

Coryphaena hippurus un enfoque histórico-bibliográfico multidisciplinar de las investigaciones científicas del pez Dorado en el Ecuador

Daniel, Toala-Franco^{1*}; Laleshka, Moreira-Sornoza²;
Jesús, Briones-Mendoza³

Resumen

El pez Dorado *Coryphaena hippurus* es una especie con enorme repercusión biológica y financiera en el ámbito pesquero ecuatoriano. Se tiene registros de investigaciones desde 1980, realizadas por investigadores nacionales y extranjeros. El objetivo de este estudio fue reunir todos los trabajos escritos con rigor científico sobre *C. hippurus* en el Ecuador, con la finalidad de elaborar un registro histórico con información trascendente acerca del recurso. Se aplicó un tipo de metodología basada en la revisión bibliográfica exhaustiva de las investigaciones a nivel nacional, cuyos resultados evidenciaron datos relevantes para la dimensión biológica, ecológica y pesquera del Dorado. Un alto porcentaje de la literatura analizada proviene del esfuerzo documentado en tesis de pregrado impulsadas por diversas instituciones universitarias públicas y privadas, hecho que refleja cierta tendencia a que dicho conocimiento no pueda estar mayoritariamente disponible para el discernimiento de la comunidad científica en general, lo que suscita que la discusión sobre los aspectos estudiados de la especie en el territorio, no lleguen a conocerse más allá de las fronteras del mismo.

Palabras clave: histórico-bibliográfico, biología, pesquería, toxicología, Dorado, edad, crecimiento

Coryphaena hippurus a multidisciplinary historical-bibliographic approach to the scientific research of dolphinfish in Ecuador

Abstract

The Dorado *Coryphaena hippurus* is a species with enormous biological and financial impact in the Ecuadorian fishing industry. There are records of researches since 1980, carried out by national and foreign researchers. The objective of this study was to gather all the works written with scientific rigor on *C. hippurus* in Ecuador, with the purpose of elaborating a historical record with transcendent information about the resource. A type of methodology was applied based on an exhaustive bibliographic review of investigations at the national level, whose results showed relevant data for the biological, ecological and fishing dimension of Dorado. A high percentage of the literature analysed comes from the effort documented in undergraduate theses promoted by various public and private university institutions, a fact that reflects a certain tendency that such knowledge not be widely available for the discernment of the scientific community in general, which means that the discussion on the studied aspects of the species in the territory, do not get to know each other beyond its borders.

Keywords: historical-bibliographical, biology, fishery, toxicology, mahi-mahi, age, growth

Recibido: 11 de febrero de 2020

Aceptado: 04 de junio de 2020

¹ Estudiante de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Ciudadela Universitaria vía San Mateo, Manta, Manabí-Ecuador; danti82.dtf@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-7797-1169>

² Estudiante de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Ciudadela Universitaria vía San Mateo, Manta, Manabí-Ecuador; lalymosor@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-1159-4778>

³ Biólogo Pesquero; Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Ciudadela Universitaria vía San Mateo, Manta, Manabí-Ecuador; jesus.briones@uleam.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0001-6805-7706>

*Autor para correspondencia: danti82.dtf@gmail.com

I. INTRODUCCIÓN

Los peces de la familia *Coryphaenidae*, denominados dorados, constituyen un solo género, *Coryphaena*, que comprende las especies *C. hippurus* y *C. equiselis* (Linnaeus, 1758) (Aguilar-Palomino *et al.*, 1998; Araújo y Cedeño, 2016). *Coryphaena hippurus*, es un pez pelágico grande, altamente migratorio, que se puede encontrar prácticamente en todos los mares tropicales y subtropicales del mundo (Palko *et al.*, 1982; Patterson y Martínez, 1991; Zúñiga, 2009). Es una especie cosmopolita; con distribución limitada por la isoterma de los 20°C tanto en el hemisferio norte como en el sur. Es representante de una de las principales pesquerías deportivas y comerciales a nivel mundial (Alejo, 2012). Dentro del Ecuador, es una de las capturas fundamentales de la pesquería artesanal, siendo su recurso más importante por los volúmenes que se capturan y porque su pesca es ampliamente conocida (Bravo y Balarezo, 2012; Contreras y Revelo, 1991; Elías *et al.*, 2010).

Se trata de un recurso muy significativo para el sustento económico pesquero ecuatoriano, pues la mayor parte se destina a la exportación, retribuyendo con un importante flujo de capital a la marca del país (Herrera *et al.*, 2008; Elías, 2011; Villón *et al.*, 1992). La pesquería artesanal e industrial del Dorado se lleva a cabo en varios puertos relevantes de la geografía del Ecuador, ubicados sobre todo en tres localidades costeras: Esmeraldas -Esmeraldas, Tongüiche-, Manabí -Manta, San Mateo- y Santa Elena -Santa Rosa, Anconito- (Martínez y Guerrero, 2013; Martínez *et al.*, 2015). El aprovechamiento estructural del pez se realiza en su totalidad, su carne blanca es de consumo humano, la piel se utiliza en la confección de artesanías de curtiembre en general y el restante se distribuye a las plantas procesadoras de harina de pescado. En lo que se refiere a su ecología, se conoce que desova en altamar, prefiere las aguas cálidas (20°C a 28°C) y los fenómenos del Niño o la Niña influyen en la abundancia o escasez del recurso respectivamente (Ortega y Zúñiga, 2004; Sánchez, 2008).

En el Ecuador, la pesca del Dorado se rige bajo normas reglamentarias, respetando las vedas, que permiten la conservación de la especie. La temporada de pesca se realiza en estación lluviosa que, por lo general, es desde el mes de diciembre hasta marzo; el

desembarque en los puertos antes mencionados es de un promedio de 14000 toneladas aproximadamente (Mero, 2010; Nader, 2014). Desde el punto de vista alimentario, el Dorado se comporta como un predador especialista, siendo el pez volador la presa más frecuente en su dieta, comportamiento que se mantiene para ambos sexos (Herrera *et al.*, 2010; Brewton *et al.*, 2016). La realización de estudios científicos sobre especies clave para los ecosistemas, facilita la comprensión de las características biológicas preeminentes en los individuos y sus poblaciones. Procesos como la nutrición, edad y crecimiento, o reproducción, proveen información indispensable para el aprovechamiento apropiado del recurso (Retamales *et al.*, 2009; Valero *et al.*, 2019). También es necesario analizar sus relaciones ecológicas y etológicas, para desentrañar por ejemplo el tráfico migratorio en el comportamiento del animal y administrar eficazmente su captura, desde una óptica ética y sostenible ecológicamente.

El examen de los valores sobre contaminación toxicológica, es decisivo en el ámbito de la salud de la especie y sus consumidores (Mendoza-Véliz, 2015). El organismo de estos peces puede bioacumular agentes químicos tóxicos en ciertas concentraciones, que deben monitorearse continuamente a fin de preservar la calidad sanitaria del producto (Villarreal *et al.*, 2016; Wood *et al.*, 1988). El propósito de esta labor investigativa, fue recopilar toda la información científica desarrollada en el Ecuador sobre *C. hippurus* desde un enfoque histórico, abarcando todas las posibles facetas sobre su biología; con el objetivo de compilar trabajos de relevancia íntegra para la especie, que contribuyan a orientar futuros estudios sobre la base de un compendio de resultados previos con rigurosidad comprobada.

II. DESARROLLO

1. Metodología

Se realizó una investigación bibliográfica exhaustiva sobre estudios acerca de la biología (hábitos alimenticios, edad, crecimiento y pesquerías) y toxicología (niveles de concentración de metales pesados) del *C. hippurus*, publicadas en bases de datos digitales de información científica y especializada. Se revisaron varias investigaciones, todas ellas llevadas a cabo en el litoral ecuatoriano, donde destacan una tesis de grado en Biología Pesquera y un trabajo de

consultoría encargado por la entidad gubernamental (Subsecretaría de Recursos Pesqueros) pertinente en asuntos pesqueros a un equipo profesional sobre la ejecución de estudios complementarios para la ecocertificación del recurso Dorado.

Asimismo, se llevó a cabo la revisión minuciosa de las contribuciones científicas publicadas para la especie en diversas partes del mundo, para comparar su relación con el ámbito ecuatoriano, basadas en metodologías rigurosas cuyos resultados fueron consultados a través de los distintos canales de comunicación científica. Tanto a los trabajos escogidos para esta recopilación, como para aquellos que complementan la labor investigativa en general, se les procuró varios criterios de importancia tales como: localización geográfica del estudio, año de publicación, objetivos, métodos de desarrollo investigativo y resultados con datos novedosos para la biología de la especie.

2. Resultados

En alusión a los aspectos biológicos pesqueros, Retamales *et al.*, (2008) informan que un total de 25405 especímenes de Dorado fueron colectados en los puertos de Esmeraldas, Manta y Santa Rosa-Anconcito en la costa ecuatoriana. En ese orden de localizaciones se estableció que la tasa de crecimiento K fue de 0,770 / 1,010 y 0,670 respectivamente y la longitud asintótica (L_{∞}) de 199,5 cm en los tres casos de acuerdo a los parámetros de crecimiento de Von Bertalanffy (Bertalanffy, 1938). El índice de crecimiento (ϕ') se determinó en 4,426 para la primera y tercera zonas y 4,604 para la segunda, utilizando la ecuación de Pauly y Munro (1984). El promedio mensual del factor de condición (K) de Fulton (Fulton, 1902, 1904) para los peces fluctuó entre 0,607 y 0,287 en un lapso de 3 meses para Esmeraldas; entre 0,531 y 0,380 en un período de 5 meses para Manta; y entre 0,435 y 0,543 en un intervalo de 9 meses para Santa Rosa-Anconcito. La tasa instantánea de mortalidad por pesca fue estimada en $F=2,58$; $F=3,96$ y $F=2,06$; y una tasa de explotación de $E=0,76$ / $E=0,80$ / $E=0,74$ respectivamente, calculados en el transcurso de un año. Los valores de los índices gonadosomáticos mensuales para hembras fluctuaron entre 8,7 y 2,8 en un lapso de 10 meses en la zona 1; entre 1,2 y 5,25 en un intervalo de 6 meses para la zona 2; y entre

1,09 y 6,10 en el mismo intervalo de tiempo para la zona 3. La longitud de primera madurez para datos provenientes de todas las zonas se estimó en 58,29 cm de longitud total (58,15 y 58,45 $_{(IC_{95\%})}$), medidos en el transcurso de 6 meses. La proporción de sexos mostró predominancia de hembras en todas las zonas estudiadas, en los meses de noviembre-diciembre del 2008 y desde febrero a julio del 2009 ($p < 0,05$, χ^2), para Esmeraldas; de octubre del 2008 a septiembre del 2009 para Manta; y de diciembre del 2008 y de enero-abril del 2009 para Santa Rosa-Anconcito.

Igualmente, Retamales *et al.*, (2008) manifiestan en su estudio que la fecundidad modal de la especie se evaluó en 146 hembras, calculando la distribución de frecuencia (%) del diámetro de $n=62.978$ ovocitos con ovarios hidratados y fue estimada en $Fm=233.361 \pm 20.806$ (2ES) ovocitos. La fecundidad calculada para la longitud total promedio estimada de la población (105 cm) durante el periodo de desove, fue de 248.835 ovocitos. En los datos de captura por unidad de esfuerzo, declaran que para Esmeraldas se revisaron un total de 5876 certificados de control y monitoreo -período septiembre 2007 hasta febrero 2010-, de los cuales para el análisis de la pesquería con palangre de superficie en operaciones con botes o barcos nodrizas se analizaron 132 viajes de pesca estandarizados y en la categoría peces pelágicos grandes, el Dorado representó el 78,11% con una CPUE (captura por unidad de esfuerzo) nominal de 1,72 especímenes por cada 100 anzuelos; mientras que para el análisis de la pesquería con palangre de superficie en operaciones con fibras independientes se analizaron 4413 viajes y el Dorado significó el 76,17% con una CPUE nominal de 1,97 especímenes por cada 100 anzuelos (la cantidad de anzuelos será la misma en todos los casos). En el caso de Manta se revisaron un total de 7709 certificados, de los cuales para el análisis de la pesquería con botes o barcos nodrizas se analizaron 1090 viajes y el Dorado supuso el 99,05% con una CPUE nominal de 9,19. En la zona de Santa Rosa se revisaron un total de 25225 certificados de los cuales para el análisis de la pesquería en operaciones con fibras independientes se analizaron 2310 viajes y el Dorado protagonizó el 85,05% con una CPUE nominal de 5,51. En Anconcito, se revisaron un total de 1962 certificados de los cuales para el análisis de la pesquería en operaciones con botes o barcos nodrizas se analizaron 511 viajes y el Dorado destacó el 98,16%

con una CPUE nominal de 6,30.

Herrera *et al.*, (2008), declaran que colectaron un total de 123 especímenes de Dorado (*Coryphaena hippurus*), con un peso total de 2035 lb, de los cuales 81 fueron hembras y 42 machos, siendo la proporción sexual de M:H=1:1.9; y que el mayor número de individuos se registró a 120 millas frente a Esmeraldas y en el Golfo de Guayaquil. En cuanto a los valores de longitud total (LT), las hembras registraron tallas de 59 a 142 cm y los machos de 51 a 170 cm. Acerca de los hábitos alimenticios, expresan que en las tres zonas recorridas (Norte: entre Esmeraldas y Cabo Pasado, Centro: desde Cabo Pasado hasta la Puntilla Santa Elena, y Sur: que incluye el Golfo de Guayaquil) de un total de 123 estómagos, lograron identificar 19 especies presa como componente alimentario, siendo los peces voladores (*Exocoetidae*), los de mayor representatividad. Estudiaron también el grado de repleción gástrica de los organismos y encontraron que las hembras presentaban la mayor cantidad de estómagos en grado dos o semilleno (48,9 %), y los machos estómagos semivacíos (62,5 %). A modo general, la preferencia alimentaria del Dorado radica en peces (*Exocoetus sp.*), cefalópodos, (*Dosidiscus gigas*), y argonautas (*Nautilus macromphalus*). El análisis del contenido estomacal por sexos, evidenció poca diferencia en la alimentación entre machos y hembras; pero, además, fueron encontrados otros restos como la presencia de ramas y tallos en la zona norte, o fundas plásticas, pedazos de tarrinas y cucharas plásticas, en las zonas central y sur estudiadas.

Por otra parte, Herrera *et al.*, (2010), notifican que capturaron un total de 103 especímenes de Dorado con un peso total de 2017 lb, de los cuales 41 fueron machos y 62 hembras y en la proporción sexual evidenciaron dominancia de las hembras sobre los machos en la mayoría de los lances. Estimaron la relación peso-longitud para ambos sexos, observando un crecimiento alométrico de la especie. En cuanto a la madurez sexual de las hembras, encontraron los estadios III en el 54,8% de los casos y IV en el 45,2%; mientras que, en el caso de los machos, el 73,3 % se encontró en estadio III. En las gónadas de las hembras con estadio IV, se registró un promedio de ovocitos de aproximadamente 1'576.961 unidades. En el análisis de contenido estomacal hallaron que los individuos con estómagos vacíos fueron los más

frecuentes, condición mantenida para ambos sexos. Determinaron el consumo de un total de ocho ítems-presa, en su mayoría peces y cefalópodos. El pez volador (*Exocoetus spp.*), fue la presa más frecuente, seguida de calamares y caballitos de mar; la mayoría en estado de poca digestión (55.0 %) al momento del análisis. Examinaron también las especies de endoparásitos presentes en el Dorado, describiendo la ocurrencia de cuatro especies: *Dinurus sp.*, *Tentaaculaeria sp.*, *Nybelinia sp.* y *Anisakis sp.*; localizados principalmente en las branquias y musculatura del animal, con mayor frecuencia en hembras que en machos.

Martínez-Ortiz *et al.*, (2015), en su estudio llevado a cabo en cinco de los principales puertos del litoral ecuatoriano (Santa Rosa de Salinas, Puerto Daniel López, San Pablo de Manta, Esmeraldas y Anconcito) de un total estimado de 134.471 toneladas (15,5 millones de peces) de especies pelágicas grandes supervisado por el programa SMC (Sistema de Monitoreo y Control) durante un período de 5 años (2008-2012) y con base en el desembarque de la flota nodriza local; reportan una representación del 40,1% de CPUE en peso y un 64,7% de CPUE en número del Dorado en relación con los demás condricios y peces óseos capturados. Respecto a la proporción de desembarque por tipo de arte de pesca referido al palangre dirigido a Dorado (LL-DOL/*Longline Dolphinfish*), para Santa Rosa de Salinas notifican un 68,7%, mientras que para San Pablo de Manta ese valor aumenta hasta llegar al 92,1%; en cambio, para Esmeraldas este porcentaje disminuye hasta alcanzar sólo el 38% de la captura sobre el total de especies.

Bravo-Vázquez y Balarezo-Cedeño (2012) analizaron los datos de edad y crecimiento del Dorado desembarcado en el puerto de Manta en los meses de enero a diciembre del 2010 donde registraron 9833 organismos; 6706 hembras (68%) y 3127 machos (32%). Para las estimaciones de edad, recolectaron 595 muestras de escamas, de las cuales 370 fueron de hembras y 225 de machos. Con relación a la proporción sexual, reportan que en todos los meses del año las hembras fueron más numerosas en los desembarques y que la proporción de sexos en la muestra fue significativamente diferente de 1M:1H (0,46M: 1H, =1302,7 g.l. 1, $p < 0.05$). Respecto a la distribución de frecuencia de longitudes, expresan que mostró una tendencia en machos con tallas

superiores a las hembras, las longitudes de las hembras tuvieron un intervalo entre 38 y 153 cm de Lf (longitud furcal), con moda en la clase 81 cm y que los machos tuvieron longitudes furcales de entre 38 y 190 cm, con moda en la clase 103 cm; también, que los organismos que presentaron longitudes entre 70 cm y 110 cm Lf fueron los más abundantes (73%). Asimismo, declaran que las menores tallas se registraron de mayo a noviembre y las tallas mayores el mes de diciembre, observándose una marcada estacionalidad en el desembarque de Dorados, obteniendo el mayor número de organismos en verano con un 54% de hembras frente a un 25% de machos, mientras que en el invierno el desembarque fue menor, ocupando el primer lugar las hembras con un 14% y los machos con sólo el 6% del desembarque restante. En la relación peso total-longitud furcal, el parámetro de alometría “b” fue menor de 3, aclarando que del total de organismos muestreados (9833), solo del 12,37% les fue posible obtener el peso total (kg) y que, de ellos, 756 fueron hembras y 461 machos. Los valores del coeficiente de determinación (R^2) que obtuvieron en la regresión lineal entre el radio de la escama y la longitud furcal, fueron: 0,49 para machos y 0,46 para hembras. En el análisis de escamas identificaron cinco grupos de edad (años) que establecieron como 0,5 cuando la Lf (cm) está entre 50 cm (min) y 92 cm (máx); 1,0 para aquellos peces entre 68 y 120 cm; 1,5 para los que están entre 79 y 132 cm; 2,0 a los que miden desde 81,8 a 141 cm y 2,5 años de edad para los Dorados que cuentan desde 93 a 153 cm de Lf. La investigación del crecimiento individual en longitud, medido con base en los parámetros de crecimiento del modelo de Von Bertalanffy (Bertalanffy, 1938) para datos observados, manifiestan que en el caso de los machos ($n=225$) la longitud asintótica (L_∞) fue de 122; la tasa de crecimiento (K) de 1,32; y el índice de crecimiento (ϕ') se determinó en 4,29; en tanto que para las hembras ($n=370$) resultó un $L_\infty=23$; $K=0,77$ y $\phi'=4,07$; y en forma general para la especie refieren un $L_\infty=122$; $K=0,97$ y $\phi'=4,16$. En el análisis la tasa de crecimiento relativo individual, notifican que el Dorado presenta un crecimiento acelerado en los 6 primeros meses de vida (0,5 años) y que esta tasa es similar para ambos sexos. En cuanto a los grupos de edad capturados por la flota pesquera artesanal, los más abundantes fueron los de 1,5 y 2,0 años de

edad tanto en hembras como en machos. Por último, en el análisis de la distribución de edades por mes, mostraron que los más jóvenes (0,5 años), fueron más abundantes en los meses de mayo a junio; mientras que los organismos de mayor edad (2,5 años) fueron más abundantes de enero a octubre.

Araújo y Cedeño (2016) examinaron las concentraciones de metales pesados presentes en el tejido muscular e hígado del animal y encontraron que: en organismos con un rango de longitud entre 75–136 cm, para el músculo, en el caso de Cd (cadmio) con un $n=30$, un promedio de 0.64 ppm (± 2.1) SD (standart deviation), con una Me (mediana)=0.07 y valores min-máx (mínimos y máximos) de concentración comprendidos entre ($<0.011-11$); en el caso del Hg (mercurio) con un $n=42$, un promedio de 1.6 ppm (± 1.4), Me=1.22 y min-máx entre ($<0.04-5.3$) y para el caso de Pb (plomo) con un $n=30$, un promedio de 0.23 ppm (± 0.34), Me=0.13 y min-máx entre ($<0.04-1.86$). En cambio, en el hígado y referente al Cd hallaron valores de 10.9 ppm (± 6.5), Me=10.6 y min-máx entre (0.02–27); en cuanto al Hg, 1.3 ppm (± 1.7), Me=0.91 y min-máx entre (0.04–10.5) y respecto al Pb, 0.19 ppm (± 0.22), Me=0.11 y valores min-máx entre (0.04–1.0). Según estos datos, hallaron que las concentraciones de Cd fueron estadísticamente mayores (Mann–Whitney test; $p<0.05$) en el hígado que en el músculo, mientras que las concentraciones de Hg y Pb fueron estadísticamente similares en ambos lugares; el orden de los metales pesados basados en su concentración en el hígado fue la siguiente: Cd>Hg>Pb (Kruskal–Wallis test; $p<0.0001$); en tanto que para el tejido muscular el orden fue: Hg>Cd = Pb. Con relación a las variaciones temporales, encontraron niveles de metales estadísticamente superiores (Kruskal–Wallis test; $p<0.05$) durante el primer período de muestreo (noviembre a enero) donde el Cd y el Hg primaron en el músculo y el Pb en el hígado de los animales. Destacan que, considerando los valores medios, el 30% del músculo muestreado del Dorado presentó valores de Cd por encima del límite permitido (0.1 ppm); con respecto al Hg, el 55% del tejido muscular tenía valores más altos que el límite permitido (1 ppm) y para el Pb, el 17% (5 de cada 30 Dorados) se encontraron concentraciones por encima del límite permitido (0.3 ppm), según FAO/WHO (Food and Agriculture Organization/World

Health Organization).

Varela *et al.*, (2016) investigaron la dieta y los hábitos alimenticios de *C. hippurus* en las costas del Pacífico ecuatoriano, donde evaluaron 320 estómagos de individuos que variaron de 51 a 149 cm de longitud total, de los cuales 188 los consideraron vacíos (58,75%) y 132 declararon que contenían presas en su interior (41,25%). La dieta del contenido estomacal general constaba de 16 taxones, incluidos 11 peces, 2 cefalópodos, 2 crustáceos y 1 gasterópodo. Los peces fueron el grupo de presas más abundante (%AI = 95,39/Alimentary index) seguido de cefalópodos (%AI = 4,13) y crustáceos (%AI = 0,48). Los taxones más abundantes en términos de %AI fueron la familia *Exocoetidae* y *Auxis sp.* (57,13% y 25,25%, respectivamente), mientras que el calamar gigante (*Dosidicus gigas*) fue la especie de presa de invertebrados más importante (%AI = 7,65). Postularon que, según el diagrama de Amundsen (Amundsen *et al.*, 1996) basado en la abundancia específica de presas contra la ocurrencia, los datos sugieren que en el Pacífico ecuatoriano el Dorado tiene un grado variable de especialización en diferentes taxones de presas. Así, *Hippocampus hippocampus*, *Lagocephalus lagocephalus*, *Gobiidae* y *Argonauta sp.* mostraron baja ocurrencia y baja abundancia específica de presas, lo que plantea que todas estas especies son presas poco importantes y raras en la dieta del pez; mientras que *Scombridae*, *Pleuroncodes planipes*, *Portunus xantusii* y *Opisthonema libertate* mostraron baja ocurrencia y alta abundancia específica de presas, lo que permite indicar que estos taxones son depredados por un bajo número de individuos. Explican que *Exocoetidae*, puede considerarse la especie de presa más importante, ya que se encontró en un alto porcentaje de estómagos (% O=39,39/Ocurrence percentage) y que a pesar del hecho de que algunos individuos depredaron en una pequeña proporción de presas, muchos de ellos se alimentaron de los taxones dominantes (*Exocoetidae*), respondiendo así al por qué de la medida de nicho estrecho observado ($Bi = 0.10$). Por otro lado, según el análisis SIMPER/*Similar percentage* (SIMPER; Clarke, 1993), la dieta de *C. hippurus* se caracterizó cuantitativamente por ocho presas (seis peces, un cefalópodo y un crustáceo). *Exocoetidae* fue la única presa que caracterizó la dieta cuantitativamente en

todas las clases de tamaño, mientras que *Auxis spp.* y *Dosidicus gigas* fueron los que más contribuyeron a la similitud en otras dos clases de tamaño. Por lo tanto, *Auxis spp.* fue consumido por el promedio (contribuyendo al 97.74% de las similitudes) y por los especímenes más grandes (25.29%), y *D. gigas* fue consumido tanto por los más pequeños (27.62%) como por los más grandes (20.83%). De igual manera, estudiaron la comida diaria y la proporción diaria de la misma que acabó mostrando variaciones respecto de la longitud del tamaño; así, mientras que la comida diaria aumentó de 74.04 g día⁻¹ en las muestras más pequeñas a 210.08 g día⁻¹ en las más grandes, la proporción diaria disminuyó de 4.05 ± 1.34 a 2.29 ± 0.44% BM día⁻¹.

III. CONCLUSIONES

Se presentaron los resultados de varias temáticas acerca de las investigaciones sobre *C. hippurus* en el Ecuador: aspectos biológicos pesqueros, edad y crecimiento, dieta y hábitos alimenticios (biología) y concentración de metales pesados en tejidos musculares e hígado de los organismos (toxicología), además de presencia de parásitos en órganos internos. La importancia por la conservación y manejo del *C. hippurus* como recurso natural de altísima relevancia para el progreso económico del Ecuador, ha logrado que las investigaciones científicas para evaluar su estado biológico adquieran mayor importancia desde la década del 2000, provenientes de instituciones como Universidades públicas y privadas a través de las tesis de pregrado de sus alumnos o de entes gubernamentales que encargan diversos estudios de consultoría estadística biológica-pesquera; sin embargo, estas investigaciones no suelen llegar a publicarse en medios de comunicación científica de impacto internacional, lo que conlleva que el trabajo realizado no llegue a ser conocido para su consecuente discusión por parte de expertos en otras latitudes. Entre aquellas instituciones de educación superior implicadas en tales proyectos, se reconocen las siguientes: La Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí - ULEAM, en Manta (Ecuador), la Universidad de Coimbra en Portugal, la Universidad de Cádiz en España, Acadia University en Canadá y la Pontificia Universidad Católica de Chile. El catálogo biológico-científico sobre conocimiento del Dorado sigue requiriendo crecer de manera exponencial;

por esta razón, los esfuerzos llevados a cabo entre pescadores, investigadores, instituciones públicas y sector empresarial reflejan una voluntad plausible por continuar trabajando en pro del beneficio mutuo entre ciencia, naturaleza y producción.

IV. AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren demostrar sus expresiones de gratitud a Ariana Álava y Joshue Flores, por la ayuda prestada en la búsqueda de información bibliográfica relevante para esta revisión y otros aspectos afines a la consecución del estudio, a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, por ser la institución formadora del carácter investigativo de todos los participantes del proyecto.

IV. REFERENCIAS

Aguilar-Palomino, B., Galván-Magaña, F., Abitia-Cárdenas, L.A., Muhlia Melo, A.F., y Rodríguez Romero, J. (1998). Aspectos alimentarios del Dorado *Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758 en Cabo San Lucas, Baja California Sur, México. *Revista Ciencias Marinas* 24(3): 253-265

Alejo-Plata, M. (2012). Biología del Dorado *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758) y sus implicaciones para la pesquería artesanal del Pacífico Sur de México. (tesis doctoral). Universidad Nacional Autónoma de México. FES Zaragoza.

Amundsen P.A., Gabler H.M. and Staldvik F.J. (1996) A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data – modification of the Costello (1990) method. *Journal of Fish Biology* 48,607–614

Araújo, C.V.M., y Cedeño-Macías, L.A. (2016). Heavy metals in yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and common dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) landed on the Ecuadorian coast. *Science of The Total Environment*, 541, 149–154. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.09.090

Bertalanffy, L. Von 1938. A quantitative theory of organic growth. *Hum. Biol.*, 10 (2): 181-213.

Bravo-Vásquez, K.E., y Balarezo-Cedeño, C.N. (2012). “Edad y crecimiento del Dorado, *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758), desembarcado en el puerto

de Manta en el período 2010-2011”. (tesis de pregrado). Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Manta, Ecuador.

Brewton, R. A., Ajemian, M. J., Young, P. C., & Stunz, G. W. (2016). Feeding ecology of dolphinfish in the Western Gulf of Mexico. *Transactions of the American Fisheries Society*, 145(4), 839-853.

Contreras, S., y Revelo, W. (1991). Las pesquerías artesanales en la costa del Ecuador durante 1991. *Boletín Científico Técnico*. Vol. XII N.º I Instituto Nacional de Pesca. Guayaquil-Ecuador.

Clarke K.R. (1993) Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18, 117–143.

Elías, E., Pacheco, L., y Cabanilla, C. (2010). Desembarque de la pesca artesanal de peces pelágicos grandes en la costa ecuatoriana durante el 2010. *Boletín Científico y Técnico*. Instituto Nacional de Pesca.

Elías, E., Guamán A. (2011). Desembarque de la pesca artesanal de pelágicos grandes en la costa ecuatoriana durante el 2011. *Boletín Científico y Técnico*. Volumen XXII, Número 2. Instituto Nacional de Pesca.

Fulton, T. W. (1902). The rate of growth of fishes. 20th Annual Report of the Fishery Board of Scotland 1902 (3):326-446.

Fulton, T. W. (1904). The rate of growth of fishes. 22nd Annual Report of the Fishery Board of Scotland 1904 (3):141-241.

Herrera, M., Coello, D., Peralta, M., Cajas, J., Castro, R., y Chavarría, J. (2008). Pesca exploratoria del recurso Dorado (*Coryphaena hippurus*) frente a la costa ecuatoriana durante marzo de 2008. *Boletín Científico y Técnico*. 20 (10), p. 29-51

Herrera, M., Coello, D., Peralta, M., Elías, E., Cajas, J., Castro, R., ...Chavarría, J. (2010). Pesca exploratoria del recurso Dorado (*Coryphaena hippurus*) frente a la costa ecuatoriana durante marzo de 2010. *Boletín Científico y Técnico*. 20 (9): 53-71

- Martínez-Ortiz, J., Aires-da-Silva, AM, Lennert-Cody, CE y Maunder, MN (2015). *La pesca artesanal ecuatoriana para grandes pelágicos: composición de especies y dinámica espacio-temporal*. PLOS ONE, 10 (8), e0135136. doi: 10.1371 / journal.pone.0135136
- Martínez-Ortiz, J., y Guerrero-Martínez, P. (2013). Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP) – Vice Ministerio de Acuicultura y Pesca – Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP). Plan de Acción Nacional para la Conservación y el Manejo del recurso Dorado en Ecuador (PAN Dorado) / National Action Plan for the Conservation and Management of Dolphinfish in Ecuador (Dolphinfish NPOA).
- Mendoza-Véliz, E.R. (2015). “Valoración referencial del nitrógeno básico volátil en Dorado (*Coryphaena hippurus*), desembarcado en el puerto de Manta mediante análisis realizados en CESECCA”. (tesis de pregrado). Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Manta, Ecuador.
- Mero-Rosado V.F. (2010). “Estudio de factibilidad para mejorar la producción y comercialización del pez Dorado (*Coryphaena hippurus*) en Manta-Ecuador”. (tesis de maestría). Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Manta, Ecuador.
- Nader, A. S. (2014). Status and improvement of artisanal fisheries in Manabí province, Ecuador: a case study. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*; 2(2): 47-54
- Ortega-García F., y Zúñiga-Flores M.S. (2004). Variación estacional e interanual de las tasas de captura de dorado (*Coryphaena hippurus*), en Cabo San Lucas, B.C.S. México. Maestría en Manejo de Recursos Marinos (tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, B.C.S., México, VIII, 58 h.
- Palko J.B., Beardsley G.L., y Richards W.J. (1982). Synopsis of the biological data on dolphin-fishes, *Coryphaena hippurus* y *Coryphaena equiselis* L. NOAA Technical Report NMFS Circular 443, FAO Fish Synopsis No. 130, 28
- Patterson, K y Martínez J. 1991. Exploitation of the Dolphin-Fish *Coryphaena hippurus* L. off Ecuador: Analisis by Length-Based Virtual Population Analysis.
- Pauly, D. y Munro, J., 1984. Once more on growth comparisons in fish and invertebrates. *Fishbyte* 2(1): 21.
- Peralta Bravo, M.R., 2006. Análisis comparativo de los parámetros de crecimiento del dorado (*Coryphaena hippurus*) en dos aéreas del Pacífico central oriental. Maestría en Manejo de Recursos Marinos (tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, B. C. S., México VII, 60 h.
- Retamales, R., Mero, P., Lavayén, F., Reyes, J., Rivadeneira, Y., y Alcívar, F. (2008). Aspectos biológicos pesqueros del Dorado (*Coryphaena hippurus*) Ecuador. Reporte Técnico. Subsecretaría de Recursos Pesqueros. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca - Ecuador.
- Retamales, R., Martínez, J., Mero, P., Rivadeneira, Y., Reyes, J., Alcívar, F., y Lavayén, F. (2009). Dirección – Ejecución de estudios complementarios para ecocertificación del recurso Dorado (*Coryphaena hippurus*). Reporte Técnico – Informe final. Subsecretaría de Recursos Pesqueros. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca - Ecuador.
- Sánchez-Reyes, N.M. (2008). Distribución de larvas de Dorado *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758) y *Coryphaena equiselis* (Linnaeus, 1758) en el Pacífico oriental mexicano. (tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional, La Paz, Baja California Sur, México.
- Valero, J. L., Aires-da-Silva, A., y Maunder, M. N. (2019). Puntos de referencia y reglas de control de extracción potenciales para el Dorado (*Coryphaena hippurus*) en el Océano Pacífico Oriental. SAC-10-11. Comisión Interamericana del Atún Tropical. Comité Científico Asesor Décima reunión San Diego, California (EE. UU.).
- Varela, J.L., Lucas-Pilozo, C.R., y González-Duarte, M.M. (2016). Diet of common dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the Pacific coast of Ecuador. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*,

97(01), 207–213. doi:10.1017/S0025315416000175

Villarreal de la Torre, D.J., Sánchez-Moreira, J.D., y Cañarte-Pin, J.D. (2016). Comparación y valoración de mercurio (Hg) y cadmio (Cd) en la especie Dorado (*Coryphaena hippurus*) que se consume en Manta, Ecuador. Revista La Técnica. Vol. No.16: 32-43

Villón, C., Chalén, X., Balladares, M., y Castro, F. (1992). Las pesquerías artesanales en la costa del Ecuador durante el primer semestre de 1992. Boletín Científico Técnico. Vol. XII N.º I Instituto Nacional de Pesca. Guayaquil-Ecuador.

Wood, C., Camba, N., y Grijalva, M. (1988). Cambios de color en la piel del Dorado (Mahi-Mahi, *Coryphaena hippurus*) en relación a la formación de histamina. Boletín Científico Técnico. Vol. IX N.º VI Proyecto de Investigaciones Pesqueras. Instituto Nacional de Pesca. Overseas Development Administration of Great Britain. Guayaquil-Ecuador.

Zúñiga-Flores, M.S. (2009). Dinámica poblacional del Dorado (*Coryphaena hippurus*) en Baja California Sur, México: Implicaciones para su manejo. (tesis doctoral). Instituto Politécnico Nacional, La Paz, Baja California Sur, México.