; Sánchez, 2008..... | 8 |
| Figura 2. Ejemplar de dorado macho (<i>Coryphaena hippurus</i>)..... | 10 |
| Figura 3. Distribución mundial del dorado <i>Coryphaena hippurus</i> | 11 |
| Figura 4. Ubicación geográfica de la zona de estudio..... | 19 |
| Figura 5. Macho y Hembra de dorado, <i>Coryphaena hippurus</i> . Longitud furcal (cm); los cuadros indican el área donde fueron colectadas las escamas..... | 21 |
| Figura 6. Distribución de frecuencias de longitud furcal de <i>Coryphaena hippurus</i> ; a) Hembras; b) Machos..... | 31 |
| Figura 7. Frecuencia de longitud furcal de hembras y machos de <i>Coryphaena hippurus</i> , registrados en el 2010..... | 32 |
| Figura 8. Distribución mensual de frecuencias de longitudes de dorado <i>Coryphaena hippurus</i> durante el año 2010..... | 33 |

| | |
|--|----|
| Figura 9. Distribución estacional de longitudes de dorado <i>Coryphaena hippurus</i> durante el año 2010..... | 34 |
| Figura 10. Variación mensual de la longitud promedio de dorado <i>Coryphaena hippurus</i> | 35 |
| Figura 11. Relación entre el peso total (kg) y la longitud furcal (cm) para hembras (a) y machos (b) del dorado <i>Coryphaena hippurus</i> | 36 |
| Figura 12. Relación entre la longitud furcal (cm) y el radio total de la escama (mm) para hembras (a) y machos (b) del dorado <i>Coryphaena hippurus</i> | 37 |
| Figura 13. Relación del Índice de incremento marginal (IIM) del grupo de edad 1 y la temperatura superficial del mar (TSM), durante el año 2010..... | 39 |
| Figura 14. Representación del modelo de crecimiento en longitud de Von Bertalanffy para hembras (a) y machos (b) del dorado <i>Coryphaena hippurus</i> | 40 |
| Figura 15. Representación del modelo de crecimiento en longitud de Von Bertalanffy para hembras (a) y machos (b) del dorado <i>Coryphaena hippurus</i> incluyendo las larvas..... | 41 |
| Figura 16. Tasa de crecimiento relativo en longitud (cm/0,5 años) del dorado <i>Coryphaena hippurus</i> | 42 |
| Figura 17. Frecuencia de edades de hembras y machos de dorado <i>Coryphaena hippurus</i> capturados durante el año 2010..... | 43 |
| Figura 18. Estructura de edades de hembras y machos de dorado <i>Coryphaena hippurus</i> capturados en el año 2010..... | 45 |

ÍNDICE DE FOTOS

| | |
|---|----|
| Foto 1. Medidas del radio total (Rt), radios parciales (Rn (1,2,..n)) de la escama de un dorado (<i>Coryphaena hippurus</i>) hembra de 61 cm de longitud furcal..... | 23 |
| Foto 2. Toma de longitud furcal de dorado <i>Coryphaena hippurus</i> en Playita mía..... | 77 |
| Foto 3. Colecta de escamas de dorado <i>Coryphaena hippurus</i> en Playita mía..... | 77 |
| Foto 4. Depósito de escamas colectadas de dorado <i>Coryphaena hippurus</i> colocadas en sobre para posterior análisis..... | 78 |
| Foto 5. Escamas de dorado <i>Coryphaena hippurus</i> colocadas en un frasco para hidratarse..... | 78 |
| Foto 6. Escamas de dorado <i>Coryphaena hippurus</i> colocadas en hidratación..... | 79 |
| Foto 7. Lavado de las escamas de dorado <i>Coryphaena hippurus</i> | 79 |
| Foto 8. Montaje de las escamas de dorado <i>Coryphaena hippurus</i> | 80 |
| Foto 9. Placas de escamas de dorado <i>Coryphaena hippurus</i> con su respectivo código..... | 80 |
| Foto 10. Cámara digital adaptada al microscopio, registrando la imagen de una escama de dorado <i>Coryphaena hippurus</i> | 81 |
| Foto 11. Calibración del programa analizador de imágenes Image Pro Plus (versión 6,0) previo a la medición de una escama..... | 82 |

Foto 12. Medición del radio total (R_t), radios parciales (R_n (1, 2, 3...n) y ancho del margen (A_m) de una escama de dorado, mediante el programa analizador de imágenes Image Pro Plus (versión 6,0).....82

Foto 13. Equipo del (PAN Dorado Manta - Ecuador).....83

LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

Am: Ancho del margen

BCS: Baja California Sur

cm: centímetro

CSL: Cabo San Lucas

CV: Coeficiente de Variación

°C: Grados Celsius

DE: Desviación Estándar

ECVB: Ecuación de von Bertalanffy

ELEFAN I: Electronic Length Frequency Analysis

et. al: Otros autores

EUA: Estados Unidos de América

FADs: Siglas en ingles: Fish Aggregating Devices; significa dispositivos para agregar peces.

FV: Frecuencia de Variación

g: gramos

g.l.: Grados de libertad

IIM: Índice de Incremento Marginal

K: Coeficiente de crecimiento. Parámetro de la ECVB

kg: kilogramos

L_{∞} : Longitud asintótica. Parámetro de la ECVB

Lf: Longitud furcal

log: logaritmo

m: metro

ml: mililitros

mm: milímetros

n: Número de ejemplares

NSLCA: New Shepherd's Length Composition Analysis

Ø': Phi-prima

PAN-Dorado: Plan de Acción para la Conservación y el Manejo del Recurso Dorado en Ecuador

Pt: Peso total

: Coeficiente de determinación

Rt: Radio Total

Rn: Radios parciales de una escama (1, 2, 3.... n)

SRP: Subsecretaria de Recursos Pesqueros

TSM: Temperatura superficial del mar

t0: Edad teórica de un organismo a la cual tiene longitud cero. Parámetro de la ECVB. Origen de la curva de crecimiento.

Tmax: Talla máxima

Tmin: Talla mínima

: Chi cuadrado

GLOSARIO

Annulus ó anillo anual: Anillo concéntrico formado con periodicidad anual.

Unión de crecimiento rápido y lento.

Circuli: Son crestas óseas alternadas con depresiones, el patrón de la disposición de las crestas se refleja en el patrón de crecimiento de un individuo.

Son características de las escamas cicloides y ctenoides.

Captura: Conjunto de peces o mariscos que se obtienen durante la pesca.

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

Crecimiento: Cambio en el tiempo de la masa corporal de un organismo. Es el resultado neto de dos procesos con tendencia opuesta; uno incrementando la masa corporal y otra decreciéndola.

Crecimiento alométrico: lo presentan aquellos organismos, donde la proporción de su cuerpo cambia durante su vida.

Crecimiento isométrico: lo presentan los organismos cuyas proporciones corporales se mantienen iguales.

Desembarques: Parte de la captura que se descarga.

Dimorfismo sexual: El desarrollo de las gónadas va acompañado de la presencia de caracteres sexuales secundarios, siendo más frecuente el tamaño; en el caso del dorado, el macho desarrolla una frente muy pronunciada que lo diferencia de la hembra.

Edad: Se refiere al tiempo que un organismo ha vivido.

Epipelágico: Organismos que viven dentro de la zona fótica, desde la superficie hasta la termoclina, usualmente entre los 0 y 200 m.

Fecundidad parcial: Es el número de huevos producidos en cada tanda.

Foco: Es la zona inicial ó nuclear a partir de la cual se inicia el crecimiento concéntrico de una estructura esquelética a ser examinada. Generalmente se refiere a escamas pero puede ser usado en un sentido amplio para espinas y radios de aletas, vértebras u otolitos.

Grupo de edad: Conjunto de peces de la misma edad con el mismo número de marcas de crecimiento en la escama.

Juvenil: Individuo en fase pre-reproductiva, morfológicamente similar a un adulto, con todas las aletas y sus radios completamente formadas y con presencia de escamas

Larva: Estadio seguido a la eclosión de los peces en donde aun no se tienen todas las características de un organismo adulto.

Longevidad: es la extensión en años de la vida o existencia.

Manejo sustentable (referente al desarrollo sustentable): La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.

Marca de crecimiento: Marca concéntrica presente en una estructura conformada por un par de bandas, y que permite interpretar la edad de un organismo.

Migración: Desplazamiento masivo de animales, desde y hacia sus áreas naturales de reproducción, alimentación con carácter estacional o periódico.

Muestreo: En muchas ocasiones al estudiar un fenómeno se utiliza una parte del universo (una muestra).

Objetos flotantes: Son materiales, inorgánicos y orgánicos (vivos o inanimados). Pueden ser desde vegetación adyacente, desperdicios del hombre (basura) que llegan al mar a través de la desembocadura de los ríos. Todos estos son atrapados por las corrientes marinas y son arrastrados a través de la superficial del mar. También hay objetos flotantes artificiales conocidos como FADs diseñados específicamente para atraer peces.

Organismo iteróparo: Son aquellos capaces de reproducirse más de una vez en su vida y después de reproducirse siguen viviendo.

Pacífico Oriental: Porción del Océano Pacífico próxima a la costa del continente americano.

Peces pelágicos: Categoría asignada a los organismos de nado libre de acuerdo a su ubicación en los ecosistemas acuáticos.

Pesca artesanal: Actividad de pesca comercial en pequeña escala, que emplea embarcaciones cuyo Tonelaje de Registro Bruto (TRB) no excede las 10 toneladas.

Pesca industrial: Proceso de captura y operaciones conexas realizadas por buques pesqueros mayores de 10 TRB.

Pesquería: El término puede hacer referencia a la suma de todas las actividades de pesca de un determinado recurso, o a las actividades de un único tipo o método de pesca de un recurso.

Población: Grupo de organismos de la misma especie que habitan en un área geográfica restringida y que tienen la capacidad de reproducirse con cualquier otro miembro de dicho grupo.

Radio total: Distancia del centro de la escama al borde de la misma.

Reclutamiento: Incremento de una población natural usualmente resultante de la entrada de ejemplares jóvenes a la población.

Reproducción: Proceso mediante el cual las especies se perpetúa.

Stock: Conjunto de supervivientes de las cohortes de un recurso pesquero, en un cierto instante o período de tiempo. Puede referirse a la biomasa o al número de individuos.

Tasa de crecimiento: Es una medida del cambio en el tamaño del organismo en función al tiempo.

Validación: La confirmación de la unidad temporal de un incremento de crecimiento. Se utiliza para determinar la exactitud de las estimaciones de edad respecto a la edad verdadera.

Veda: Cese en la actividad de caza o pesca durante un periodo determinado. Las vedas se decretan administrativamente para proteger los recursos de la sobreexplotación. Suelen tener un carácter periódico y pueden afectar a una o varias especies.

RESUMEN

El dorado *Coryphaena hippurus*, es una de las principales especies capturadas en la pesquería artesanal del Ecuador. Durante enero a diciembre de 2010 se colectaron un total de 9833 dorados (3127 ♂ y 6706 ♀), con intervalo de tallas entre 38,3 y 190 cm Lf. La relación Lf y radio total de la escama de los dorados fue significativa ($r = 0,49$ ♂ y $r = 0,46$ ♀). Se estimó la edad mediante la lectura de marcas de crecimiento en escamas de 595 peces (225 ♂ y 370 ♀), definiendo que las marcas de crecimiento se depositaron semestralmente, una terminaría de formarse en febrero y la otra en noviembre, lo que coincide con la variación de la temperatura superficial del mar. La relación Lf-peso mostró una alometría negativa para ambos sexos. Los resultados de la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy obtenidos por el método de regresión no lineal simple fueron ($L^\infty = 111$ cm Lf, $k = 1,57$ año⁻¹, $t_0 = -0,028$) para hembras, ($L^\infty = 120$ cm Lf, $k = 1,49$ año⁻¹, $t_0 = -0,006$) para machos y para sexos combinados ($L^\infty = 115$ cm Lf, $k = 1,47$ año⁻¹, $t_0 = -0,033$). El análisis de escamas permitió identificar hasta cinco grupos de edad de 0,5 a 2,5 años, siendo el más abundante el grupo de edad de 2 años para ambos sexos. Los parámetros de crecimiento estimados se encuentran dentro del intervalo de valores reportados en otras latitudes y muestran que esta especie tiene una tasa de crecimiento rápido durante los primeros 6 meses en longitud.

ABSTRACT

Dolphinfish *Coryphaena hippurus*, is one of the main species caught by the artisanal fisheries in the Ecuador. We sampled 9833 dolphinfish (3127 ♂ and 6706 ♀) in four locations of this region with a size interval from 38.3 to 190.0 cm fork length (FL) during January to December 2010. The relationship FL and total radius of the scale in dolphinfish was significant ($r = 0.49$ ♂ $r = 0.46$ ♀). Age was estimated by reading growth marks in scales of 595 fish (225 ♂ and 370 ♀), defining the growth marks are deposited semi-annually, and one end being formed in February and again in November, which coincides with the variation of the surface temperature of the sea. The FL-weight relationship showed a negative allometry for both sexes. The results of the growth equation of Von Bertalanffy obtained by the method of simple linear regression were ($L_{\infty} = 111$ cm FL, $k = 1.57$ year⁻¹, $t_0 = -0.028$) for females ($L_{\infty} = 120$ cm FL, $k = 1.49$ year⁻¹, $t_0 = -0.006$) for males and sexes combined ($L_{\infty} = 115$ cm FL, $k = 1.47$ year⁻¹, $t_0 = -0.033$). The scale analysis showed five age groups from 0.5 to 2.5 years, the most abundant age group was the 2 years for both sexes. The estimated growth parameters were within the range of values reported and show that this specie has a rapid growth rate of length during the first 6 months.

1. INTRODUCCIÓN

El dorado *Coryphaena hippurus*, Linnaeus 1758 es un pez pelágico grande, altamente migratorio, que se puede encontrar prácticamente en todos los mares tropicales y subtropicales, representa una de las principales pesquerías comerciales y deportivas de todo el mundo (Palko *et al.*, 1982).

En el Océano Pacífico Oriental, esta especie se captura de forma comercial y deportiva, desde las costas de California en EUA y Baja California Sur, México en el hemisferio norte, a las Islas Galápagos, Ecuador y Perú en el hemisferio sur (Anónimo, 2007). En años recientes la captura del dorado se ha incrementado, principalmente en los países latinoamericanos como Panamá, Perú, Ecuador y Guatemala, debido a la intensa exportación que se lleva a cabo hacia países como los Estados Unidos y la Unión Europea.

En el Pacífico Ecuatoriano esta especie se distribuye a lo largo de la costa. Los principales puertos o sitios de desembarque son: Esmeraldas, Tonchigue, Muisne, Manta, San Mateo, Puerto López, Santa Rosa y Anconcito (Martínez-Ortíz, 2010).

En el año 2008 el dorado ocupó el primer lugar en el desembarque de peces pelágicos grandes de la flota pesquera artesanal de Manta, con un porcentaje de 71,30 kg; seguido del picudo *Makaira nigricans* (10,81 kg) y atún aleta amarilla *Thunnus albacares* (9,34 kg). Para el 2009 se obtuvo un porcentaje bajo en relación al año anterior, pero el dorado siguió prevaleciendo, con 61,33 kg; seguido del atún aleta amarilla (10,06 kg) y el picudo (8,85 kg). En la flota pesquera industrial donde la especie es no objetivo la captura es menor, para el 2008 ocupó el sexto lugar en desembarque de peces pelágicos grandes, con 0,87 kg, siendo superado por los túnidos que son la pesca objetivo de esta flota (SRP, 2008-2009).

Para Ecuador, la pesquería del dorado es muy significativa desde el punto de vista económico ya que este recurso es exportado y genera importantes fuentes

de empleo y divisas para el país. El nivel de capturabilidad de esta especie es alto, actualmente soportando una sobreexplotación y la consecuente captura de especímenes de tallas pequeñas, por lo cual la Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP), elaboró un plan de manejo sustentable del recurso dorado, a base del control y el seguimiento de los desembarques e investigaciones científicas de la especie en los principales puertos de pesca artesanal e industrial del país, donde se tiene como finalidad coleccionar datos biométricos y muestras biológicas necesarias para determinar los parámetros poblacionales, fundamentales en todo plan de manejo, y que este a su vez sea dirigido hacia la explotación racional de los recursos pesqueros, permitiendo así dar un seguimiento a su dinámica poblacional (Holden & Raitt, 1975).

Los estudios sobre edad y crecimiento del dorado, se han llevado a cabo en varias partes del mundo, destacando los trabajos realizados en organismos capturados en el Mar Mediterráneo usando estructuras duras como otolitos (Morales – Nin *et al.*, 1999). También se destacan los trabajos hechos por Beardsley (1967), quien estableció las bases para determinar la edad empleando las escamas, describiendo las características de las mismas, las marcas de crecimiento que presentan y fundamentó el uso de esta estructura basándose en que existe correlación entre la talla y el número de anillos de crecimiento presentes en ella, esto en dorados capturados en la región del Atlántico Norte en EUA.

En el área del Pacífico Noroeste de México, Torres-Alfaro (1996), para el área de La Paz y Cabo San Lucas, B.C.S. (CSL), realizó la estimación de la edad mediante un método directo de lectura de marcas de crecimiento en escamas, determinando cinco grupos anuales de edad, con un predominio en la captura de individuos de dos años. En este mismo país pero en la zona sur, Solano-Fernández (2007), en localidades situadas en los estados de Oaxaca y Chiapas, determinó la edad y crecimiento del dorado a partir de las lecturas diarias en otolitos *sagittae*, estimando 5 grupos, los cuales corresponden a las edades de 0,31; 0,44; 0,58; 0,71; 0,84 años, respectivamente. Asimismo Alejo Plata, et al., (2011), determinaron la edad y crecimiento del dorado *Coryphaena hippurus*, en

el Golfo de Tehuantepec, México, mediante el conteo de anillos de crecimiento en escamas, identificando hasta cuatro grupos de edad para ambos sexos y concluyendo que más de la mitad de la captura artesanal correspondió a las edades de 0+ y 1 año.

En la región del Pacífico sur en Perú, para el año 2008, utilizando las partes duras (vértebras), para determinar la edad de esta especie, se obtuvieron tres grupos de edad en ambos sexos: 0+, 1+ y 2+, concluyendo que los que aportan más a la pesquería son los individuos más jóvenes (Solano *et. al* 2008)

En Ecuador es escasa la información respecto a la edad y crecimiento del dorado, y nula en estimación por lectura directa en estructuras óseas (escamas, otolitos, vertebras). Solo se han hecho estimaciones mediante métodos indirectos de frecuencia de tallas, de esto destacamos el de Contreras y Fallows (1991), quienes utilizando el método de Ford Waldford y el programa ELEFAN I estimaron valores de longitud infinita (L_{∞}) de 87cm LF y 166,6 cm LF y una tasa de crecimiento (k) de 0,08 y 0,59; respectivamente, concluyendo que ELEFAN I generó valores de mayor credibilidad. Asimismo usando este mismo método, Peralta-Bravo (2006), realizó un análisis comparativo de los parámetros de crecimiento del dorado en dos áreas del Pacífico Central Oriental (Cabo San Lucas, México y Esmeraldas, Ecuador), a través de dos métodos que utilizan las distribuciones de frecuencias de tallas: ELEFAN I y NSLCA. Determinando que 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 subestima los valores de k y presenta 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; $k = 0,40$ y con NSLCA $L_{\infty} = 167$ cm Lf; $k = 1,30$.

Considerando la gran importancia económica del recurso dorado para el Ecuador, el presente estudio tiene como objetivo fortalecer la información existente sobre parámetros poblacionales y generar mayor conocimiento sobre los parámetros de

edad y crecimiento de esta especie para poder plantear recomendaciones para que se realicen estudios complementarios.

2. MARCO TEÓRICO

Los peces de la familia Coryphaenidae, denominados dorados, constituyen un solo género, *Coryphaena*, que comprende las especies *C. hippurus* Linnaeus, 1758 y *C. equiselis* Linnaeus 1758.

Debido a la distribución geográfica que tiene este recurso a nivel mundial, en los países que lo capturan se lo conocen con diferentes nombres: Ecuador: dorado; Estados Unidos: dolphinfish, common dolphinfish, México: dorado, doradilla, delfín; Chile: palometa, dorado de alta mar; Nicaragua: dorado; Costa Rica: dorado; Colombia: dorado, delfín; Panamá: pez dorado, Hawai: mahi- mahi, Perú: perico, España: Dorado común, Francia: Coryphene commune o dorade creole, Alemania: Goldmakrele, Finlandia: dolfiini, Holanda: goudmakreel, Italia: lampuga, Japón: shira, Corea: man-sae-gi, Noruega: gullmakrell.

2.1. Taxonomía

Reino: Animalia

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Clase: Osteichthyes

Subclase: Actinopterygii

Orden: Perciformes

Suborden: Percoide

Familia: Coryphaenidae

Género: ***Coryphaena***

Especie: ***Coryphaena hippurus*** Linnaeus, 1758.

2.2. Hábitat y Biología

2.2.1. Hábitat

Se localiza en aguas epipelágicas, tropicales y subtropicales de todos los mares del mundo, tanto en las zonas cercanas a la costa como en altamar y en profundidades de 0 a 85 m. El dorado se encuentra comúnmente asociado a objetos flotantes naturales o artificiales, tales como troncos, ramas, sogas, boyas y sargazo (Kojima, 1961; Rose y Hassler, 1974; Uchida y Uchiyama, 1986). Su dieta consiste principalmente de peces pequeños, moluscos y crustáceos (Palko *et al.*, 1982; Anónimo, 2007).

2.2.2. Biología

Esta especie es de crecimiento rápido, y madura relativamente temprano. Alcanza 2 kg en seis meses y 9 kg en un año (Kraul, 1993), la madurez sexual es alrededor de los 50 cm de longitud furcal (Palko *et al.*, 1982), edad de primera madurez es de tres a cuatro meses (Hinton, 1962; Oxenford y Hunt, 1983; Oxenford, 1999).

El tamaño máximo es de 210 cm de longitud total (LT), pero más comúnmente se encuentra en 100 cm de LT (Collette, 1999). Se estima una longevidad promedio de 4 ó 5 años, pero por lo general menos de dos años (Uchiyama *et al.*, 1986).

La liberación de sus gametos es externa, es un pez iteróparo, con dos o más desoves por año y se estima una fecundidad parcial de 58.000 a 1,5 millones de huevos por desove y están fuertemente influenciadas por el tamaño, el desove ocurre en aguas abiertas, cuando la temperatura del agua se incrementa, probablemente superior a 21 °C. (Gibbs y Collette, 1959; Schwenke y Buckel, 2008), sin embargo los desoves pudieran presentarse cercanos a la costa (Collette, 1995). Los huevos son pelágicos, de forma

esférica, transparentes, con un diámetro de 1,2 – 1,6 mm y con un glóbulo de aceite pigmentado que mide de 0,3 – 0,4 mm de diámetro (Mito, 1960).

El desarrollo embrionario es rápido, la primera división celular se presenta a los 40 minutos posteriores a la fertilización, a las 17 horas de desarrollo es posible observar que el embrión ocupa la mitad de la circunferencia del huevo, y que la vesícula óptica está presente, a las 26 horas el embrión ocupa las 2/3 partes de la circunferencia del huevo, el cuerpo tiene movimiento, la vesícula óptica está bien desarrollada, los primordios de las aletas se encuentran presentes y el corazón ha comenzado a latir, a partir de las 28 horas, la cola rompe el huevo y a las 40 horas posteriores a la fertilización se observa una larva de vida libre cuya talla es de 3,9 mm (Hagood y Rothwell, 1979).

La larva presenta motas de melanina a lo largo de todo el cuerpo. El saco vitelino es largo y conspicuo, el pliegue de las aletas se extiende desde la parte ventral de la larva hasta la parte dorsal de la cabeza. El desarrollo larval es rápido, observándose a los 15 días un organismo de 15 mm de longitud, con el hocico afilado, se distingue la presencia de las todas las aletas, los ojos y la boca completamente desarrollados y con bandas laterales de pigmentos a lo largo del cuerpo que le dan una tonalidad oscura (Hassler y Rainville, 1975).

El dorado de 30 días mide aproximadamente 30 mm de longitud y es muy similar a las larvas de 15 días. Las bandas laterales no son tan distinguibles en el cuerpo, excepto en momentos de emoción. Los juveniles son de color marrón, aunque unos pocos individuos de color plateado indican lo contrario. Los ojos son muy grandes, y la aleta caudal se bifurca con más claridad (Palko *et al.*, 1982). Estos organismos se consideran juveniles y posee todas las características de un organismo adulto (Figura 1).



Figura 1. Ciclo de vida del dorado *Coryphaena hippurus*, A) huevo de 5 horas; B) huevo de 8 horas; C) huevo de 19 horas, mostrando embrión desarrollado con metáforas y xantóforos; D) larva nacida con saco vitelino nuevo, de 3,9 mm de longitud total; E) larva con saco vitelino de 5-7 horas después de la eclosión, 4.3 mm de longitud total; F) larva con saco vitelino, con 1 día después de la eclosión, de 5,8 mm de longitud total; G) larva con 4 días después de la eclosión, de 6,2 mm de longitud total; H) larva con 6,4 mm de longitud total; ; I) larva con 9,5 mm de longitud total; ; J) larva con 11,0 mm de longitud total; K) especímenes de 15 mm de longitud total; L) hembra y macho de *Coryphaena hippurus*. Figura modificada de Palko *et al.*, 1982; Sánchez, 2008.

2.3. Caracteres distintivos

Cuerpo comprimido y alargado; perfil de la cabeza levemente convexa en ejemplares jóvenes. Presentan dimorfismo sexual muy marcado en individuos mayores de 60cm de Lf, a partir de la cual los machos desarrollan una cresta ósea prominente en la parte delantera de la cabeza, que los diferencia de las hembras, y el perfil anterior del hocico se va haciendo vertical; una boca grande con bandas de dientes finos numerosos en ambas mandíbulas; lengua con un parche pequeño y ovalado de dientes. Tiene una aleta dorsal con base larga que se extiende casi toda la distancia entre la nuca y la aleta caudal; y es sostenida por 58-66 radios. La aleta anal cóncava también tiene base larga y se origina al nivel medio del cuerpo a la altura del ano y termina sobre el pedúnculo caudal, a su vez es sostenida por 25-31 radios. Aleta caudal muy bifurcada; sin aletitas detrás de las aleta dorsal y anal y sin escudetes; aletas pectorales más de la mitad de la longitud de la cabeza; pélvicas cortas; escamas cicloideas pequeñas que le dan a la piel un tacto suave; sin escudetes (grandes escamas espinosas) en la línea lateral; la línea lateral con una curva bien definida sobre las pectorales. Color verde azul brillante metálico en el dorso, desvaneciéndose a amarillo dorado ventralmente, con manchas dispersas verde azul iridiscentes; aleta dorsal verde azul profundo; aletas caudal, anal y pélvicas principalmente amarillas; juveniles pequeños color dorado con alrededor de 12 barras oscuras en el costado. Los colores brillantes se debilitan muy pronto a gris plateado con puntos negros y aletas oscuras después de morir (Figura 2).

(http://biogeodb.stri.si.edu/sftep/taxon_option_main.php?id=296)

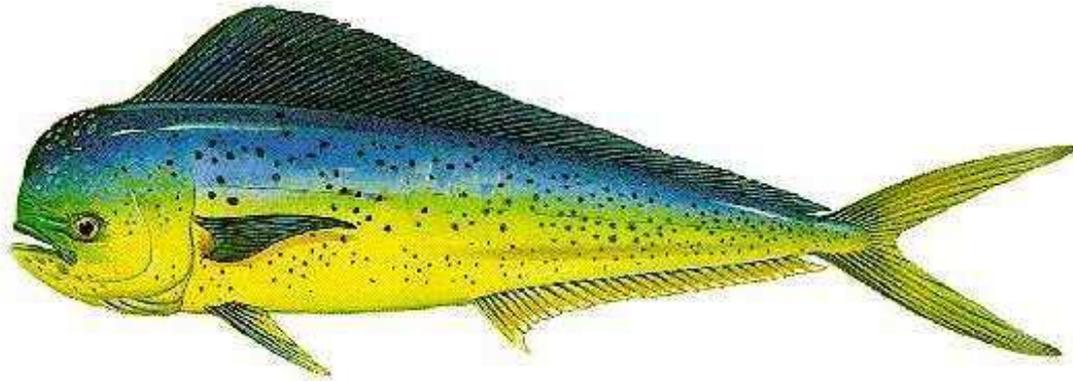
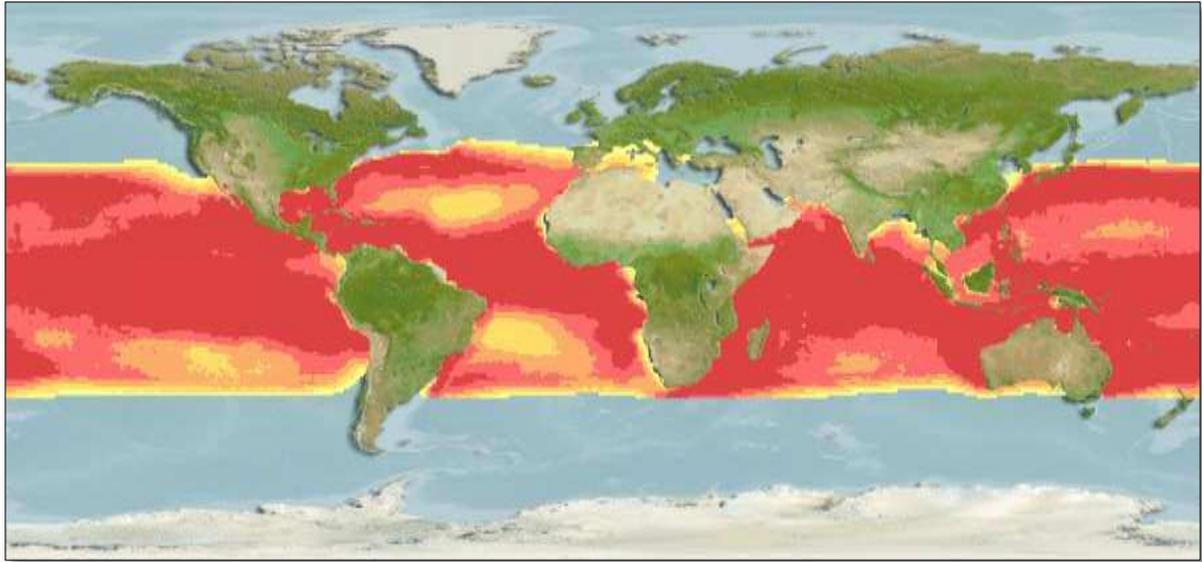


Figura 2. Ejemplar de dorado macho (*Coryphaena hippurus*).

2.4. Distribución geográfica

Se encuentra en las aguas tropicales y subtropicales en los océanos Atlántico, Índico y Pacífico. Su distribución es entre los 47° N y 38° S, 180° W y 180° E. (Figura 3) (Gibbs y Collette, 1959).

Es considerado altamente migratorio, aunque el patrón de sus desplazamientos es aún desconocido. La temperatura del agua parece ser una influencia importante en los hábitos migratorios, donde el pez prefiere aguas calientes (Zúñiga-Flores *et al.*, 2008). Dada la ocurrencia periódica del evento El Niño en las aguas del Océano Pacífico esta preferencia tiene claras implicaciones para la disponibilidad de esta especie (Castro *et al.*, 1996).



Fuente: Fishbase, 2010. www.aquamaps.org

Figura 3. Distribución mundial del dorado *Coryphaena hippurus*.

2.5. Pesquería

En nuestro país, el dorado se constituye en una de las pesquerías más importantes para el sector pesquero, especialmente para el subsector artesanal. Este recurso representa más del 50 % del desembarque estimado de los peces pelágicos grandes en la última década (Herrera, 2008).

La temporada de pesca del dorado en Ecuador se registra entre diciembre a marzo (estación lluviosa), siendo los meses de mayor abundancia diciembre, enero y febrero. Cuando existe un evento “El Niño” Oscilación Sur, su disponibilidad se prolonga durante todo el año (Martínez-Ortiz, 2010). La flota artesanal de las provincias de Santa Elena, Manabí y Esmeraldas dirige la mayor parte de su esfuerzo de pesca (90 %), hacia este recurso, debido a su amplia distribución frente a la zona costera ecuatoriana.

En el Ecuador, la mayoría de las capturas es realizada 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 espinel de superficie fino” conocido por los pescadores artesanales

como “espinel doradero”, con aproximadamente 200 a 1200 anzuelos N° 2, 3, 4 y 5, en menor porcentaje la red de enmalle superficial, red de cerco, línea de mano y caña (Peralta-Bravo, 2006; Martínez-Ortiz, 11 de abril 2012 comunicación personal).

En la actualidad existe el Acuerdo Ministerial N° 070, que establece una veda total para la pesca objetivo del recurso dorado (*Coryphaena hippurus*), desde el 1 de julio hasta el 7 de octubre de cada año, con el objeto de proteger a la población reclutante, en este periodo se permite el desembarque de pesca incidental del recurso, siempre y cuando no sean tallas inferiores a los 80 cm de longitud total, con una permisibilidad del volumen (en peso), del 2% en barcos cerqueros y hasta el 8% en barcos artesanales. Durante el periodo de veda se prohíbe el uso del palangre o espinel de superficie “fino” o “doradero” con un tamaño de anzuelo números 4 ó 5 de tipo “jota” o los anzuelos circulares de tamaño números 14 ó 15. (Este acuerdo rige a partir del año 2011) (Anexo 2)

Para los pescadores artesanales el dorado es uno de los recursos más importantes por los volúmenes que se capturan y porque su pesca es altamente conocida. Ocupa el primer lugar en (35 - 40%) las exportaciones de pesca blanca. (<http://www.pescablanca.com/noti-pesca-blanca.php?id=49&qid=8>)

2.5.1. Pesca y utilización

2.5.1.1. Descripción del arte de pesca

2.5.1.1.1. Palangre superficial

La captura es hecha a través de anzuelos (colocados cada uno o dos metros) en los que se pone carnada y el pez se traga el anzuelo y el cebo ó se engancha en anzuelos sin carnada cuando se pesca cerca de estos. Debido a que las líneas en que se cargan los anzuelos pueden tener varios kilómetros de longitud se les llama también por su término en inglés long-line. La línea principal

del palangre es llamada línea madre y a ésta se montan los flotadores, los señalizadores, las anclas y otros aparejos. Los anzuelos se unen a la línea madre a través de una línea secundaria llamada reinal. En los extremos del palangre, y entre secciones, se coloca una línea llamada orinque la que en un extremo tiene un flotador (y un señalizador, una bandera, para indicar el extremo o la sección del palangre) y en el otro extremo un peso. Para el dorado (especie de superficie) se puede usar anzuelos del No. 2 a 5.

2.5.1.1.2. Enmalle de superficie

Arte de forma rectangular, construida por una sola pared de paño de malla, generalmente de hilo fino y de un mismo tamaño de ojo de malla en toda su longitud, el paño va unido a una relinga de flotadores y otra de plomos. Toman ese nombre debido a que el pez en su recorrido al intentar pasar a través de la red se enreda, se enmalla.

2.5.1.2. Utilización

A nivel local es un producto de consumo masivo (fresco, congelado y seco salado), su carne es de color blanquecino tendiendo a rosada, de excelente calidad. Su piel sirve para la fabricación de cuero, con el cual se pueden elaborar carteras, billeteras, monederos, llaveros, apliques para traje de baño y similares (PAN Dorado, 2011).

2.6. Edad y Crecimiento

La determinación de la edad es indispensable para el conocimiento de la dinámica poblacional de cualquier especie, entre cuyos aspectos son importantes la longevidad de los individuos y el conocimiento de la estructura etaria en el tiempo, lo que permite el seguimiento de las diferentes cohortes o clases anuales en una población. A su vez, el crecimiento permite conocer las tasas de incremento que

inciden en las tasas de renovación de un stock, estimaciones de mortalidad natural, entre otros parámetros, que son fundamentales para la evaluación de stock mediante modelos analíticos o estructurales (Morales-Nin, 1991; Chong & Aguayo, 2009).

Generalmente la edad y crecimiento están asociados íntimamente en estudios ictiológicos y de manejo de pesquerías. Mientras que la edad es una manera de medir cuantitativamente un segmento del tiempo en el cual el pez ha vivido, el crecimiento mide el cambio en el tamaño corporal o de alguna parte del cuerpo a lo largo de un período dado de tiempo. Ambos parámetros tienen una enorme importancia no sólo como indicadores del estado del individuo o la población en estudio, sino también del ambiente en donde los peces se encuentran.

La historia del crecimiento individual de los peces puede determinarse a partir de métodos directos como son el estudio de las marcas de crecimiento presentes en algunas estructuras duras, como escamas, otolitos, cleitra, urohiales, vértebras, opérculo, espinas y radios (Holden & Raitt 1975, Tavares 2001, Araya & Cubillos 2002), que se forman debido a factores intrínsecos, como el desove, cambios en metabolismo, migraciones, y factores ambientales, como temperatura, salinidad, fotoperíodo, disponibilidad de alimento, entre otros (González 1977, 1979; Morales-Nin, 2000). Por otra parte, muchos peces viven en un ambiente tan uniforme que prácticamente no se forman discontinuidades en sus estructuras esqueléticas, por lo que la edad debe ser determinada mediante métodos indirectos como el análisis de la frecuencia de tallas. Otro método, es la estima directa que puede llevarse a cabo por el marcado y posterior recaptura de los peces, ó por el seguimiento del crecimiento de peces de edad conocida mantenidos en cautividad (Maroñas 2006).

2.6.1. Escamas

Históricamente, las escamas han sido las partes duras más utilizadas porque para su remoción no se necesita sacrificar al individuo como en las restantes estructuras duras (Maroñas 2006).

Las escamas son estructuras exoesqueléticas de los peces, que resultan en el caso de los teleósteos, de un ensanchamiento de la placa basal ósea y una reducción del dentículo dérmico, presentándose como una lámina delgada, más o menos flexibles, formadas a partir de un foco (*focus*), el mismo que aparece en un estado embrional muy temprano, es decir, después de un cierto número de días de nacimiento de la larva, variando el tiempo de dicha aparición de acuerdo a la especie del pez (Morales-Nin, 1987).

Alrededor del foco se van depositando capas concéntricas de escleritos, que forman una serie de estriaciones concéntricas, los *circuli*. Estos aparecen más o menos espaciados, y son los *circuli* menos espaciados los que delimitan los anillos de crecimiento *anullus* con lo que se puede determinar la edad de estos animales (Morales-Nin, 1987). Tanto la cara interna como la externa están cubiertas por una lámina de osteoblastos, activos en los márgenes de la escama que provocan su crecimiento continuo (Beamish y McFarlane, 1987).

Las escamas de los Coryphaenidae son cicloideas dentro de las escamas leptoideas. Son de forma ovalada, están imbricadas unas con otras, lo que quiere decir que la parte anterior de una escama está por debajo de la parte posterior de la otra.

La forma de las escamas varía con los contornos de los peces, generalmente las mejores para determinar la edad y el ritmo del crecimiento se encuentran en la parte situada entre la cabeza y la aleta dorsal (Holden *et al.*, 1975).

En ocasiones los peces pierden las escamas en el curso de su vida y cuando esto ocurre se forma una nueva rápidamente, pero esta tiene un centro regenerado que la inutiliza para determinar la edad. Las escamas regeneradas se reconocen fácilmente por la irregularidad de las estrías y la ausencia de anillos concéntricos cerca del centro (Holden *et al.*, 1975).

A través del estudio de escamas, somos capaces de conocer principalmente la edad del pez, el crecimiento a lo largo de su vida, su comportamiento migratorio entre distintos tipos de ambientes y su historia reproductiva, en el caso de que sea un pez adulto.

3. HIPÓTESIS

Los dorados desembarcados en el año 2010, tienen una edad promedio de 1 año.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Determinar la edad y el crecimiento del dorado *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758), en la caleta pesquera de Manta, Ecuador, en el periodo correspondiente de Enero – Diciembre del 2010.

4.2. Objetivos Específicos

- Establecer la proporción de sexos en las capturas.
- Determinar la distribución de frecuencia de longitudes de las capturas.
- Determinar la relación peso total – longitud furcal.
- Obtener la relación entre el radio total de la escama y la longitud furcal del organismo.
- Describir las características y la periodicidad de las marcas de crecimiento de escamas.
- Estimar los parámetros de crecimiento de la ecuación de Von Bertalanffy para la especie.
- Estimar la tasa promedio de crecimiento.

5. Materiales y Métodos

5.1. Zona de estudio

Los muestreos se realizaron en la playa de Tarqui de la ciudad de Manta, ubicada a $0^{\circ} 57' 0.08''\text{S}$ y $80^{\circ} 42' 58.32''\text{W}$. (Figura 4). Su ubicación es estratégica para los buques que van desde y hacia el norte y sur del continente, ya que se encuentra en el centro del litoral ecuatoriano.



Figura 4. Ubicación geográfica de la zona de estudio.

El clima de Manta es tropical, cálido, seco, fresco; el cambio climático está supeditado a la presencia de la corriente fría de Humboldt y el fenómeno de El Niño. Tal como es el caso en la costa ecuatoriana, aquí hay dos estaciones: la lluviosa (de enero a abril) y seca (de mayo a diciembre) (Perrone *et al.*, 2009).

Tiene una temperatura promedio de 28° C, la que es variable tanto en el verano como en el invierno; en la época de invierno sube más de 30° C, mientras que en el verano en determinadas épocas provoca olas de frío donde la temperatura baja a 20° C y 22° C por las noches y madrugadas. (<http://www.manta360.com/verguia.php?id=112&gid=48>)

5.2. Fase de campo

La información biológica analizada proviene de muestreos llevados a cabo con apoyos de los proyectos de investigación de la Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP).

El periodo de colecta de escamas fue de enero a diciembre del año 2010. El muestreo biológico consistió en medir un número variable de ejemplares de diferentes tallas, dependiendo del total de organismos descargados, tratando de tener un mínimo de 50 especímenes por mes. Los ejemplares capturados fueron pesados y medidos; el peso total (kg), peso del espécimen sin eviscerar se tomó con una precisión de 0,5 g, por otro lado fue tomada la longitud furcal (cm) que va desde el hocico del pez hasta el borde de la aleta caudal en su bifurcación. El sexo se determinó con base al dimorfismo sexual que presenta la especie y se colectó muestras de escamas (Figura 5). Ingresándolos en una hoja de registro diario (Anexo 1).

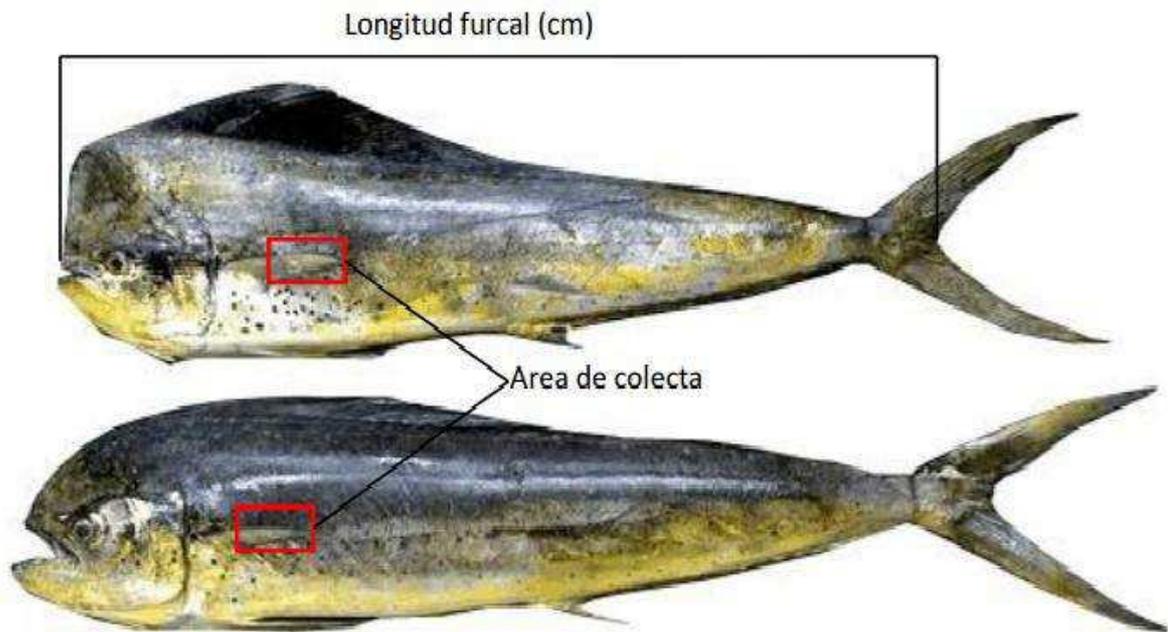


Figura 5. Macho y Hembra de dorado, *Coryphaena hippurus*. Longitud furcal (cm); los cuadros indican el área donde fueron colectadas las escamas.

5.3. Obtención de la muestra

Se utilizó el método directo de lectura de marcas de crecimientos en escamas para la determinación de la edad y el crecimiento, las mismas fueron colectadas utilizando un cuchillo, removiendo un número considerable (20 a 30) de la región localizada por encima de la línea lateral por debajo de la aleta pectoral en el costado izquierdo (Figura 5) como es recomendado por Ehrhardt (1981), tirando en dirección de la cabeza a la cola, depositándolas en un sobre debidamente etiquetado con los datos del ejemplar, teniendo en cuenta que el área de colecta no tenga escamas sueltas o de otro pez ya que de esta manera se contaminaría la muestra.

5.4. Fase de laboratorio

En el laboratorio se procedió a depositar las escamas de cada ejemplar en un frasco de plástico de 120 ml con la mitad de agua durante un periodo de 3 a 4

días, para que se hidraten y se desprenda la materia orgánica, transcurrido este tiempo se continúa con el lavado agitando varias veces el frasco y eliminando el agua con impurezas, luego se depositan las escamas en una caja petri y frotando con la punta de los dedos hacia arriba y abajo para que la materia que aún se encuentra adherida se desprenda. Se coloca detergente y se fricciona, después se añade agua varias veces hasta que las escamas adquieran una transparencia y no presenten residuos de detergente, para una mejor observación de los *circuli*. Seleccionándose de 15 a 20 escamas, estas se montaron entre dos portaobjetos, con la parte convexa hacia arriba y se unen con cinta adhesiva de papel. Sobre la cinta se anotó el código correspondiente a cada ejemplar.

Una vez hecho esto, se llevó a cabo la observación directa de ellas en un microscopio marca OLYMPUS, modelo BX41TF. Durante este paso se seleccionaron las 3 mejores escamas tomando en cuenta la claridad de las marcas. Las escamas seleccionadas se capturaron con una cámara digital marca SONY, modelo DSC-H50 adaptada al microscopio, registrando para cada imagen el objetivo utilizado en su captura (4X y 10X de aumento). Se empleó luz reflejada sobre un fondo negro para resaltar mejor la estructura de la escama.

5.5. Mediciones de la escama

Utilizando el programa analizador de imágenes Pro Plus (versión 6.0), se midió sobre la imagen de la sección, el radio total de la escama (R_t), distancia desde el foco al borde distal a lo largo del cuerpo, los radio parciales se midieron del foco a cada marca (R_n) (Foto 1).

Se midieron las 3 escamas seleccionadas anteriormente para cada ejemplar y por medio de una tabla dinámica se obtuvo un promedio del R_t para cada individuo.

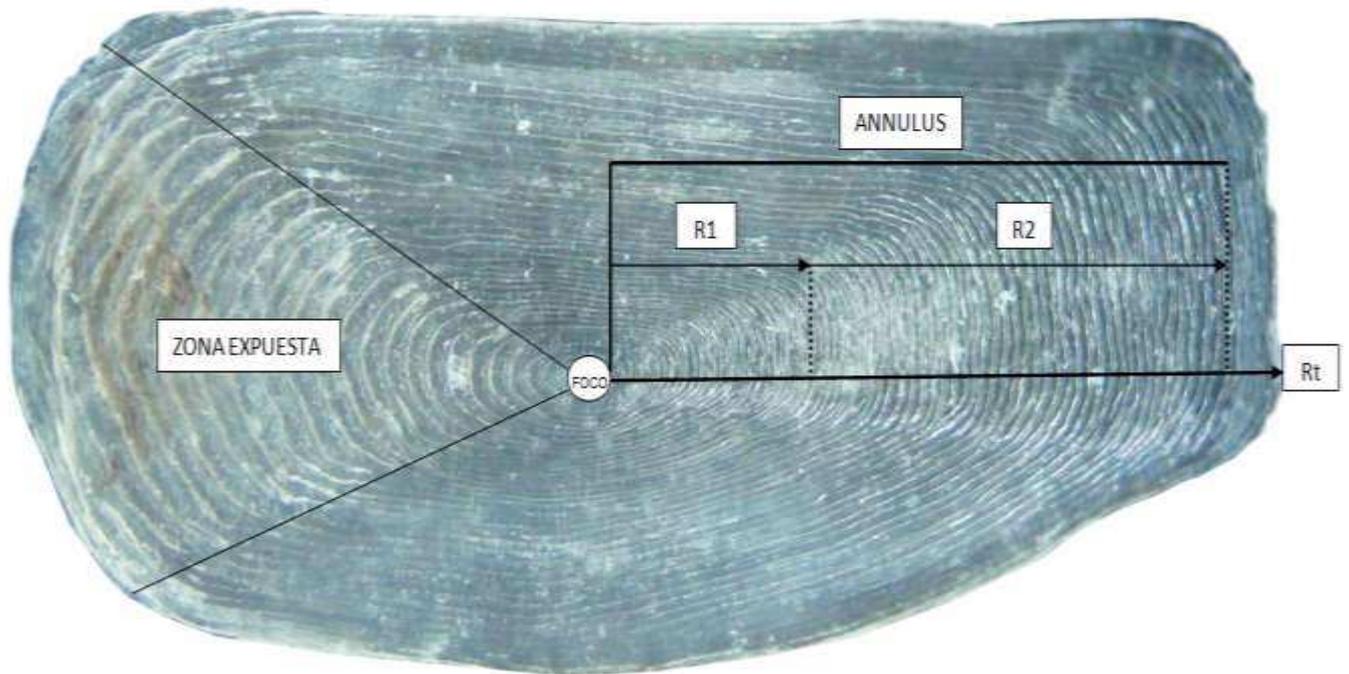


Foto 1. Medidas del radio total (R_t), radios parciales (R_n (1,2,..n)) de la escama de un dorado (*Coryphaena hippurus*) hembra de 61 cm de longitud furcal.

5.6. Lectura de marcas de crecimiento en las escamas

Una vez obtenidas las imágenes de las escamas, estas fueron convertidas a blanco y negro, pues de esa forma los *circuli* se vuelven más visibles, y se nota la separación entre ellos, lo cual mejora indudablemente la observación de los criterios de lectura establecidos por Beardsley, (1967) los cuales fueron descritos de la forma siguiente:

- a) El espacio entre los *circuli* se reduce cuando se forma la marca de crecimiento y se amplía posteriormente.
- b) La disposición unida y el espacio regular entre los *circuli* visto en la parte posterior y en ambos lados de la escama.

Las clases de edades fueron asignadas en intervalos de 0,5 años, de acuerdo al número de marcas presentes en las escamas, es decir que las escamas que tuviesen 1 marca formada (solo un radio parcial (R_1)) se le asignó el grupo de

edad relativa de 0,5 años, 2 marcas (1 año), 3 marcas (1,5 años) y así sucesivamente, los que no presentaban ninguna marca formada se le asignó la edad 0. La forma para identificar las marcas fue mediante la sucesión de estaciones de rápido y lento crecimiento durante el año, las que se observan como una banda de anillos más apretados seguidas por una banda de anillos amplios, dependiendo del espacio entre *circuli* como se observa en la foto 1.

En el momento de realizar las lecturas no se consideró medidas de longitud ni peso del organismo, con el fin de que la estimación de la edad no sea dirigida ó sesgada.

5.7. Análisis de datos

5.7.1. Proporción sexual

Se obtuvo la proporción de sexos dividiendo el número total de machos entre el número total de hembras. Asimismo para determinar si existían diferencias significativas en la proporción sexual teórica de 1M: 1H, se utilizó el estadístico de prueba *Chi cuadrado* (Sokal y Rohlf, 1981).

5.7.2. Análisis de la distribución de frecuencia de longitudes

El análisis de distribución de frecuencia de longitudes se realizó agrupando los datos en intervalos de 10cm, calculado por medio de la regla de Sturges:

$$\text{Número de clases} = 1 + (3,332 \log n)$$

$$\text{Intervalo de clases} = (T_{\max} - T_{\min}) / \text{número de clases.}$$

Donde:

n= Número total de organismos analizados,

T_{max}: Talla máxima observada,

T_{min}: Talla mínima observada.

Mediante la interpretación de los histogramas de frecuencias por sexos separados: mensual, anual, por estaciones (invierno y verano) además de una global.

Se realizó un análisis de varianza paramétrica con prueba de comparación de medias de tamaño diferente (*Tukey*= 0,05) para determinar la variabilidad mensual de las longitudes medias de captura.

5.7.3. Relación peso total – longitud furcal

La relación entre el peso total y la longitud furcal se estableció en las hembras y machos del total de dorados colectados durante el año 2010. Para ello se aplicó la ecuación propuesta por Ricker (1975), para resolver regresiones no lineales a través del software CurveExpert (Hyams, 1993).

Donde:

Pt= Peso total del pez (kg),

Lf= Longitud furcal (cm),

a = Intersección del eje de las ordenadas,

b= Pendiente de la curva.

5.7.4. Relación del radio de la escama y longitud furcal

Para establecer la relación entre el radio total de la escama (Rt) y la longitud furcal (cm) se utilizó un análisis de regresión lineal simple. Este análisis se aplicó considerando de forma separada a hembras y machos, debido al conocimiento previo de que existe un crecimiento diferencial entre sexos (Beardsley, 1967; Palko et al., 1982) y con la finalidad de evitar un sesgo en las estimaciones posteriores de edad y crecimiento.

$$Lf= a+b *(Rt)$$

Donde:

Lf = Longitud furcal,

Rt = Radio total,

a = Intercepto,

b = Pendiente de la recta.

5.7.5. Índice de incremento marginal

Con la finalidad de inferir la época de formación de las marcas y para validar su periodicidad, se utilizó el análisis de la variación mensual del índice de incremento marginal (IIM) (Lai *et al.*, 1979), a partir de las mediciones del radio total de la escama, así como de los radios de la última y penúltima marcas de crecimiento completas, el IIM se expresa en la siguiente ecuación:

$$IIM = (R_t - R_n) / (R_n - R_{n-1})$$

Donde:

IIM = Índice de incremento marginal,

Rt = Radio total,

Rn = Radio del centro del foco a la última marca de crecimiento completa,

Rn-1 = Radio del centro del foco a la penúltima marca de crecimiento completa.

Este índice se estimó únicamente en organismos que tuvieron un año de edad, es decir dos marcas completas.

5.7.6. Crecimiento individual en longitud

Una vez identificados los grupos de edad a través de la lectura de las marcas de crecimiento en las escamas, se hizo la estimación de la longitud promedio por grupo de edad (Lt) y la representación del crecimiento individual en longitud, para esto se empleó el modelo de Von Bertalanffy, ya que siendo el más utilizado por diversos autores hace posible la comparación de resultados

con los obtenidos en otras regiones. La ecuación del crecimiento en longitud de von Bertalanffy (ECVB) se expresa de la siguiente manera:

$$Lt = L_{\infty} * [1 - \exp(-k * (t - t_0))]$$

Donde:

Lt = longitud a la edad t,

L_∞ = longitud asintótica de los valores de Lt,

k = coeficiente de crecimiento,

t = edad,

t₀ = origen de la curva, la edad teórica del organismo a la cual tiene longitud igual a cero.

Los parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy (L_∞, k y t₀), se estimaron por un proceso iterativo que utiliza el algoritmo de Marquardt contenido en el software Curve Expert (versión 1.3), este algoritmo permite estimar parámetros de modelos no lineales sin la necesidad de transformar los datos en una función lineal y proporciona la mejor combinación de los parámetros (Hyams, 1993).

Para la representación gráfica del crecimiento individual del dorado se usaron 2 combinaciones distintas. Para la primera de ellas sólo se utilizó la información obtenida de los grupos de edad observados en la lectura de escamas y en la segunda además de los datos observados, se incluyeron las longitudes de las larvas de *Coryphaena hippurus* colectadas frente a las localidades de Esmeraldas, Puerto López y Salinas (Calderón, 2011) (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución y tallas morfométricas de *Coryphaena hippurus*. Tomado de Calderón, 2011.

| AÑO | MES | ESTACIÓN | POSICIÓN | | Temperatura °C | LARVAS | |
|------|-----|------------|----------|----------|-------------------|--------|---------------|
| | | | Latitud | Longitud | | N | Talla (mm) |
| 2006 | Abr | Esmeraldas | 1'06 N | 79'44 W | 26.0 | 2 | 5 |
| 2006 | Abr | Tonchigue | 1'02 N | 80'04 W | 26.0 | 1 | 6,8 |
| 2007 | Mar | Esmeraldas | 1'06 N | 79'49 W | 26.8 | 1 | 6 |
| 2007 | Mar | Pto. López | 1'34 N | 81'00 W | 24.1 | 1 | 4,5 |
| 2007 | Sep | Esmeraldas | 1'08 N | 79'48 W | 26.1 | 2 | 8,5 |
| 2008 | Jul | Esmeraldas | 1'08 N | 79'47 W | 27.3 | 2 | 5,4 |
| 2008 | Nov | Pta Galera | 0'53 N | 80'13 W | 25.6 | 2 | 7 |
| 2009 | Dic | Esmeraldas | 1'77 N | 79'46 W | 27.0 | 1 | 5,2 |
| 2010 | Nov | Esmeraldas | 1'08 N | 79'48 W | 25.6 | 1 | 6,6 |
| 2010 | Dic | Esmeraldas | 1'08 N | 79'48 W | 25.6 | 2 | 6,2 |
| 2010 | Dic | Pto. López | 1'33 N | 81'02 W | 25.1 | 1 | 4,8 |
| 2011 | Feb | Salinas | 2'05 S | 81'04 W | 26.4 | 1 | 8,3 |
| 2011 | Feb | Salinas | 2'05 S | 81'04 W | 26.4 | 2 | 5,8 |
| 2011 | Feb | Pto. López | 1'33 N | 81'02 W | 25.4 | 1 | 6,4 |

6. RESULTADOS

De enero a diciembre del 2010 se registraron 9833 organismos; 6706 hembras (68%) y 3127 machos (32%). En la tabla 2 se indica el número de organismos capturados por mes, presentando sus tallas mínimas y máximas. Para las estimaciones de la edad, se recolectaron 595 muestras de escamas, de las cuales 370 fueron de hembras y 225 de machos.

Tabla 2. Número total de hembras y machos de *Coryphaena hippurus* y número de ejemplares con escamas colectadas (n) por mes, durante el año 2010.

| Año 2010 | Hembra | Min-Max (cm) | n | Machos | Min-Max (cm) | n |
|------------------|---------------|---------------------|------------|---------------|---------------------|------------|
| Enero | 538 | 47-138 | 89 | 292 | 52-153 | 38 |
| Febrero | 435 | 63-142 | 46 | 157 | 72-141 | 14 |
| Marzo | 301 | 61-151 | 3 | 160 | 70-143 | 1 |
| Abril | 118 | 52-142 | 9 | 55 | 64-144 | 7 |
| Mayo | 311 | 42-153 | 25 | 180 | 44-140 | 19 |
| Junio | 315 | 39-126 | 23 | 144 | 46-133 | 13 |
| Julio | 213 | 43-138 | 1 | 187 | 45-131 | 4 |
| Agosto | 212 | 40-107 | 0 | 194 | 42-141 | 0 |
| Septiembre | 1787 | 38-135 | 19 | 583 | 39-142 | 16 |
| Octubre | 830 | 42-133 | 48 | 475 | 44-144 | 45 |
| Noviembre | 892 | 44-141 | 65 | 424 | 48-140 | 35 |
| Diciembre | 754 | 64-147 | 42 | 276 | 75-190 | 33 |
| Total (n) | 6706 | | 370 | 3127 | | 225 |

6.1. Proporción sexual

En todos los meses del año las hembras fueron más numerosas en los desembarques. La proporción de sexos en la muestra fue significativamente diferente de 1M: 1H (0,46M: 1H, $\chi^2 = 1302,7$ g.l. 1, $p < 0.05$).

6.2. Distribución de frecuencia de longitudes

La distribución de longitudes mostró una tendencia de machos con tallas superiores a las hembras. Las longitudes de las hembras tuvieron un intervalo entre 38 y 153 cm de Lf, con moda en la clase 81 cm Lf (Figura 6a). Los machos tuvieron longitudes furcales de entre 38 y 190 cm, con una moda en 103 cm (Figura 6b).

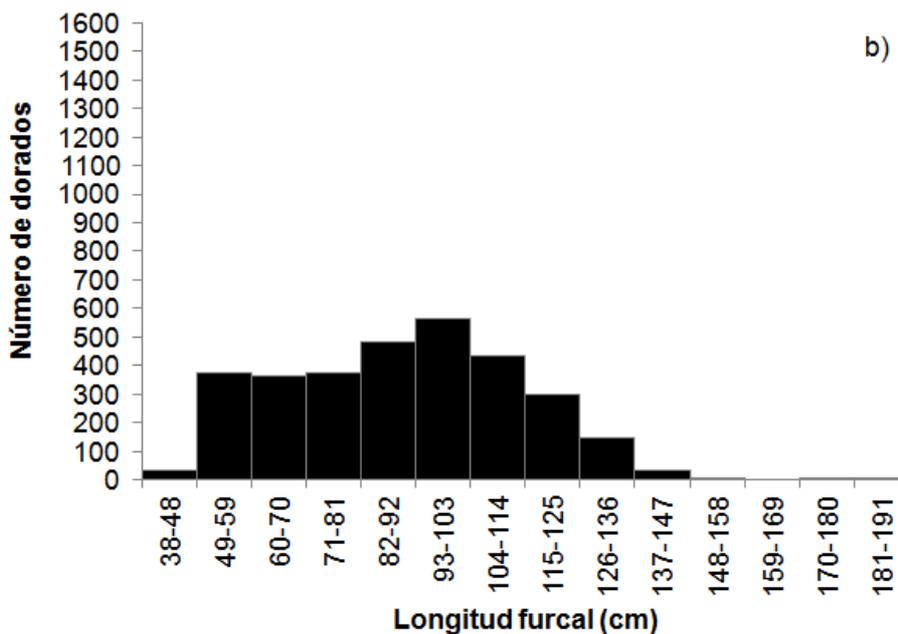
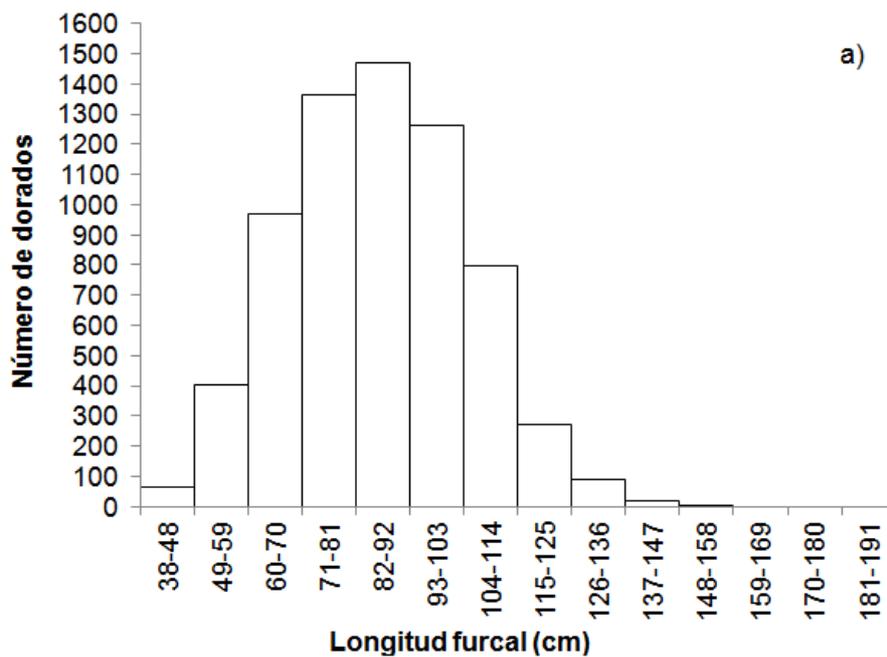


Figura 6. Distribución de frecuencias de longitud furcal de *Coryphaena hippurus*; a) Hembras; b) Machos.

Se observa que el total de los organismos registrados tiene un intervalo de longitudes de 38 a 190 cm Lf. Los organismos que presentaron longitudes entre 70 cm y 110 cm Lf fueron los más abundantes (73%).

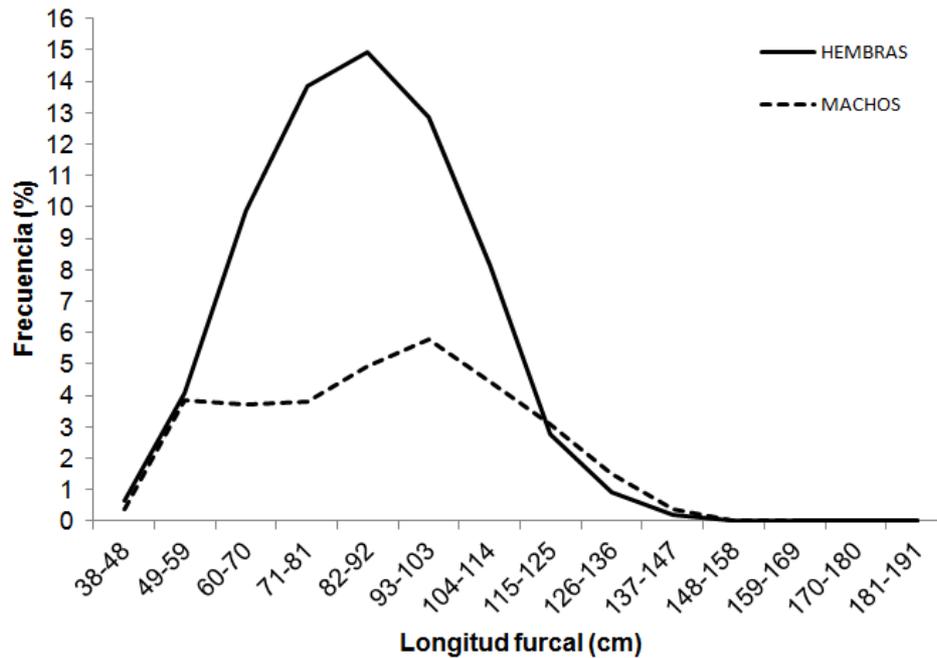


Figura 7. Frecuencia de longitud furcal de hembras y machos de *Coryphaena hippurus*, registrados en el 2010.

El número de organismos y la estructura de tallas por mes mostraron ligeras variaciones entre temporadas, además en algunos meses el tamaño de muestra fue reducido debido a la estacionalidad de la pesquería. Los menores rendimientos se presentaron de febrero a agosto; (Tabla 2, Figura 8) registrándose 2982 organismos y de septiembre a enero 6851 organismos.

De mayo a octubre se capturaron principalmente organismos juveniles (Figura 8). Sin embargo, el mes de mayo presentó la mayor variedad en tallas, encontrando organismos desde los 42 cm hasta los 153 cm Lf (Tabla 2, Figura 8). Las menores tallas se registraron de mayo a noviembre y las mayores tallas el mes de diciembre.

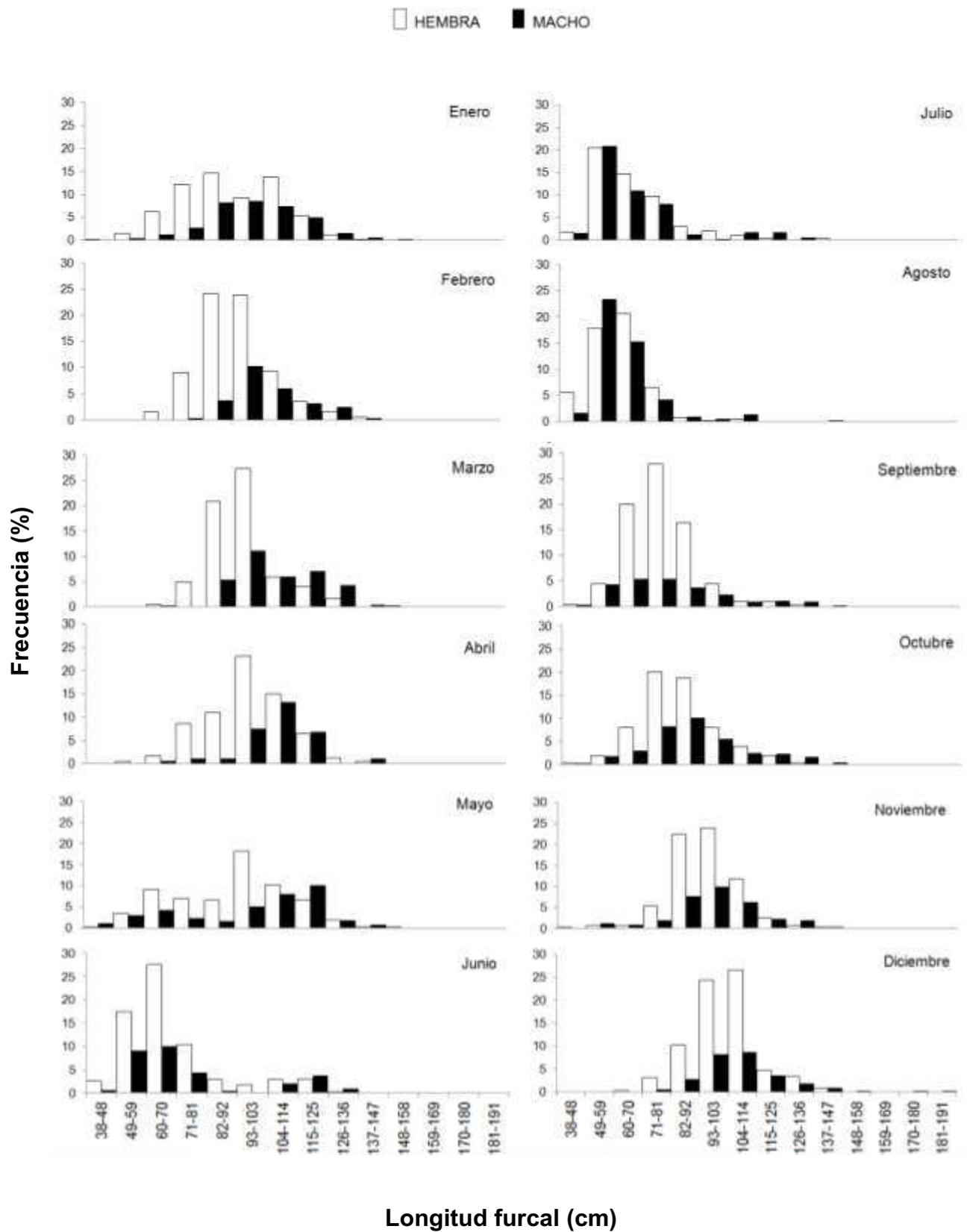


Figura 8. Distribución mensual de frecuencias de longitudes de dorado *Coryphaena hippurus* durante el año 2010.

Se observó una marcada estacionalidad en el desembarque de dorados, obteniéndose el mayor número de organismos en verano, con una fuerte abundancia en el mes de septiembre de 2370 organismos (Tabla 2). Para el verano el número de hembras sobresalió con un 54% con tallas principalmente entre los 71 y 115cm de Lf, frente a los machos con un 25% con tallas entre 60 y 104cm de Lf. Para el invierno el desembarque fue menor, ocupando el primer lugar las hembras con un 14% con tallas entre los 82 y 115cm de Lf y los machos con el 6% restante del desembarque total con tallas entre 93 y 116cm de Lf (Figura 9).

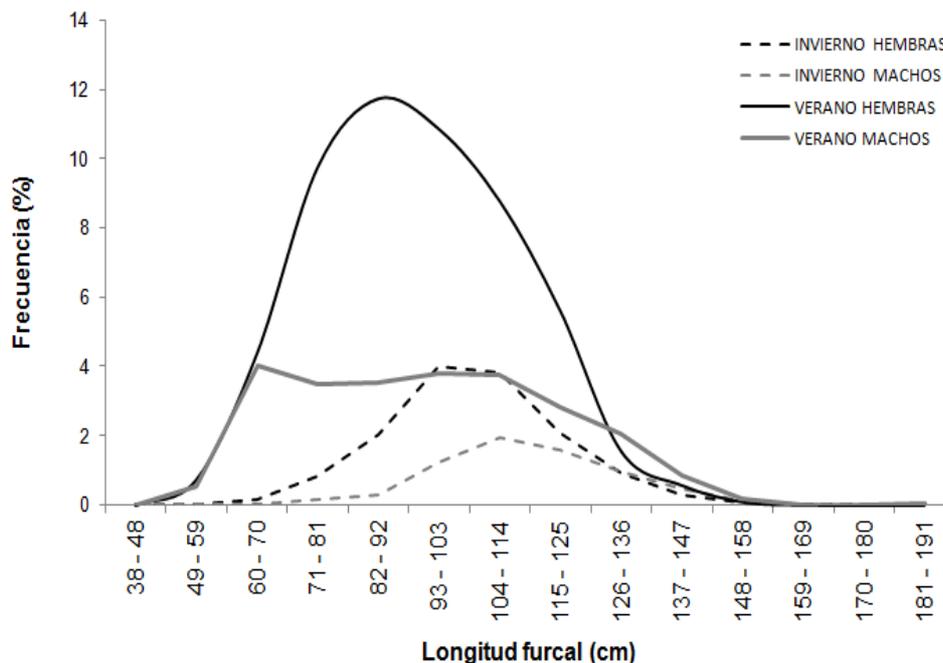


Figura 9. Distribución estacional de longitudes de dorado *Coryphaena hippurus* durante el año 2010.

El análisis de varianza de las tallas promedio mensual mostró diferencias significativas, considerando el total de organismos ($F_{(11, 9833)} = 10,69$ $p \leq 0,05$), como se observa en la figura 10.

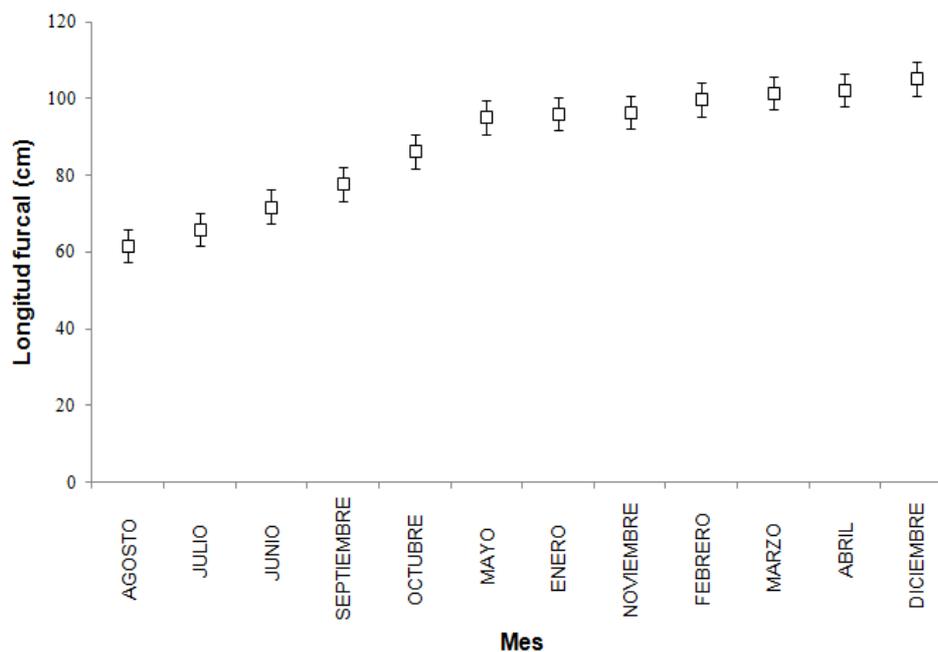


Figura 10. Variación mensual de la longitud promedio de dorado *Coryphaena hippurus*.

6.3. Relación peso total – longitud furcal

Del total de organismos muestreados (9833), solo del 12,37% fue posible obtener el peso total (kg) donde 756 fueron hembras y 461 machos (Tabla 3).

En la relación entre la longitud furcal (Lf) y el peso total (Pt) el parámetro de alometría “b” fue menor de 3, lo que indica un crecimiento alométrico negativo tanto para hembras como para machos, como se observa en la figura 11.

Tabla 3. Parámetros de la relación entre el peso total (kg) y longitud furcal (cm), para hembras y machos de dorados *Coryphaena hippurus* durante el año 2010.

| | n | a | b | p |
|----------------|----------|----------|----------|----------|
| Hembras | 756 | 2,59 x | 2,75 | 0,95 |
| Machos | 461 | 1,53 x | 2,87 | 0,95 |

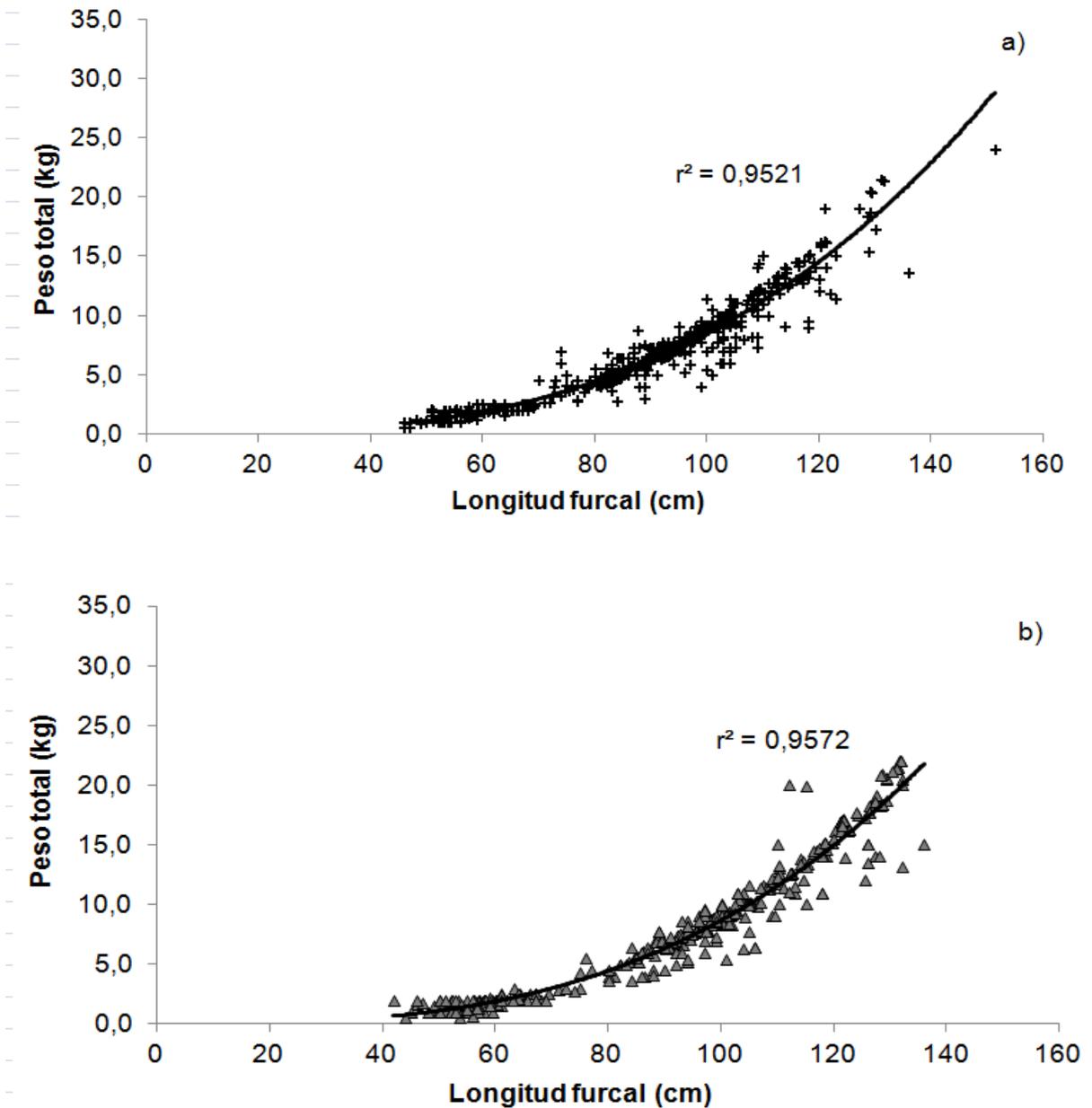


Figura 11. Relación entre el peso total (kg) y la longitud furcal (cm) para hembras (a) y machos (b) del dorado *Coryphaena hippurus*.

6.4. Relación del radio de la escama y longitud furcal

Los valores del coeficiente de determinación () obtenidos en la regresión lineal entre el radio total de la escama y la longitud furcal, fueron 0,49 para machos y 0,46 para hembras. Aunque estos valores no son considerablemente altos, se observa que si existe una tendencia entre estas dos variables, es decir que conforme aumenta la longitud del organismo aumenta el tamaño de la escama

(Figura 12), por lo que puede considerarse que la escama es útil para la estimación de la edad y de los parámetros de crecimiento individual del dorado.

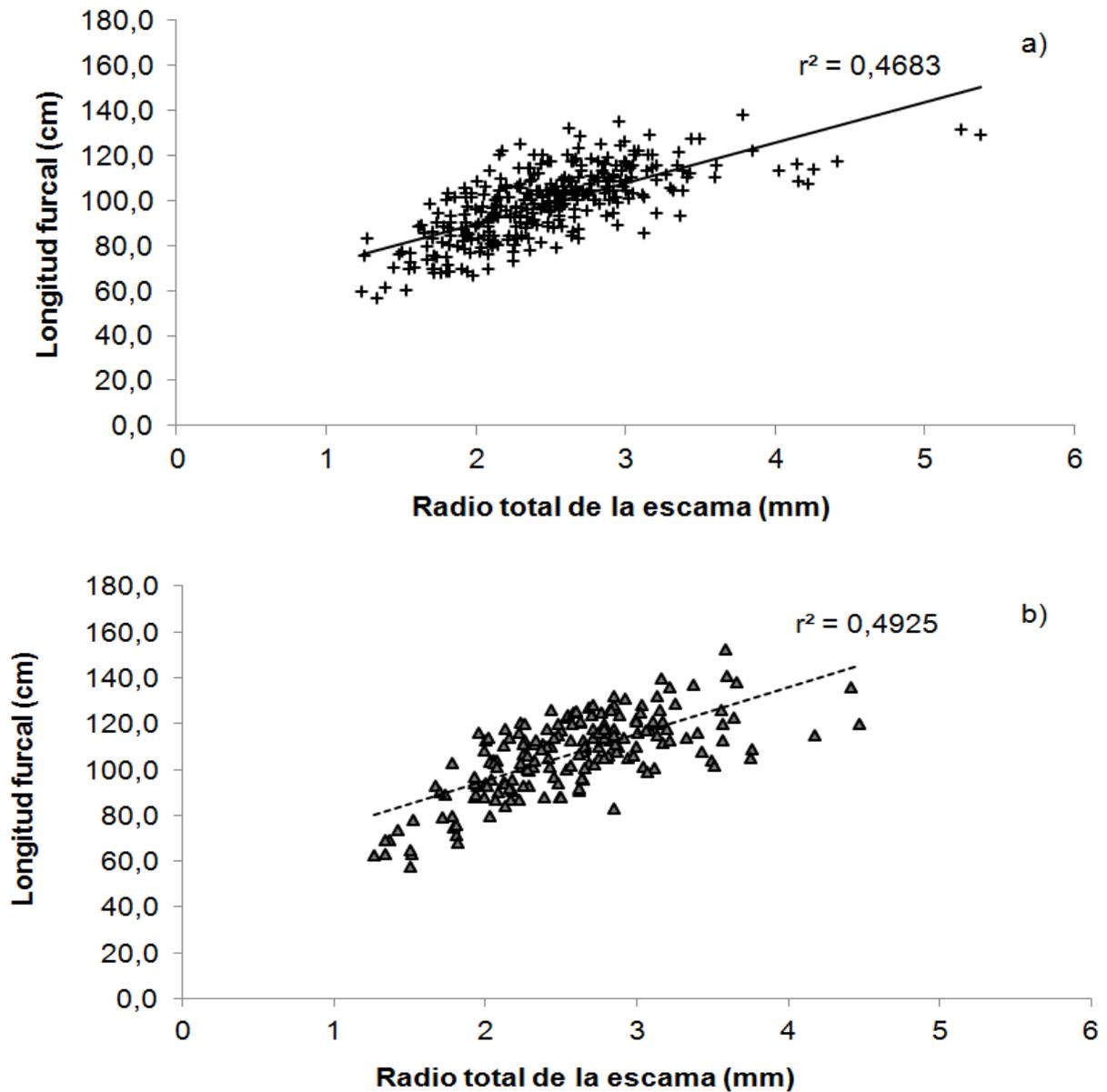


Figura 12. Relación entre la longitud furcal (cm) y el radio total de la escama (mm) para hembras (a) y machos (b) del dorado *Coryphaena hippurus*.

6.5. Lectura de marcas de crecimiento de las escamas

El análisis de escamas identificó cinco grupos de edad para ambos sexos, los cuales se numeraron del 0,5 al 2,5. En la Tabla 4 se detalla las estadísticas de cada grupo de edad establecido.

Tabla 4. Edad (años) determinada mediante la lectura de marcas de crecimiento en escamas de *Coryphaena hippurus*.

| Grupo de edad | n | Media | D.S. | Longitud furcal (cm) | |
|---------------|-----|-------|-------|----------------------|-------|
| | | | | Min | Max |
| 0,5 | 43 | 69,9 | 9,60 | 50,0 | 92,0 |
| 1,0 | 97 | 86,3 | 12,77 | 68,0 | 120,0 |
| 1,5 | 150 | 104,0 | 13,18 | 79,0 | 132,0 |
| 2,0 | 186 | 108,8 | 13,33 | 81,8 | 141,0 |
| 2,5 | 119 | 114,1 | 12,34 | 93,0 | 153,0 |

D.S. (Desviación estándar)

6.6. Periodicidad de las marcas de crecimiento

6.6.1. Índice de incremento marginal

El índice de incremento marginal (IIM), se analizó en 97 dorados. El seguimiento de este índice se realizó durante todo el año exceptuando los meses de julio y agosto, por no encontrarse dorados de 1 año de edad en la captura. El valor promedio mensual más alto se obtuvo durante el mes de noviembre (1,24 mm) y el mínimo en mayo (0,29 mm).

Esta tendencia indica que las marcas de crecimiento se depositaron semestralmente, una terminaría de formarse en febrero y la otra en noviembre. Al relacionar el IIM con el promedio mensual de la temperatura superficial del mar (TSM), se encontró que los dos máximos coinciden con el incremento y baja de temperatura (Figura 13).

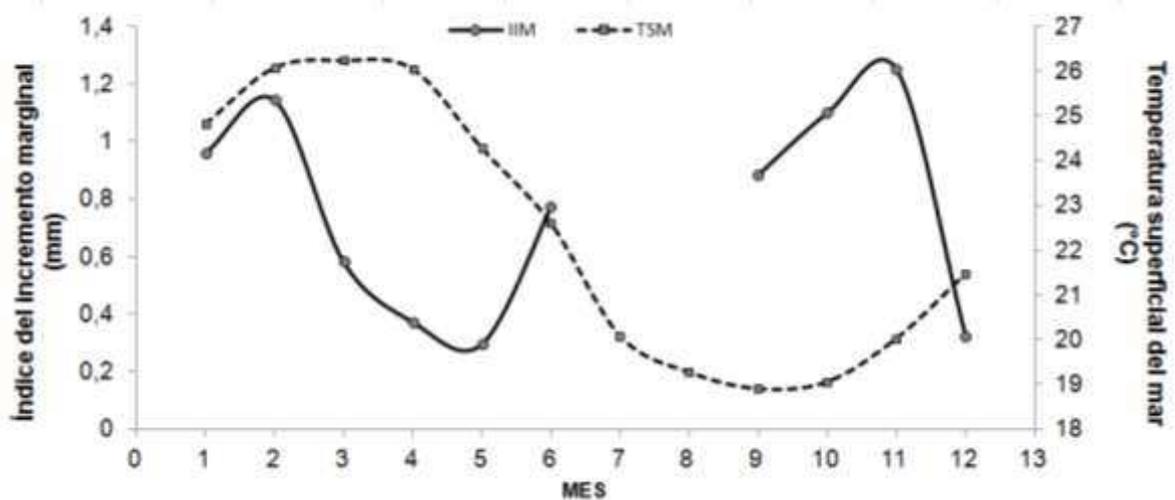


Figura 13. Relación del Índice de incremento marginal (IIM) del grupo de edad 1 y la temperatura superficial del mar (TSM), durante el año 2010.

6.7. Crecimiento individual en longitud

En la tabla 5 se presentan los parámetros obtenidos del modelo de Von Bertalanffy.

Tabla 5. Parámetros de crecimiento del modelo de Von Bertalanffy estimados para hembras, machos y total de dorado *Coryphaena hippurus*.

a) Datos observados

| | n | L_∞ | t₀ | k | | Ø' |
|----------------|----------|----------------------|----------------------|----------|------|-----------|
| Machos | 225 | 122 | -0,09 | 1,32 | 0,44 | 4,29 |
| Hembras | 370 | 123 | -0,58 | 0,77 | 0,53 | 4,07 |
| Total | 595 | 122 | -0,35 | 0,97 | 0,49 | 4,16 |

b) Datos observados + larvas

| | n | L_∞ | t₀ | k | | Ø' |
|----------------|----------|----------------------|----------------------|----------|------|-----------|
| Machos | 225 + 14 | 120 | -0,006 | 1,49 | 0,82 | 4,33 |
| Hembras | 370 + 14 | 111 | -0,028 | 1,57 | 0,78 | 4,29 |
| Total | 595 + 14 | 115 | -0,033 | 1,47 | 0,70 | 4,29 |

Los datos de edad y Lf fueron utilizados para construir la curva del crecimiento individual del dorado a través del modelo de Von Bertalanffy, para datos

observados (Figura 14) y para datos observados incluyendo datos de larvas (Figura 15), en donde se puede observar las diferencias marcadas en los parámetros de crecimiento (L_{∞} , k y t_0), obtenidos en ambas combinaciones. El crecimiento diferencial entre las hembras y machos, se hizo más notable en el modelo de la segunda estimación.

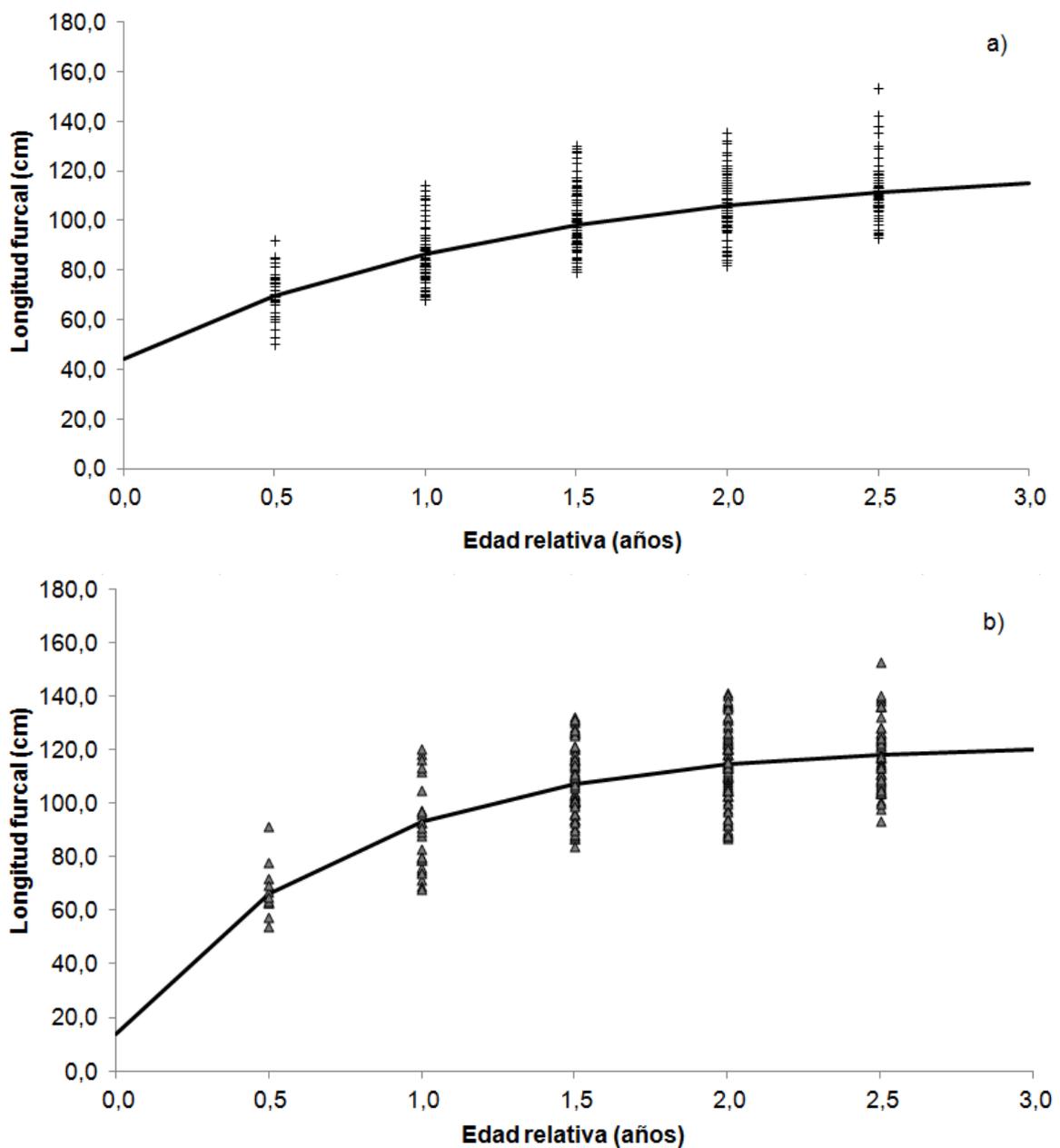


Figura 14. Representación del modelo de crecimiento en longitud de Von Bertalanffy para hembras (a) y machos (b) del dorado *Coryphaena hippurus*.

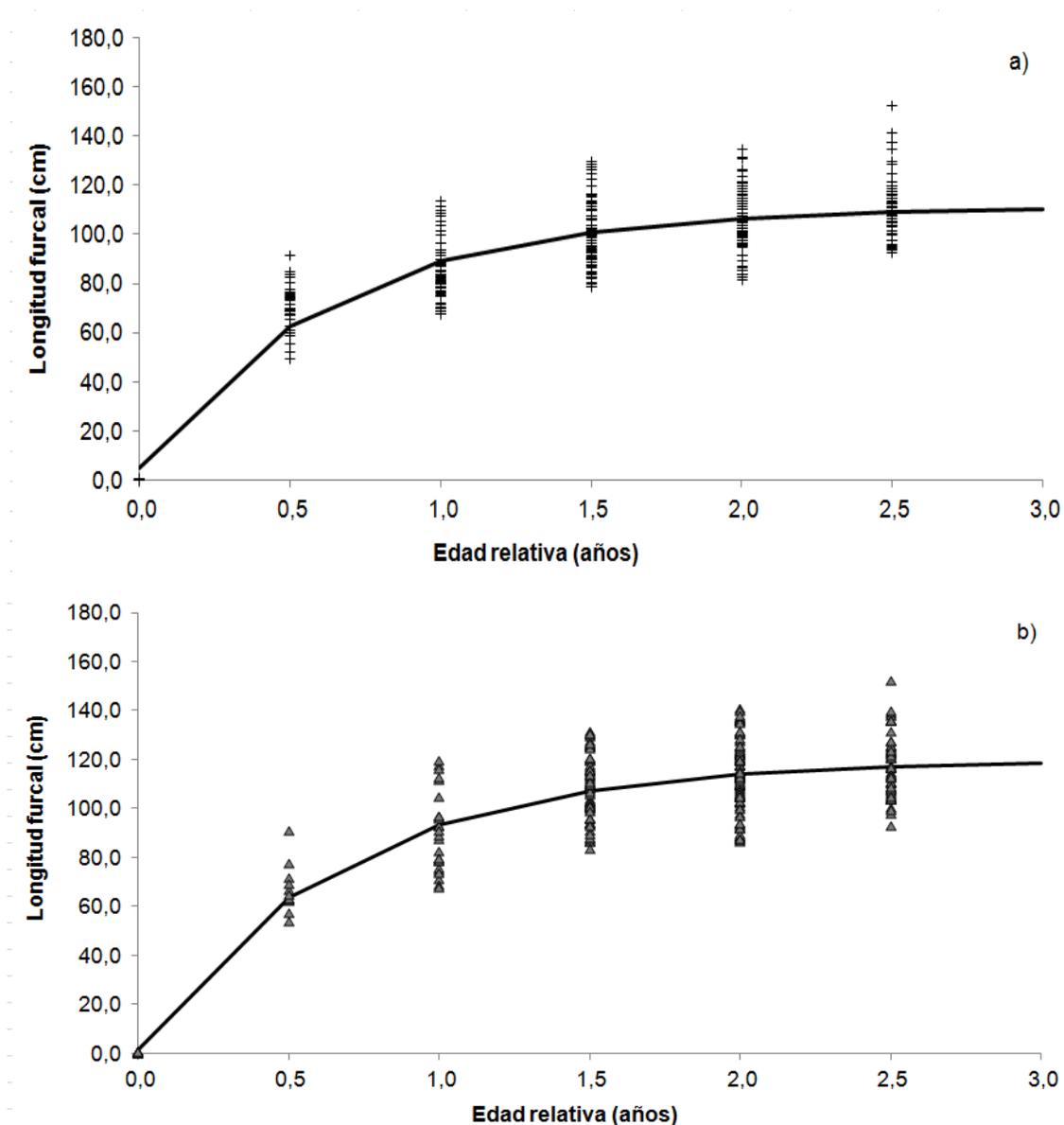


Figura 15. Representación del modelo de crecimiento en longitud de Von Bertalanffy para hembras (a) y machos (b) del dorado *Coryphaena hippurus* incluyendo las larvas.

6.8. Tasa de crecimiento relativo en longitud

A partir de la Lf estimada por sexo se calculó el crecimiento relativo individual del dorado (Tabla 6), presentando un crecimiento acelerado en los 6 primeros meses de vida (0,5 año). La tasa relativa de crecimiento en longitud fue similar para machos y hembras (Figura 16).

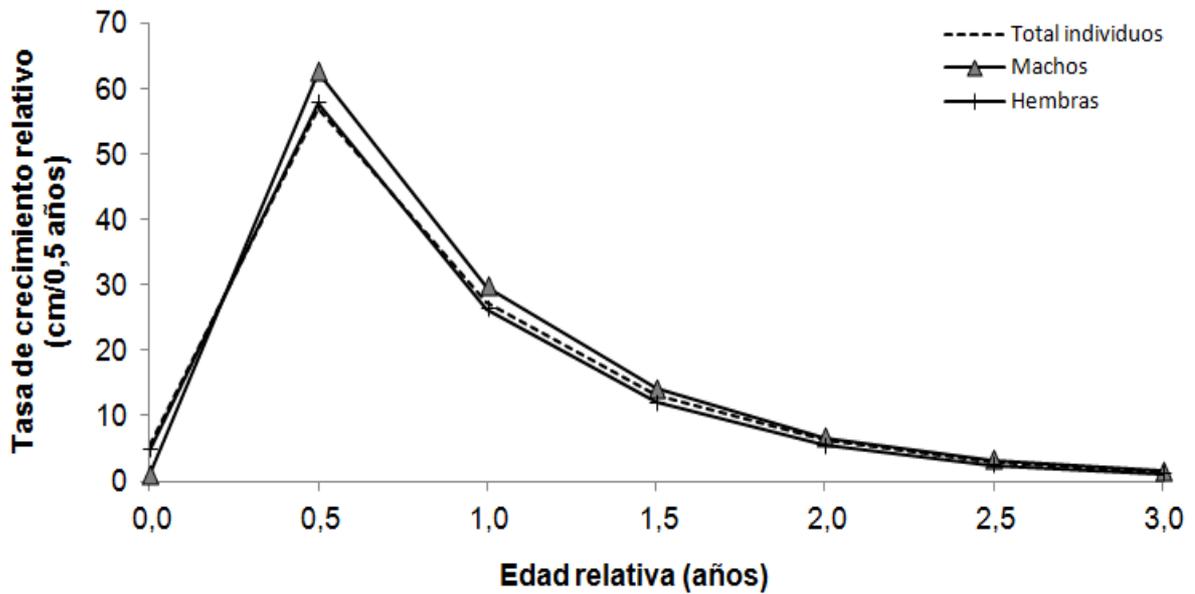


Figura 16. Tasa de crecimiento relativo en longitud (cm/0,5 años) del dorado *Coryphaena hippurus*.

Tabla 6. Tasa de crecimiento estimada para el crecimiento en longitud para el total de dorado *Coryphaena hippurus*, machos y hembras.

| Edad (años) | Lf (cm) estimada TOTAL | tasa de crecimiento (cm/0,5 años) | Lf (cm) estimada MACHOS | tasa de crecimiento (cm/0,5 años) | Lf (cm) estimada HEMBRAS | tasa de crecimiento (cm/0,5 años) |
|-------------|------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| 0,0 | 5,45 | 5,45 | 1,07 | 1,07 | 4,77 | 4,77 |
| 0,5 | 62,47 | 57,02 | 63,54 | 62,47 | 62,55 | 57,77 |
| 1,0 | 89,81 | 27,34 | 93,20 | 29,66 | 88,90 | 26,35 |
| 1,5 | 102,92 | 13,11 | 107,28 | 14,08 | 100,92 | 12,02 |
| 2,0 | 109,21 | 6,29 | 113,96 | 6,68 | 106,40 | 5,48 |
| 2,5 | 112,22 | 3,01 | 117,13 | 3,17 | 108,90 | 2,50 |
| 3,0 | 113,67 | 1,45 | 118,64 | 1,51 | 110,04 | 1,14 |

6.9. Estructura de edades

6.9.2. Estructura de edades por año

Los grupos de edad determinados para hembras y machos, capturado por la flota pesquera artesanal de enero a diciembre del 2010, fueron de 0,5 a 2,5 años. Los organismos de los grupos 1,5 y 2,0 fueron los más abundantes tanto en hembras como en machos (Figura 17).

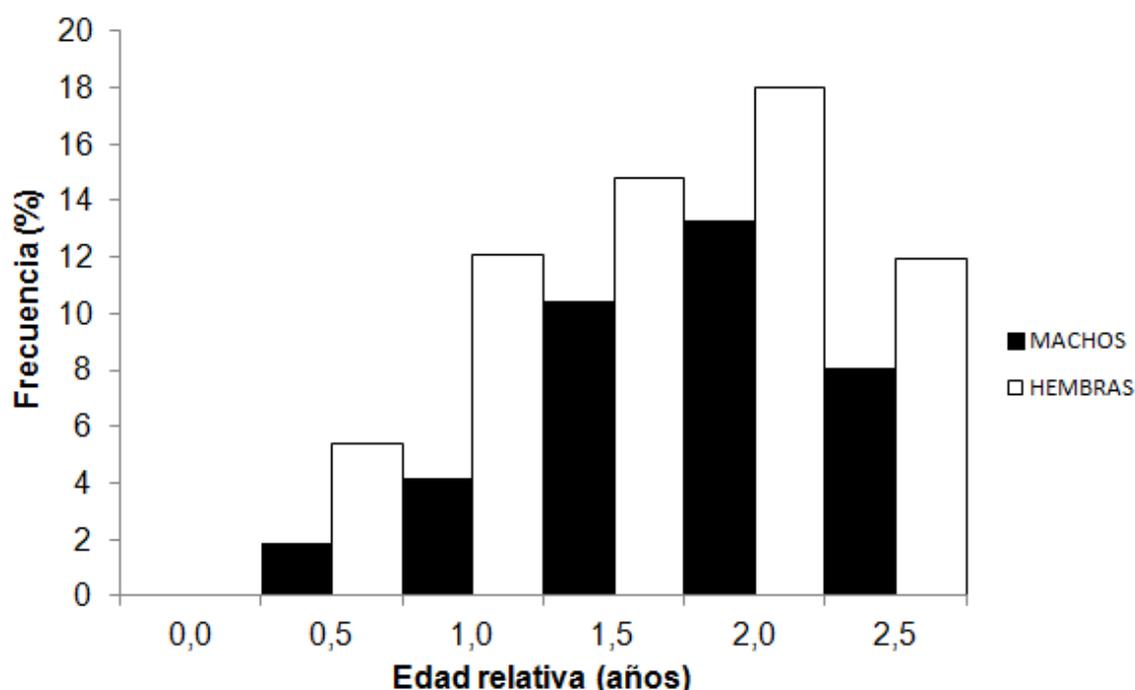


Figura 17. Frecuencia de edades de hembras y machos de dorado *Coryphaena hippurus* capturados durante el año 2010.

6.9.3. Estructura de edades por mes

El análisis de la distribución de edades por mes, mostró que los meses de septiembre a febrero fueron los que presentaron un mayor número de organismos, principalmente de 1,0 a 2,5 años. Los organismos más jóvenes, con 0,5 años, fueron más abundante en los meses de mayo y junio, mientras que los

organismos de mayor edad (2,5 años) fueron más abundante en los meses de enero y octubre (Figura18).

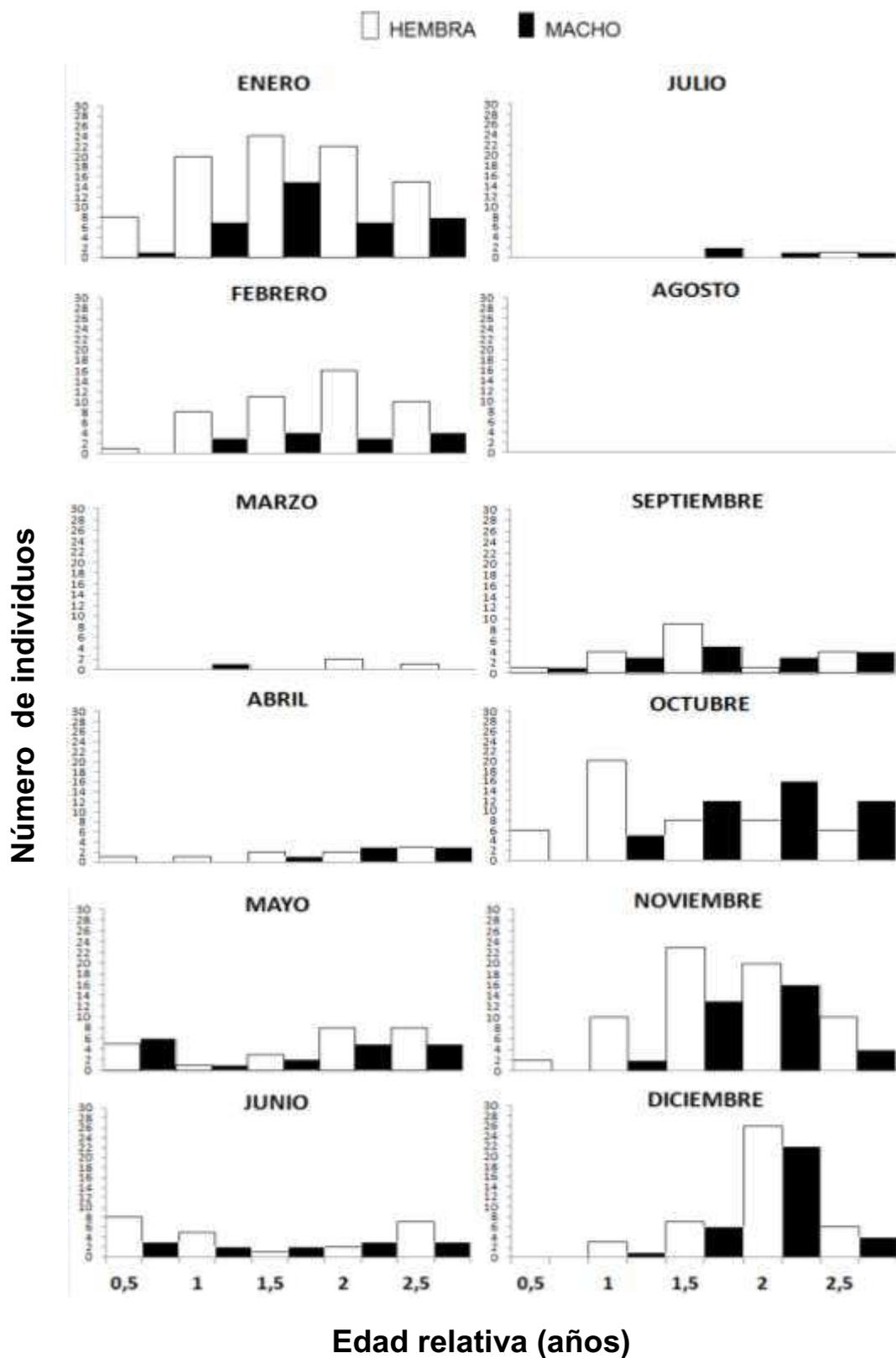


Figura 18. Estructura de edades por mes de hembras y machos de dorado *Coryphaena hippurus* capturados en el año 2010.

7. DISCUSIÓN

La proporción sexual general de *Coryphaena hippurus* desembarcados en el puerto de Manta en el año 2010 fue diferente a las reportadas (Tabla 7), esto podría deberse a diferencias en la distribución y hábitat de ambos sexos (Swenke *et al.*, 2008).

Tabla 7. Proporciones sexuales de dorado *Coryphaena hippurus*, machos y hembras, reportados en la literatura para diferentes regiones geográficas

| Localidad | Sexo | | Intervalo de tallas (cm) | P.S. | Referencia |
|----------------------|---------|----------|--------------------------|--------|--------------------------|
| | Macho n | Hembra n | | | |
| Islas Vírgenes | 25 | 47 | - | 1:1,9 | Mather (1954) |
| Gulf Stream | 30 | 27 | 31,3 - 116,5 LE | 1:0,9 | Gibbs y Collette (1959) |
| Carolina del Norte | 428 | 821 | 45,0 - 127,5 LF | 1:1,9 | Rose y Hassler (1974) |
| Puerto Rico | 150 | 450 | - | 1:3 | Erdman (1976) |
| Corriente de Florida | 222 | 392 | - | 1:1,8 | Oxenford (1985) |
| Puerto Rico | 266 | 622 | 35,8 - 147,9 LF | 1:2,3 | Pérez et al. (1992) |
| Puerto Rico | 55 | 115 | 43,0 - 148,0 LF | 1:2,1 | Rivera-Betancourt (1994) |
| Golfo de México | 36 | 43 | 25,0 - 121,0 LE | 1:1,2 | Bentivoglio (1988) |
| Esmeraldas, Ecuador | 544 | 570 | 41,1 - 157,5 LF | 1:1 | Peralta-Bravo (2006) |
| C.S.L. México | 1700 | 1692 | 33,0 - 142,0 LF | 1:1 | Peralta-Bravo (2006) |
| Manta, Ecuador | 3127 | 6706 | 38,3 - 190,0 LF | 0,46:1 | Este estudio |

Tabla modificada de Oxenford (1999); Peralta-Bravo (2006)

En el presente trabajo las tallas de las hembras tuvieron un intervalo entre 38 y 153 cm Lf, mientras que los machos tuvieron longitudes entre 38 y 190 cm Lf. De estos resultados se observa que ninguno de los dorados *Coryphaena hippurus* registrados, se acercó a la longitud total máxima de 210 cm Lt reportada por la FAO (1999), sin embargo, en la pesca artesanal ecuatoriana se han reportado ejemplares de dorado desde 28,0 hasta 196,4 cm de LT (PAN Dorado, 2011).

Durante el periodo de estudio, se notaron diferencias en la talla promedio mensual, en el caso de las hembras las más grandes se capturaron en diciembre y los machos se capturaron durante abril y diciembre. En ambos sexos la talla mínima promedio se encontró en el mes de agosto, lo que nos pudiera sugerir el mes o el inicio de temporada del reclutamiento (Zúñiga-Flores, 2009). La mayoría de los organismos grandes fueron machos, a este respecto se ha sugerido que esto es debido a que sus requerimientos energéticos son mayores que el de las hembras principalmente en etapa adulta debido a su comportamiento voraz (Rose *et al.*, 1968; Schwenke *et al.*, 2008, Zúñiga-Flores, 2009).

El análisis de la relación peso total – longitud furcal mostró un valor de la pendiente para hembra ($b=2,75$) y para machos ($b=2,87$) es menor que 3, indicando una alometría negativa para ambos sexos; es decir que el pez es menos robusto y crece más en longitud (Jones *et al.*, 1999). A la fecha son varios trabajos que mencionan que el dorado presenta un tipo de crecimiento alométrico, con valores promedio relativamente más bajos en las hembras que en los machos (Lasso *et al.*, 1999; Massutí *et al.*, 1999; Thompson 1999; Rivera *et al.*, 1999; Schwenke *et al.*, 2008; Zúñiga-Flores, 2002; Galindo *et al.*, 2006; Zúñiga-Flores, 2009; Alejo-Plata *et a.*, 2011). Sin embargo, lo anterior difiere con lo reportado para esta especie por (Rose y Hassler, 1968; Rivera-Betancourt, 1994; Torres-Alfaro 1996, Peralta-Bravo, 2006; Juárez y Garduño, 1993; Castro *et al.*, 1999; Madrid *et al.*, 2001), quienes señalan que el tipo de crecimiento presentado por estos organismos resultó ser de tipo isométrico, tal diferencia probablemente se debe en gran medida al rango de tallas analizadas.

Para que una estructura pueda ser considerada como un buen indicador de la edad debe cumplir al menos tres condiciones: que no haya reabsorción, que los patrones de las bandas de crecimiento sean producto de diferencias en el crecimiento y por último que exista un crecimiento proporcional entre la estructura y la longitud corporal del organismo (Cailliet *et al.*, 1983; Ribot, 2003; Hare & Cowen 1995, Meekan *et al.* 1998, Sirios *et al.* 1998). En el presente trabajo la relación de la longitud del radio total de la escama (R_t) y la longitud furcal del pez (L_f), no obtuvo un coeficiente de determinación considerablemente alto (0,49 para

machos y 0,46 para hembras), sin embargo, si existe una tendencia entre estas dos variables, lo que indica que las escamas crecen proporcionalmente a la longitud corporal de los dorados, lo que se corrobora con los resultados de (Zúñiga-Flores, 2009) que fueron 0,56 para machos y 0,49 para hembras. Algo que también es importante mencionar particularmente para la escama es el hecho de que estas no se desarrollan desde la eclosión del pez si no un tiempo después, a esto se le conoce como el efecto de Rosa-Lee (Ehrhardt, 1981), por lo que entonces se da un sesgo en la relación lineal (Zúñiga-Flores, 2009).

La lectura de escamas para la estimación de la edad y crecimiento del dorado, permitió observar las marcas de crecimiento, lo que se corrobora con los resultados entregados para esta especie por diferentes autores (Beardsley 1967, Rose *et al.*, 1968; Torres-Alfaro, 1996; Massutí *et al.* 1999, Schwenke & Buckel 2008, Zúñiga-Flores, 2009), mencionando que la escama es la estructura más adecuada para la lectura del *annuli*, ya que en el caso de la interpretación de otras estructuras duras (otolitos y vertebras), se vuelve difícil leer los anillos diarios de organismos de más de un año, debido principalmente a la concavidad y a la fragilidad en el caso de los otolitos, conforme aumenta la edad del pez, produciendo una clara subestimación de la edad (Morales-Nin *et al.*, 1999; Massutí *et al.*, 1999, Zúñiga-Flores, 2009).

El recuento de las marcas de crecimiento de escamas durante este estudio, permitió establecer cinco grupos de edad (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5), es importante acotar que no se obtuvieron ejemplares pertenecientes al grupo de edad 0, por no encontrarse en las muestras provenientes de las capturas comerciales de la flota.

En estudios sobre edad que involucran la lectura de cualquier estructura dura de los peces como las escamas es de suma importancia la validación de la aparición de las marcas de crecimiento, es decir, la asignación de una temporalidad a la formación de los anillos (Carlander 1982, Casselman 1983, Beamish & McFarlane 1987, Beltran *et al.*, 2010). Para validar la aparición de las marcas de crecimiento en las escamas de *Coryphaena hippurus* en el presente estudio, se realizó el seguimiento del índice de incremento marginal (IIM). Las medias de los

incrementos marginales (IM) mensuales mostraron dos periodos de formación de las marcas de crecimiento, el primero durante la estación lluviosa en el mes de febrero, que pudiera estar relacionado con altas temperaturas del agua y a las variaciones del metabolismo causadas por la madurez gonádica y los gastos de energía producto de la actividad de desove (Alejo-Plata *et al.*, 2011). Un segundo periodo en la estación seca en el mes de noviembre, probablemente con una reducción significativa de su ritmo metabólico y disminución de la temperatura. Al respecto Hassler & Hogarth (1977) señalan que *Coryphaena hippurus* es muy sensible a los cambios de temperatura los cuales afectan su tasa de alimentación, misma que disminuye por debajo de los 23°C y cesa a 18°C.

Para determinar los parámetros de crecimiento, el modelo más utilizado es de Von Bertalanffy (Torres-Alfaro, 1996), ya que se ajusta a la mayoría de los datos observados de crecimiento de peces, y puede incorporarse fácilmente a modelos para evaluación de poblaciones (Gulland, 1971, Ricker, 1979). La combinación utilizada para la aplicación de este modelo fue las observadas incluyendo datos de larvas de dorado en aguas ecuatorianas (Calderon, 2011), por obtener el valor del coeficiente de determinación más alto, además de presentar valores del índice del desempeño del crecimiento (ϕ'), similares a los que se reportan en otras regiones que utilizaron escamas en su representación (Tabla 8). Se ha discutido que el uso de información de larvas puede llegar a presentar una buena estimación de t_0 , parámetro que se asocia biológicamente al momento de la eclosión de un pez, o de manera técnica se referiría al origen de la curva o la edad teórica del organismo a la cual tiene longitud igual a cero (Prince *et al.*, 1987; Sparre *et al.*, 1997). La base teórica que avala el uso de la larva es que si no se tienen una buena representación del grupo de edad 0, como es nuestro caso, se puede llegar a la sobreestimación de la L_∞ y subestimar k y t_0 (Jakes-Cota, 2008; Zúñiga-Flores, 2009).

Tabla 8. Parámetros de crecimiento de dorado *Coryphaena hippurus*, reportados en la literatura para diferentes regiones geográficas

| Localidad | Sexo | L_{∞} | k | t_0 | φ | Autor(es) |
|-----------------------------|---------|--------------|------|--------|-----------|-------------------------------|
| Escamas | | | | | | |
| Florida | Total | 165,0 | 0,68 | 0,155 | 4,27 | Beardsley, 1967 |
| Carolina del Norte | Total | 159,7 | 0,40 | -0,964 | 4,00 | Rose <i>et al.</i> , 1968 |
| | Total | 122,2 | 0,57 | -0,06 | 3,92 | |
| Baja California Sur | Machos | 121,5 | 0,60 | -0,06 | 3,94 | Torres-Alfaro, 1996 |
| | Hembras | 98,6 | 0,98 | -0,01 | 3,97 | |
| | Total | 117,4 | 1,20 | -0,13 | 4,22 | |
| Baja California Sur | Machos | 122,7 | 1,14 | -0,10 | 4,23 | Zúñiga Flores, 2009 |
| | Hembras | 102,8 | 1,68 | -0,09 | 4,25 | |
| | Total | 115,0 | 1,47 | -0,033 | 4,29 | |
| Manta, Ecuador | Machos | 120,0 | 1,49 | -0,006 | 4,33 | Este trabajo |
| | Hembras | 111,0 | 1,57 | -0,028 | 4,29 | |
| Escamas y otolitos | | | | | | |
| Mar Mediterráneo | Total | 102,4 | 1,90 | 0,023 | 4,30 | Massutí <i>et al.</i> , 1999 |
| | Machos | 98,7 | 2,06 | 0,024 | 4,30 | |
| | Hembras | 110,0 | 1,56 | 0,008 | 4,27 | |
| Puerto Rico | Total | 145,7 | 2,19 | -0,460 | 4,70 | Rivera & Appeldoorn, 2000 |
| | Total | 129,9 | 1,08 | -0,086 | 4,26 | |
| Carolina del Norte | Machos | 129,9 | 1,18 | -0,089 | 4,29 | Schwenke <i>et al.</i> , 2008 |
| | Hembras | 123,7 | 1,10 | -0,116 | 4,22 | |
| Estructura de tallas | | | | | | |
| Panamá y Colombia | Total | 194,0 | 0,91 | 0,105 | 4,50 | Lasso & Zapata, 1999 |
| Ecuador | Total | 195,0 | 0,41 | - | 4,19 | Patterson & Martínez, 1991 |
| Esmeraldas, Ecuador | Total+ | 161,0 | 0,40 | - | 4,02 | Peralta Bravo, 2006 |
| | Total++ | 167,0 | 1,30 | - | 4,56 | |

Tabla modificada de Zúñiga-Flores, 2009; Alejo *et al.*, 2011

ELEFAN I+ NSLCA++

Observando los parámetros de crecimiento de *Coryphaena hippurus* estimados para diferentes regiones geográficas y comparándolos con los del presente trabajo, se nota que la longitud máxima observada en cada estudio influye en el valor de la respectiva longitud asintótica (L_{∞}). Es importante mencionar que el valor de la L_{∞} estimada por el modelo en el presente trabajo, es una longitud máxima promedio de los organismos registrados, y no necesariamente tiene que ser tan grande como la talla máxima individual de organismos más grandes que pudieran existir en la zona.

Una adecuada estimación de la edad y de los parámetros de crecimiento es de vital importancia en la investigación pesquera, ya que constituyen herramientas valiosas para identificar la composición por la edad de las poblaciones de peces, su velocidad de crecimiento, y los grupos de edad que están sosteniendo la pesquería, lo que contribuirá al ordenamiento de su explotación y al establecimiento de una base de datos para su manejo óptimo (Zarate-Rustrian, 2010).

El dorado *Coryphaena hippurus* es de vida corta, con valores altos en la tasa de crecimiento ($k=1,3$), que alcanza la madurez sexual antes de cumplir un año de edad (Alejo *et al.*, 2011). Las estimaciones hechas sugieren un crecimiento acelerado en los 6 primeros meses de vida (0.5 año), principalmente en longitud, no así en el peso, ya que es hasta el primer año donde se da el mayor incremento, tanto para hembras como para los machos. Sobre esto se ha sugerido que el crecimiento del dorado *C. hippurus* es acelerado en la primera parte de su vida, alcanzando tallas cercanas a su longitud infinita, dado que tiene que escapar de sus depredadores y por lo tanto incrementan su talla como estrategia reproductiva (Nakamura, 1985; Murray, 1985; Oxenford & Hunte, 1986; Massutí *et al.*, 1999; Palko *et al.*, 1982; Uchiyama *et al.*, 1986 Solano-Fernández, 2007). En este trabajo se estimo una tasa de crecimiento individual en longitud de ($k=1,47$), la tasa de crecimiento individual en longitud por día, para las hembras fue de 3,20 mm/día, en los machos de 3,47 mm/día y 3,16 mm/día para el total de organismos, mayores que las reportadas por Zúñiga-Flores, 2009 (hembras 2,74 mm/día, machos de 2,6 mm/día y 2.48 mm/día para el total de dorados), probablemente por tratarse de distintas regiones.

Durante este estudio la composición de los grupos de edad de los dorados capturados (hembras y machos), lo constituyeron principalmente el grupo de edad de 2,0 años; similar a lo reportado por Torres-Alfaro (1996), quien menciona que los individuos de 2 años de edad fueron los más representativos en la captura, por lo tanto se anula la hipótesis planteada, la cual hace mención que los dorados

desembarcados por la flota pesquera artesanal en el puerto de Manta tienen una edad promedio de 1 año.

8. CONCLUSIONES

- 1) El dorado, se encuentra presente a lo largo de la costa ecuatoriana durante todo el año, siendo más frecuente en los meses de verano.
- 2) El intervalo de tallas para el dorado varió entre 38 y 153 cm de Lf para hembras y entre 38 y 190 cm Lf para machos, con una abundancia de individuos con longitudes entre los 70 y 110 cm Lf.
- 3) Se determinó que tanto hembras como machos de *Coryphaena hippurus* presentaron un crecimiento alométrico negativo lo que indica que esta especie crece más en longitud que en peso.
- 4) La relación que existe entre el radio total de la escama y la longitud furcal de los organismos es rectilínea, indicando que existe un crecimiento directamente proporcional entre la estructura y la longitud corporal. Esto sugiere que las escamas de dorado son buenas indicadores de la edad.
- 5) Con la evidencia que se cuenta se puede decir que el conjunto de una marca de *circuli* estrechos seguido de una marca de *circuli* amplios o viceversa, en la escama de *Coryphaena hippurus*, representa un periodo anual.
- 6) La validación de la periodicidad de las marcas a través del (IIM) de crecimiento, indica que las marcas de crecimiento se depositaron semestralmente, una terminaría de formarse en febrero y la otra en noviembre, coincidiendo estos dos máximos con el incremento y baja de temperatura.
- 7) Los parámetros del modelo de crecimiento de Von Bertalanffy para la especie fueron:

$$L_{\infty} = 115 \text{ cm Lf} \quad k = 1,47 \text{ año}^{-1} \quad t_0 = -0,033 \text{ años}$$

- 8) Los resultados sugieren que el dorado *Coryphaena hippurus*, presenta un crecimiento acelerado durante los primeros 6 meses de vida (0,5 años), principalmente en longitud.

- 9) Se determinaron 5 grupos de edad, de 0,5 a 2,5 años, no obstante la composición de los grupos de edad tanto en hembras como en machos, lo constituyo principalmente el grupo de edad de 2 años.

9. RECOMENDACIÓN

Es necesario intensificar los muestreos y la colecta de escamas a ejemplares de longitudes máximas y mínimas para obtener una mejor representación de los grupos de edad en esta especie y poder completar con certeza la curva de crecimiento en las primeras etapas de vida y evitar que a organismos de tallas mayores se les subestime la L_{∞} .

10. BIBLIOGRAFÍA

Aguilar-Palomino B, F Galván-Magaña, A Abitia - Cardenas, A Muhlia-Melo & J Rodríguez-Romero. 1998. Aspectos alimentarios del dorado *Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758 en Cabo San Lucas, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas* 24: 253-265.

Alejo-Plata, Carmen; Gómez - Márquez, José L y Salgado-Ugarte, Isaías H. 2011. Edad y crecimiento del dorado *Coryphaena hippurus*, en el Golfo de Tehuantepec, México. *Rev. biol. mar. oceanogr.* [online], vol.46, n.2 [citado 2012-01-11], pp. 125-134. Disponible en: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-19572011000200003&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0718-1957. doi: 10.4067/S0718-19572011000200003.

Anónimo, 2007. Evaluación Biológico-Pesquera del dorado (*Coryphaena hippurus* y *Coryphaena equiselis*) en el Océano Pacífico. Región I. Guaymas, Sonora. http://www.sisi.org.mx/jspsi/documentos/2009/seguimiento/11107/1110700003608_065.pdf

Araya, M. & L. Cubillos. 2002. The retrospective analysis of the growth in fish and their associated problems. *Gayana (Concepción)* 66: 161-179.

Barreda, M. Las escamas y su importancia en el estudio de la edad y crecimiento de las poblaciones piscícolas. Cuarta Comisión Biología pesquera y pesca. *Revista de Biología Marina* Vol. V.

- Beardsley, G.L. Jr.** 1967. Age, growth, and reproduction of the dolphin, *Coryphaena hippurus*, in the Straits of Florida. *Copeia* (2): 441-451.
- Beamish, R. J., and G. A. McFarlane.** 1987. Current trends in age determination methodology. *In: The Age and Growth of Fish.* R. C. Summerfelt and G. E. Hall (eds.). The Iowa State University Press, Ames, Iowa, p. 15–42.
- Beltrán, R., J. Sánchez, G. Valdez, A. Ortega.** 2010. Edad y crecimiento de la mojarra *Oreochromis aureus* (Pisces: Cichlidae) en la Presa Sanalona, Sinaloa, México. *Rev. biol. trop* [online]. vol.58, n.1 [citado 2012-02-06], pp. 325-338. Disponible en: <http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000100024&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0034-7744.
- Cadima, E.L.** 2003. Manual de evaluación de recursos pesqueros FAO Documento Técnico de Pesca. No. 393. Roma, FAO. 162p.
- Calderón, G.** 2011. Larvas de dorado (*Coryphaena hippurus*): aspectos morfológicos en aguas ecuatorianas. Instituto Nacional de Pesca. Guayaquil-Ecuador. Disponible en www.inp.gob.ec, marzo de 2012.
- Cailliet, G.M, L.K. Martin, D. Kusher, P. Wolf, and B.A. Welden.** 1983. Techniques for enhancing vertebral bands in age estimation of California elasmobranchs. *In: Prince E.D. and L.M. Pulos (eds).* Proceedings of the International workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes, and sharks. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 8: 157-165
- Castro, G. S. E., R. C. Gómez & T. A. Klett.** 1996. Abundancia relativa, composición por tallas de dorado (*Coryphaena hippurus*) y su relación con

la temperatura del mar en Cabo San Lucas, B.C.S. Durante 1990. Boletín pesquero CRIP- La Paz, 2: 9-14.

Castro, J., J.M. de la Serna, D. Macías and J. Mejuto. 1999. Preliminary scientific estimates of by-catch landings by the Spanish surface longline fleet in 1997 and 1998. ICCAT Col. Vol. Sci, Pap., vol. XLVI(4): 1882 – 1894

Chong, Javier y Aguayo, Mario. 2009. Edad y crecimiento del pez espada (*Xiphias gladius* Linnaeus, 1758) en el Pacífico suroriental (Diciembre 1994-Septiembre 1996). Lat. Am. J. Aquat. Res. [online]. 2009, vol.37, n.1 [citado 2011-09-20], pp. 1-15. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-560X2009000100001&lng=es&nrm=iso
ISSN 0718-560X. doi: 10.4067/S0718-560X2009000100001.

Collette, B.B. 1999 Coryphaenidae. Dolphinfishes, "dolphins". p. 2656-2658. In K.E. Carpenter and V.H. Niem (eds.) FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Volume 4. Bony fishes part 2 (Mugilidae to Carangidae). FAO, Rome.

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

Ehrhardt, N. M. 1981. Curso sobre métodos de evaluación de recursos y dinámica de poblaciones. Tercera parte: Parámetros poblacionales. FAO-CICIMAR. 134 p. p.

Galindo Cortes G. 2005. Evaluación de tres métodos para estimación del crecimiento basados en el análisis de distribuciones de frecuencia de longitudes. Tesis de maestría. CICIMAR. IPN. México. 152p.

Galindo Cortes G., Ortega G. S., Klett T. A. & López M. J. 2006. Relación longitud-peso y crecimiento del dorado *Coryphaena hippurus* en las costas de Baja California Sur, México. (Resumen). IX Foro Nacional sobre el Atún y I Foro de Intercambio Científico sobre Pelágicos Mayores (Biología y Pesquerías). La Paz, B.C.S., México.

Gibbs R. H. & Collete B. B. 1959. On the identification, distribution and biology of the dolphins, *Coryphaena hippurus* and *Coryphaena equiselis* Bull. Mar. Scj. Caribb. 9: II 7-I 52.

González, L.W. 1977. Aspectos técnicos de preparación de otolitos para estudios de edad de algunas especies del género *Cynoscion* (Pisces: Sciaenidae). Laguna: 39-40: 43-48.

González, L.W. 1979. Determinación de la edad del *Paralonchurus peruanus* (Steindachner, 1875) (Pisces: Sciaenidae) mediante el uso de los otolitos. Informe Museo del Mar 22: 1-19.

Hagood, R. W., y Rothwell G.N. 1979. Sea Grant interim project report. Aquaculture in tropical ocean *Coryphaena sp.* Oceanic Institute, Makapuu Point, Waimanalao, HI 96795.

Hare, J.A. & R.K. Cowen. 1995. Effect of age, growth rate, and ontogeny on the otolith size-fish size relationship in bluefish, *Pomatomus saltatrix*, and the implications for backcalculation of size in fish early life history stages. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52: 1909-1922.

Hassler, W.W., y Rainville R.P. 1975. Techniques for hatching and rearing dolphin, *Coryphaena hippurus*, through larvae and juvenile stages. Univ. North Carolina sea grant Program Publ. UNC-SG 75-31, 17 p.

Herrera, M., D. Coello, M. Peralta, J. Cajas, R. Castro, E. Elías y J. Chavarría. Pesca exploratoria del recurso dorado (*Coryphaena hippurus*) frente a la costa ecuatoriana durante marzo del 2008.

Hinton, S. 1962. Longevity of fishes in captivity, as of September, 1956. *Zoologica* (N.Y.) 47: 105 – 116.

Hyams D. 1993. CurveExpert Versión 1.34. Microsoft Corporation.

Holden, M.J. y D.F.S. Raitt. 1975. Manual de ciencia pesquera. Parte 2: Métodos para investigar los recursos y su aplicación. Doc. Téc. FAO. Pesca (115), Rev. 1: 211 pp.

Jakes Cota, U. 2008. Edad y crecimiento del marlín azul *Makaira nigricans*, desembarcado en Cabo San Lucas, B.C.S., México. Tesis de maestría. CICIMAR.IPN. México. 90 p.

Juárez P. R. & Garduño V. E. 1993. Algunos Aspectos Biológico Pesqueros de *Coryphaena hippurus* (Linnaeus 1758) “dorado” y *Ephinephelus acanthistius* (Gilbert 1892) “baqueta” en playa sur Mazatlán, Sinaloa, ciclo 88-89. Tesis de Licenciatura. Univ. Aut. Sin. México. 72 pp.

Kojima, S. 1961. Studies of dolphin fishing conditions in the western sea of Japan. III. On the stomach contents of dolphin. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 27: 625-629.

Kraul, S. 1993. Larviculture of the mahi mahi *Coryphaena hippurus* in Hawaii, USA. *J. World Aquacult. Soc.*, 24 (3): 414 - 421.

- Lasso, J. & Zapata, L. 1999.** Fisheries and biology of *Coryphaena hippurus* (Pisces: Coryphaenidae) in the Pacific coast of Columbia and Panama. Scientia Marina. 63 (3-4): 261-266.
- Lai, H. L. & H. C. Liu. 1979.** Age determination of walleye Pollock (*Theragra chalcogramma*) using four age structures. Bull. Int. N. Pac. Fish. Comm. 45: 66-98.
- Madrid, J.V. & R. Beltran-Pimienta. 2001.** Longitud, Peso y sexo del dorado *Coryphaena hippurus* (Perciformes: Coryphaenidae), del litoral de Sinaloa, Nayarit y Baja California Sur, Mexico. Rev. Biol. Trop. 48(3-4): 931-938.
- Maroñas, M. 2006.** Crecimiento individual en peces. <http://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/ecopoblaciones/TP/Maro%202006%20%20Crecimiento%20individual%20en%20peces.pdf>
- Martínez-Ortíz J. 2010.** Manual de la Pesca Blanca. 45 especies de interés comercial. Asociación de Exportadores de Pesca Blanca del Ecuador (ASOEXPEBLA). Tercera edición, 172 pp.
- Massuti, E., B. Morales-Nin & J. Moranta. 1999.** Otoliths microstructure a growth patterns of dolphin *Corypahena hippurus* in Western Mediterranean. Fish. Bull. 97: 891-899.
- Meekan, M.G., J.J. Dodson, S.P. Good & D.A.J. Ryan. 1998.** Otolith and fish size relationships, measurement error, and size-selective mortality during the early life of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 55: 1663-1673.

- Mito, S. 1960.** Egg development and hatched larvae of the common dolphin–fish *Coryphaena hippurus* Linnaeus 1758. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 26: 223-226.
- Morales-Nin, B. 1987.** Métodos de determinación de la edad en los osteictios en base a estructuras de crecimiento. Informes Técnicos de Investigación Pesquera 143: 30 pp.
- Morales-Nin, B. 1991.** Determinación del crecimiento de peces óseos en base a la microestructura de los otolitos. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 322. Roma, FAO. 58 p.
- Morales-Nin, B. 2000.** Review of the growth regulation process of otolith daily increment formation. Fish. Research 46: 53-67.
- Oxenford, H. A. & 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, A., H. 1999.** Biology of dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the western central Atlantic: a review. P. 277-301. In E. Massutí & B. Morales-Nin (eds.). Biology and fisheries of dolphinfish and related species. Scientia Marina, Barcelona, España.
- Palko, B.J., G. L. Beardsley & W. J. Richards. 1982.** Synopsis of biological data on dolphin-fishes *Coryphaena hippurus* Linnaeus 1758 and *Coryphaena equiselis* Linnaeus 1758. U. S. Dep. Commer. 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.
- Peralta Bravo, M.R. 2006.** Análisis comparativo de los parámetros de crecimiento del dorado *Coryphaena hippurus* en dos áreas del Pacífico Centro Oriental. Tesis de maestría. CICIMAR. IPN. México. 60p.
- Perrone, A., D. Cajiao y M. Burgos. 2009.** Turismo de naturaleza en la zona marino costera del Ecuador continental. Conservación Internacional Ecuador, Ministerio del Ambiente del Ecuador, Ministerio de Turismo del Ecuador. Guayaquil, Ecuador.
- 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 235p.
- Ribot Carvajal, M. C. 2003.** Edad y Crecimiento del tiburón mako, *Isurus oxyrinchus* (Rafinesque, 1810), Capturado en la Costa Occidental de Baja California Sur, México. Tesis de maestría. CICIMAR. IPN. México. 74p.
- Ricker, W. 1975.** Computation and interpretation of biological statistic of fish population. Department of Environmental Fisheries and Marine Service. *Bull. Fish. Res. Board Can.* 191:1-382.
- 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.

- Rose, C.D., y Hassler W.W. 1974.** Food Habbits and sex rations of Dolphin *Coryphaena hippurus* captured in the western Atlantic Ocean off Hattera, North Carolina. Trans. Am. Fish. Soc. 103: 94-100.
- Rose, C. D. & W. W. Hassler.1968.** Age and growth of the dolphin *Coryphaena hippurus* (Linnaeus), in North Carolina waters. Trans. Am. Fish. Soc. 97: 271-276 p.
- Sanchez Reyes, N.A. 2008.** Distribución de larvas de Dorado *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758) y *Coryphaena equiselis* (Linnaeus, 1758) en el Pacifico Oriental Mexicano. Tesis de maestría. CICIMAR. IPN. México. 106p.
- Schwenke, K. L. & J. A. Buckel. 2008.** Age, growth, and reproduction of dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) caught off the coast of North Carolina. Fish. Bull. 106: 82-92.
- 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.
- Sirois, P., F. Lecomte & J.J. Dodson. 1998.** An otolith-based back-calculation method to account for time-varying growth rate in rainbow smelt (*Osmerus mordax*) larvae. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 55: 2662-2671.
- Solano S. A., Tresierra A. A., García N. V. Dioses T., Marín W., Sánchez C. & Wosnitza M. C. 2008.** Biología y pesquería del perico (*Coryphaena hippurus*). Instituto del Mar de Perú. 23 p.
- Sokal, R. and F. H. Rohlf. 1981.** Biometry. 2nd edit. W. H. Freeman and Co., San Francisco. 859 p.

Sparre, P.; Venema, S.C. 1998. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper. No. 306.1, Rev. 2 Rome FAO: 407p.

SRP (Subsecretaría de Recursos Pesqueros). 2008, 2009. Peces pelágicos grandes y tiburones. Estadísticas – Manta.
<http://tiburon.subpesca.gob.ec/tiburon-ecuador/estadisticas-manta-131.html>

Subsecretaria de Recursos Pesqueros (SRP) – Vice Ministerio de Acuicultura y Pesca – Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP). 2011. Plan de Acción Nacional para la Conservación y el Manejo del recurso Dorado en el Ecuador (PAN Dorado). Martínez-Ortiz J & P Guerrero-Verduga (eds). SRP-MAGAP. Manta-Manabí-Ecuador. 102 pp.

Tavares, R. 2001. Estudio sobre la biodiversidad de tiburones en el parque nacional Archipiélago Los Roques. Informe técnico final para la oficina de diversidad biológica del Ministerio del Ambiente y de Los Recursos Naturales. Fundación Científica Los Roques, Venezuela.

Thompson. N.B. 1999. Characterization of the dolphinfish (*Coryphaenidae*) fishery of the United States western north Atlantic Ocean. *Scientia Marina*. 63(3-4): 421 - 427. Barcelona-España.

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. CICIMAR –IPN, México. 71 p.

Uchida, R.N. y Uchiyama, J.H. 1986. Fishery atlas of the Northwestern Hawaiian Islands. NOAA. Tech. Report. NMFS. Circ. 38:248.

Uchiyama, J.H., R.K. Burch and S.A. Kraul, Jr. 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.

Zarate-Rustrián, J. 2010. Edad y Crecimiento del tiburón Martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) en la costa sur de Oaxaca, México. Tesis de maestría. CICIMAR-IPN. México. 59p.

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.

Zúñiga-Flores, M.S. 2009. Dinámica poblacional del Dorado *Coryphaena hippurus* en Baja California Sur, México: Implicaciones para su manejo. Tesis de Doctorado. CICIMAR-IPN. México. 224 p.

ANEXOS

ANEXO 1. REGISTRO DE DATOS BIOLÓGICOS DEL DORADO

**ANEXO 2. Acuerdo ministerial N°070
(Veda del dorado)**

EL SUBSECRETARIO DE RECURSOS PESQUEROS

Considerando:

Que el artículo 1º de la Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero dispone, que los recursos bioacuáticos existentes en el mar territorial, en las aguas marítimas interiores, en los ríos, en los lagos o canales naturales y artificiales, son bienes nacionales cuyo racional aprovechamiento será regulado y controlado por el Estado de acuerdo a sus intereses;

Que el artículo 4 de la Ley *Ibidem* establece: *"El Estado impulsará la investigación científica y, en especial, la que permita conocer las existencias de recursos bioacuáticos de posible explotación, procurando diversificarla y orientarla a una racional utilización"*;

Que mediante Acuerdo 044 – A de 1 de agosto del 2004, publicado en el R.O. Nº 410 de 31 de agosto del 2004 el Subsecretario de Recursos Pesqueros estableció una veda total del recurso Dorado (*Coryphaena hippurus*), desde el 1 de junio al 31 de octubre de cada año; prohibió su captura, proceso y comercialización de especímenes de tallas inferiores a 80 centímetros; y, regulo el uso de arte de pesca y tamaño de anzuelos para su captura;

Que con Acuerdo Ministerial Nº 031 publicado en el R.O. Nº 451 de 27 de octubre del 2004, el Subsecretario de Recursos Pesqueros suspendió la veda total del recurso Dorado (*Coryphaena hippurus*) establecida del 01 de junio al 31 de octubre de cada año y prohibió la captura dirigida, transporte, posesión, procesamiento y comercialización externa e interna del recurso dorado de especies de tallas inferiores de 80 cm. de longitud total (LT), con el objeto de dar oportunidad al recurso que realice su primer desove;

Que en la 74ª Reunión en Corea de la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT) organización de la que Ecuador es Parte, en Resolución Nº C-04-05 sobre Captura incidental se acordó que las Partes Contratantes deben propender a la liberación de especies no objetivos, y requerir de los pescadores en buques cerqueros liberar, lo antes posible e ilesos, al grado factible, todo tiburón, picudo, raya, dorado y otras especies no objetivos;

Que en el PRIMER TALLER NACIONAL PARA LA CONSTRUCCION DE UN PLAN PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL DORADO (*Coryphaena hippurus*) EN ECUADOR, celebrado el 20 de agosto del 2010 en la caleta pesquera de Santa Rosa de Salinas, con la asistencia de los principales involucrados como son la Subsecretaría de Recursos Pesqueros; la Federación Nacional de Cooperativas



Subsecretaría de
Recursos Pesqueros

Nº 07

Avenida 4 y calle 12 (Manta)
PBX: (593) 05 2611410
P.O. BOX: 13067-83
<http://subpesca.gob.ec>
editor@pesca.gob.ec

Pesca; la Asociación de Exportadores de Pesca Blanca (ASOEXPEBLA); la Fundación Mundial por la Naturaleza (WWF); y diversas cooperativas de pescadores artesanales de la Costa ecuatoriana, resolvieron por unanimidad se establezca una Veda Total al recurso Dorado de mayo hasta octubre de cada año;

Que el Sector Pesquero Artesanal del Ecuador representado por pescadores organizados en cooperativas y asociaciones pesqueras, desde el año 2010, vienen solicitando que se establezca una veda del recurso Dorado entre los meses del segundo semestre de cada año;

Que es deber del Estado el precautelar la supervivencia de las especies marinas y de manera especial el imponer cuántas vedas sean necesarias para la defensa de dichas especies;

Que, por Acuerdo Ministerial N° 023 publicado en el R.O. N° 401 de 11 de marzo del 2011 se estableció el Plan de Acción Nacional para la Conservación y el Manejo del Recurso Dorado (*Coryphaena hippurus*) en Ecuador (PAN Dorado), como una herramienta de directrices para la conservación, manejo y eco certificación del recurso Dorado;

Que la Constitución Política de la República acoge el principio precautorio en su artículo 396 y estipula que el Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras, eficaces y oportunas;

Que es urgente establecer medidas de ordenamiento para la conservación y explotación sobre especies cuyas poblaciones están sufriendo un impacto por su explotación irracional, las mismas que deben propender al aprovechamiento sostenible para satisfacer las necesidades humanas que otorguen seguridad alimentaria a los pueblos, de acuerdo a la obligación del Estado de promover la soberanía alimentaria;

Que las actividades de la pesca en cualquiera de sus fases, podrán ser prohibidas, limitadas o condicionadas mediante Acuerdo expedido por el Ministro del ramo cuando los intereses nacionales así lo exijan;

Que el artículo 13 de la Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero determina que el Ministro del ramo queda facultado para resolver y reglamentar los casos especiales y los no previstos que se suscitaren en la aplicación de esta Ley;

✓

133 f



Subsecretaría de
Recursos Pesqueros

Nº 070

Avenida 4 y calle 12 (Manta)
PBX. (593) 05 2611410
P. O. BOX 1305183
<http://subpesca.gob.ec>
editor@pesca.gob.ec

Que mediante y el Acuerdo Ministerial N° 001 de 13 de enero del 2011 se delegó al Subsecretario de Recursos Pesqueros la facultad de expedir reglamentos, acuerdos y resoluciones relacionadas con la dirección y control de la actividad pesquera en el país, así como la facultad de resolver y reglamentar los casos especiales y los no previstos que se suscitaren en la aplicación de la Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero, conforme el artículo 13 de dicha Ley;

En uso de sus facultades

ACUERDA

Art. 1.- Establecer una veda total para la pesca objetivo del recurso Dorado (*Coryphaena hippurus*), desde el 1° de julio hasta el 7 de octubre de cada año, con el objeto de proteger a la población reclutante.

Durante el período de la veda se permitirá el desembarque de PESCA INCIDENTAL del recurso Dorado, cuya talla no será inferior a los 80 centímetros de longitud total.

Art. 2.- La pesca no objetivo o pesca incidental del recurso Dorado será establecida y su desembarque controlado a través de los inspectores de pesca, quienes luego del monitoreo in situ, extenderán el Certificado de Monitoreo de Pesca Incidental (codificado) y Guía de Movilización de Productos Pesqueros (codificado) que servirán para demostrar el origen y trazabilidad de la pesca incidental.

Art. 3.- Durante el período de veda del recurso Dorado, los armadores de los buques que vayan a desembarcar pesca incidental, con la debida anticipación deberán notificar a la SRP la hora estimada de arribo a puerto, para la respectiva verificación del desembarque y otorgamiento del Certificado de Monitoreo de Pesca Incidental, siendo dicho certificado el documento habilitante para la emisión de la guía de movilización del producto. El Certificado de Monitoreo y la Guía de Movilización de Productos Pesqueros son documentos obligatorios para transportar y comercializar interna o externamente el producto.

Art. 4.- Durante los meses en los que el recurso Dorado se encuentre en veda, esto es, entre el 1 de julio y el 7 de octubre de cada año, para la pesca incidental, habrá una permisibilidad de:

Hasta el 2% del volumen (en peso) de desembarque de la especie (Dorado), por embarcación por viaje de pesca, para los barcos cerqueros atuneros, bolicheros / cerqueros de peces pelágicos pequeños, de pesca blanca y todas aquellas otras



Subsecretaría de
Recursos Pesqueros

Avenida 4 y calle 12 (Manta)
PBX: (593) 05 2611410
P.O. BOX: 1305183
<http://subpesca.gob.ec>
edtor@pesca.gob.ec

Nº 070

Hasta el 8% del volumen (en peso) de desembarque de la especie (Dorado), por embarcación por viaje de pesca, para los barcos / botes palangreros y fibras (independientes) que utilicen como arte de pesca principal el palangre, espinel (longline), red de enmalle de superficie (trasmallo) y otras artes similares.

Art. 5.- Durante los meses en los que el recurso Dorado no se encuentre en veda, esto es, entre el 8 de octubre y el 30 de junio de cada año, tanto para la pesca objetivo como para la pesca incidental, habrá una permisibilidad de hasta el 10% del volumen de desembarque de la especie, por cada viaje de pesca, que podrá tener una talla menor a los 80 centímetros de longitud total. El resto del volumen de desembarque en cada viaje de pesca deberá tener una talla mayor o igual a 80 centímetros de longitud total.

Art. 6.- Cuando la pesca objetivo de Dorado se realiza utilizando como arte de pesca el palangre o espinel de superficie "fino" o "doradero", se permite el uso de anzuelos tipo jota "J", números 3, 4 y 5; como también anzuelos circulares C14 y C15.

Durante el periodo de veda, se prohíbe el uso del palangre "fino" o "doradero".

Art. 7.- Las empresas pesqueras, comerciantes u otros establecimientos autorizados para almacenar, comercializar o procesar productos pesqueros que tuvieren en stock producto Dorado, previo al inicio de la veda, deberán solicitar a la Dirección General de Pesca la respectiva verificación del inventario, máximo hasta 5 días laborables anteriores al inicio de la veda. La Dirección General de Pesca, a partir del inventario, otorgará a la empresa el respectivo certificado habilitante para la comercialización o procesamiento del recurso.

Art. 8.- Las empresas pesqueras o comerciantes autorizados que deseen procesar o comercializar el recurso Dorado, deberán notificar a la Dirección General de Pesca y demostrar la procedencia del mismo, mediante la presentación del certificado de inventario, certificado de monitoreo y facturas. A la vez, solicitarán a la SRP la emisión de un nuevo certificado en el que conste el nuevo inventario del recurso, ajustado según el incremento o disminución sustentada del stock de inventario.

Art. 9.- Las personas naturales y/o jurídicas dedicadas a la actividad pesquera que incumplan con lo establecido en el presente acuerdo, serán sancionadas por el Director General de Pesca en el ámbito administrativo, quien dispondrá la apertura del expediente administrativo; y luego del debido proceso, en caso de culpabilidad, resolverá aplicando las sanciones máximas establecidas en la Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero e inclusive con las suspensión de permisos de pesca



Subsecretaría de
Recursos Pesqueros

Nº 070

Avenida 4 y calle 12 (Manta)
PBX: (593) 05 2611410
P.O. BOX 1305183
<http://subpesca.gob.ec>
ed100@pesca.gob.ec

y acuerdos de autorización, de ser el caso, de conformidad con el artículo 74 de la Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero.

Art. 10.- Para los casos en que se presume que se ha cometido un delito penal ambiental, la Dirección General de Pesca, conforme al artículo 84 de la Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero y el artículo 437- G del Código Penal, remitirá toda la documentación al Fiscal Penal de la Jurisdicción para que inicie el proceso en el ámbito penal.

Art. 11.- El cumplimiento de las disposiciones de este acuerdo será controlado por la Dirección General de Pesca (DGP) mediante inspecciones y monitoreo de las operaciones pesqueras artesanales e industriales.

Art. 12.- Las capturas de recurso Dorado (*Coryphaena hippurus*), que se realicen en violación a lo dispuesto en el presente acuerdo ministerial, son consideradas ilegales y serán retenidas y puestas a órdenes del Director General de Pesca, quien ordenará su donación a las instituciones de servicio social que designe para tal efecto.

Art. 13.- Encárguese la Subsecretaría de Recursos Pesqueros y el Instituto Nacional de Pesca, de establecer y ejecutar un programa de seguimiento de información biológica pesquera del recurso Dorado en colaboración con el sector pesquero, con la finalidad de establecer medidas de manejo, dando énfasis a la talla mínima de pesca, y cuyos resultados deberán ser puestos a consideración del Vice Ministerio de Acuacultura & Pesca y de la Subsecretaría de Recursos Pesqueros, mediante la presentación de informes técnicos anuales.

Art. 14.- Quedan derogados, el Acuerdo Ministerial N° 031 publicado en el R.O. N° 451 de 27 de octubre del 2004, y el Acuerdo Ministerial N° 056 de 16 de abril del 2011.

Art. 15.- El presente acuerdo entrará en vigencia a partir de su suscripción, sin perjuicio de su publicación en el Registro Oficial, conforme al artículo 82 del Estatuto del Régimen Jurídico Administrativo de la Función Ejecutiva; y, de su ejecución, encárguese la Dirección General de Pesca, el Instituto Nacional de Pesca, y la Dirección Nacional de Espacios Acuáticos (DIRNEA).

NOTIFÍQUESE Y PUBLÍQUESE

Dado en Manta el, 19 MAY 2011


Ec. Iván Prieto Rowan



ANEXO 3. FOTOS



Foto 2. Toma de longitud furcal de dorado *Coryphaena hippurus* en Playita mía.



Foto 3. Colecta de escamas de dorado *Coryphaena hippurus* en Playita mía.



Foto 4. Depósito de escamas colectadas de dorado *Coryphaena hippurus* colocadas en sobre para posterior análisis.



Foto 5. Escamas de dorado *Coryphaena hippurus* colocadas en un frasco para hidratarse.



Foto 6. Escamas de dorado *Coryphaena hippurus* colocadas en hidratación.



Foto 7. Lavado de las escamas de dorado *Coryphaena hippurus*.

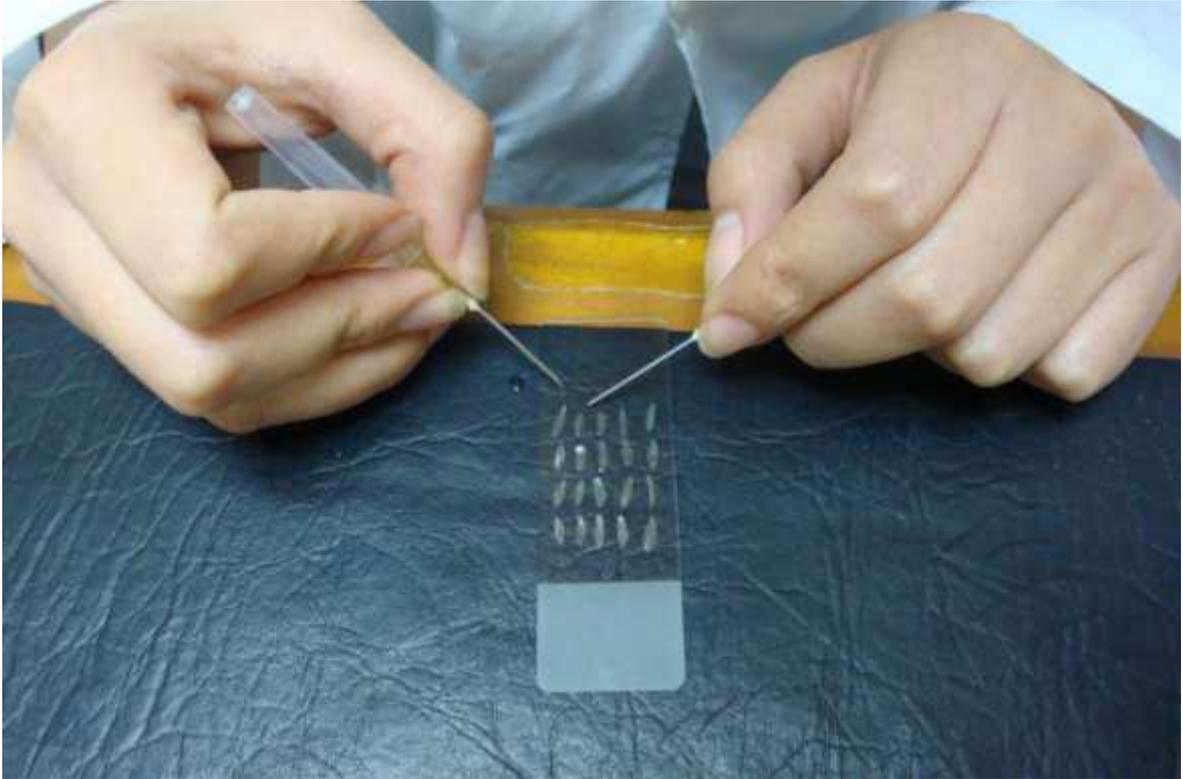


Foto 8. Montaje de las escamas de dorado *Coryphaena hippurus*



Foto 9. Placas de escamas de dorado *Coryphaena hippurus* con su respectivo código.



Foto 10. Cámara digital adaptada al microscopio, registrando la imagen de una escama de dorado *Coryphaena hippurus*

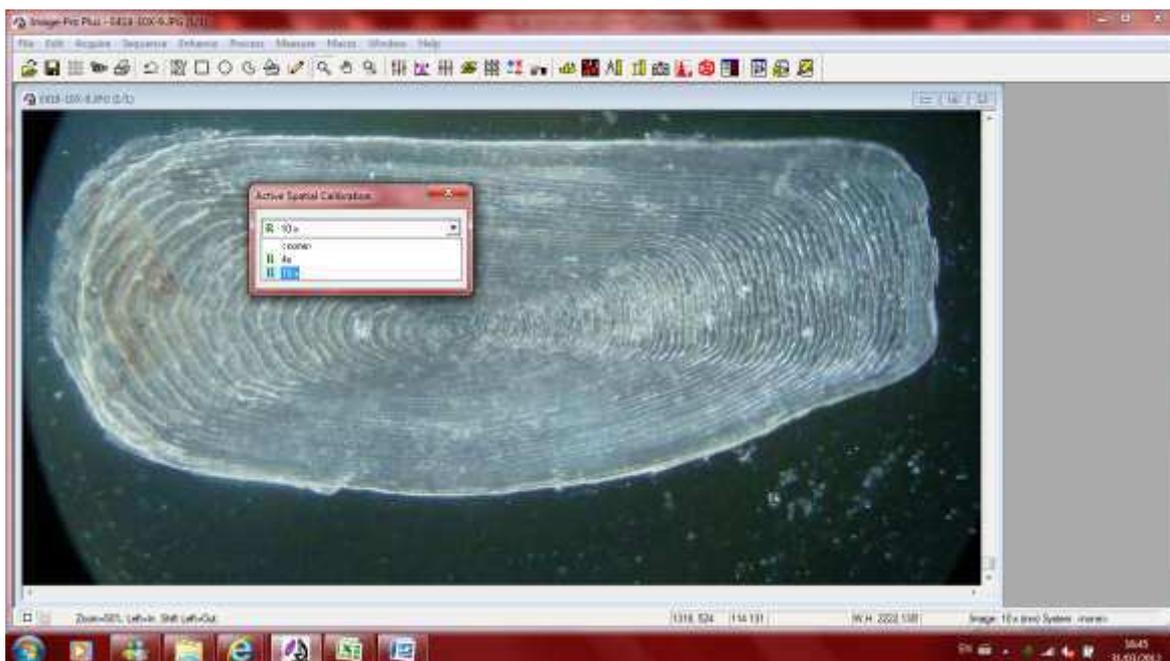


Foto 11. Calibración del programa analizador de imágenes Image Pro Plus (versión 6,0) previo a la medición de una escama

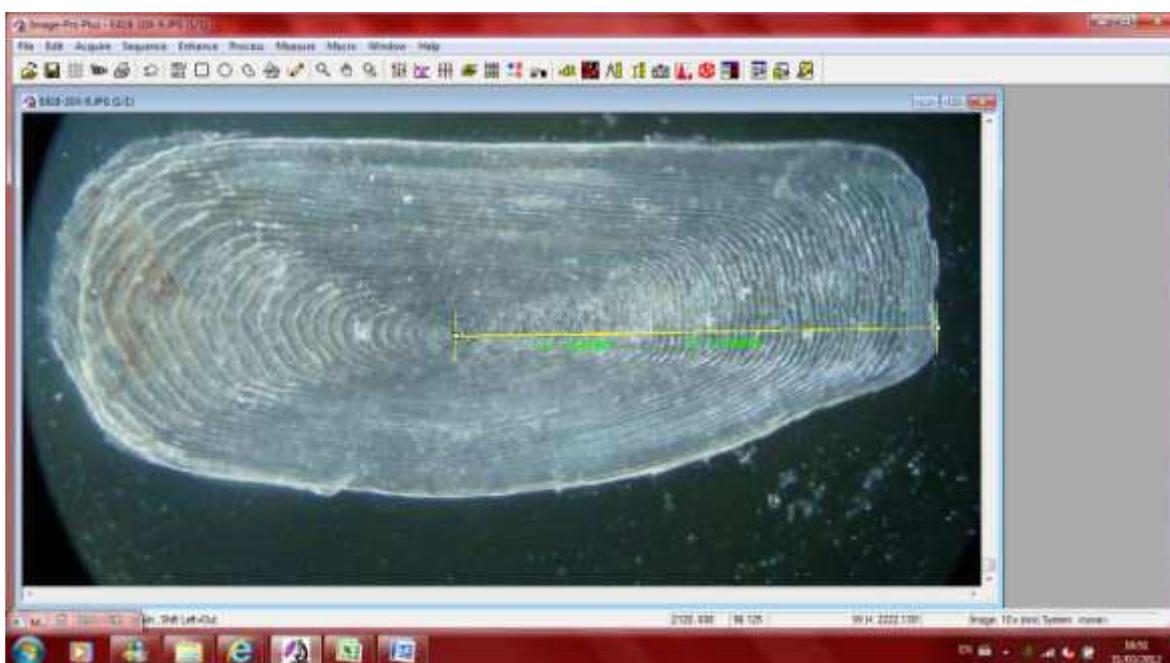


Foto 12. Medición del radio total (R_t), radios parciales (R_n (1, 2, 3...n) y ancho del margen (A_m) de una escama de dorado, mediante el programa analizador de imágenes Image Pro Plus (versión 6,0)



Foto 13. Equipo del (PAN Dorado Manta - Ecuador)