ISSN 3073-1089

INSTITUTO PÚBLICO DE
INVESTIGACIÓN DE ACUICULTURA Y PESCA
ECUADOR

BOLETÍN CIENTÍFICO TÉCNICO

2022

Vol. 1 - N°3

Instituto Público de Investigación
de Acuicultura y Pesca

EL NUEVO ECUADOR RESUELVE

COMITÉ EDITOR
Biól. Juan Javier García Bodniza, Mgs.
Director General
Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca

EDITOR
Biól. María del Pilar Solís Coello, Mgtr.

REVISIÓN TÉCNICA
Biól. Manuel Peralta, M.Sc.
Biól. David Chicaiza, M.Sc.

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN
Ing. Wendy Herrera

ILUSTRACIÓN DE FONDO
Freepik

El Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP) es un organismo especializado dedicado a la investigación biológica, pesquera y tecnológica, tendientes a la ordenación y desarrollo de las pesquerías.

Es la entidad encargada de planificar, promover, coordinar, ejecutar e impulsar procesos de investigación científica relacionados con las actividades acuícolas, pesqueras y conexas; y, de la generación, innovación, validación, difusión y transferencia de tecnologías. (LODAP - RO#187 del 21 de abril de 2020).

El Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP) publica en línea la serie Boletín Científico y Técnico, dedicado a las ciencias marinas, pesqueras y acuícolas del país. Publicación dirigida a científicos, academias y público en general.

Primera Edición, 2022
© Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca

Letamendi #102 y la Ría

www.institutopesca.gob.ec

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión parcial del material contenido en este producto informativo para fines educativos u otros fines no comerciales con previa autorización del IPIAP y autores.

INSTITUTO PÚBLICO DE
INVESTIGACIÓN DE ACUICULTURA Y PESCA
ECUADOR

EL NUEVO ECUADOR RESUELVE

INSTITUTO PÚBLICO DE INVESTIGACIÓN DE ACUICULTURA Y PESCA

INVESTIGACIÓN DE LOS RECURSOS BIOACUÁTICOS Y SU AMBIENTE

INDICE

ARTÍCULOS **PÁG.**

Biología Reproductiva de la merluza *(Merluccius gayi)* y su distribución durante 2022.

Reproductive biology of hake *(Merluccius gayi)* and its distribution during 2022.

Enrique Laaz y Mercy Preciado 1

Pesquería de Peces Pelágicos Pequeños durante 2022

Small Pelagic Fish Fishery during 2022

Nathalia González, Álvaro Romero 11

Análisis de Estructura de tallas de Dorado *Coryphaena hippurus,* desembarcado en los Puertos Pesqueros de Manta (Provincia de Manabí) y Santa Rosa (Provincia de Santa Elena), durante 2022.

Structure Analysis of size of Dorado Coryphaena hippurus, landed in the fishing ports of manta (Manabí Province) and Santa Rosa (Santa Elena Province), during 2022.

Carmen Cabanilla 33

Contenido de elementos traza (as, cd, hg y pb) en sedimentos, concha prieta *(Anadara tuberculosa)* y cangrejo rojo *(Ucides occidentalis)* de los ecosistemas de manglar de la costa ecuatoriana.

Content of trace elements (as, cd, hg and pb) in sediments, brown shell *(Anadara tuberculosa)* and red crab *(Ucides occidentalis)* from the mangrove ecosystems of the Ecuadorian coast.

Ana Maridueña-Bravo, María Fuentes, María Guerrero, Rubén Castro-Rendón 47

Densidad poblacional y estructura de tallas de las especies *Anadara tuberculosa* y *Anadara similis*, en áreas de manglar de Esmeraldas, Manabí, Guayas y el Oro - Ecuador durante 2021

Population density and size structure of the species *Anadara Tuberculosa* y *Anadara similis*, in mangrove areas of Esmeraldas, Manabí, Guayas and el Oro - Ecuador during 2021

Evelyn Ramos 64

BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE LA MERLUZA *(Merluccius gayi)* Y SU DISTRIBUCIÓN DURANTE 2022

BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE LA MERLUZA *(Merluccius gayi)* Y SU DISTRIBUCIÓN DURANTE 2022

Enrique Laaz,[1] Mercy Preciado,[1] Geovanny Sandoval.[1]
[1] Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca, elaaz@institutopesca.gob.ec, mpreciado@institutopesca.gob.ec, gsandoval@institutopesca.gob.ec.

RESUMEN

El estudio de la biología reproductiva de peces es de gran importancia en la evaluación y manejo de las pesquerías, en función de los objetivos de conservación y productividad del stock. Este estudio está enfocado a determinar los principales indicadores reproductivos de la merluza y su distribución en aguas ecuatorianas. Para ello se analizaron 5800 especímenes de merluza, al igual que las zonas donde realizaron su captura durante el 2022, utilizando la escala de madurez gonadal macroscópica validada de merluza de Perea et al, 1997, los resultados muestran el desplazamiento de la merluza hacia el frente de la península Santa Elena hasta la provincia de El Oro, límite con Perú en la posición 03°23' 00" Latitud al Sur de Ecuador, durante su reproducción hacen un conglomerado de tallas que van desde ≤ 27 a 81, siendo su talla media de madurez sexual calculada (31.6 cm Lt), mientras que los estadios de maduración sexual variaron de acuerdo a los meses durante este año, predominando ejemplares en estadio I (en reposo) desde enero hasta mayo, en julio y agosto los estadios II (en madurez) y III (maduros) y desde septiembre hasta diciembre el predominio fue del estadio IV (desovante), para sexos combinados. En cuanto al indicador gonadal los valores más altos del (IGS) fueron de 4.6 y 4.9 %, y la actividad reproductiva (AR) de 84.9 y 90.1 % durante noviembre y diciembre respectivamente. Estableciendo el periodo reproductivo de la merluza en aguas ecuatorianas, que inicia a partir de agosto hasta diciembre, teniendo los pulsos más intensos de desove durante septiembre, octubre y noviembre, ratificando los periodos de restricción (veda) sugeridos por el IPIAP.

Palabras Claves: merluza, reproducción, distribución, madurez sexual, índice gonadosomático.

ABSTRACT

The study of the reproductive biology of fish is of great importance in the evaluation and management of fisheries, based on the conservation and productivity objectives of the stock. This study is focused on determining the main reproductive indicators of hake and its distribution in Ecuadorian waters. For this, 5800 hake specimens were analyzed, as well as the areas where they were captured during the year 2022, using the validated macroscopic gonadal maturity scale of hake from Perea et al, 1997. The results show the movement of the hake towards the front of the Santa Elena peninsula to the province of El Oro, border with Peru at position 03°23' 00" Latitude south of Ecuador, during their reproduction they make a conglomerate of sizes ranging from ≤ 27 to 81, being (31.6 cm Lt) their calculated average size of sexual maturity, while the stages of sexual maturation varied according to the months during this year, with specimens predominating in stage I (at rest) from January to May, from June to August stages II (in maturity) and III (mature) and from September to December the predominance was stage IV (spawning), for combined sexes, the highest values of the (IGS) were 4.6 and 4.9%, and reproductive activity. (AR) of 84.9 and 90.1% during the months of November and December respectively. Establishing the marked reproductive period of hake in Ecuadorian waters, which begins from the month of August to December, with the most intense spawning pulses occurring in the months of October and November, ratifying the restriction (closed season) periods suggested by the IPIAP.

Keywords: hake, reproduction, distribution, sexual maturity, gonadosomatic index.

INTRODUCCIÓN

Los primeros estudios del comportamiento reproductivo de los peces desde la perspectiva de la dinámica de poblaciones y su relación con el medio ambiente se remontan a principios del siglo pasado. Es de amplio reconocimiento que los primeros estadios vitales (huevos, larvas y etapas tempranas de juveniles) son críticos para las fluctuaciones en la abundancia de las poblaciones de peces explotadas (Saborido-Rey, F. 2008).

El análisis de la biología reproductiva de peces es de esencial importancia en la evaluación y manejo de las pesquerías. La estimación de variables tales como la fecundidad, frecuencia de puesta (desove) es esencial para la aplicación de modelos de producción de huevos, utilizados para evaluar la biomasa desovante de una especie. El potencial reproductivo de una población, estimado a partir de estos parámetros y de la estructura de la fracción desovante, es una variable crítica que puede explicar en parte los cambios observados en el reclutamiento de una especie (Marshall, T. *et al*, 1998).

Es importante que no sólo la población total se mantenga por encima de cierto nivel de abundancia o biomasa, sino también, que la estructura de edad y/o tamaños de la población se encuentre en un estado en la cual sea capaz de mantener el nivel de reproducción, al igual que el reclutamiento y renovación poblacional, necesario para reponer las pérdidas por mortalidad; el manejo pesquero debe considerar estas variables y evitar mantener tales presiones por pesca durante periodos prolongados, a menudo es deseable evitar la pesca en etapas críticas del ciclo vital de una especie para la conservación del recurso, por ejemplo, si se permite la pesca en épocas de reproducción, esto podría no sólo perturbar la actividad reproductiva, sino también podría afectar negativamente a los individuos inmersos en el proceso.

Es por cuanto este estudio tiene como objetivo principal determinar los principales indicadores reproductivos de la merluza *(Merluccius gayi)* y su distribución en aguas ecuatorianas, a fin de sustentar con criterios técnicos y científicos medidas precautelarías de manejo que permitan la explotación sustentable de este recurso.

METODOLOGÍA

FUENTE DE INFORMACIÓN

La información presentada en este estudio se obtuvo del seguimiento a los indicadores biológicos y pesqueros de las capturas provenientes de la flota industrial polivalente (camarón-merluza) fuera de las 8 millas de la línea de costa ecuatoriana. Las muestras biológicas fueron obtenidas por los observadores a bordo para posteriormente ser entregadas en el laboratorio del IPIAP. Se analizaron 5800 especímenes de merluza *(Merluccius gayi)*, así como también información de las zonas de pesca reportadas, desde enero hasta diciembre de 2022.

ZONA DE CAPTURA

Las faenas de pesca fueron realizadas a profundidades que oscilaron entre 23 y 191 brazas (41 m y 344 m respectivamente), entre 1°29.320' S - 81° 2.700' O y 3°22.584' S - 80° 31.505' O (Figura 1).

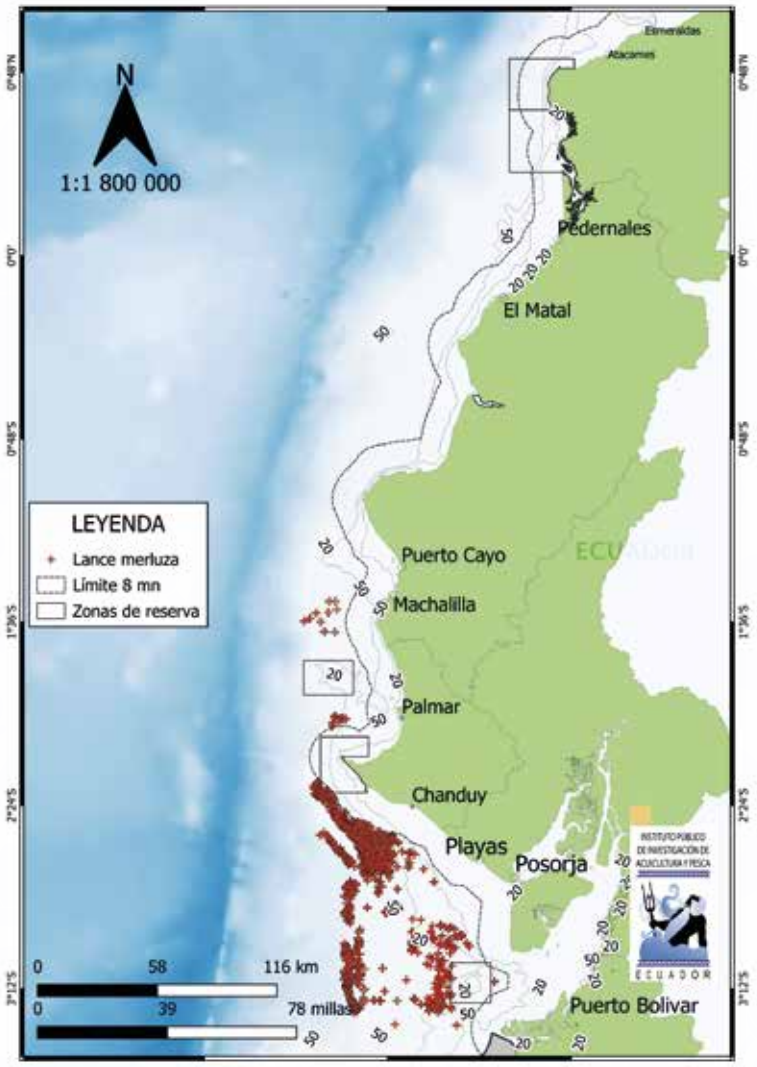


Figura 1. Zonas de captura de *Merluccius gayi* de la flota industrial polivalente 2022.

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

ESTRUCTURA DE TALLAS

Para determinar la estructura de tallas, se midió la longitud total (Lt) al centímetro inferior, utilizando un ictiómetro. La estructura de tallas fue construida a partir de la amplitud del intervalo entre clases de tallas de 1 cm de longitud total, el cual permitió un mejor ajuste en la aparición de los grupos modales.

TALLA MEDIA DE MADUREZ SEXUAL

La talla media de madurez sexual (TMMS) se calculó de acuerdo al criterio L50, considerando individuos maduros e inmaduros relacionados a la longitud total agrupada en clases de talla según la escala de madurez gonadal macroscópica de merluza. Se utilizó modelo de función logística, considerando como maduro a los ovarios en estado superior a previtelogénico.

$$P(1) = 1/1+e^{(\beta 1 + \beta 2 * 1)}$$

Dónde:
P (l): es la proporción de madurez
β1 y β2: son los parámetros de la función logística.

El cálculo de la talla de primera madurez deriva de la siguiente expresión que representa la talla a una proporción de madurez dada:

$$l_p = \frac{1}{\beta} - \ln\left(\frac{1}{p} - 1\right) - \frac{\beta_1}{\beta_2}$$

Σ H = Número de hembras por LT
Σ M = Número de machos por LT

Dónde:
β1 y β2: son los son constantes del modelo (parámetro de intercepto y pendiente).
P: corresponde a la proporción de madurez.
Lp: representa la longitud a una proporción de madurez dada.

PROPORCIÓN SEXUAL

La proporción sexual se calculó en porcentaje de hembras en relación a machos, y mediante una prueba Chi-cuadrado se determinó las diferencias estadísticas, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\mathbf{PS=}\ \Sigma H / \Sigma M+\Sigma H$$

Σ H = Número de hembras por LT
Σ M = Número de machos por LT

DESARROLLO GONADAL

El desarrollo gonadal se determinó de acuerdo a la escala de madurez gonadal macroscópica validada de merluza de Perea et al, 1997. Donde se determinan seis estadios de madurez tanto para machos como para hembras; siendo 0 (inmaduro), I (reposo), II (en madurez), III (maduro), IV (desovante♀/expulsante♂) y V (recuperación).

ÍNDICE GONADOSOMÁTICO (IGS)

Se calculó el índice gonadosomático (IGS), relación entre el peso total de las gónadas y el peso total del pez expresada en porcentaje. Este índice representa el grado de madurez sexual de un individuo particular y se expresa de acuerdo a la fórmula.

$$\mathbf{IGS} = (Wg / Wt) * 100$$

Dónde:
Wg= peso de la gónada
Wt= peso total del pez

ACTIVIDAD REPRODUCTIVA

Se calculó la actividad reproductiva (AR) mediante la siguiente fórmula tomada de Perea *et al*, 1997.

$$\mathbf{AR} = (H3+H4/HT) *100$$

Dónde:
H3= hembras en estadio 3
H4= hembras en estadio 4
HT= total de hembras

RESULTADOS

En la Figura 2, se muestra que la distribución de la merluza se limita en su gran mayoría desde 02°19'00" frente a la provincia de Santa Elena hasta la provincia de El Oro, límite con Perú con la posición de 03°23' 00", donde se observa una disgregación por tallas y áreas, los individuos juveniles desde ≤ a 27 hasta 41 cm Lt, se encontraron desde los 50 m hasta los 150 m de profundidad, mientras que por lo general los individuos adultos de 41 a 81 cm Lt se encontraron a profundidades entre los 200 m a 500 m, donde el agua está más fría (ca.,13°C).

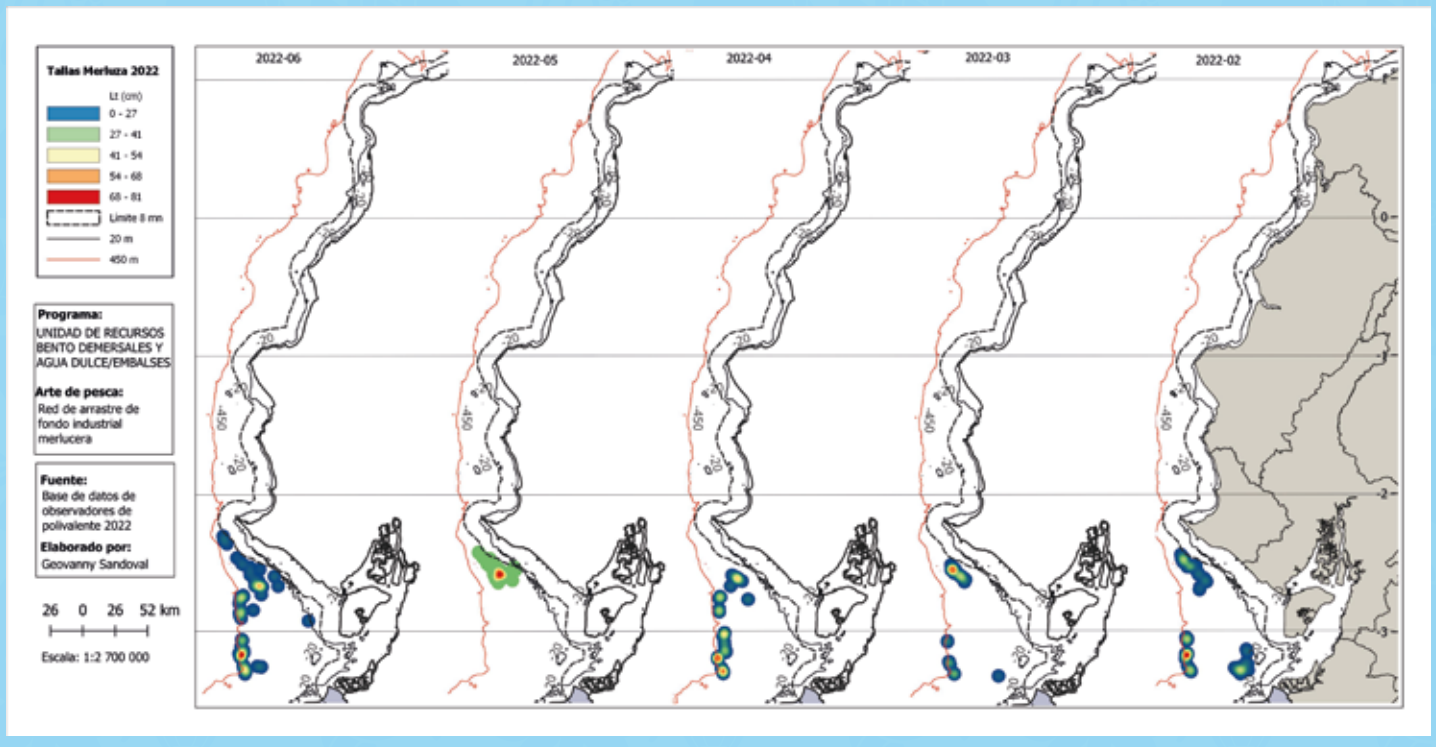


Figura 2. Distribución Geográfica por tallas de la merluza

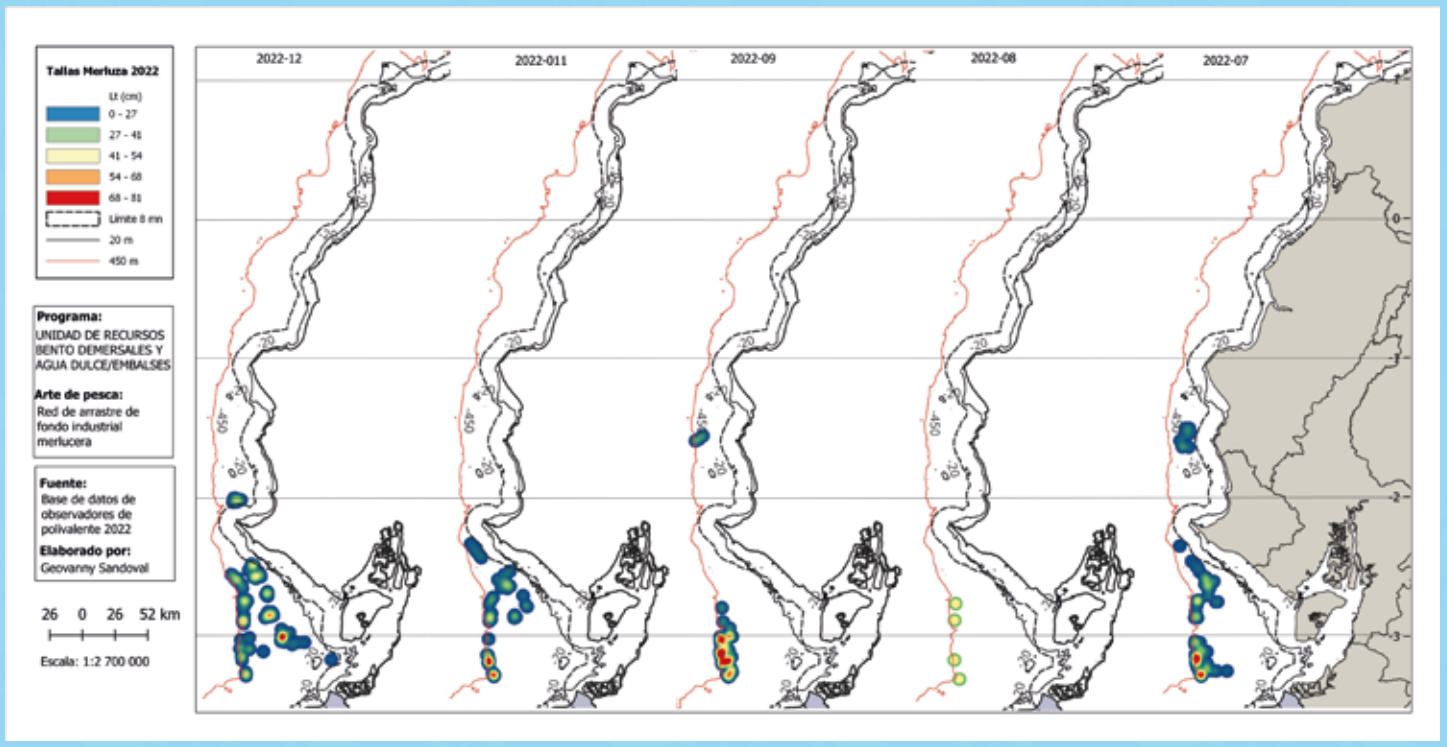


Figura 3. Distribución de la merluza durante la reproducción

Desde septiembre hasta diciembre se observa un desplazamiento de individuos juveniles y adultos maduros hacia el frente de la península Santa Elena hasta la provincia de El Oro, límite con Perú en la posición 03°23' 00" Latitud al Sur de Ecuador, haciendo un conglomerado de tallas que van desde ≤ 27 a 81 cm Lt, indicando que se encuentran en un periodo de reproducción (Figura 3).

ESTRUCTURA DE TALLAS

La estructura de tallas para sexos combinados estuvo comprendida entre 24 y 63 cm de Lt (Figura 4), la talla media de captura fue 34 cm Lt, y con una moda principal de 32 cm Lt, el 26,1 % de los especímenes analizados presentaron tallas inferiores a la talla media de madurez sexual calculada (31,6 cm de Lt).

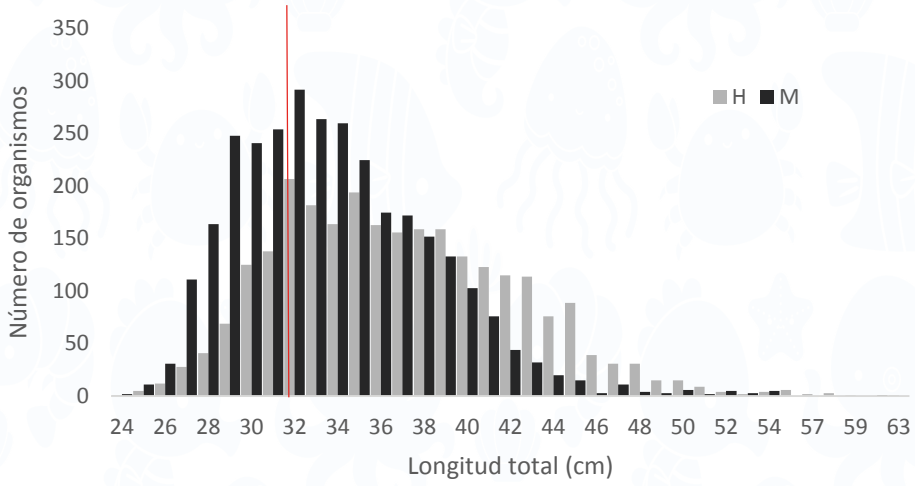


Figura 4. Estructura de tallas para hembras y machos de merluza industrial; 2022.

Talla Media de madurez sexual (TMMS)

La talla media de madurez sexual durante 2022 fue de 31,6 cm de longitud total, (Figura 5)

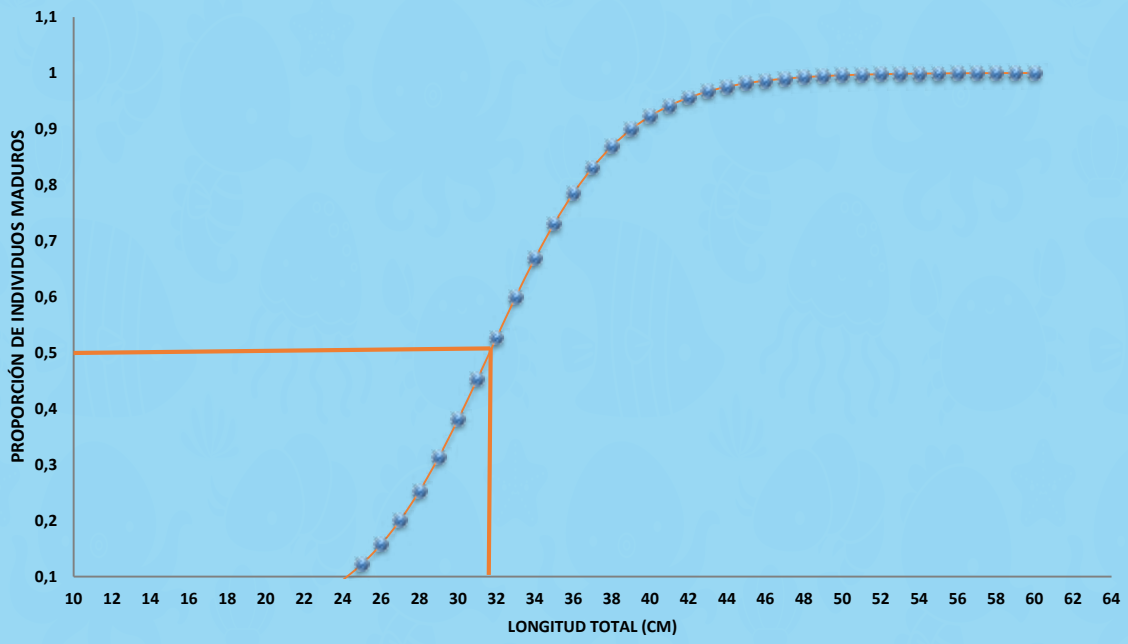


Figura 5. TMMS de merluza industrial, durante el año 2022

ASPECTOS REPRODUCTIVOS

PROPOCIÓN SEXUAL

Se registró mayor presencia de machos que hembras durante casi todos los meses del año a excepción de agosto, septiembre y noviembre (Figura 6).

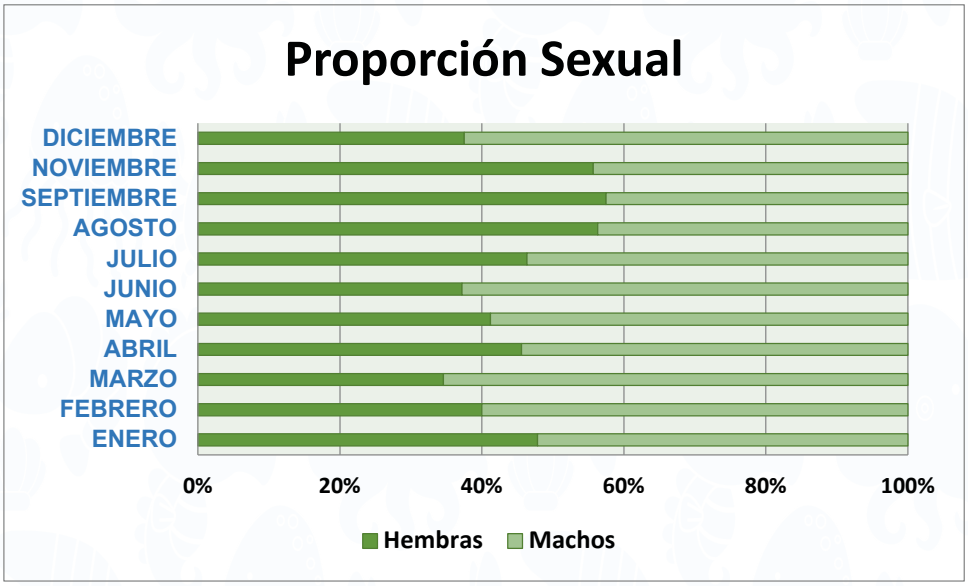


Figura 6. Proporción por sexos de merluza industrial, 2022

ESTADIO DE MADUREZ SEXUAL

Se observó que, durante los primeros meses, de enero hasta mayo, predominó el estadio I (reposo), a partir de julio y agosto fueron los estadios II (en madurez) y III (maduros), mientras que desde septiembre hasta diciembre el predominio fue del estadio IV (desovante), para sexos combinados ♀ ♂ (Figura 7).

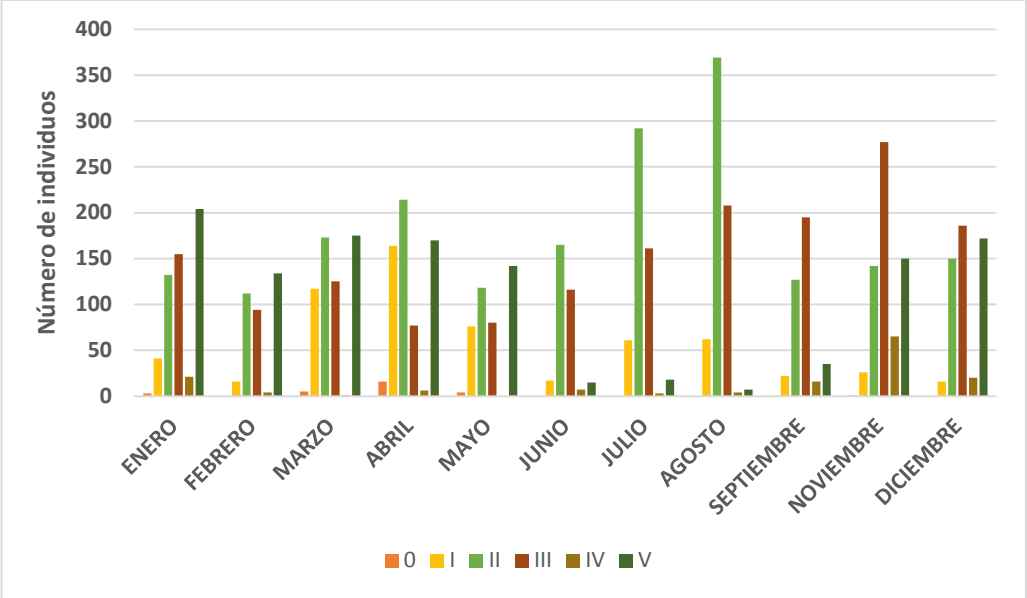


Figura 7. Estadios de madurez sexual

ÍNDICE GONADOSOMÁTICO (IGS)

El IGS constituye el grado de madurez sexual de una población, es decir el incremento o disminución en el proceso de maduración de las gónadas hacia el desove. Registrándose que los pulsos máximos de desove fueron durante noviembre y diciembre (4.6 y 4.9 % respectivamente), valores que se muestran por encima del valor crítico (3%), (Sánchez *et al*, 2014) (Figura 8).

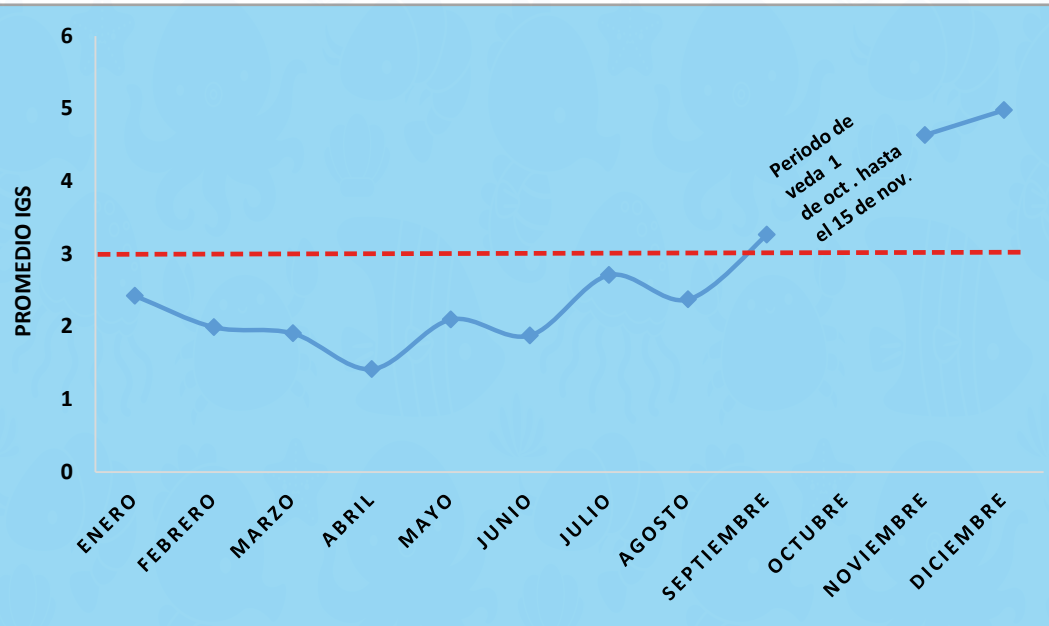


Figura 8. Evolución del Índice Gonadosomático (IGS) del año 2022 (Vazzoler *et al*, 1989)

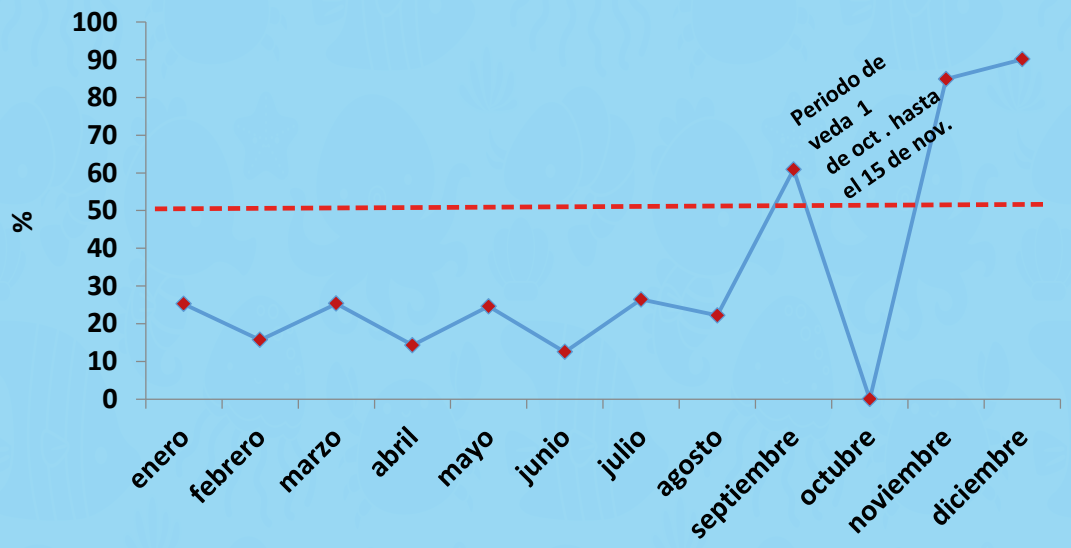


Figura 9. Actividad Reproductiva (AR)

Los porcentajes más altos de AR se registraron durante noviembre y diciembre con 84,9 y 90.1 % respectivamente, por encima del valor critico (50%) mostrando los meses o periodos importantes de desove.

CONCLUSIONES

Del análisis de los resultados de este estudio, se determinó la distribución de la merluza, que va desde la provincia de Esmeraldas hasta la provincia de El Oro, límite con Perú (Lloris et al 2003; Fricke., et al 2022)., sin embargo, durante el 2022 su distribución se limita en su gran mayoría desde 02°19′00″, frente a la provincia de Santa Elena hasta la provincia de El Oro, límite con Perú con la posición 03°23′ 00″, donde se conglomeran por tallas que van desde ≤ 27 a 81 cm Lt y a profundidades desde ≥ 50 m hasta los 500 m.

En cuanto a la variación de los estadios de madurez sexual, se observa que, durante los meses de época seca, a partir de agosto hasta octubre, hubo predominio de estadios II (en madurez) y III (maduros) y desde septiembre hasta diciembre el estadio IV (desovante). Coincidiendo con el indicador gonadal cuyos valores más altos del IGS fueron de 4.6 y 4.9 %, al igual que la actividad reproductiva (AR) de 84.9 y 90.1 %, durante noviembre y diciembre respectivamente, identificando claramente los periodos más importantes del desove en nuestras aguas que son septiembre, octubre y noviembre, lo cual concuerda con la veda que se estableció para el 2022, sugerida por el IPIAP.

BIBLIOGRAFÍA

Fricke, R., Eschmeyer, W. N. & Van der Laan, R. (eds) 2022. Eschmeyer's Catalog of Fishes: genera, references.(http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp). Electronic version accessed 02 ene 2022.

IFOP 2012. Merluza común: el recurso y su pesquería.

Lloris, D., J. Matallanas and P. Oliver. 2003. Merluzas del Mundo (Familia Merlucciidae). Catálogo comentado e ilustrado de las merluzas conocidas. FAO Catálogo de especies para los fines de la pesca No. 2. i-v + 1-57, Pls. 1-12.

Marshall, T., Kjesbu, O.S., Yaragina, N.A., SOlemdal, P. & Ulltang, O. 1998. Is spawner biomass a sensitive measure of the reproductive and recruitment potential of Northeast Arctic cod Can. J. Fish. Aquat. Sci., 55: 1766-1783

Perea A, Buitrón B, Mecklenburg E, Rodríguez A. 1997. Estado reproductivo de la merluza (Merluccius gayi peruanus) durante el crucero de evaluación BIC Humboldt 9705-06. Inf Inst Mar Perú. 128: 39-46.

Pomeroy, C. 1992. Obstacles to institution development in the fishery of lake Chapala, Mexico. In folk management in the world´s fisheries lessons for modern fisheries management. University Press of Colorado: 17-41.

Saborido-Rey, F. 2008. Ecología de la reproducción y potencial reproductivo en las poblaciones de peces marinos.

Sánchez J. E., Antonio Cuba M., Javier Castillo, A. Perea de la Matta. 2014. Condición reproductiva de la merluza peruana Merluccius gayi peruanus Ginsburg, 1954 durante el otoño austral 2014.

Vazzoler, A. E. A. D. M., & Ngan, P. V. (1989). Padrões eletroforéticos de proteínas gerais de cristalino de Micropogonias furnieri (Desmarest, 1823) da costa sudeste-sul do Brasil: estudo populacional. Boletim do Instituto Oceanográfico.

PESQUERÍA DE PECES PELÁGICOS PEQUEÑOS DURANTE 2022

PESQUERÍA DE PECES PELÁGICOS PEQUEÑOS DURANTE 2022

Natalia González,[1] Alvaro Romero.[1]
[1]Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca, ngonzalez@institutopesca.gob.ec, aromero@institutopesca.gob.ec

RESUMEN

El desembarque total de peces pelágicos pequeños durante el 2022 fue de 274 292.2 t, presentando un leve incremento (8.4%) con relación al 2021. Entre las principales especies desembarcadas, la macarela representó el mayor porcentaje (58%, 158 121 t), rincipalmente durante el primer y tercer trimestre. La botella representó el 15% (40 133 t), evidenciándose mayores capturas durante marzo. Es importante recalcar la presencia de jurel (julio) y anchoveta (mayo y noviembre) en los desembarques de la flota cerquera-sardinera. Las capturas de estas especies (típicas de aguas frías) se han reportado durante los últimos años en pequeños volúmenes, en comparación a los otros pelágicos; las especies secundarias, consideradas dentro del grupo "OTROS", representó el 10% (27 387 t). La actividad extractiva de la flota se desarrolló desde la zona norte de la provincia de Manabí (Pedernales) hasta la frontera con Perú, siendo las mayores zonas de pesca el Golfo de Guayaquil y alrededor de la Puntilla de Santa Elena. Se registraron 228 embarcaciones activas, representando un incremento de 7% en relación al 2021. Un gran porcentaje de especímenes de chuhueco (69%), pinchagua (62%), macarela (57%) y botella (49%) presentaron tallas inferiores a la longitud media de madurez sexual.

Palabras claves: flota cerquera, flota pesquera, desembarques, capturas, peces pelágicos pequeños, madurez sexual.

ABSTRACT

The total landing of small pelagic fish during 2022 was 274 292.2 t, which correspond to a slight increase (8.4%) compared to 2021. Among the main species landed, mackerel represented the highest percentage (58%, 158 121 t), mainly during the first and third trimester. The frigate tuna represented 15% (40 133 t), with higher catches during March. It is important to highlight the presence of jack mackerel (July) and anchovy (May and November) in the landings of the purse-seine-sardine fleet. The catches of these species (typical of cold waters) have been reported in recent years in small volumes, in relation to other pelagic species; Secondary species, considered within the "OTHER" group, represented 10% (27 387 t). The fleet's extractive activity was developed from the northern area of the province of Manabí (Pedernales) to the border with Peru, with the largest fishing areas located in the Gulf of Guayaquil and around Puntilla de Santa Elena. 228 active vessels were registered, representing an increase of 7% compared to 2021. A large percentage of pacific anchoveta (69%), pacific thread herring (62%), chub mackerel (57%) and frigate tuna (49%) were smaller in size to the average length of sexual maturity.

Keywords: purse seine fleet, fishing fleet, landings, catches, small pelagic fish, sexual maturity.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la costa ecuatoriana se distribuyen distintas especies de peces pelágicos pequeños (PPP) como macarela *(Scomber japonicus)*, pinchagua (*Opisthonema* spp.), chuhueco *(Cetengraulis mysticetus)*, botellita (*Auxis* spp.), sardina redonda *(Etrumeus acuminatus)*, entre otras especies, reportando mayores concentraciones, así como el esfuerzo pesquero de la flota cerquera - sardinera en la zona del Golfo de Guayaquil y alrededor de la Puntilla de Santa Elena.

La extracción de PPP representa una actividad de importancia económica y social en la costa continental ecuatoriana, cuyos desembarques, procesamiento (enlatados, harina de pescado, fresco-congelado) y exportaciones genera un rubro importante de divisas para el país.

El presente informe da a conocer los aspectos biológicos - pesqueros de las principales especies de peces pelágicos pequeños y especies acompañantes capturadas durante el 2022 por la flota cerquera - sardinera en la costa continental ecuatoriana.

METODOLOGÍA

Obtención de Información Indirecta

El Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP) a través del programa PPP lleva a cabo el monitoreo mensual de la actividad pesquera de la flota cerquera - sardinera.

Durante el periodo denominado "oscura" que corresponde a la fase lunar de luna nueva, se realiza tanto en playa como en muelles de las diferentes empresas pesqueras el monitoreo biológico pesquero en los puertos de Crucita, Manta, Machalilla, Salango, Palmar, Chanduy, Anconcito, La Libertad y Posorja, principales puertos de desembarque de la flota cerquera sardinera. En la tabla 1 se resume el tipo de actividad que se realiza en cada puerto visitado.

Tabla 1. Actividades de monitoreo realizadas en los puertos de desembarque de la flota cerquera sardinera.

Puerto	Provincia	Desembarque playa	Desembarque fabrica	Muestreo Campo	Muestreo Biológico	Reporte Diario Capturas	Zarpes Capitanías (barcos activos)	Rastreo Satelital (barcos activos)
Crucita	Manabí	✓		✓	✓			
Manta	Manabí						✓	✓
Machalilla	Manabí	✓		✓			✓	
Puerto López	Manabí				✓			
Salango	Manabí		✓	✓	✓	✓		
Palmar	Santa Elena	✓		✓				
Salinas	Santa Elena				✓		✓	
Anconcito	Santa Elena	✓		✓				
La Libertad	Santa Elena	✓		✓				
Chanduy	Santa Elena		✓	✓	✓	✓		
Posorja	Guayas		✓	✓	✓	✓	✓	
Guayaquil	Guayas					✓		

Cabe indicar que la data biológica - pesquera colectada proviene de tres fuentes principales: muestreo de campo, muestreo "in situ" (a bordo de flota cerquera, realizado por observadores pesqueros de la SRP) y muestreo biológico de especies (submuestras colectadas).

MUESTREO DE CAMPO

Entrevista directa a los capitanes de pesca de las diferentes embarcaciones monitoreadas, para obtener información referente a zonas de pesca, captura total (t), proporción de especies, destino de la pesca, número de lances, condiciones ambientales, entre otras.

Se obtiene una muestra aleatoria de 25 - 30 kg por cada embarcación, en playa, antes de ser eviscerada y comercializada, directamente de las bodegas de los barcos o de las tolvas, antes de su procesamiento (harina de pescado, conserva) en las empresas pesqueras.

De la muestra colectada, se clasifica por especie, obteniéndose:
- Peso muestra (kg)
- Longitud de cada individuo (mm)
- Longitud Total (LT) o Longitud Furcal (LF), al centímetro inferior, dependiendo de la especie (Tabla 2).
- Porcentaje de machos y hembras (50 individuos).
- Una submuestra por especie de 20 individuos por cada clase de longitud; considerando si la muestra se encuentra en buen estado.

En las oficinas de las empresas pesqueras, se obtienen los registros diarios de pesca y en las Capitanías de Puerto y/o Subsecretaría de Recursos Pesqueros se colecta información referente a la flota activa (Monitoreo de Rastreo Satelital), con la finalidad de determinar a posterior los desembarques totales a nivel nacional (Tabla 2).

Tabla 2. Tipo de medición de la talla por especie

Especie	Nombre científico	Medición	
		Longitud Total (LT)	Longitud Furcal (LF)
Macarela	*Scomber japonicus*		X
Botella	*Auxis* spp.		X
Barrilete	*Katsuwomus pelamis*		X
Picudillo	*Decapterus macrosoma*		X
Sardina Redonda	*Etrumeus acuminatus*		X
Pinchagua	*Opisthonema* spp.	X	
Chazo	*Peprilus medius*	X	
Carita	*Selene* spp.	X	
Corbata	*Trichiurus lepturus*	X	
Hojita	*Chloroscombrus orqueta*	X	
Trompeta	*Fistularia corneta*	X	
Roncador	*Hamaelopus* spp.	X	
Gallineta	*Prionotus* spp.	X	

MUESTRA DE LABORATORIO

Con las submuestras colectadas en el campo, se realizó el muestreo en el laboratorio, obteniéndose de cada individuo:
- LT o LF en milímetros (mm).
- Peso en gramos (g).
- Determinación de sexo (macho y hembra).
- Determinación del estadio de madurez gonadal.
- Peso (g) gónadas
- Peso de hígado
- Peso eviscerado

OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN DIRECTA

A través del Programa de Observadores de la Subsecretaría de Recursos Pesqueros se procesa la información referente a sitios de pesca (análisis geoespacial), así como información biológica - pesquera registrada, siguiendo los lineamientos estipulados en el "Protocolo de obtención de datos del Programa de Observadores de la flota industrial de peces pelágicos pequeños" (IPIAP, 2019).

Muestreo a bordo

Los datos son colectados por el observador a bordo en el momento que la pesca se descarga en cubierta, donde tomará la muestra de acuerdo a los siguientes parámetros:

Peso de la muestra

- Especies como botella, macarela, jurel, pinchagua, chuhueco, entre otras se requiere un mínimo de 30 kg.
- Especies de tallas pequeñas como anchoveta, rollizo, chumumo se requiere un mínimo de 8 a 10 kg (aproximadamente 300 individuos).
- De darse el caso que especies como macarela, botella, jurel, sean de gran tamaño, se procederá a tomar el doble de peso designado, con la finalidad que la toma de datos sea representativa para la captura (mínimo 60 kg).

Longitud

Se obtiene la Longitud Total (LT) o Longitud Furcal (LF) de cada individuo al centímetro inferior, dependiendo de la especie (Tabla 2). En caso de obtener otras especies descritas en la tabla 1, se obtiene LT, salvo que se trate de algún tipo de túnido, donde se registra la LF.

Obtención de submuestra

Para el muestreo biológico se obtiene una submuestra de 20 individuos, por cada clase de talla, de las especies capturadas; en caso de no reunir el número óptimo de la submuestra en un primer lance, se completa con los lances subsecuentes.

Obtención de submuestra

Para el muestreo biológico se obtiene una submuestra de 20 individuos, por cada clase de talla, de las especies capturadas; en caso de no reunir el número óptimo de la submuestra en un primer lance, se completa con los lances subsecuentes.

Muestreo Biológico

Posterior al arribo de la embarcación se realiza el muestreo biológico obteniendo los siguientes datos:

- Longitud al milímetro exacto (LT o LF) de acuerdo a la especie
- Peso en gramos
- Determinación de sexo (macho y hembra)
- Determinación del estadio de madurez gonadal
- Peso de la gónada en gramos
- Peso del hígado en gramos
- Peso eviscerado en gramos

ESTIMACIÓN DEL ESFUERZO PESQUERO Y CAPTURA TOTAL

Para determinar el esfuerzo pesquero se utilizaron los registros de barcos activos provenientes del Sistema de Rastreo Satelital de la SRP, complementado con el registro diario de desembarque (colectado en las diferentes empresas pesqueras), embarcaciones registradas en las planillas de muestreo de campo, así como también del monitoreo a bordo realizado por los observadores pesqueros.

La estimación de la captura por unidad de esfuerzo, y los desembarques elevados a la flota total por especie/clase de barco/mes, se ha sistematizado, empleando scripts de cálculos en el programa R-Studio.

Estructura de tallas

Se elaboraron histogramas de frecuencia de tallas mensuales de las especies pinchagua ***(Opisthonema spp.),*** macarela ***(Scomber japonicus),*** botella (***Auxis*** spp.), picudillo ***(Decapterus macrosoma);*** en tanto que para chuhueco ***(Cetengraulis mysticetus)*** y sardina redonda ***(Etrumeus acuminatus)*** se elaboraron histogramas de frecuencia anual debido a la poca disponibilidad mensual de estas especies.

Para el cálculo de la talla media de captura, se obtuvo de la división entre el agregado de la distribución de talla y la sumatoria de las frecuencias de todas las marcas de clase (Sparre y Venema, 1995). Para cada especie se estimó el porcentaje de individuos capturados por debajo de la Longitud Media de Madurez Sexual (LMMS) establecido para cada especie de PPP.

Índice Gonadosomático (IGS)

Se empleó el cálculo propuesto por Nikolsky (1963), el cual relaciona el peso de la gónada y el peso corporal del pez.

$$IGS = (WG/WT)*100$$

donde:
WG= el peso de las gónodas
WT= el peso total del pez

Para determinar la época principal de desove, se utilizó la serie de tiempo de IGS que el Programa de Peces Pelágicos Pequeños (PPP) mantiene para las especies pinchagua y botella (2017-2022) y macarela (2018-2022).

Mapas de distribución

Para el análisis espacial de distribución y abundancia de las principales especies de peces pelágicos pequeños, se emplearon las coordenadas de pesca registradas por los observadores a bordo y capitanes de pesca que conforman la flota cerquera sardinera, utilizándose la versión de QGIS 2.18.2, generando capas raster mediante la herramienta de "mapas de calor" para poder visualizar las mayores concentraciones de las capturas, realizando mapas por clase de embarcación y por grupos (PPP y otras especies).

RESULTADOS

ASPECTOS PESQUEROS

Desembarques Totales

Se estimó un total de 274 292.2 t, que representa un leve incremento (8.4%) con relación al 2021. En febrero (15%), abril (12%), mayo (12%), julio (11%) y agosto (11%) se registraron los mayores valores del total desembarcado, mientras que en los demás meses del año los valores fluctuaron entre 0.4 y 8%, a excepción de diciembre (0.04 %), donde se encontraba vigente un periodo de veda reproductiva (ACUERDO Nro. MPCEIP-SRP-2022-0258-A), las capturas de este mes correspondieron a embarcaciones que participaron en crucero de prospección acústica y pesca comprobatoria.

Las especies más representativas fueron macarela (57.6%), botella (14.6%) y pinchagua (8%), predominando sus capturas durante todo el año. En junio, noviembre y diciembre (VEDA) los desembarques de todas las especies que conforman esta pesquería presentaron una reducción significativa con relación a los otros meses (Tabla 3).

El grupo denominado "Otros" (carita, hojita, chazo, corbata, trompeta, etc.), acumuló el 10% de las capturas; durante el segundo trimestre estas especies representaron los mayores reportes de pesca, siendo la carita y hojita las más representativas.

Tabla 3. Desembarques mensuales (t) de la flota cerquera-costera, durante 2022

MES	CAPTURA POR ESPECIE (t)										TOTAL
	S	M	P	CH	SR	B	PIC	A	J	OTROS	
Enero		14324,9	994,5	95,8	1469,6	1702,8	1170,1			1401,8	21159,6
Febrero		34846,9	423,6		386,8	1979,1	377,5			2461,9	40475,7
Marzo		8644,3	796,4		330,6	11197,4	84,5			1583,2	22636,4
Abril	3,1	6806,6	3308,9	5772,1	169,8	8426,1	354,6			7525,2	32366,4
Mayo	21,3	11228,7	3246,7	3202,7	176,3	6495,0	3337,5	53,3		6167,0	33928,6
Junio		5204,8	1452,3	50,7	456,2	495,6	1891,0			2145,7	11696,2
Julio		24515,3	1632,8		579,5	1917,0	1424,3		27,0	838,2	30934,2
Agosto	61,4	21385,3	2806,1		468,9	1732,0	1841,2			1916,5	30211,4
Septiembre		9842,4	2441,1	128,4	226,6	1020,7	594,3	0,5		1716,7	15970,7
Octubre		14873,0	1832,6		117,2	2985,7	635,7			456,3	20900,5
Noviembre	33,4	6417,4	3111,5		519,5	2181,6	630,1	1,1		1013,1	13907,7
Diciembre		31,8	18,0		5,0		7,6			42,4	104,8
TOTAL	**119,2**	**158121,4**	**22064,4**	**9249,8**	**4906,1**	**40133,1**	**12348,4**	**54,9**	**27,0**	**27267,9**	**274292,2**

S= Sardina del sur **SR=** Sardina redonda **P=** Pinchagua **B=** Botellita **ANCH=** Anchoveta **M=** Macarela **CH=** Chuhueco
J= Jurel **Otros =** Otras Especies

La macarela alcanzó el mayor porcentaje (57.6%) en los desembarques, con un total de 158 121.4 t; el máximo fue registrado en febrero (34 846.9 t) y el mínimo en noviembre (31.8 t), con un promedio mensual de 13 000 t.

En orden de abundancia, el segundo lugar fue para la botella (14.6%), cuyos desembarques alcanzaron 40 133.1 t; en marzo se efectuaron los mayores desembarques (11 197.4 t) y en junio el menor con 495 t, con un desembarque mensual promedio de 3 500 t (Figura 1a). La pinchagua fue la especie que registró el tercer lugar en los desembarques (8%), con un máximo de 3 308.9 t en abril y un mínimo en diciembre con apenas 18 t.

El cuarto lugar correspondió a picudillo, con 4.5% (12 348.4 t), siendo su máximo desembarque en mayo (3 337.5 t) y su mínimo diciembre (7.6 t). El chuhueco y sardina redonda registraron mínimos desembarques, acumulando el 3.4% (9 249.8 t) y 1.8% (4 906.1 t) (Tabla 2, Figura 1b).

Es importante mencionar que durante el 2022 la pesquería de peces pelágicos pequeños se encontraba sujeta a periodos de veda:

- Veda reproductiva diferenciada para barcos clase I, II, III, IV, entre enero – marzo, (Acuerdo Ministerial Nro. MPCEIP-SRP-2021-00241-A) (SRP, 2021).
- Veda de reclutamiento, en junio (A. M. MPCEIP-SRP-2022-00140-A).
- Veda reproductiva periodo diciembre 2022 – enero 2023 (A. M. MPCEIP-SRP-2022-00258-A).

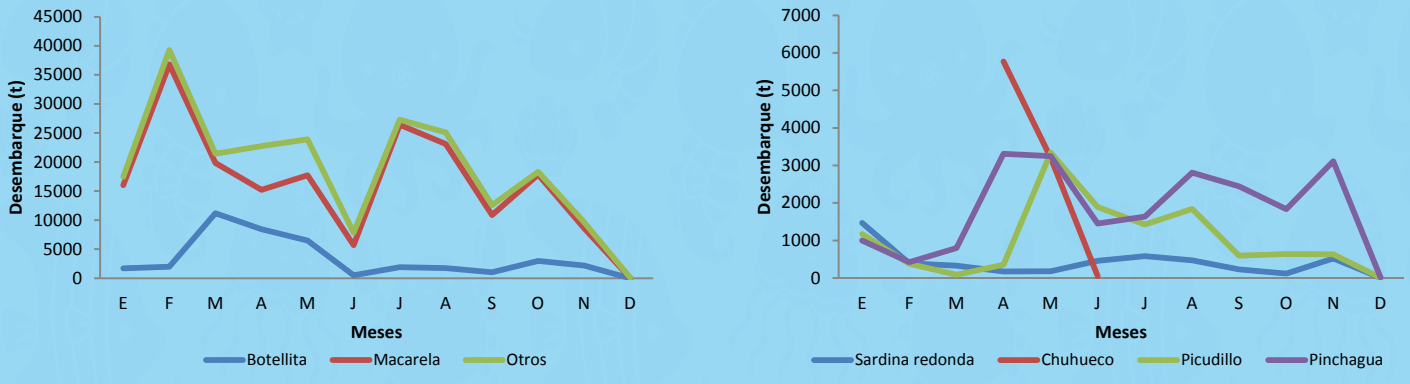


Figura 1. Desembarque mensual principales especies capturadas por la flota cerquera-sardinera, durante 2022. A) botella, macarela, otros; B) sardina redonda, chuhueco, picudillo, pinchagua.

En la figura 2, se observa composición trimestral (porcentual) de las capturas de PPP, por especie durante el 2022; macarela, botella y picudillo fueron las especies mayormente representadas durante el I, II y IV trimestre, a diferencia del III trimestre, donde se observa una disminución significativa principalmente de botella. En el caso de los desembarques del grupo denominado "Otros", durante el segundo trimestre representó el 20%, mientras que los demás trimestres fluctuaron entre 3% y 15%; las especies más representativas fueron gallineta, carita, hojita y trompeta.

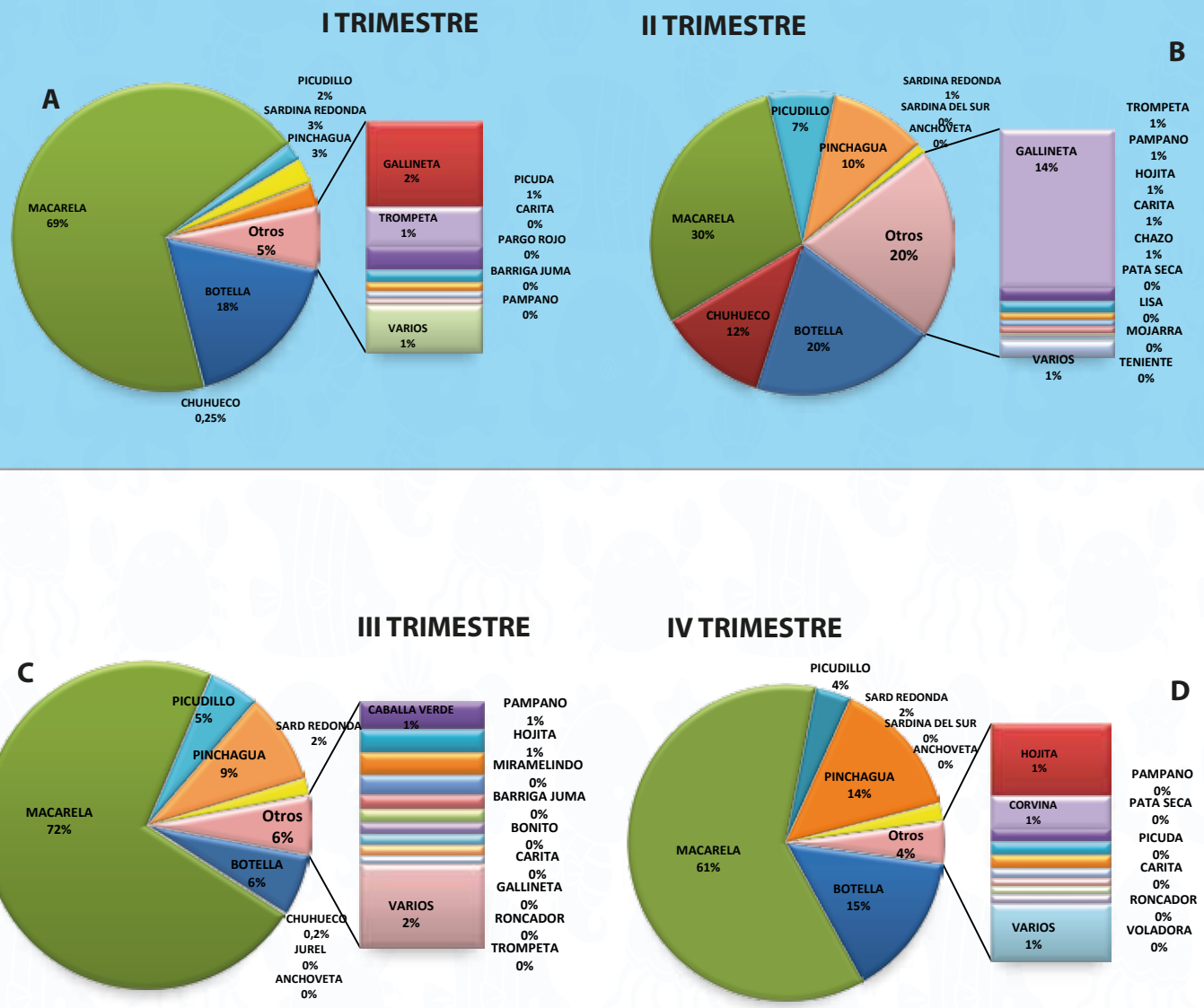


Figura 2. Composición porcentual por especie de PPP en los desembarques durante 2022.
A) I Trimestre, **B)** II Trimestre, **C)** III Trimestre, **D)** IV Trimestre

CAPTURAS POR ESPECIE Y CLASE DE BARCO

Las embarcaciones de clase II (121 949.7 t) y III (103 958.4 t), acumularon el 44% y 40%, respectivamente, mientras que los barcos de clase I (41 503.4 t) y IV (6 880.8 t), aportaron con el 15% y 1% del desembarque total de la flota cerquera-sardinera, durante 2022 (Tabla 4).

Tabla 4. Desembarques por especies y por clase de barco, durante 2022.

CLASE BARCO	CAPTURA POR ESPECIE (t)										TOTAL
	S	M	P	CH	SR	B	PIC	A	J	OTROS	
I	0,0	9044,3	6572,3	1793,2	1392,7	10495,3	3631,5	0,0	0,0	8573,9	41503,2
II	57,8	78699,9	6606,4	4094,1	1516,1	16818,8	4614,9	54,4	0,0	9487,3	121949,7
III	61,4	64931,8	8855,3	3356,5	1991,2	12140,4	3811,7	0,5	27,0	8782,5	103958,3
IV	0,0	5445,4	30,4	6,0	6,1	678,6	290,3	0,0	0,0	424,2	6881,0
TOTAL	119,2	158121,4	22064,4	9249,8	4906,1	40133,1	12348,4	54,9	27,0	27267,9	274292,2
%	0,0	57,6	8,0	3,4	1,8	14,6	4,5	0,0	0,0	9,9	100,0

CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO

En relación a los desembarques promedio por clase de barco, los mayores valores fueron registrados entre enero a abril (Tabla 5), mientras que en julio, septiembre, noviembre y diciembre (veda por reproducción) fueron los meses de menor desembarque. Los barcos de clase II y III fueron los más representativos durante el 2022.

Tabla 5. Desembarque (t) promedio mensual por clase de barco 2022.

MES	CLASE I	CLASE II	CLASE III	CLASE IV
Enero	205,6	1036,2	1277,2	346,0
Febrero	300,1	1613,0	1067,5	714,0
Marzo	908,4	633,1	480,2	145,1
Abril	243,1	536,6	655,5	13,6
Mayo	70,8	888,1	543,5	91,6
Junio	184,4	303,3	232,0	65,0
Julio	62,7	1247,3	1319,1	79,5
Agosto	116,7	830,5	640,5	119,8
Septiembre	72,5	370,6	266,5	167,5
Octubre	72,7	632,1	1165,2	62,5
Noviembre	83,7	207,9	304,2	43,0
Diciembre	12,7	10,0	8,5	0,0

FLOTA ACTIVA

Para el 2022 un total de 228 embarcaciones estuvieron activas, lo que representa un incremento de 7% en relación al 2021. Del total de activos, el 61% correspondió a los barcos de clase I (especialmente en agosto y septiembre), seguido por los barcos de clase II con el 24%.

De manera general, no se observan cambios significativos en el número de barcos activos para el 2022, con excepción de diciembre cuyos valores disminuyeron drásticamente (Tabla 6), debido a la paralización de la flota por la aplicación de periodo de veda reproductiva para peces pelágicos pequeños. (A. M. 258-A).

Tabla 6. Número de barcos activos durante el 2022

MES	Clase I (0-35 TRN)	Clase II (36-70 TRN)	Clase III (71 – 104 TRN)	Clase IV (> 104 TRN)	TOTAL
Enero	115	46	27	4	192
Febrero	113	46	27	4	190
Marzo	115	48	26	4	193
Abril	120	49	26	4	199
Mayo	117	49	27	4	197
Junio	116	49	27	4	196
Julio	113	50	27	4	194
Agosto	130	51	27	4	212
Septiembre	114	51	28	4	197
Octubre	88	39	21	4	152
Noviembre	80	39	22	3	144
Diciembre	14	1	4	0	19

DISTRIBUCION MENSUAL Y ZONA DE PESCA POR ESPECIE

La actividad de la flota se desarrolló principalmente desde la zona norte de la provincia de Manabí (Pedernales) hasta la frontera con Perú (figura 3 a y b), siendo las mayores zonas de pesca el Golfo de Guayaquil y los alrededores de la Puntilla de Santa Elena.

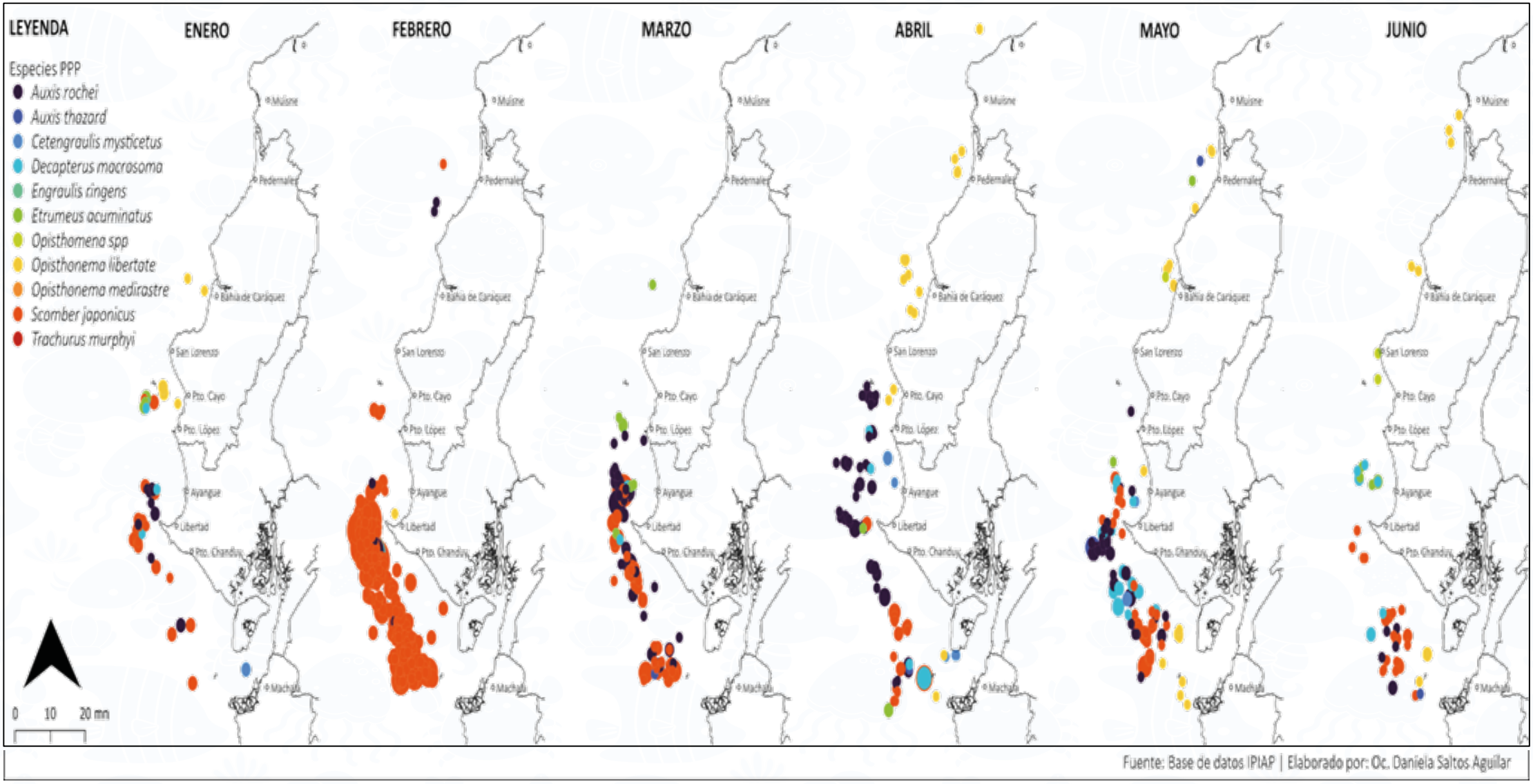


Figura 3a. Distribución mensual de las capturas de las principales especies de Peces Pelágicos Pequeños durante el primer semestre 2022.

Macarela *(Scomber japonicus)*
Esta especie registró una amplia distribución a lo largo de la costa ecuatoriana, con los mayores volúmenes de captura principalmente en el Golfo de Guayaquil (40 millas) y alrededores de la Puntilla de Santa Elena. Los meses de febrero, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre registran las mayores capturas, mientras que para enero, marzo, abril y mayo se registra baja presencia en las capturas en toda la costa ecuatoriana.

Botella *(Auxis spp.)*
Registró un amplio rango de distribución durante 2022, comprendido desde Bahía de Caráquez (Manabí) hasta el área sur del Golfo de Guayaquil. Los mayores reportes de captura se registraron durante los primeros cinco meses en los alrededores de la Puntilla de Santa Elena y en menor proporción en el Golfo de Guayaquil; posteriormente disminuyó paulatinamente hasta agosto y de septiembre a noviembre sus capturas aumentaron frente a la Puntilla de Santa Elena.

Pinchagua *(Opisthonema spp.)*
Las capturas de esta especie se registraron a lo largo de toda la costa continental de Ecuador, su mayor registro fue frente a Crucita, Machalilla y Golfo de Guayaquil.

Sardina redonda *(Etrumeus acuminatus)*
La distribución de esta especie se registró principalmente en el Golfo de Guayaquil, en el Bajo El Copé y frente a Bahía de Caráquez con pocas capturas durante todo el año, la mayor abundancia fue durante junio a agosto y noviembre.

Picudillo *(Decapterus macrosoma)*
La presencia de esta especie fue registrada en el Golfo de Guayaquil, alrededores de la Puntilla de Santa Elena y el Bajo Copé en junio, septiembre y diciembre, especialmente en el Golfo de Guayaquil.

Chuhueco *(Cetengraulis mysticetus)*
Solo se registraron capturas de esta especie en el Golfo de Guayaquil y frente a Palmar durante los primeros cinco meses del año.

Anchoveta *(Engraulis ringens)*
Para este año, se registró la presencia inusual de anchoveta, cuya distribución se concentró en el estuario externo del Golfo de Guayaquil. Los meses de mayo, septiembre y noviembre registran la presencia de esta especie en la costa continental ecuatoriana.

Otras especies
En los reportes de pesca se registran capturas de este grupo (chazo, hojita, carita, entre otras), con mayor incidencia en la zona del Golfo de Guayaquil y Bahía de Caráquez, como a lo largo de la costa ecuatoriana.

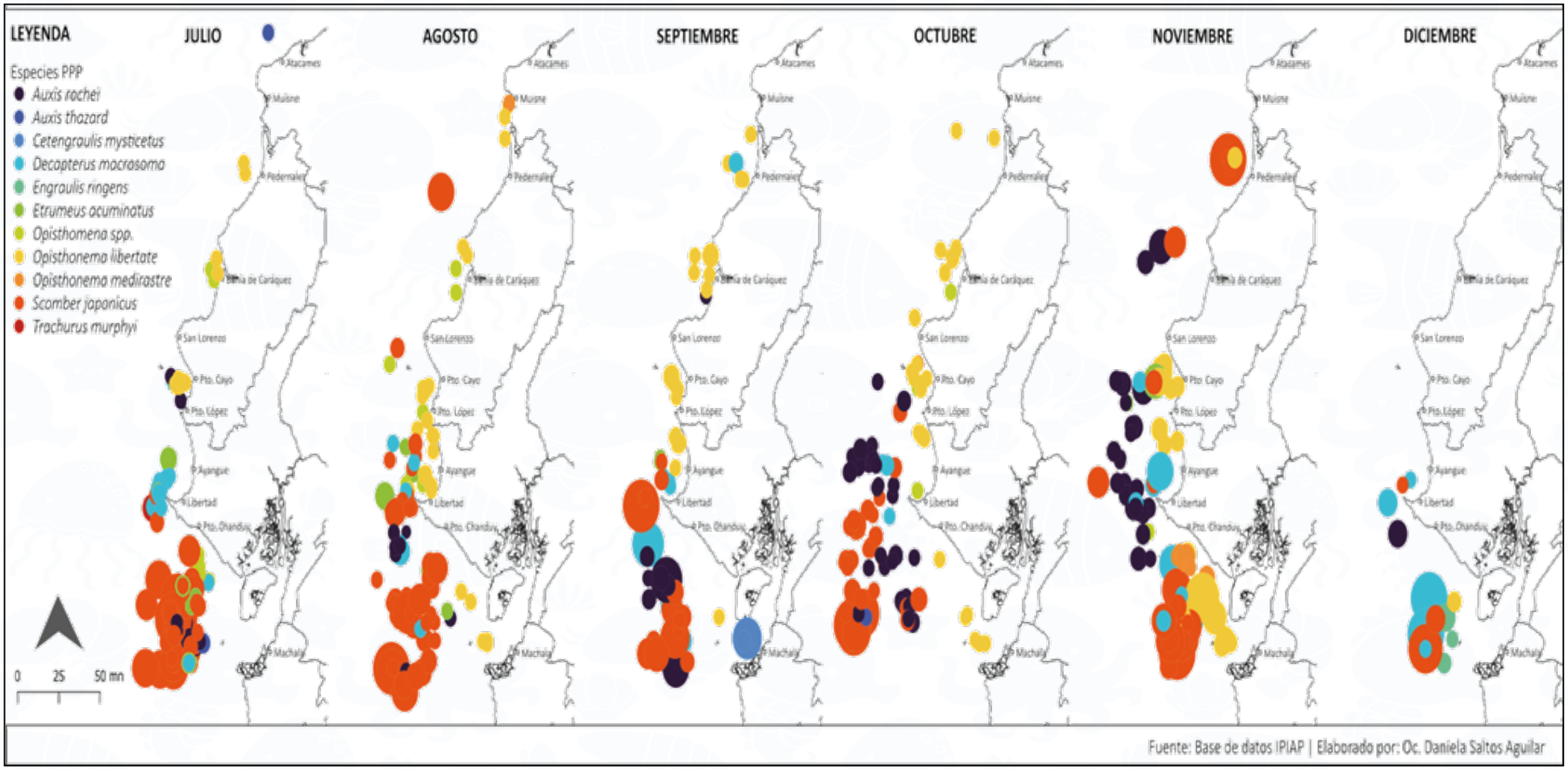


Figura 3b. Distribución mensual de las capturas de las principales especies de Peces Pelágicos Pequeños durante el segundo semestre 2022.

ASPECTOS BIOLÓGICOS
ÍNDICE GONADOSOMÁTICO (IGS)

Pinchagua *(Opisthonema* spp.)

Los promedios mensuales del IGS indican valores similares tanto en hembras como en machos, lo que representa una simultaneidad en el periodo de desarrollo gonadal; se registraron valores entre 0.3 y 7.0. Para hembras y machos de esta especie, el ciclo reproductivo inicia en noviembre con máximos picos reproductivos durante enero y febrero (Fig. 4).

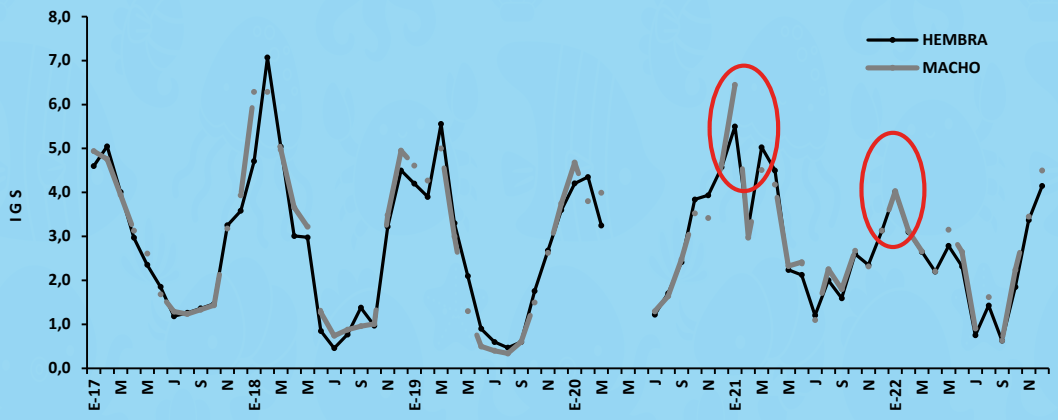


Figura 4. Promedios mensuales de índice gonadosomático para hembras y machos de ***Opisthonema* spp.**, durante 2017 – 2022; Segundo Trimestre 2020 paralizó la actividad de la flota debido a la pandemia por COVID.

Para los meses posteriores se registró el decrecimiento de los valores de IGS, lo cual se constata con la presencia de individuos juveniles en las capturas; para noviembre se registró un segundo pulso reproductivo, sin embargo, la intensidad es menor en relación a los mencionados anteriormente.

Macarela *(Scomber japonicus)*

El índice gonadosomático presentó una similitud para hembras y machos, durante 2022, sus rangos variaron entre 0.5 – 7.9; por lo general su ciclo reproductivo inicia en septiembre, registrando su mayor pulso en diciembre y enero (IGS: 12.4); En años anteriores se evidenció un marcado descenso en julio, a diferencia de 2022 donde se registran unos pulsos secundarios en julio y octubre (Fig. 5).

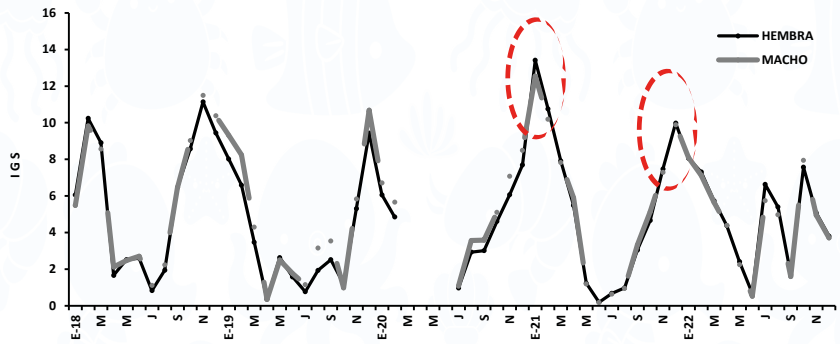


Figura 5. Promedios mensuales de índice gonadosomático para hembras y machos de Scomber japonicus, durante 2018 y 2022; Segundo Trimestre 2020 paralizó la actividad de la flota debido a la pandemia por COVID.

Botella *(Auxis* spp.)

Los valores promedios de IGS para esta especie no registraron pulsos reproductivos marcados; durante enero y marzo de 2021 y 2022 se observaron dos pulsos reproductivos cuyos valores de IGS fluctuaron entre 3.5 y 5.0, a diferencia de años anteriores donde se evidencia un pulso principal en febrero con valores fluctuantes entre 4.5 y 7.9. (Fig. 6).

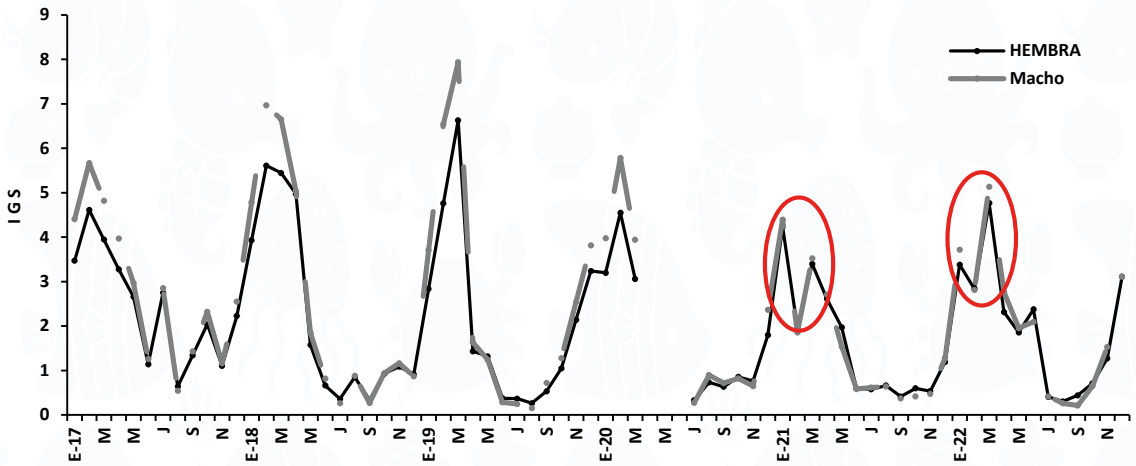


Figura 6. Promedios mensuales de índice gonadosomático para hembras y machos de ***Auxis* spp.**, durante 2017 - 2022. Segundo Trimestre 2020 paralizó la actividad de la flota debido a la pandemia por COVID.

ESTRUCTURA DE TALLAS

Macarela *(Scomber japonicus)*

Las clases de tallas fluctuaron entre 10 y 39 cm LF (Fig. 7). Por lo general durante enero - diciembre se presentaron varios grupos modales; entre mayo y julio fue evidente la presencia de individuos juveniles, con un valor de 96% de representatividad para junio; el 57% de los individuos analizados se encontraban bajo la Longitud Media de Madurez Sexual (Lm50% - 25 cm LF).

En la figura 8, se observa que las capturas de esta especie estuvieron mayormente representadas durante el primer cuatrimestre por individuos adultos, cuyo porcentaje promedio fluctuó entre 85% (enero - febrero) y 65% (marzo - abril).

La Talla Media de Captura (TMC) fue calculada en 25.5 cm LF para el total del periodo, se registró durante octubre un valor máximo de 31.8 cm LF y en junio un mínimo de 19.5 cm LF.

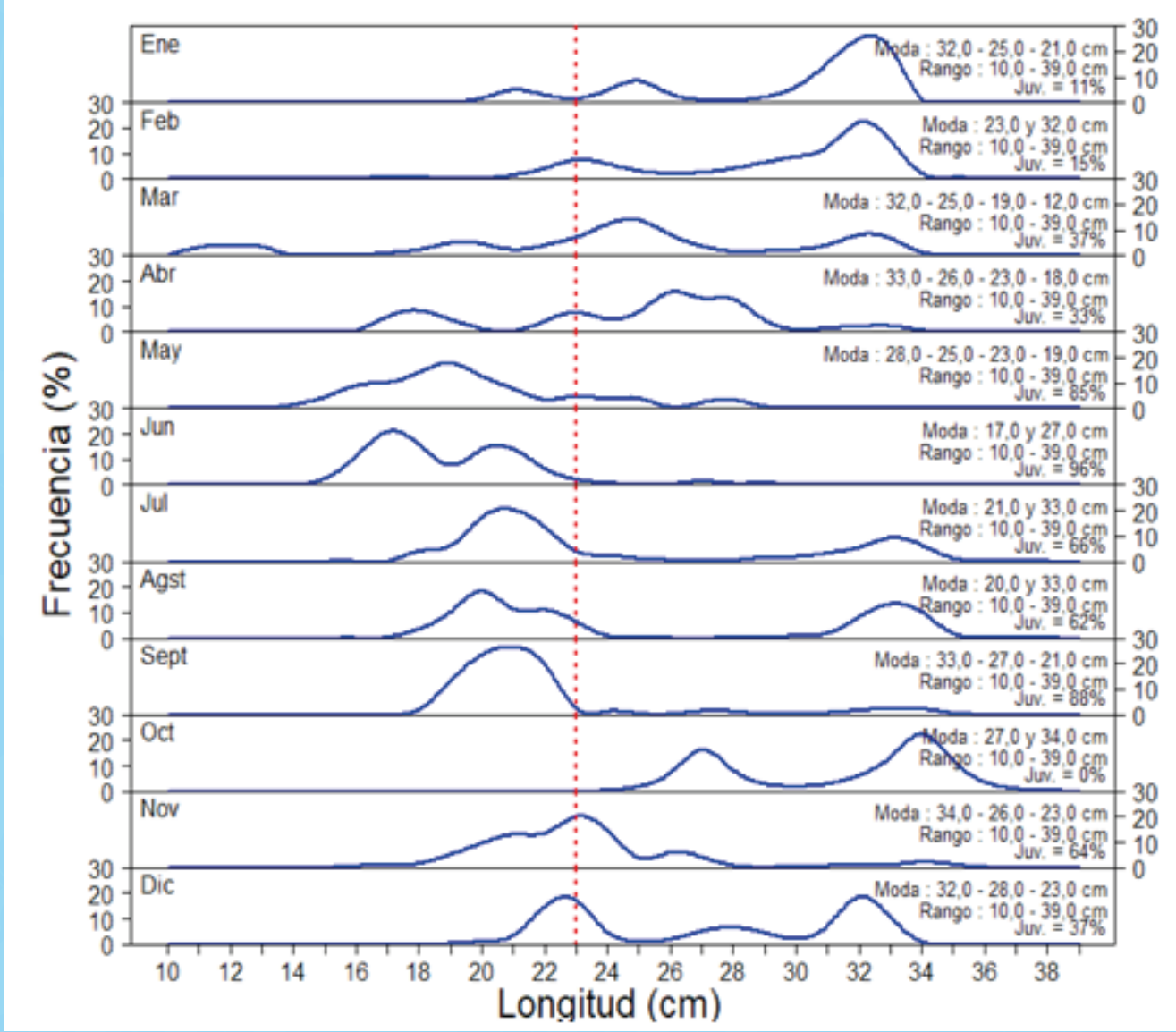


Figura 7. Estructura de Tallas, modas y presencia de juveniles de **Macarela** ***(Scomber japonicus)*** durante enero - diciembre 2022.

Botella *(Auxis* spp.*)*

El rango de tallas fluctuó entre 14 y 41 cm LF; se presentó una distribución unimodal, a diferencia de febrero a junio, donde la estructura de tallas registró una distribución bimodal. Fue evidente la presencia de individuos juveniles, en abril y junio, registrando una moda de 19 cm LF y 16 cm LF, respectivamente (Fig. 8). Aproximadamente el 91% de los individuos entre agosto y noviembre presentaron longitudes inferiores a la Longitud Media de Madurez Sexual estimada para esta especie (Lm50% - 25.3 cm LF). La Talla Media de Captura (TMC) fue calculada en 24.8 cm LF, registrándose en enero y junio un valor máximo (29.3 cm LF) y mínimo (18.3 cm LF) en la TMC, respectivamente.

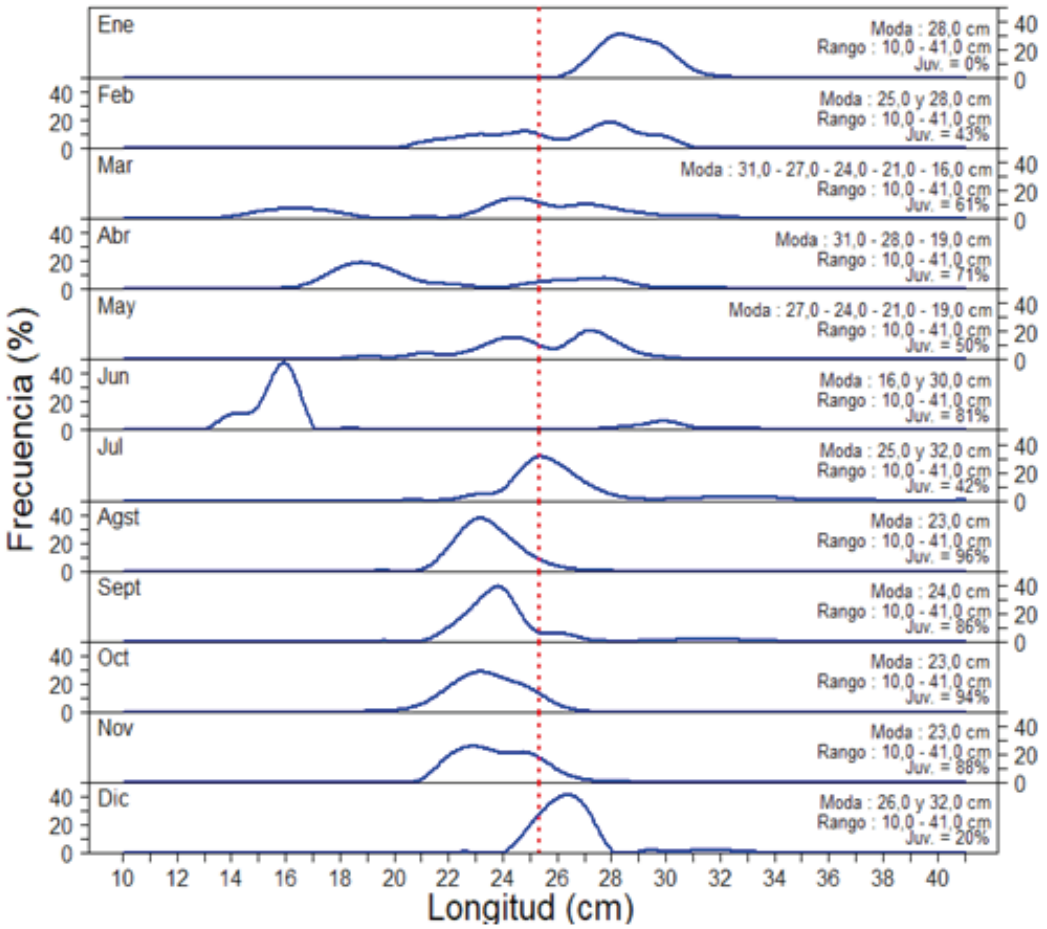


Figura 8. Estructura de Tallas, modas y presencia de juveniles de Botella ***(Auxis* spp.)** durante enero - diciembre 2022.

Pinchagua (*Opisthonema* spp.)

Se observa una estructura de tallas comprendida entre 11 y 33 cm de Longitud Total (LT), el 62 % de los individuos se encontraron por debajo de la Talla Media de Madurez Sexual estimada en 21.0 cm LT. Durante julio y octubre se registró una distribución unimodal de 22 y 20 cm LT, respectivamente, a diferencia de los meses restantes donde se registraron 3 y 4 grupos modales que fluctuaron entre 13 - 29 cm LT. (Fig. 9).

Aproximadamente el 62% de los individuos presentaron longitudes inferiores a la Longitud Media de Madurez Sexual (21.0 cm LT), siendo evidente la presencia de individuos juveniles, en junio, agosto y septiembre. La Talla Media de Captura (TMC) entre enero - diciembre 2022 fue calculada en 21.4 cm LT; se registró durante noviembre un valor máximo de 22.8 cm LF y un mínimo de 19.5 cm LF para septiembre.

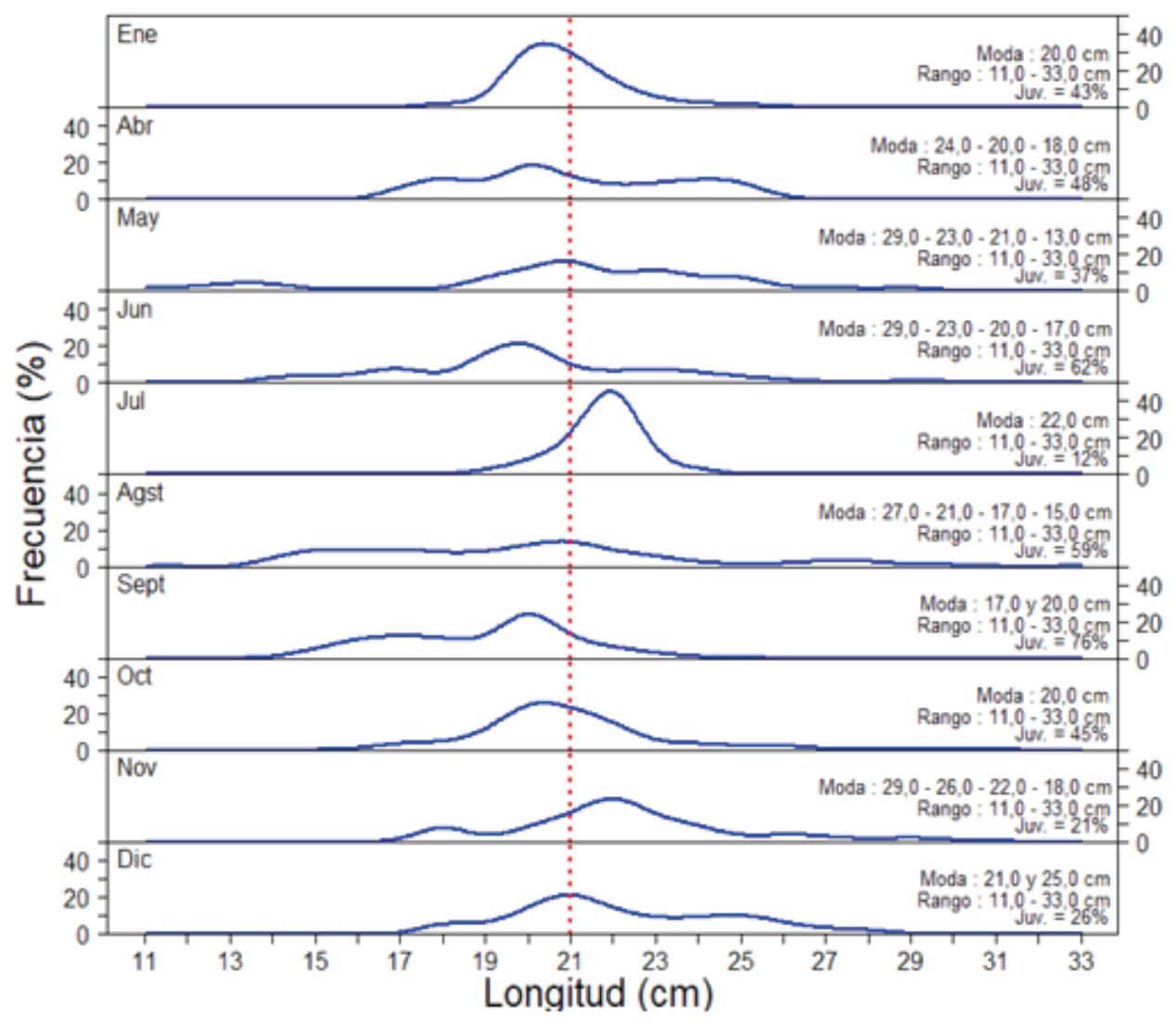


Figura 9. Estructura de Tallas, modas y presencia de juveniles de Pinchagua ***(Opisthonema* spp.),** durante enero - diciembre 2022.

Picudillo *(Decapterus macrosoma)*

El rango de tallas fluctuó entre 15 y 26 cm LF. Durante el 2022 se registró una distribución unimodal que fluctuó entre 20 y 22 cm LF, a diferencia de junio y diciembre donde se presentó una distribución bimodal.

Aproximadamente el 3% de los individuos presentaron longitudes inferiores a la Longitud Media de Madurez Sexual (Lm50% - 16,0 cm LF), siendo evidente en abril (Fig. 10).

La Talla Media de Captura (TMC) fue calculada en 20.6 cm LF, registrándose en enero y noviembre un valor máximo (22.3 cm LF) y un mínimo (18.0 cm LF) para abril.

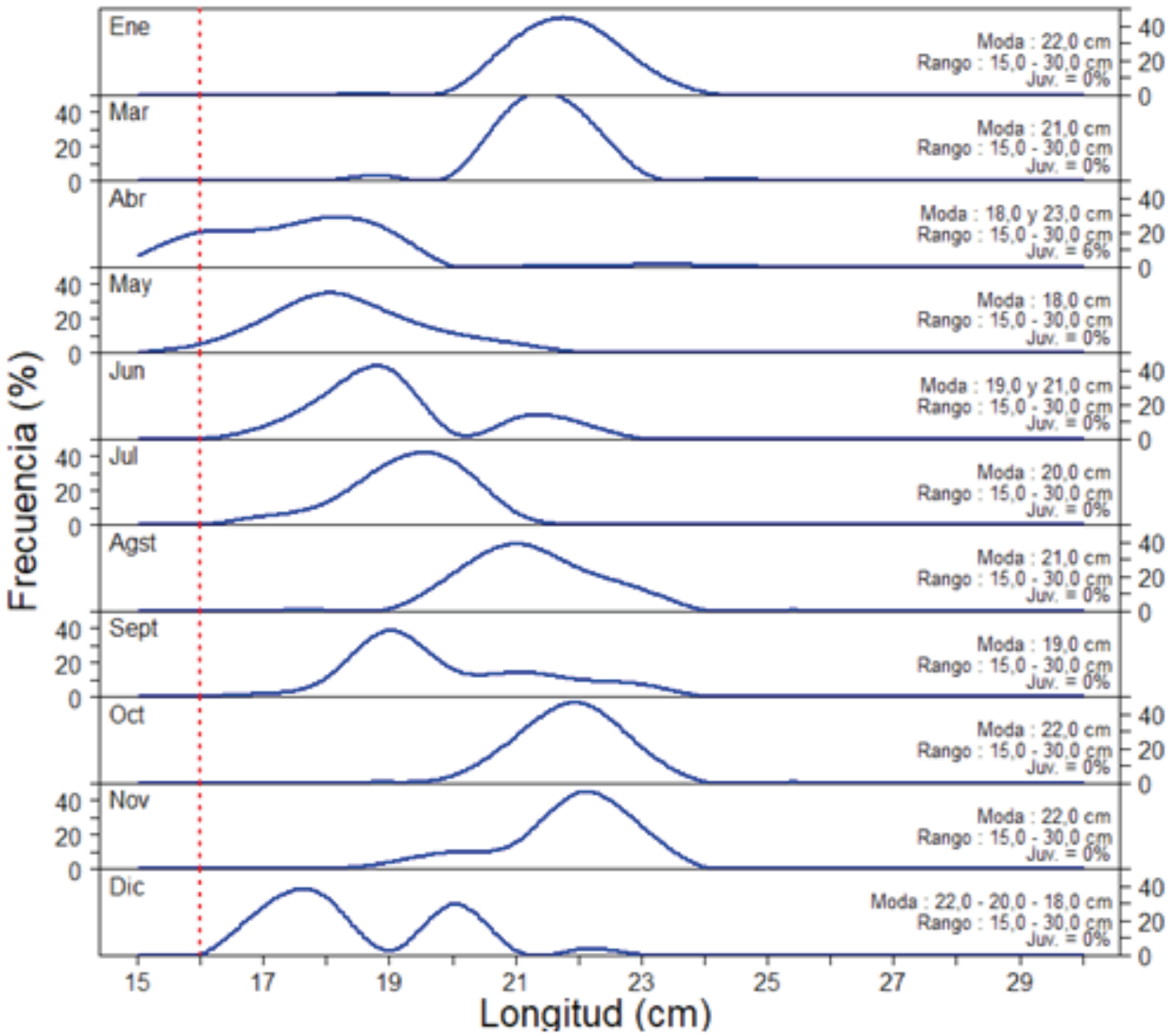


Figura 10. Estructura de Tallas, modas y presencia de juveniles de Picudillo ***(Decapterus macrosoma)*** durante enero - diciembre 2022.

Sardina Redonda *(Etrumeus acuminatus)*

El rango de tallas de las especies capturadas fluctuó entre 13 - 25 cm LF, registrándose una distribución unimodal (20 cm LF); el 13% de los individuos muestreados se encontraban por debajo de la talla media de madurez sexual calculada para esta especie (17.4 cm LF) (Fig. 11). La talla media de captura de sardina redonda se calculó en 20.1 cm LF.

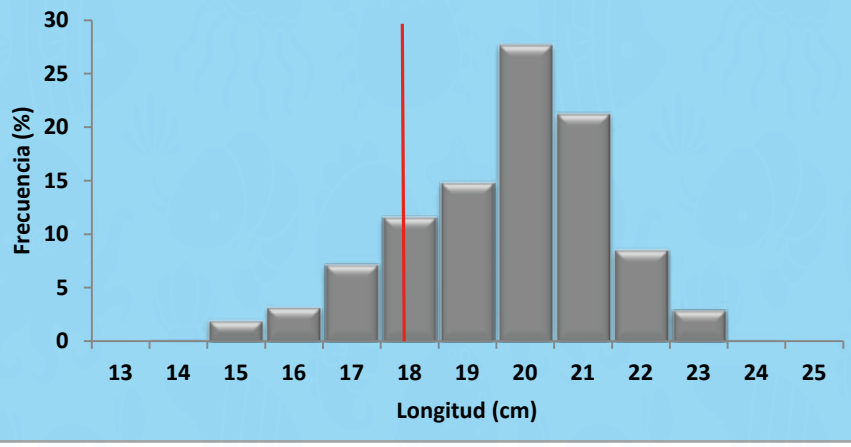


Figura 11. Estructura de Tallas y Talla Media de Madurez Sexual de Sardina Redonda ***(Etrumeus acuminatus)*** durante 2022.

Chuhueco *(Cetengraulis mysticetus)*

El rango de tallas fluctuó entre 10 y 19 cm LT; se registró una distribución unimodal de 13 cm LT. El 72% se encontró por debajo de la Talla Media de Madurez Sexual (Lm 50%) calculada en 14.4 cm LT para esta especie (Fig. 12). La Talla Media de Captura (TMC) fue calculada en 15.0 cm LT.

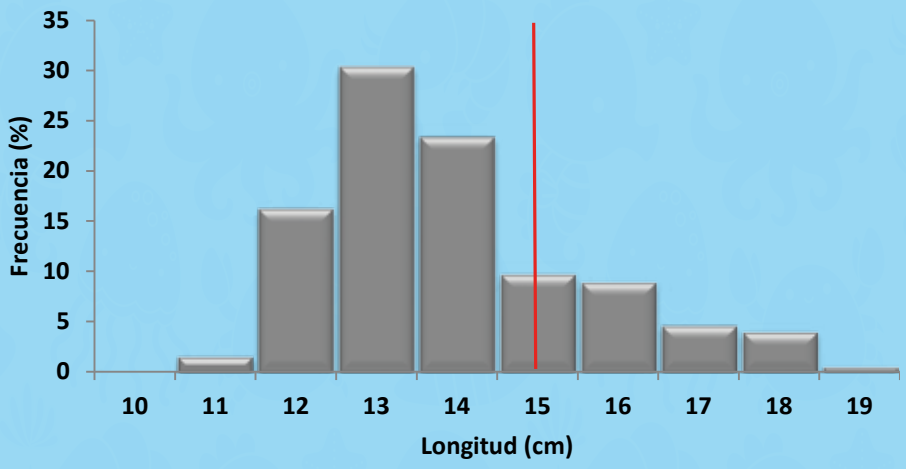


Figura 12. Estructura de Tallas y Talla Media de Madurez Sexual de Chuhueco ***(Cetengraulis mysticetus)*** durante 2022.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Las embarcaciones de clase I, II , las denominadas "rizos" -que mayormente realizan su actividad extractiva dentro de las primeras millas náuticas-, el chinchorro de playa, el uso inadecuado de artes de pesca, factores ambientales, así como también la captura de especies juveniles, entre otros aspectos, provocan la disminución significativa de las capturas de peces pelágicos pequeños. Estos factores se reflejan en la estructura de tallas registradas en este periodo, disminución de la talla promedio de captura, afectando negativamente a la población, su capacidad reproductiva y a la biomasa de los recursos.

En los últimos nueve años se ha registrado un incremento importante en la actividad extractiva de los barcos de clase I, reflejado en el aumento del esfuerzo pesquero dirigido hacia pinchagua y peces, debido a que la mayoría de estas embarcaciones pescan dentro de las ocho millas. De un promedio de 142 embarcaciones activas para el periodo 2014 - 2017 (Jurado et al., 2017), para el 2022 se registraron 212 barcos, representando un marcado incremento de 43.1% en relación al periodo 2021.

Entre las principales especies desembarcadas por la flota cerquera - sardinera durante el 2022 se encuentra la macarela cuya captura registró el mayor porcentaje (158 121 t, 58%), principalmente durante el primer y tercer trimestre, especialmente en febrero, con una tendencia similar al 2021.

La segunda especie pelágica, en orden de abundancia, fue la botella que representó el 15% (40 133 t), evidenciándose mayores capturas durante marzo. En relación al 2021, los desembarques de esta especie se incrementaron en un 33%.

La pinchagua registró 22 064 t, representando el 8% del total capturado por la flota. Esta especie es capturada generalmente por embarcaciones particulares con menor capacidad de bodega (clases I y II) y en zonas más costeras. Su desembarque se lo realiza en playa donde es eviscerada y comercializada a las empresas conserveras o para consumo humano directo. Para el 2022 los desembarques de esta especie se triplicaron en comparación al 2021; este incremento puede deberse a las regulaciones aplicadas en los últimos años (veda por reproducción y protección de juveniles).

El picudillo *(Decapterus macrosoma)*, representó el 4.5% (12 348 t) de las capturas. Esta especie pelágica pequeña durante los últimos años ha aportado con significativos desembarques dentro de esta pesquería, se la emplea para la elaboración de harina de pescado, así como también para consumo directo y/o conservas. Se estima que el aporte en los desembarques está alrededor de los 12 000 t anuales, siendo sus mayores registros entre mayo y agosto.

El desembarque de especies secundarias, consideradas dentro del grupo "OTROS", representó el 10% (27 267,9 t), registrándose un ligero incremento (12%) en relación al 2021. La gallineta y trompeta fueron las más representativas, con similar tendencia a la reportada en años anteriores; especies como chazo, carita, hojita, cachema, caballa verde, voladora, entre otras demersales, conforman este grupo. Los desembarques de estas especies son principalmente destinados para su reducción para harina de pescado y en menor proporción se comercializa pescado fresco-congelado para su distribución para el mercado local.

La presencia de jurel es ocasional frente a nuestras costas y por lo general es capturada por embarcaciones pertenecientes a las clases II, III y IV (González, 2011); durante 2022 se reportaron capturas de 27 t de esta especie cuyo desembarque correspondió a julio, mes que reportó una temperatura de 16 ºC en la columna de agua entre los 30 y 50 m (IPIAP-Unidad de Recursos Oceanográfico y Cambio Climático-ROCC), en este caso, los cardúmenes de jurel prefieren rangos de temperatura entre 15 y 20 °C (Dioses, 2013).

Es importante recalcar la presencia de anchoveta en los desembarques de la flota cerquera-sardinera durante mayo y noviembre 2022. La captura de esta especie (típica de aguas frías), se ha venido reportando durante los últimos tres años pero en pequeños volumenes, en comparación a los otros pelágicos.

La presencia de esta especie en aguas ecuatorias puede responder a las bajas temperaturas que se presentaron durante este año, atípica para nuestras costa que se declaró un posible fenómeno de La Niña.

BIBLIOGRAFÍA

Dioses, Teobaldo. 2013. Patrones de distribución y abundancia del jurel Trachurus murphyi en el Perú. Revista Peruana de Biología, 20(1), 067-074. Recuperado en 22 de agosto de 2023, de **http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332013000100010&lng=es&tlng=es.**

González, N. 2011. Presencia de jurel (Trachurus murphyi) en aguas ecuatorianas. Informe Ejecutivo Instituto Nacional de Pesca. 6 pp.

Jurado, V. N. González y F. Aguilar. 2017. Seguimiento la Pesquería de Peces Pelágicos Pequeños durante 2017. Instituto Nacional de Pesca. (Informe Anual).

IPIAP, 2019. Protocolo de obtención de datos del programa de observadores de la flota industrial de peces pelágicos pequeños.**https://institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/protocolo-de-obtencion-de-datos-del-programa-de-observadores-de-la-flota-industrial-de-peces-pelagicos-pequenos.pdf**

McHugh, L. J. 1985. The estuarine ecosystem integrated: Foreword, p. 9-16. In A. Yáñez-Arancibia (ed). Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: Towards and ecosystem integration. UNAM, México D.F., México.

Nikolsky, G. V. (1963). The Ecology of Fishes. Academic Press Inc. London. P. 352 p.

Sparre, P. y S. C. Venema, 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1 - Manual. FAO Doc. Tec. de Pesca 306/1, Roma, 420p.

SRP, 2021. ACUERDO Nro. MPCEIP-SRP-2021-0241-A.
https://srp.produccion.gob.ec/repositorio-de-normativas-pesqueras/?pageNumber=2

ANÁLISIS DE ESTRUCTURA DE TALLAS DE DORADO *Coryphaena hippurus*, DESEMBARCADO EN LOS PUERTOS PESQUEROS DE MANTA (PROVINCIA DE MANABI) Y SANTA ROSA (PROVINCIA DE SANTA ELENA), DURANTE 2022

Análisis de Estructuras de tallas de Dorado *Coryphaena hippurus*, desembarcado en los puertos pesqueros de Manta (Provincia de Manabí) y Santa Rosa (Provincia de Santa Elena), durante 2022

Carmen Cabanilla.[1]
[1] Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca, ccabanilla@institutopesca.gob.ec

RESUMEN

Se presenta el análisis de la estructura de tallas de *Coryphaena hippurus* con datos proveniente de muestreos mensuales realizados en los puertos pesqueros de Manta y Santa Rosa durante 2022. Se analizaron un total de 2 067 hembras y 976 machos, el rango de tallas registrado para hembras fue de 40 a 155 cm de longitud furcal (LF) y para machos de 45 a 150 cm LF. La talla promedio de captura para machos fue mayor (93.3 cm LF) que las hembras (80.7 cm LF). Se encontraron diferencias significativas en la longitud furcal entre hembras y machos y entre puertos. En el puerto de Manta se registró las mayores tallas promedio versus el puerto de Santa Rosa, tanto para hembras como para machos.

Palabras claves: Estructura de tallas, dorado.

ABSTRACT

The analysis of the size structure of ***Coryphaena hippurus*** is presented with data from monthly sampling carried out in the fishing ports of Manta and Santa Rosa during 2022. A total of 2,067 females and 976 males were analyzed, the size range recorded for females. It was 40 to 155 cm furcal length (LF) and for males 45 to 150 cm LF. The average capture size for males was greater (93.3 cm LF) than females (80.7 cm LF). Significant differences were found in furcal length between females and males and between ports. The largest average sizes were recorded in the port of Manta versus the port of Santa Rosa, for both females and males.

Keywords: Size structure, dolphin fish.

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, la pesquería artesanal de dorado ***(Coryphaena hippurus)*** es de mucha importancia, por los volúmenes de pesca desembarcados (Contreras y Revelo, 1991; Elías et al., 2011; Bravo y Balarezo, 2012). Datos de la Cámara Nacional de Pesquería (Anastacio, 2022) informan, que entre enero a julio 2022 se ha exportado alrededor de 648.73 toneladas de dorado congelado por un valor FOB de $6.237,45 y 4.027,09 toneladas de filetes de dorado por un valor FOB de $53.640,53

Esta actividad pesquera se realiza principalmente en los puertos de Esmeraldas, Tonchigue, Manta, San Mateo, Santa Rosa y Anconcito (Martínez-Ortiz y Guerrero, 2013; Martínez et al., 2015). La principal temporada de pesca de dorado se realiza de diciembre a marzo, registrándose desembarques totales promedio de hasta 14 000 toneladas anuales (Mero, 2010). Esta pesquería está regulada por el Acuerdo Ministerial N°070, el cual incluye una veda establecida entre el 1 de julio al 7 de octubre de cada año.

Para la sostenibilidad del recurso se requiere desarrollar el conocimiento sobre los aspectos biológicos y pesqueros (Martínez-Ortiz et al., 2015), así como la dinámica poblacional de la especie (Retamales et al., 2008; Bravo-Vázquez y Balarezo-Cedeño, 2012).

El presente informe analiza los datos biométricos del dorado, registrados durante los desembarques en los puertos pesqueros de Manta y Santa Rosa, durante 2022, con el objetivo de contribuir con el conocimiento de la estructura de tamaños que están siendo extraídos del ecosistema y que sirva a los evaluadores de stock como insumo para determinar su estado poblacional en la conservación del recurso y sostenibilidad de la pesquería.

METODOLOGÍA

La data analizada procede del monitoreo biológico de dorado desembarcado en los puertos pesqueros de Manta (provincia de Manabí) y Santa Rosa (provincia de Santa Elena), realizado por el Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca.

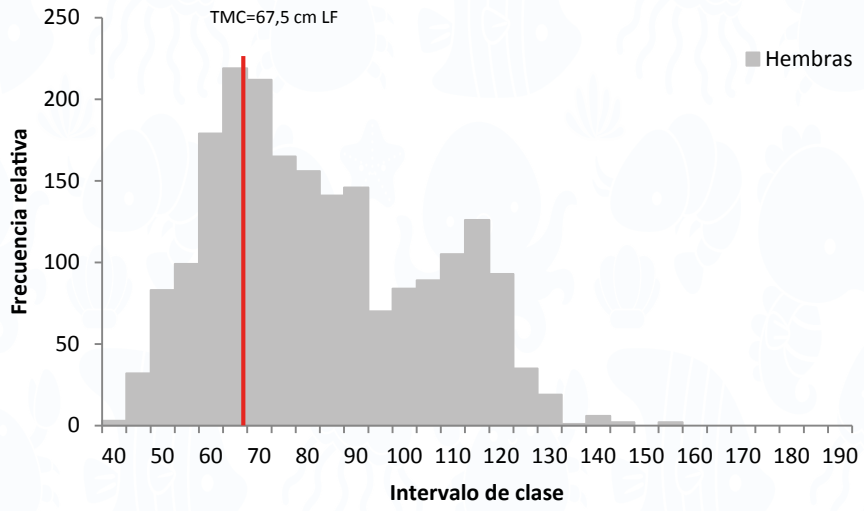
Las tallas fueron registradas considerando la longitud furcal al centímetro inferior. Se elaboraron histogramas de frecuencia por sexo y puerto. Se agruparon los individuos utilizando un intervalo de clase de 5 cm LF para mostrar detalles en la distribución y visualización en la aparición de los grupos modales.

Para evaluar diferencias en la talla media de captura entre sexos y entre puertos pesqueros, se aplicó un ANOVA no paramétrico de una vía, utilizando el software QED Statistics 2007, posteriormente para evaluar la variación de la longitud furcal por sexos entre meses, se aplicó el test Kruskal-Wallis esta prueba se basa en rangos y medianas en lugar de promedios y varianzas.

RESULTADOS

ESTRUCTURA DE TALLAS

Se analizaron un total de 3 043 especímenes de dorado para los puertos de Manta y Santa Rosa, de los cuales 2 067 (67.9%) fueron hembras y 976 (32.1%) machos. La composición de tallas para hembras fue de 40 a 155 cm LF y 45 a 150 cm LF para machos, con dos grupos modales para machos en 80 y 95 cm LF y para hembras 65 y 70 cm LF (Fig. 1). El 36.3% de hembras y 17.1% de machos estuvieron por debajo de la talla mínima de captura estimada para esta especie (67.5 cm LF); se encontró una proporción macho-hembra de 1:2, lo que en términos generales esta particularidad podría estar asociada a) existencia de mayor probabilidad de encuentros reproductivos entre ambos sexos, dado que en la población actual existe por cada ejemplar macho dos ejemplares hembras, o b) un factor de selectividad asociado a las hembras, dado que en especies con dimorfismo sexual esto puede influenciar la proporcionalidad.



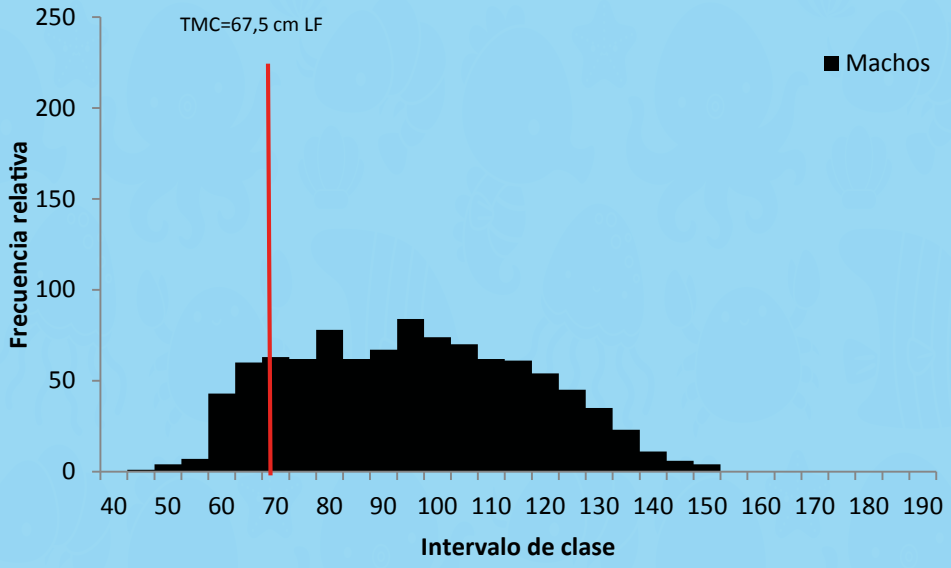
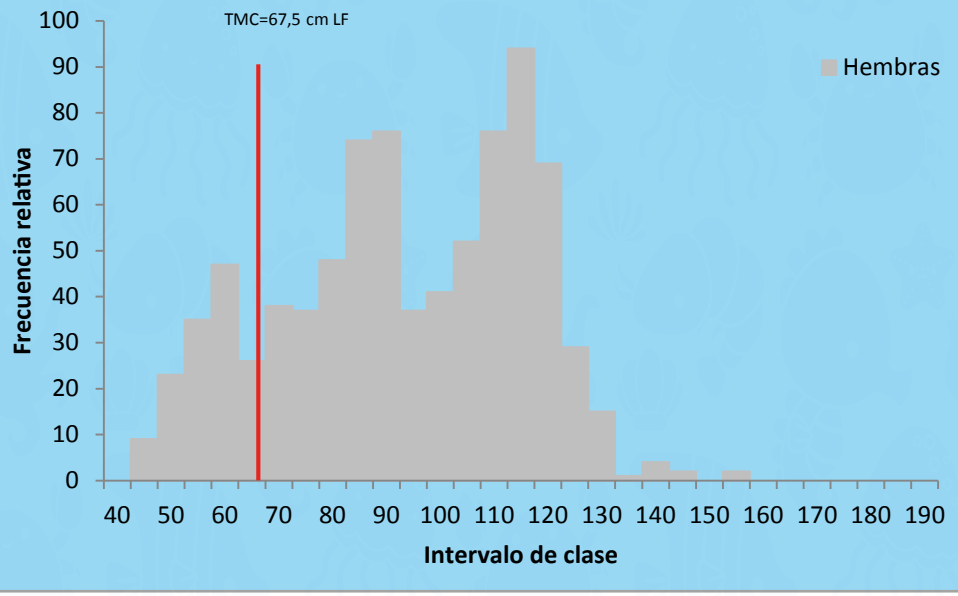


Figura 1. Frecuencia relativa de tallas para hembras y machos de dorado ***(Coryphaena hippurus),*** durante el 2022

ESTRUCTURA DE TALLA POR PUERTO

PUERTO DE MANTA

Se analizaron un total de 1 255 ejemplares de dorado, de los cuales 835 (66.5%) fueron hembras y 420 (33.5%) machos. El rango de tallas para ejemplares hembras estuvo representado entre 45 a 155 cm LF y de 45 a 150 cm LF para los machos. Se identificó un grupo modal para las hembras en 115 cm LF y para los machos fue multimodal en 95, 105 y 115 cm LF. En las hembras el 21.3% se encontraba por debajo de la talla mínima de captura y en los machos correspondió el 4.5% (Fig. 2). La proporción sexual fue de 1:1.98.



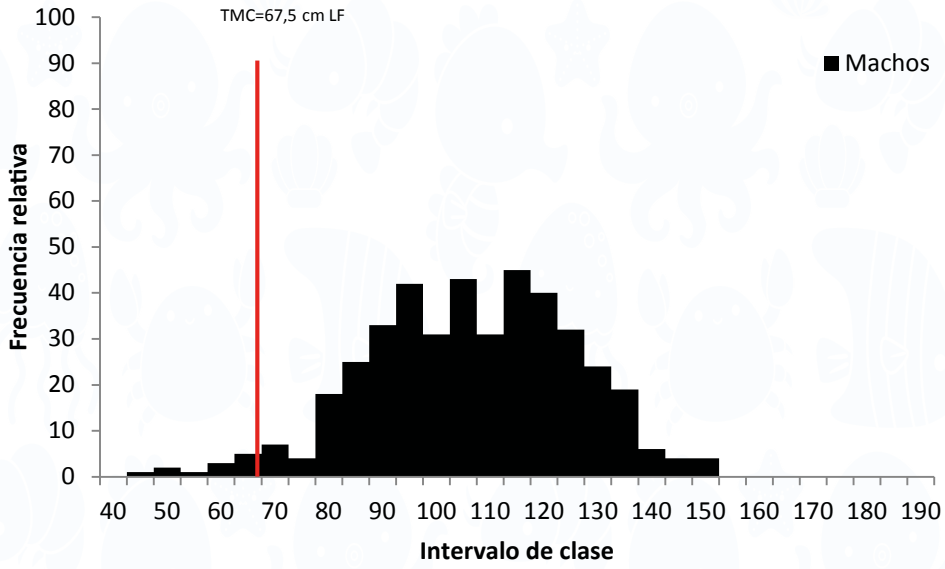
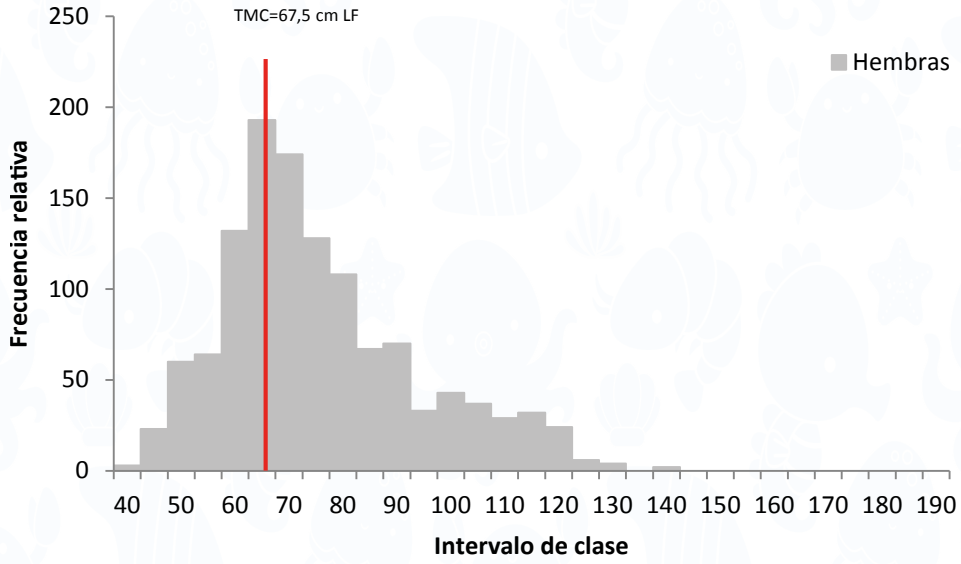


Figura 2. Frecuencia relativa de tallas para hembras y machos de dorado ***(Coryphaena hippurus)*** en el puerto de Manta, durante 2022.

PUERTO DE SANTA ROSA

En esta localidad pesquera se analizaron un total de 1 788 ejemplares de ***C. hippurus,*** de los cuales el 68.9% correspondieron a hembras y 31.1% a machos. Las hembras presentaron un rango de tallas de 40 a 140 cm LF con una moda principal de 65 cm LF mientras que en los machos el rango de tallas estuvo entre 50 a 145 cm LF con una moda principal entre 70 - 80 cm LF.

El 38.6% de hembras y 18.5% de machos se encontraban por debajo de la talla mínima de captura (67.5 cm LF). La proporción sexual fue de 1:2.2, lo que indica mayor presencia de hembras (Fig. 3)



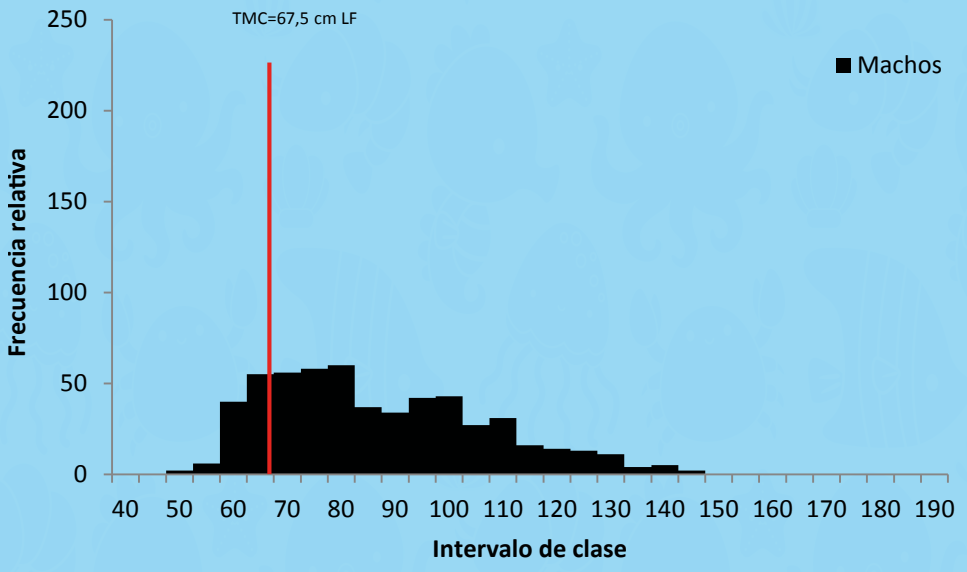


Figura 3. Frecuencia de tallas para hembras y machos de dorado ***(Coryphaena hippurus)*** en el puerto de Santa Rosa, durante 2022.

ESTRUCTURA DE TALLAS POR SEXO Y MES

Se examinaron en total 3 043 ejemplares de dorado capturados mediante palangre de superficie. Se observó que las hembras presentaron tallas grandes en febrero y marzo; mientras que, predominaron tallas más pequeñas en julio y octubre. Por otro lado, los machos presentaron mayores tallas en febrero y marzo, en contraste con tallas más pequeñas que se registraron en julio, octubre y noviembre (Fig. 4).

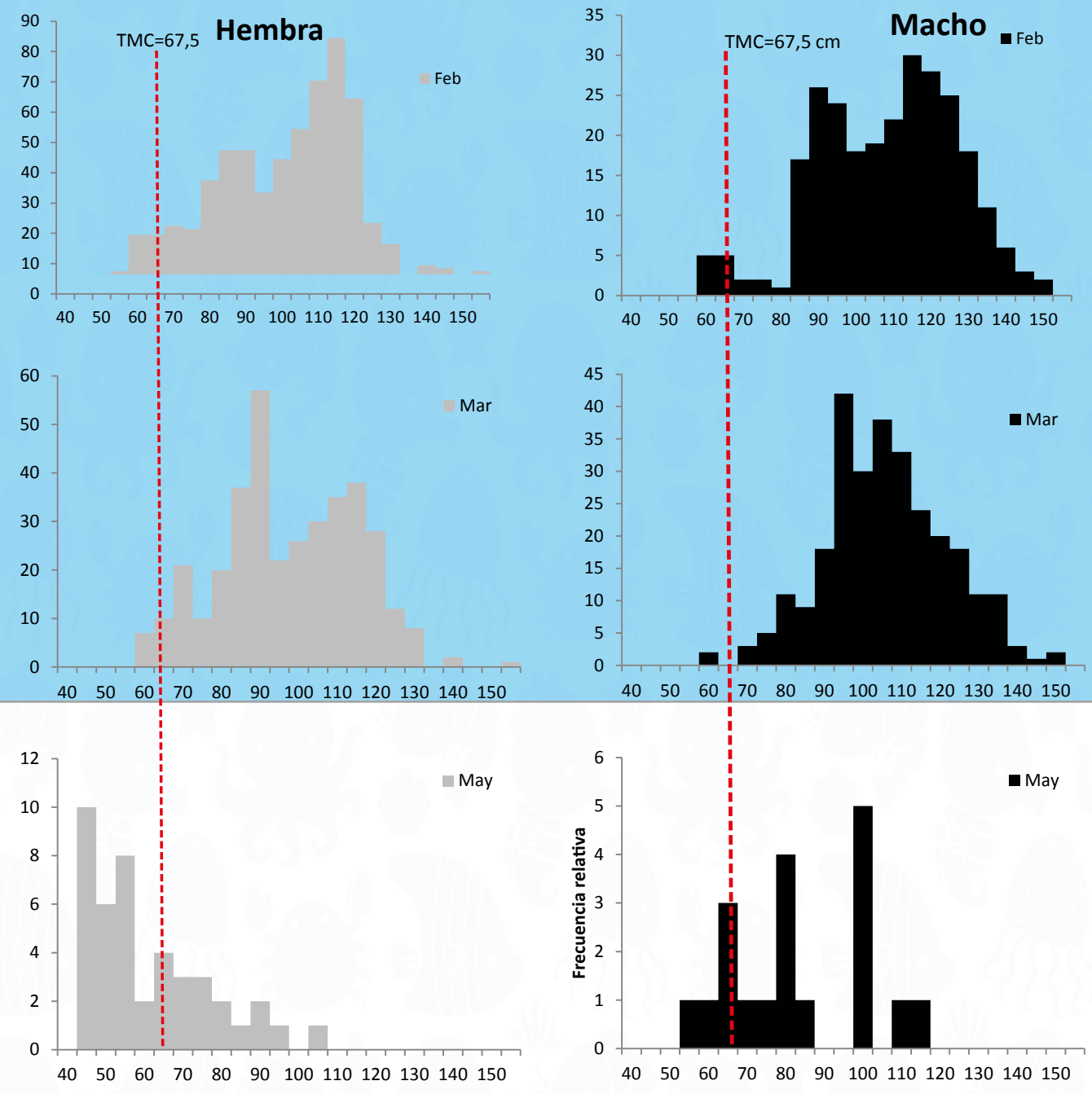


Figura 4. Distribución de frecuencia de tallas mensual por sexo y mes de dorado ***(Coryphaena hippurus),*** durante 2022

Carmen Cabanilla

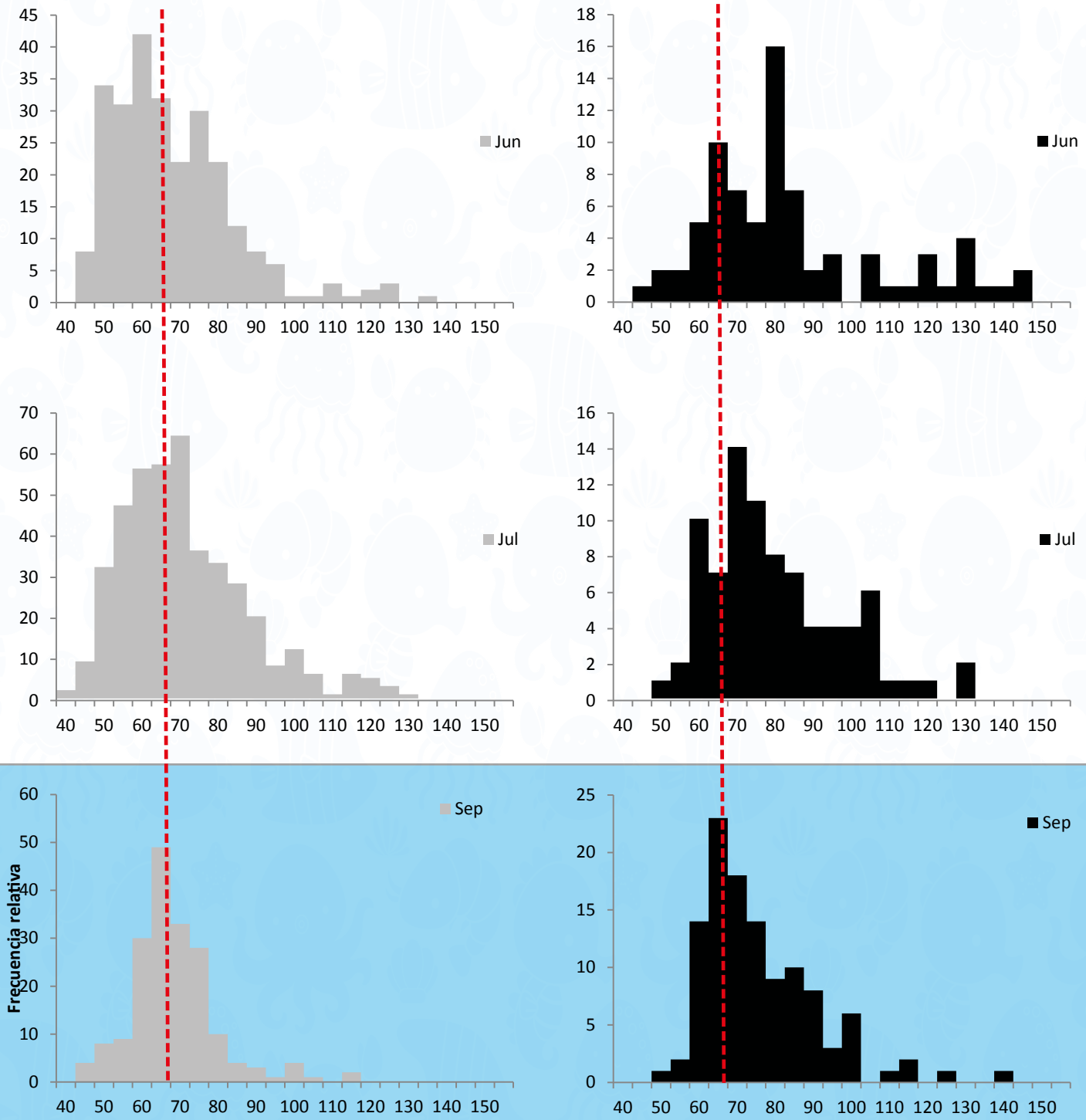


Figura 4. Distribución de frecuencia de tallas mensual por sexo y mes de dorado ***(Coryphaena hippurus),*** durante 2022

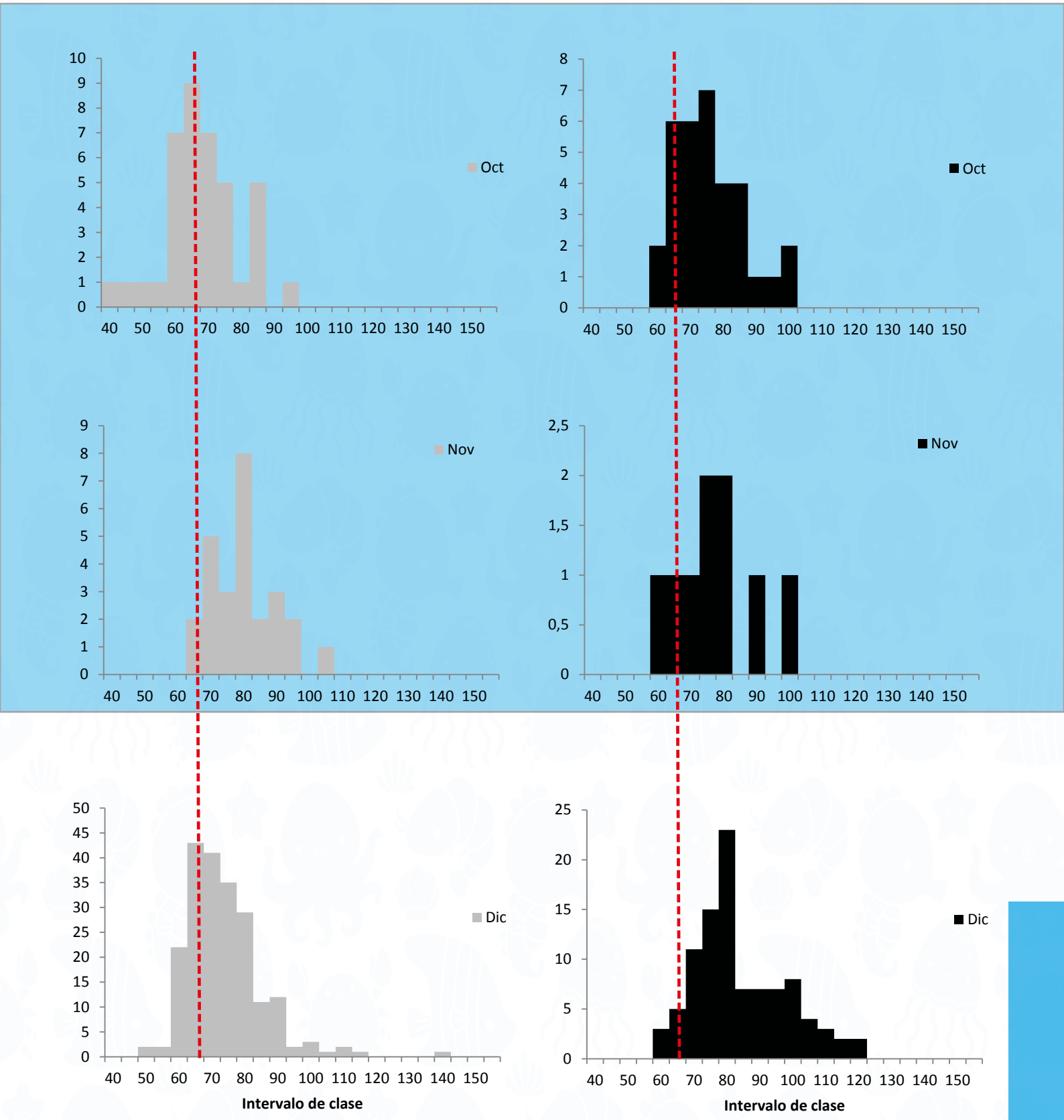


Figura 4. Distribución de frecuencia de tallas mensual por sexo y mes de dorado ***(Coryphaena hippurus),*** durante 2022

ANÁLISIS DE VARIANZA

El análisis estadístico determinó, para el total de datos, diferencias significativas en la talla promedio entre hembras y machos ($F(1.0096) = 0.43$ $p < 0.05$), observando que la talla promedio para machos (93.3 cm LF) fue mayor que las hembras (80.7 cm LF) (Fig. 5).

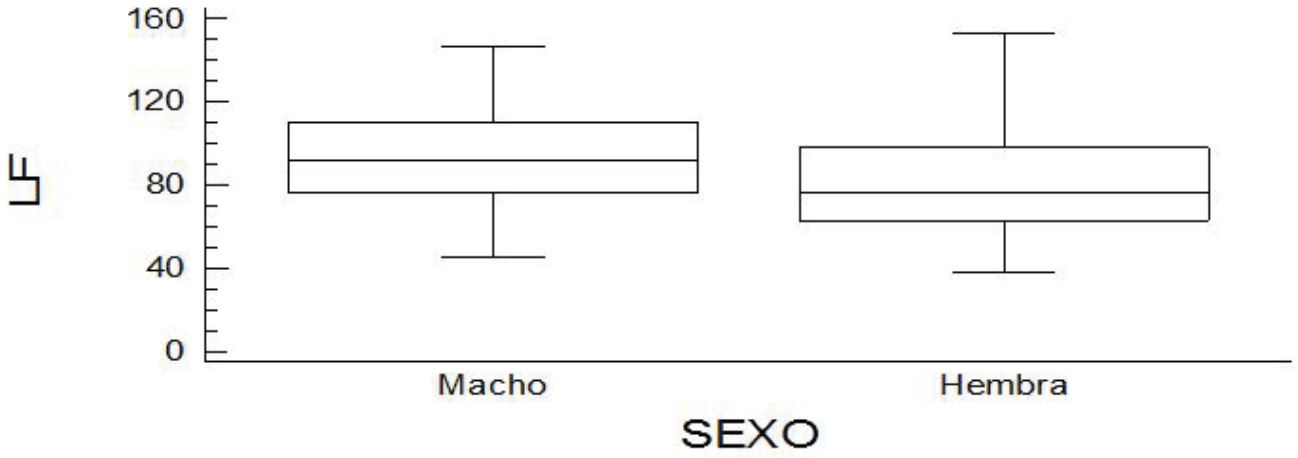


Figura 5. ANOVA Longitud furcal entre sexos de ***(Coryphaena hippurus),*** durante 2022

ANOVA DE LA LONGITUD FURCAL DE DORADO ENTRE PUERTOS

Se encontraron diferencias significativas en la talla promedio entre puertos, tanto para hembras como machos (Fig. 6 y 7) ($F(1.079) = 0.11$ $p < 0.05$).

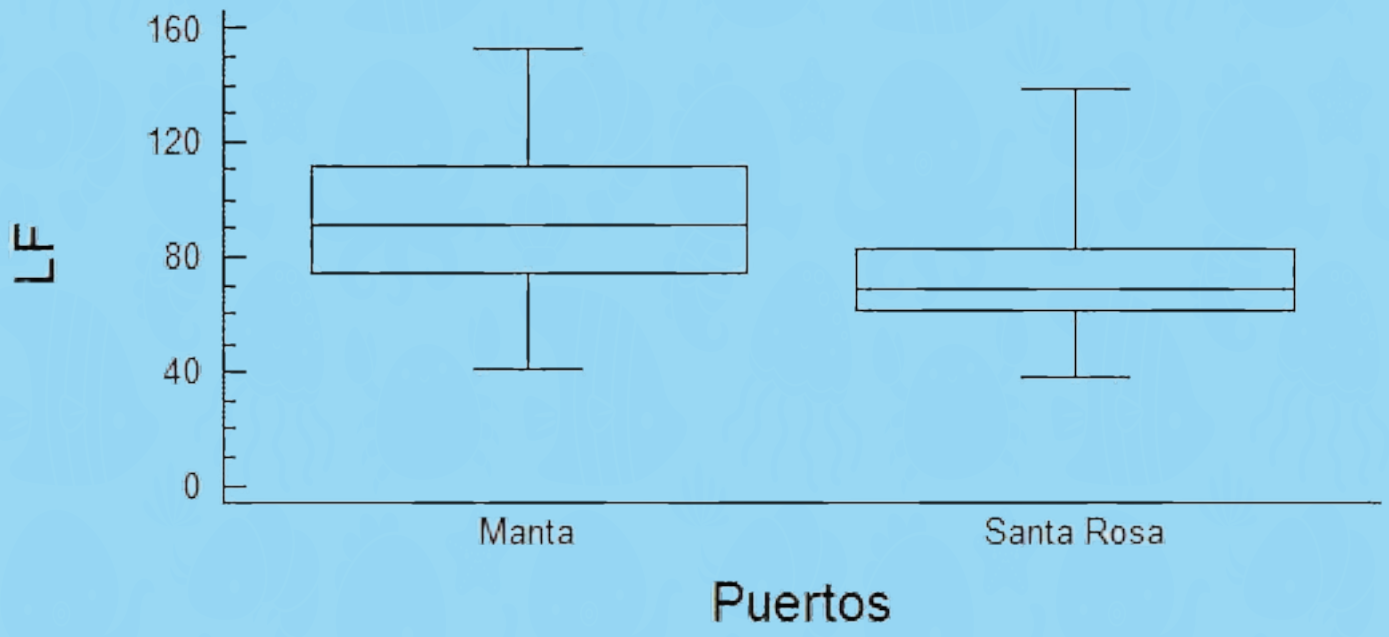


Figura 6. ANOVA de longitud furcal entre hembras de ***(Coryphaena hippurus)*** por puerto, durante 2022

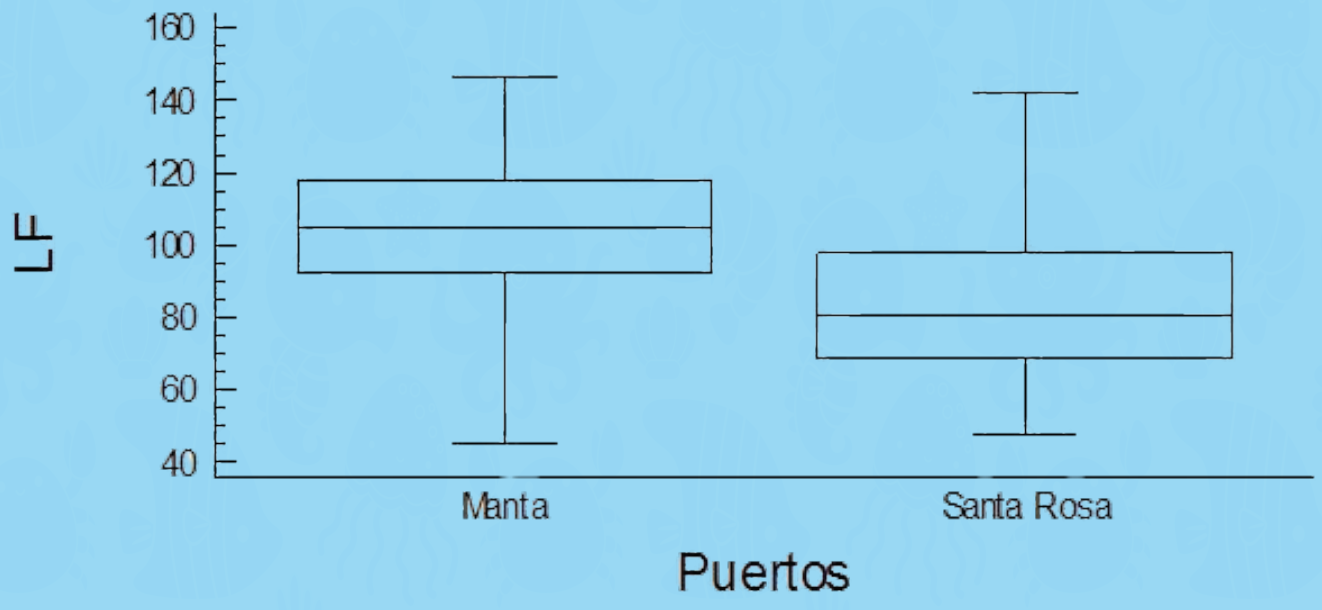


Figura 7. ANOVA de longitud furcal entre machos de ***(Coryphaena hippurus)*** por puerto, durante 2022

ANOVA DE LA LONGITUD FURCAL ENTRE MACHOS Y HEMBRAS DE DORADO EN EL PUERTO DE MANTA

Se encontraron diferencias significativas en la talla entre hembras y machos ($F(1.43) = 1.62$ $p < 0.05$), observando que la talla promedio para hembras (91.2 cm LF) fue menor que los machos (104.4 cm LF) (Fig. 7).

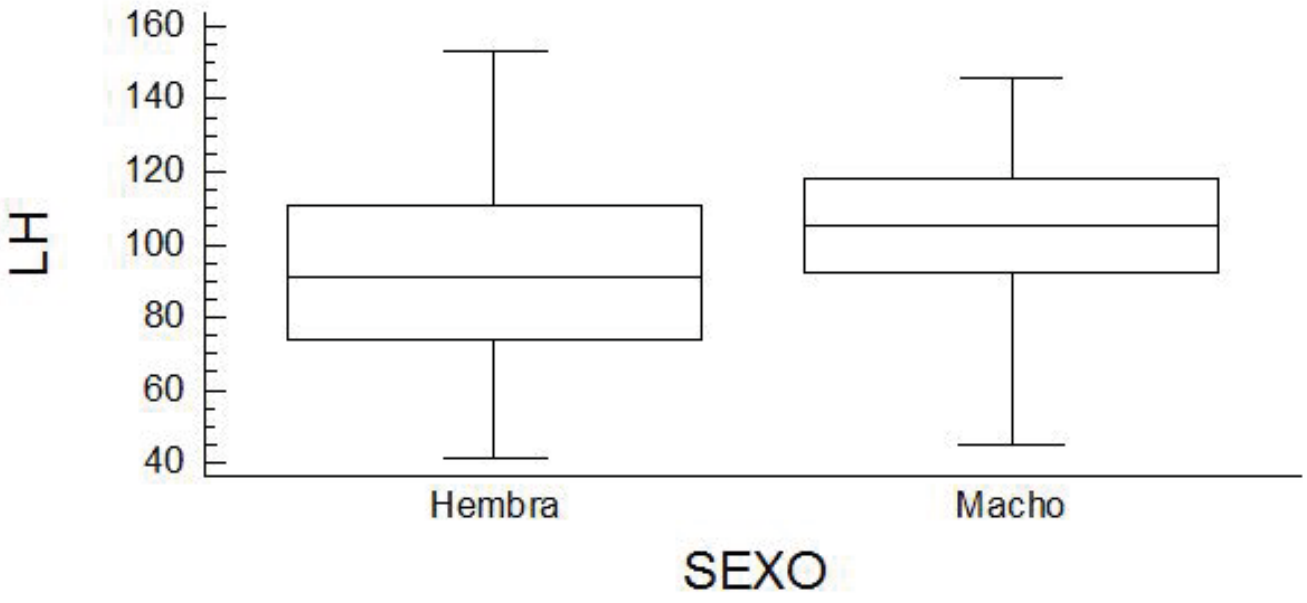


Figura 8. ANOVA longitud furcal entre dorado ***(Coryphaena hippurus)*** en el puerto de Manta.

ANOVA DE LA LONGITUD FURCAL ENTRE MACHOS Y HEMBRAS DE DORADO EN EL PUERTO DE SANTA ROSA

El análisis estadístico determinó diferencias significativas en la talla promedio entre hembras y machos (F (0.822) = 0.88 p < 0.05), observando que la talla promedio para hembras (73.6 cm LF) fue menor que los machos (85.0 cm LF) (Fig. 8).

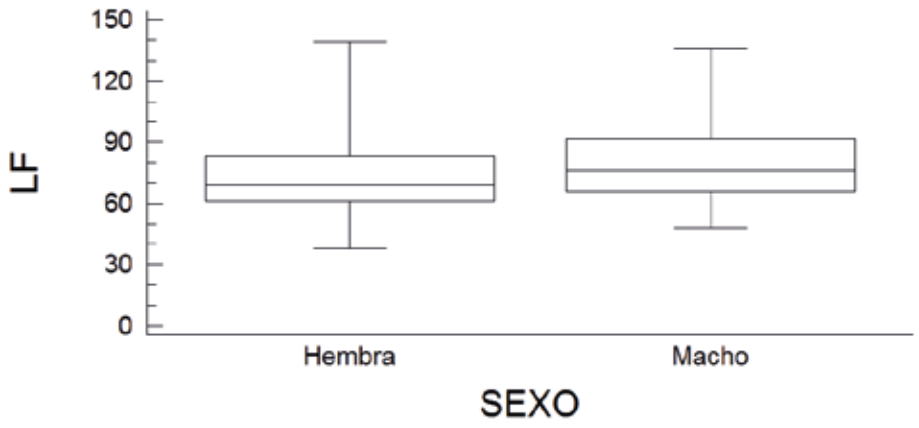


Figura 9. ANOVA longitud furcal entre sexos de ***(Coryphaena hippurus)*** en Santa Rosa, durante 2022.

ANOVA DE LA LONGITUD FURCAL ENTRE SEXOS COMBINADOS DE DORADO POR MES

El análisis estadístico determinó, diferencias significativas para el total de datos de manera mensual (F (292.2) = 1.9 p < 0.05), observando que la talla promedio fue mayor en febrero (102 cm LF) mientras que en mayo se registró la menor talla promedio (66 cm LF) (Fig. 9).

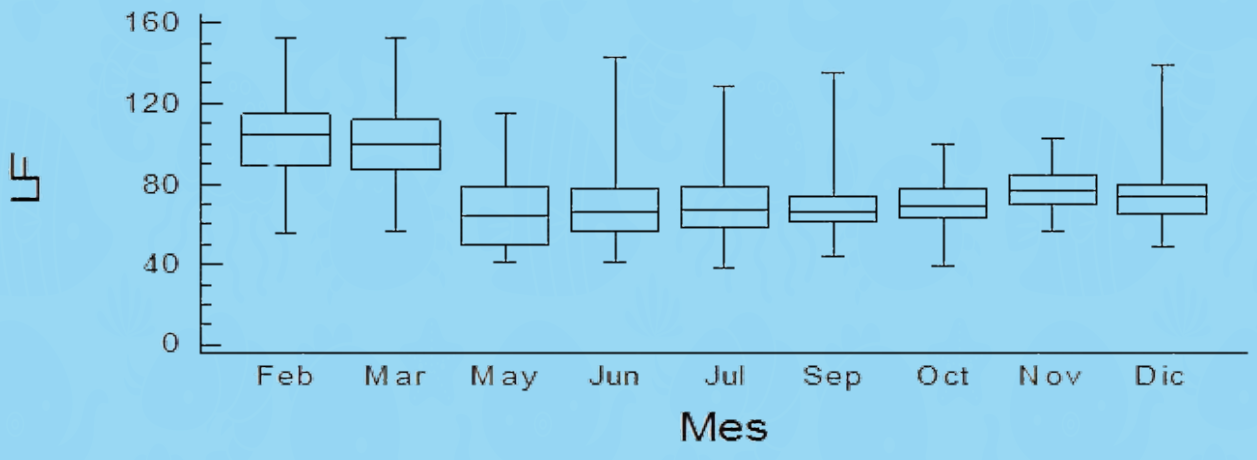


Figura 10. ANOVA longitud furcal mensual sexos combinados de ***(Coryphaena hippurus),*** durante 2022

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

En el 2022, se analizaron 3 043 ejemplares capturados con palangre superficial, utilizando anzuelos tipo J torcido, específicamente de los números 4 y 5. Estas muestras abarcaron un rango de tallas entre 40 y 155 cm LF para las hembras, y entre 45 y 150 cm LF para los machos.

Estos resultados difieren de los informados por Ruiz (2021), quien menciona tallas para machos entre 31.7 y 190 cm LF, y hembras entre 24 y 188 cm LF. Las disparidades en las estructuras de tallas podrían atribuirse a las diversas áreas de operación de las flotas artesanales durante sus actividades pesqueras.

Las tallas de dorado registradas en el puerto de Santa Rosa, fueron inferiores a las tallas registradas en Manta, esta diferencia podría estar asociada a la zona donde operan las embarcaciones de fibra de vidrio, esta particularidad también es reportada por Retamales et al., (2008), Elías et al., (2011) y Elías y Guamán (2012).

Durante el análisis estadístico, se observaron diferencias significativas en el tamaño entre machos y hembras, resaltando que los machos son de mayor tamaño, registrándose tanto en el puerto de Manta como en el de Santa Rosa.

En relación a la proporción de sexos, en el puerto pesquero de Manta la relación macho-hembra fue de 1.0:1.9 y en Santa Rosa de 1.0:2.2, cifras que coinciden con las estimaciones reportadas por Elías (2011).

La estructura de tallas observada en los puertos de Manta (80.52 cm LF promedio) y Santa Rosa (87.88 cm LF promedio) no registra porcentaje significativos bajo la talla mínima de captura, contrario a lo que se ha venido reportando desde 2010 y 2011 (Elías et al., 2011; Elías y Guamán, 2012).

BIBLIOGRAFÍA

Anastasio, J. (2022). Reporte de Exportaciones de Pescado fresco, congelados y filetes, CNP. Base de datos del Banco Central del Ecuador de enero a julio 2022.

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". Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Manta, Ecuador.

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.

Elías, E., J. Pacheco, y C. Cabanilla. (2011). Desembarque de la pesca artesanal de peces pelágicos grandes en la costa ecuatoriana durante el 2010. Boletín Científico y Técnico. Instituto Nacional de Pesca: XXI (1), pp 21-40.

Elías, E. y A. Guamán. (2012). Desembarque de la pesca artesanal de peces pelágicos grandes en la costa ecuatoriana durante el 2011. Boletín Científico y Técnico. Instituto Nacional de Pesca.

Martínez-Ortiz, J., y Guerrero-Martínez, P. (2013). Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP) – Vice Ministerio de Acuacultura y Pesca – Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura 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).

Martinez-Ortiz J, Aires-da-Silva AM, Lennert-Cody CE, Maunder MN. (2015). The Ecuadorian Artisanal Fishery for Large Pelagic: Species Composition and Spatio-Temporal Dynamics. PLoS One. 2015 Aug 28; 10(8).

Mero-Rosado V.F. (2010). "Estudio de factibilidad para mejorar la producción y comercialización del pez Dorado (Coryphaena hippurus) en Manta-Ecuador". Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Manta, Ecuador.

Oxenford, H. A. (1999). Biology of the dolphinfish (Coryphaena hippurus) in the western central Atlantic: a review. Scientia Marina, 63(3-4), 277-301.

Palko, B. J.; Beardsley G. L. & Richards, W. J. (1982). Synopsis of biological data on dolphinfishes Coryphaena hippurus Linnaeus and Coryphaena equiselis Linnaeus. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Report NMFS. Circ. 443,28 p.

Retamales, R., P. Mero, F. Lavayén, J. Reyes, Y. Rivadeneira y F. Alcívar. (2008). Aspectos biológicos pesqueros del Dorado (Coryphaena hippurus) en Ecuador. Reporte Técnico. Subsecretaría de Recursos Pesqueros. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca - Ecuador.

Ruiz, K. (2021). Análisis Comparativo de la estructura de tallas del dorado (Coryphaena hippurus) en tres áreas de la costa ecuatoriana desde el 2006 hasta el 2020.

CONTENIDO DE ELEMENTOS TRAZA (As, Cd, Hg Y Pb) EN SEDIMENTOS, CONCHA PRIETA *(ANADARA TUBERCULOSA)* Y CANGREJO ROJO *(UCIDES OCCIDENTALIS)* DE LOS ECOSISTEMAS DE MANGLAR DE LA COSTA ECUATORIANA

EL NUEVO ECUADOR RESUELVE
Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca
CONSERVACIÓN INTERNACIONAL

CONTENIDO DE ELEMENTOS TRAZA (As, Cd, Hg Y Pb) EN SEDIMENTOS, CONCHA PRIETA *(ANADARA TUBERCULOSA)* Y CANGREJO ROJO *(UCIDES OCCIDENTALIS)* DE LOS ECOSISTEMAS DE MANGLAR DE LA COSTA ECUATORIANA

Ana Maridueña-Bravo,[1] María Fuentes,[1] María Guerrero,[1] Rubén Castro-Rendón[1]
[1]Subsecretaría de Calidad e Inocuidad, rcastro@produccion.gob.ec.

RESUMEN

Se determinaron las concentraciones de As, Cd, Hg y Pb en cangrejo rojo, concha prieta y el sedimento asociado en cuatro provincias costeras del Ecuador (El Oro, Guayas, Manabí, Esmeraldas). Estos elementos traza fueron evaluados en diferentes tejidos del cangrejo rojo (exoesqueleto, hepatopáncreas, branquias y musculo) y en músculo de la concha prieta. Las Concentraciones de As en los sedimentos de las cuatro provincias fueron mayores a las reportadas en el Estero Salado, estuario del Ecuador considerado contaminado por la influencia industrial y los asentamientos urbanos. El patrón de acumulación en los sedimentos y cangrejo rojo fue As > Pb > Cd > Hg; mientras que, el patrón de bioacumulación en la concha prieta fue As > Cd > Pb > Hg. As y Cd, evidentes en las conchas de la provincia El Oro. La presencia de As, Cd y Pb genera preocupación sobre el efecto de estos en los organismos estudiados y sobre la salud de los consumidores. Estos hallazgos contribuyen al conocimiento del estado de la contaminación actual de los ecosistemas estuarinos y los organismos relacionados.

Palabras claves: Contaminación, patrón de bioacumulación, patrón de acumulación, concha prieta, cangrejo rojo.

ABSTRACT

Concentrations of As, Cd, Hg and Pb were determined in red crab, cockles and the associated sediment in four coastal provinces of Ecuador (El Oro, Guayas, Manabí, Esmeraldas). These trace elements were evaluated in different tissues of the red crab (exoskeleton, hepatopancreas, gills and muscle) and in muscle of the cockles. Concentrations of As in the sediments of the four provinces were higher than those reported in the Estero Salado, an estuary of Ecuador considered contaminated by industrial influence and urban settlements. The accumulation pattern in the sediments and red crab was As > Pb > Cd > Hg while the bioaccumulation pattern in the cockles was As > Cd > Pb > Hg. As and Cd were evident in the cockles from El Oro province. The presence of As, Cd and Pb raises concern about their effect on the studied organisms and on the consumers´ health. These findings contribute to the knowledge of the current pollution status of estuarine ecosystems and related organisms.

Key words: Pollution, bioaccumulation pattern, accumulation pattern, mangrove cockle, mangrove crab

INTRODUCCIÓN

Son muy conocidos los beneficios tangibles de los ecosistemas costeros y estuarinos (Barbier ***et. al,*** 2011); así como, los no tangibles (Treviño Melva, 2022). Ecuador tiene varios ecosistemas de manglar a lo largo de su perfil costero, ricos en recursos varios. Estos ecosistemas son empleados para extraer organismos que son directamente consumidos como alimentos o comercializados para generar recursos económicos.

Las diversas actividades humanas como la agricultura y el cultivo del camarón en los ecosistemas estuarinos por un lado han reducido su tamaño (Morocho ***et al.,*** 2022) y por otro han alterado su composición al adicionar sustancias que causan efecto negativo sobre estos ecosistemas, estos son acumulados en los sedimentos y logran llegar a los diferentes tejidos de los organismos que habitan estos ecosistemas (De Cock ***et al.,*** 2021).

Este es un aporte al conocimiento del contenido de elementos traza en los sedimentos, concha prieta ***(Anadara tuberculosa)*** y cangrejo rojo ***(Ucides occidentalis)*** de las diferentes zonas de manglar de las provincias costeras ecuatorianas donde se extrae estos recursos.

El objetivo de este estudio fue determinar los niveles de As, Cd, Hg y Pb en el cangrejo rojo (exoesqueleto, branquias, hepatopáncreas y músculo), concha prieta y sedimentos colectados en las zonas de captura de las provincias costeras del Ecuador (Esmeraldas, Manabí, Guayas y El Oro); conocer la distribución espacial, las diferencias en las concentraciones de los elementos traza entre los lugares de extracción y provincias, así como aporte al conocimiento del contenido de elementos trazas en estos organismos en la dieta de los consumidores.

METODOLOGÍA

Área de Estudio

El área de estudio comprende estuarios de cuatro provincias ubicadas en la región costera de Ecuador continental, estas son de norte a sur Esmeraldas, Manabí, Guayas y El Oro (Figura 1, Tabla 1).

Estas fueron seleccionadas porque en ellas existe actividad pesquera artesanal en la extracción de concha y cangrejo, con diferencias en la intensidad de captura.

Tabla 1. Áreas de muestreos del recurso cangrejo rojo de manglar *(Ucides occidentalis)* y concha prieta *(Anadara tuberculosa)* en los diferentes puertos y sitios de extracción.

PUNTO DE MUESTREO DEL RECURSO CANGREJO						
Provincia	**Puertos**	**Cuadrante**		**Zona**	**Coordenadas - UTM**	
		N° Cuadrante	**Tipo Cuadrante**	**Estero**	**Posición Cuadrante N (UTM)**	**Posición Cuadrante S (UTM)**
MANABI						
Pedernal	***Cojimíes***	**C1- AI**	**CI**	***Estero El Botadero**	0611219	26501
		C2-AI	**CS**		0611221	26506
		C1-AT	**CI**	**Estero pata seca**	0608514	25809
		C2-AT	**CS**		0608514	25809
GUAYAS						
Isla Mondragón	***Isla Mondragón-Mondragón***	**C1- AI**	**CI**	***Estero el Muerto**	0623463	9754418
		C2-AI	**CS**		0629366	9710226
		C1-AT	**CI**	**Estero Balandra**	0629628	9711742
		C2-AT	**CS**		0623461	9754423
	Isla Mondragón Buenavista	**C1- AI**	**CI**	***Segundo Estero**	0623691	9708809
		C2-AI	**CS**		0623720	9708793
		C1-AT	**CI**	**El Letrero**	0624291	9711939
		C2-AT	**CS**		0624287	9711937
Estero El Salado	***Paraíso del cangrejo***	**C1- AI**	**CI**	***Estero la Barcaza**	0609569	9756990
		C2-AI	**CS**		0609311	9758183
		C1-AT	**CI**	**Estero culebra**	0613321	9753901
		C2-AT	**CS**		0613313	9753895
Isla Puná / Pto. El Morro - Playas	***Campo Alegre***	**C1- AI**	**CI**	***La Merced**	0593942	9683342
		C2-AI	**CS**		0594013	9683450
		C1-AT	**CI**	**Las Viejas**	0594013	9683450
		C2-AT	**CS**		0595671	9685179
	Puerto El Morro	**C1- AI**	**CI**	***Estero el Saibo**	0585086	9715282
		C2-AI	**CS**		0586688	9714048
		C1-AT	**CI**	**Estero el Lagarto**	0581975	9708452
		C2-AT	**CS**		0581975	9708452
REMCH	***Puerto Envidia***	**C1- AI**	**CI**	***La 31**	0646494	9716786
		C2-AI	**CS**		0646494	9716786
		C1-AT	**CI**	**Estero el Pato**	0646786	9718965
		C2-AT	**CS**		0646786	9718965
NARANJAL	***Puerto Baquerizo Moreno***	**C1- AI**	**CI**	***Culebra**	0636792	9705967
		C2-AI	**CS**		0636738	9705939
		C1-AT	**CI**	**Estero Borracha**	0638709	9705277
		C2-AT	**CS**		0638747	9705435

EL ORO - MACHALA						
El Oro	***Puerto Bolívar***	**C1- AI**	**CI**	***Las Calaveras**	0606826	9631878
		C2-AI	**CS**		0606801	9631802
		C1-AT	**CI**	**Estero treinta mil**	0600737	9632415
		C2-AT	**CS**		0600748	9632407
	Puerto Jelí	**C1- AI**	**CI**	***Cargadero Grande**	0605655	9621332
		C2-AI	**CS**		0605623	9621356
		C1-AT	**CI**	**Estero Guarumal**	0612697	9628274
		C2-AT	**CS**		0622717	9622845
	Puerto Hualtaco	**C1- AI**	**CI**	***Estero Las Monjas**	0578377	9625281
		C2-AI	**CS**		0578372	9628256
		C1-AT	**CI**	**Estero la Marina**	0578397	9624618
		C2-AT	**CS**		0578462	9624571
	Puerto Bajo Alto	**C1- AI**	**CI**	***Isla Santander**	0622262	9652079
		C2-AI	**CS**		0622265	9652030
		C1-AT	**CI**	**Estero Chivería**	0622506	9651924
		C2-AT	**CS**		0622282	9652020

C1.- Cuadrante Intermareal;
C2.- Cuadrante Supramareal
AI: área intervenida;
AT: área testigo
* Origen de las muestras analizadas

PUNTO DE MUESTREO DEL RECURSO CONCHA						
Provincia	**Puertos**	**Cuadrante**		**Zona**	**Coordenadas - UTM**	
		N° Cuadrante	**Tipo Cuadrante**	**Estero**	**Posición Cuadrante N (UTM)**	**Posición Cuadrante S (UTM)**
ESMERALDAS						
Esmeraldas	***Muisne***	**CI- AI**	**CI**	***Tortuga**	6120250	0065023
		C2-AI	**CS**		6124500	0064540
		C1-AT	**CI**	**Las Manchas**	6120690	0062149
		C2-AT	**CS**		6120690	0062149
	San Lorenzo	**C1- AI**	**CI**	***Santa Rosa**	7257720	0140987
		C2-AI	**CS**		7257720	0140987
		C1-AT	**CI**	**Tambillo**	7329330	0136751
		C2-AT	**CS**		7329343	0136764
MANABI						
Pedernal	***Cojimíes***	**C1- AI**	**CI**	***El Zorrillal**	6110050	0027051
		C2-AI	**CS**		6110150	0027087
		C1-AT	**CI**	**El Garzal**	6107660	0025700
		C2-AT	**CS**		6107490	0025715
GUAYAS						
Isla Puna / Pto. El Morro - Playas	***Campo Alegre***	**C1- AI**	**CI**	***Las Mercedes**	5940130	9683450
		C2-AI	**CS**		5939420	9683342
		C1-AT	**CI**	**Punta de los viejos**	5956700	9685179
		C2-AT	**CS**		5956700	9685179
	Puerto El Morro	**C1- AI**	**CI**	***Lagarto**	5956700	9685179
		C2-AI	**CS**		5956700	9685179
		C1-AT	**CI**	**Saibo**	5866680	9714048
		C2-AT	**CS**		5866680	9714048
EL ORO - MACHALA						
El Oro	***Puerto Bolívar***	**C1- AI**	**CI**	***La Calavera**	606830	9631837
		C2-AI	**CS**		606847	9631838
		C1-AT	**CI**	**Treinta Mil**	600469	9632101
		C2-AT	**CS**		600471	9632105
	Puerto Jelí	**C1- AI**	**CI**	***Guarumal**	608590	9629421
		C2-AI	**CS**		608585	9629482
		C1-AT	**CI**	**Cargadero**	605861	9621868
		C2-AT	**CS**		605861	9621868
	Puerto Hualtaco	**C1- AI**	**CI**	***Las Monjas**	578337	9625272
		C2-AI	**CS**		578337	9625272
		C1-AT	**CI**	**La Manga**	578397	9624168
		C2-AT	**CS**		572361	9700618
	Puerto Bajo Alto	**C1- AI**	**CI**	***Isla Santander**	621906	9652242
		C2-AI	**CS**		621915	9652300
		C1-AT	**CI**	**Chivería**	622499	9651974
		C2-AT	**CS**		6222506	9651924

AI: Área Intervenida;
AT: Área Testigo
C1: Cuadrante Intermedio;
C2: Cuadrante superior
* Origen de las muestras analizadas

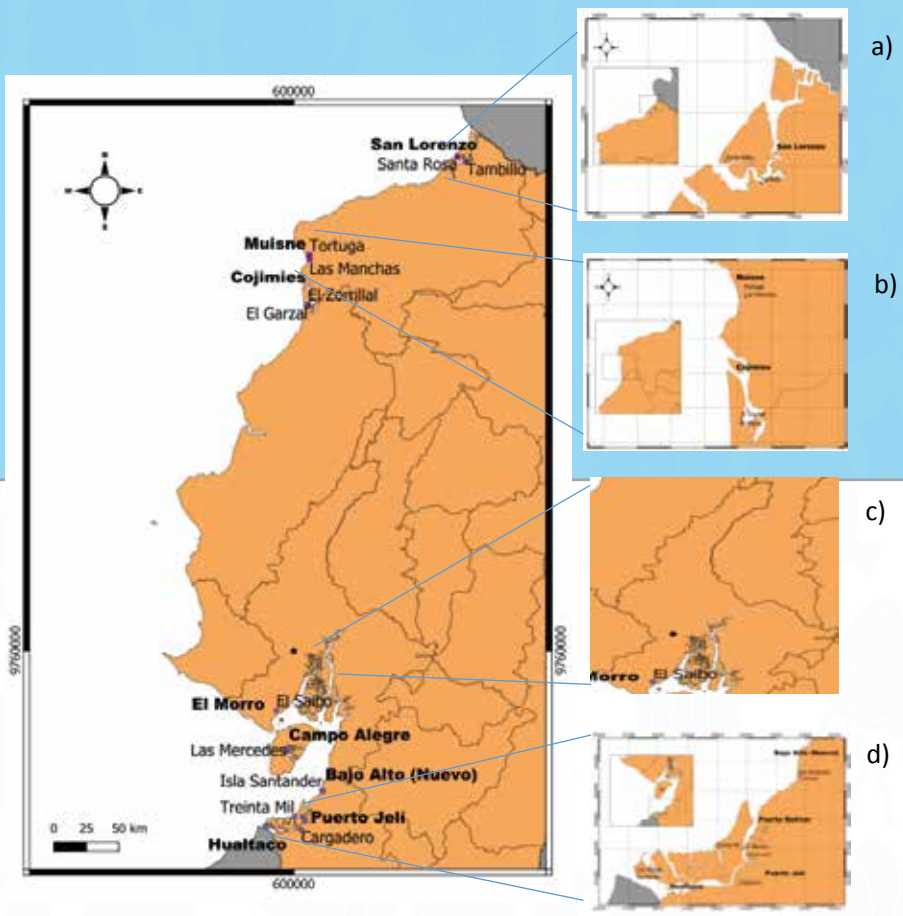


Fig. 1. Áreas de extracción de U. occidentalis y A. tuberculosa: **a)** Esmeraldas; **b)** Manabí; **c)** Guayas; **d)** El Oro

MATERIALES Y MÉTODOS

Los organismos y sedimentos fueron colectados en las diferentes zonas de extracción artesanal de los recursos concha prieta y cangrejo rojo en las provincias costeras del Ecuador por técnicos del Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca, durante noviembre y diciembre de 2021. Para la extracción de los organismos y sedimentos, cada lugar muestreado fue dividido en dos zonas (Intramareal y Supramareal), éstas fueron subdivididas en 10 cuadrantes de 1 m2 cada uno, con una separación de dos metros entre cuadrantes para el caso de conchas y en 2 cuadrantes de 25 m2 cada uno para cangrejos.

Se obtuvieron organismos mayores y menores a 4.5 cm en el caso de conchas; hembras y machos mayores y menores a 7.5 cm en el caso de cangrejos. A todos los organismos se les determinó el contenido de elementos traza.

Las muestras de sedimento se obtuvieron de la parte superficial (entre 0 a 5 cm de profundidad) en los lugares donde se capturaron las conchas y cangrejos, y fueron almacenadas en fundas plásticas, al igual que los organismos se mantuvieron en refrigeración hasta su arribo al laboratorio. Los organismos fueron procesados y congelados hasta su análisis, los sedimentos fueron congelados tan pronto arribaron al laboratorio.

En las provincias Guayas, Manabí y El Oro se obtuvieron muestras de cangrejos rojo, conchas y sedimentos, en Esmeraldas solo se obtuvieron muestras de sedimentos y conchas debido a que U. occidentalis no es de interés comercial para la zona.

El número de muestras analizadas fueron: 248 sedimentos, 72 conchas y 750 cangrejos.

Como referencia se incluye los límites máximos permisibles establecida por la Unión Europea para crustáceos y moluscos (Anexo 1).

PROCESAMIENTO DE SEDIMIENTOS

Luego de descongelar los sedimentos a temperatura ambiente, aproximadamente 50 g de cada muestra fueron colocados en cajas Petri y secados en estufa a aproximadamente 38° C.

Los sedimentos secos fueron pulverizados en un mortero para su posterior pesado y análisis. Se realizaron 3332 análisis en muestras de sedimentos.

PROCESAMIENTO DE *A. TUBERCULOSA*

Cada individuo fue lavado con agua destilada para eliminar el material adherido a las valvas. Empleando un calibrador vernier se obtuvieron las longitudes totales (LT) y ancho de los organismos.

El tamaño permitido para su captura y comercialización es 4,5 cm, con esta referencia las conchas se clasificaron en 2 grupos (> 4,5 cm y < 4,5 cm).

Para cada zona de captura de cada provincia se extrajo y combinó el material blando de los individuos < 4,5 cm en un grupo y los > 4,5 cm en otro grupo. Las muestras fueron mantenidas en congelación hasta su análisis.

PROCESAMIENTO DE *U. OCCIDENTALIS*

Los cangrejos fueron lavados con agua destilada y cepillo plástico para eliminar el material adherido al exoesqueleto. Se obtuvieron las medidas de ancho y longitud de cefalotórax empleando un calibrador vernier. De cada cangrejo cuatro tejidos diferentes fueron extraídos para su análisis: Hepatopáncreas, órgano de acumulación, metabolismo, eliminación de metales (Truchet ***et al.***, 2020); exoesqueleto, probable vía de depuración de metales (Bergey y Weis, 2007), branquias, órgano multifuncional por el cual se absorbe muchos metales tóxicos (Henry ***et al.***, 2012) y músculo por el probable riesgo para los consumidores (De Cock ***et al.***, 2023).

El diseño de estudio inicialmente no contempló el análisis en branquias, estas se analizaron posteriormente por lo cual no existen datos de elementos traza en muestras de branquias de cangrejos de Manabí.

Aún congelados los diferentes tejidos fueron extraídos, colocados en fundas plásticas (Ziploc) debidamente identificados. Previo al análisis, las branquias fueron lavadas individualmente con agua destilada para eliminar residuos de partículas que podrían alterar su contenido. Cada exoesqueleto fue secado en estufa por 3 días a 38 °C aproximadamente y luego triturado con licuadora previo a su análisis.

ANÁLISIS QUÍMICO

Las muestras de conchas, cangrejos y sedimentos fueron homogenizadas y pesadas alrededor de 0,5 g en vasos de teflón debidamente identificados, se adicionó 6 ml de ácido nítrico al 65% p.a, se sometieron a digestión en microondas (MARS Xpress, CEM Corporation) finalizada la digestión fueron llevadas a volumen con agua ultrapura en matraces de 25 ml.

Para cuantificar los metales se utilizó Espectrofotometría de Absorción Atómica acoplada a horno de grafito (VARIAN, model SpectrAA 220Z; AGILENT 280Z AA) utilizando MgNO3.6H2O, NH4H2PO4 y Pd(NO3)2 como modificadores de matriz para Cd, Pb y As, respectivamente.

El Hg total se determinó después de su reducción con solución de SnCl2 utilizando la técnica de vapor frío (VARIAN, model VGA-77) acoplado a un Espectrofotómetro de Absorción Atómica (VARIAN SpectrAA 220 FS). Los resultados fueron expresados en mg/kg peso húmedo para las muestras de tejidos y peso seco para las muestras de sedimentos.

Los análisis fueron evaluados empleando muestras certificadas de referencia (MCR 2976 tejido de mejillón, IAEA 476 pescado homogenado y MCR 277R sedimento estuarino). Las recuperaciones estuvieron entre 95 y 110 %, con un coeficiente de variación de alrededor de 10%.

RESULTADOS

De los cuatro elementos estudiados, As, Cd y Pb fueron encontrados en las todas las matrices y en todas las provincias. Las concentraciones de Hg fueron menores al punto más bajo de la curva (0.069 $mg.kg^{-1}$) en las muestras de sedimentos y tejidos de los organismos de todas las provincias.

SEDIMENTOS

Se analizaron 248 muestras de sedimentos. Los valores mínimos y máximos de los elementos traza encontrados en las muestras de sedimentos de las cuatro provincias se resumen en la Tabla 2. As, Cd y Pb mostraron concentraciones medibles en todas las áreas muestreadas, en la provincia de El Oro los valores de estos tres elementos fueron mayores que en las otras provincias.

Las concentraciones de As se mostraron altos en las cuatro provincias estudiadas siendo las más altas las encontradas en la provincia de El Oro. En Esmeraldas se encontraron los niveles más bajos de Cd. Las concentraciones promedio de los elementos traza presentaron el siguiente orden decreciente As > Pb > Cd > Hg.

Tabla 2. Valores mínimos y máximos de Hg, Cd, As y Pb ($mg.kg^{-1}$ peso seco) en sedimentos de las zonas de captura de conchas y cangrejos en las provincias costeras del Ecuador continental

PROVINCIA	Hg	Cd	As	Pb
El Oro	< 0.069	0,13	8,73	5,98
		0,62	29,93	19,88
Guayas		0,03	3,05	1,84
		0,22	15,93	11,29
MANABÍ		0,08	7,77	4,21
		0,20	10,61	5,54
ESMERALDAS		0,042	8,81	2,68
		0,070	11,61	7,97

CONCHAS

Se analizaron 9 grupos de conchas las que se clasificaron de acuerdo a su tamaño en > 45 y < 45 mm. Se realizaron 72 análisis en las muestras de estos organismos, las concentraciones de los elementos traza se encuentran en la tabla 3.

Las concentraciones promedio de los elementos traza presentaron similar comportamiento al encontrado en los sedimentos, es decir As > Pb > Cd > Hg. Hg no presentó concentraciones cuantificables (< 0.069 $mg.kg^{-1}$) en ninguna de las zonas de interés, así como en ninguna de las tallas analizadas; sin embargo, los otros elementos traza investigados mostraron valores cuantificables.

As estuvo presente en todos los organismos de las cuatro provincias, sus concentraciones fueron > 1 $mg.kg^{-1}$; sin embargo, las concentraciones más elevadas para los organismos de ambas tallas (mayores y menores a 45 mm) fueron encontradas en Hualtaco – El Oro donde se reportaron valores > a 2.1 $mg.kg^{-1}$, en tanto que las menores concentraciones fueron encontradas en Puerto El Morro-Guayas.

En los individuos > 45 mm Cd presentó niveles >0.9 $mg.kg^{-1}$ muy cercanos al límite máximo permitido de 1.0 $mg.kg^{-1}$ para moluscos (Reglamento UE 1323/2021), en todas las zonas muestreadas de la provincia de El Oro.

Los niveles de Pb fueron < 0.1 $mg.kg^{-1}$, presentando ambas tallas los mayores valores en Hualtaco-El Oro (0.088 $mg.kg^{-1}$ y 0.061 $mg.kg^{-1}$).

Tabla 2. Concentraciones de Hg, Cd, As y Pb (peso húmedo mg/kg) en *A. tuberculosa*.

Provincia	Estación	Tamaño	Hg	Cd	As	Pb
Esmeraldas	San Lorenzo	> 45 mm	< 0.069	0,43	1.60	0.030
		< 45 mm		0,28	1.23	0.016
	Muisne Tortuga	> 45 mm		1,04	1.70	0.026
		< 45 mm		0,29	1.29	0.013
Manabí	Cojimíes Zorrillal El Churo	> 45 mm		0,39	1.15	0.015
		< 45 mm		0,22	1.21	0.039
El Oro	Hualtaco	> 45 mm		0,94	2.82	0.088
		< 45 mm		0,60	2.14	0.061
	Pto. Jelí Guarumal	> 45 mm		0,95	1,91	0,034
		< 45 mm		0,42	1,66	0,040
	Bajo Alto Santander	> 45 mm		0,96	1,40	0,029
		< 45 mm		1,26	1,39	0,045
	Pto. Bolívar La Calavera	> 45 mm		0,99	1,80	0,052
		< 45 mm		0,66	1,79	0,044
	Pto. El Morro	> 45 mm		0,84	1,04	0,021
		< 45 mm		0,82	1,11	0,032
	Campo Alegre Las Mercedes	> 45 mm		0,35	1,22	0,038
		< 45 mm		0,35	1,31	0,044

CANGREJOS

Se analizaron 744 exoesqueletos, 748 hepatopáncreas, 816 músculos y 704 branquias. Las concentraciones máximas y mínimas de los elementos traza se encuentran resumidas en la tabla 4, en ésta no se consideraron las variables, sexo, talla, lugar de muestreo.

EXOESQUELETO

En este tejido, las concentraciones de Hg y Cd fueron menores a sus correspondientes puntos más bajos de la curva de calibración del método (0.069 mgHg.Kg^{-1}, 0.032 mgCd.Kg^{-1}). Los niveles de Pb fueron < 0.071 mg.kg^{-1} en el exoesqueleto de los organismos en todas las zonas muestreadas excepto en dos lugares de la provincia Guayas donde los machos > 7.5 mm mostraron concentraciones de Pb entre 0.10 a 0.14 mg.kg^{-1} (El Morro, zona Intermareal).

En Estero 31 zona Intermareal los machos > 7.5 mm presentaron concentraciones entre 0.073 a 0.15 mg.kg^{-1} y los < 7.5 mm zona Supramareal estuvieron en el rango de 0.080 a 0.29 mg.kg^{-1}; las hembras > 7.5 mm presentaron concentraciones en el rango 0.081 a 0.18 mg.kg^{-1} (zona Intermareal).

A diferencia de los otros elementos estudiados, el As estuvo presente en cada uno de los exoesqueletos analizados y en lugares como Hualtaco-Las Monjas (El Oro) y varias zonas de captura de la provincia del Guayas (El Morro, Estero 31, Puerto Hondo, Paraíso del Cangrejo y Campo Alegre) su concentración fue > 1.0 mg.kg^{-1}.

HEPATOPÁNCREAS

No se detectó Hg, Cd ni Pb en los hepatopáncreas de cangrejo en las muestras de Manabí. Las concentraciones de Hg y Pb fueron menores a sus correspondientes puntos más bajos de la curva de calibración del método (0.069 mgHg.Kg^{-1}, 0.071 mgPb.Kg^{-1}); sin embargo, en varios lugares de El Oro (Pto. Bolívar) los niveles de Pb en los organismos hembras fueron mayores a esta concentración, esto también ocurrió en los individuos machos de Hualtaco-Las Monjas, así como, en Guayas (Estero 31).

Cd presentó concentraciones notables en Guayas (Estero 31, Isla Mondragón - El Muerto, La Culebra, Pto. El Morro), El Oro (Estero Santander). As estuvo presente en todas las zonas, particularmente en Puerto El Morro (Guayas), donde alcanzó concentraciones > 1.0 mg.kg^{-1}.

BRANQUIAS

Las concentraciones de Hg fueron inferiores a 0.069 $mg.kg^{-1}$. A diferencia de lo evidenciado en las otras matrices, el Pb estuvo presente en concentraciones importantes en todos los organismos, en especial en las hembras de Pto. Bolívar-Las Calaveras (1.10 $mg.kg^{-1}$), machos > 7.5 cm de Bajo Alto-Estero Santander (El Oro) y en machos y hembras del Estero 31 (Guayas), en este último sus niveles fueron de 3.62 $mg.kg^{-1}$.

En los organismos capturados en El Oro los niveles de cadmio fueron < 0.032 $mg.kg^{-1}$; sin embargo, en Guayas se encontraron concentraciones mayores en las hembras capturadas en Estero 31 e Isla Mondragón (El Muerto, Buena Vista, La culebra). As estuvo presente en todos los organismos su rango fue de 0.42 a 2.5 $mg.kg^{-1}$ en El Oro y en Guayas de 0.43 a 13.89 $mg.kg^{-1}$.

MÚSCULO

En todas las muestras de músculo de los organismos capturados en las diferentes provincias las concentraciones de Hg, Cd y Pb fueron menores a sus correspondientes límites de cuantificación del método; sin embargo, As presentó niveles en el rango de < 0.20 a 0.58 $mg.kg^{-1}$ en El Oro; 0.22 a 0.44 $mg.kg^{-1}$ en Manabí y 0.21 a 0.83 $mg.kg^{-1}$ en Guayas (Puerto El Morro).

Tabla 4. Concentraciones máximas y mínimas de Hg, Cd, As y Pb (peso húmedo $mg.kg^{-1}$) en *U. occidentalis*

Provincia	As				Hg				Pb				Cd			
	EXOESQ	BRAN	Músculo	HEPATO	EXOESQ	BRAN	Músculo	HEPATO	EXOESQ	BRAN	Músculo	HEPATO	EXOESQ	BRAN	Músculo	HEPATO
Manabí	0,91 0,49	*	0,45 0,15	1,73 0,45	< 0,069	*	< 0,069	< 0,069	< 0,071	*	< 0,071	< 0,071	< 0,032	*	< 0,032	< 0,032
El Oro	1,85 0,14	2,50 0,42	0,85 <0,20	0,95 0,33	< 0,069	< 0,069	< 0,069	< 0,069	0,14 < 0,071	1,25 0,082	< 0,071	0,12 < 0,071	< 0,032	0,070 < 0,032	< 0,032	0,055 < 0,032
Guayas	2,3 < 0,20	23,19 0,38	2,16 <0,20	1,53 0,24	< 0,069	0,26 < 0,069	< 0,069	< 0,069	0,29 < 0,071	3,62 < 0,071	0,53 < 0,071	0,107 < 0,071	< 0,032	0,18 < 0,032	< 0,032	0,26 < 0,032

***Datos no disponibles** **EXOESQ:** Exoesqueleto, **BRAN:** Branquias, **HEPATO:** Hepatopáncreas

DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias espaciales en las concentraciones de los elementos traza en los sedimentos, siendo As y Pb los elementos en mayor concentración particularmente en la provincia El Oro. Las concentraciones de As en los sedimentos de las cuatro provincias fueron mucho mayores a las reportadas en el Estero Salado, área de manglar considerada muy contaminada por estar influenciada por industrias y asentamientos urbanos (Fernandez-Cadena ***et al.***, 2014) los niveles de Pb también fueron altos pero menores a los del Estero Salado. El orden de acumulación fue As > Pb > Cd > Hg.

El contenido de estos elementos en los diferentes tejidos del cangrejo rojo tuvo el mismo patrón que en los sedimentos, pero se observaron diferencias en el grado de acumulación en los tejidos, aparentemente las branquias presentaron mayor facilidad para procesos de acumulación de As, Pb y Cd; en el hepatopáncreas se detectó As y Pb mientras que en exoesqueleto y músculo As, también se encontraron diferencias espaciales, particularmente en los cangrejos de la provincia El Oro y Guayas. El elemento As estuvo presente en todas las matrices.

El patrón de bioacumulación en la concha prieta fue As > Cd > Pb > Hg, niveles altos de As y Cd fueron evidentes en las conchas de la provincia El Oro.

La marcada diferencia en las concentraciones de los elementos estudiados entre El Oro y las otras provincias podría estar influenciada por las actividades antropogénicas particularmente la minería, muy numerosas principalmente en las provincias del Sur del Ecuador (Mestanza-Ramón ***et al.***, 2021; Mestanza-Ramón ***et al.***, 2022).

Ucides occidentalis y *Anadara tuberculosa* son organismos capaces de acumular elementos tóxicos en sus tejidos, como se comprobó en este estudio, por lo que pueden ser empleados como organismos bioindicadores de la contaminación por elementos traza en hábitats estuarinos, este conocimiento debería conducir a tomar medidas de manejo para preservar estos organismos no solo desde el punto de vista ecológico y ambiental, sino también sanitario; As fue encontrado en el músculo y hepatopáncreas del cangrejo rojo, y en mayor concentración en la concha prieta, siendo estos organismos parte de la dieta de la población ecuatoriana se hace necesario evaluar el riesgo para la salud de los consumidores más aún cuando Cd también se encuentra presente en la concha prieta.

BIBLIOGRAFÍA

Barbier Edward B., Sally D. Hacker, Chris Kennedy, Evamaria W. Koch, Adrian C. Stier, and Brian R. Silliman (2011). The value of estuarine and coastal ecosystem services. Ecological Monographs, 81(2), 2011, pp. 169–193, the Ecological Society of America.

De Cock Andrée, Forio Marie Anne Eurie, De Troyer Niels, Garcia Arevalo Isabel, Deknock Arne, Van Echelpoel Wout, Riascos Flores Lenin, De Rop Jasmine, Jacxsens Liesbeth, Spanoghe Pieter, Dominguez Granda Luis, Goethals Peter L.M., (2021) From field to plate: Agricultural pesticide presence in the Guayas estuary (Ecuador) and commercial mangrove crabs, Environmental Pollution, Volume 289, 117955, ISSN 0269-7491, https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117955.

De Cock Andrée, Marie Anne Eurie Forio, Siska Croubels, Luis Dominguez-Granda, Liesbeth Jacxsens, Carl Lachat, Heydi Roa-López, Jenny Ruales, Victoria Scheyvaerts, Michelle Carolina Solis Hidalgo, Pieter Spanoghe, Filip M.G. Tack, Peter L.M. Goethals, (2023) Health risk-benefit assessment of the commercial red mangrove crab: Implications for a cultural delicacy, Science of The Total Environment, Volume 862, 160737, ISSN 0048-9697, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160737.

Fernández-Cadena J.C., S. Andrade, C.L. Silva-Coello, R. De la Iglesia, (2014) Heavy metal concentration in mangrove surface sediments from the north-west coast of South America, Marine Pollution Bulletin, Volume 82, Issues 1-2, Pages 221-226, ISSN 0025-326X, https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.03.016.

Lauren L. Bergey, Judith S. Weis (2007). Molting as a mechanism of depuration of metals in the fiddler crab, Uca pugnax. Marine Environmental Research 64 (2007) 556–562.

Mestanza-Ramón, C.; Paz-Mena, S.; López-Paredes, C.; Jimenez-Gutierrez, M.; Herrera-Morales, G.; D'Orio, G.; Straface, S. History (2021) Current Situation and Challenges of Gold Mining in Ecuador's Litoral Region. Land 10, 1220. https://doi.org/10.3390/land10111220.

Mestanza-Ramón C, Ordoñez-Alcivar R, Arguello-Guadalupe C, Carrera-Silva K, D'Orio G, Straface S. (2022) History, Socioeconomic Problems and Environmental Impacts of Gold Mining in the Andean Region of Ecuador. Int J Environ Res Public Health. Jan 21;19(3):1190. doi: 10.3390/ijerph19031190. PMID: 35162216; PMCID: PMC8835288.

Morocho, R.; González, I.; Ferreira, T.O.; Otero, X.L. Mangrove Forests in Ecuador: A Two-Decade Analysis. Forests (2022), 13, 656. https://doi.org/10.3390/f13050656.

Raymond P. Henry, Cedomil Lucu, Horst Onken and Dirk Weihrauch (2012). Multiple functions of the crustacean gill: osmotic/ionic regulation, acid-base balance, ammonia excretion, and bioaccumulation of toxic metals. Frontiers in Phisiology. Volume 3, article 431.

Reglamento (UE) 2021/1323 de la Comisión, de 10 de agosto de 2021, que modifica el Reglamento (CE) No. 1881/2006 por lo que respecta al contenido máximo de cadmio en determinados productos alimenticios.

T**reviño Melva (2022).** "The Mangrove is Like a Friend": Local Perspectives of MangroveCultural Ecosystem Services Among Mangrove Users in Northern Ecuador. Human Ecology vol. 50:863-878. https://doi.org/10.1007/s10745-022-00358-w.

Truchet Daniela María, Natalia Sol Buzzi, Pía Simonetti, Jorge Eduardo Marcovecchio (2020) Uptake and detoxification of trace metals in estuarine crabs: insights into the role of metallothioneins.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las doctoras Mónica Castello Albán y Pilar Solís Coello. Este estudio fue financiado por la Conservación Internacional Ecuador a través del Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP).

ANEXO 1. Límites máximos permisibles de Hg, Cd, Pb y As en (peso húmedo $mg.kg^{-1}$) en crustáceos y moluscos

Reglamento (UE) 2021 de la Comisión de 10 de agosto de 2021 para Cd	Crustáceos: Carne de los apéndices y del abdomen. En el caso de los cangrejos y crustáceos similares (*Brachyura* y *Anomura*), la carne de los apéndices Moluscos Bivalvos	0,50 mg/kg 1 mg/kg
Reglamento (CE) No. 1881/2006 de la Comisión de 19 de diciembre del 2006 para Pb	Crustáceos: Carne de los apéndices y del abdomen. En el caso de los cangrejos y crustáceos similares (*Brachyura* y *Anomura*), la carne de los apéndices Moluscos Bivalvos	0,50 mg/kg 1,5 mg/kg
Reglamento (UE) 2022/617 de la Comisión de 12 de abril del 2022 para Hg	Crustáceos, Excluida la carne obscura del cangrejo, así como la cabeza y el tórax de la langosta y de crustáceos similares de gran tamaño.	0,50 mg/kg
Decisión de la Comisión Aduanera del 28/05/2010 No. 299 para As	Crustáceos y Moluscos	5 mg/kg

DENSIDAD POBLACIONAL Y ESTRUCTURA DE TALLAS DE LAS ESPECIES *Anadara tuberculosa* y *Anadara similis*, EN ÁREAS DE MANGLAR DE ESMERALDAS, MANABÍ, GUAYAS Y EL ORO DURANTE 2021

Densidad poblacional y estructura de tallas de las especies *Anadara tuberculosa* y *Anadara similis*, en áreas de manglar de Esmeraldas, Manabí, Guayas y el Oro - Ecuador

Evelyn Ramos.[1]

[1]Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca, eramos@institutopesca.gob.ec

RESUMEN

Las especies, *Anadara tuberculosa* y *Anadara similis*, son moluscos bivalvos pertenecientes a la familia Arcidae que conforman los recursos bentónicos asociados al ecosistema manglar. Entre noviembre y diciembre de 2021, se realizó el estudio de densidad poblacional en 18 estaciones de muestreo situadas en zonas de manglar de las provincias de Esmeraldas, Manabí, Guayas y El Oro. La densidad poblacional en todas las estaciones de muestreo fue 2,8 ± 2.5 ind/m^2 para *A. tuberculosa* y 0,4 ± 0.7 ind/m^2 para *A. similis*. La distribución de frecuencia de tallas para *A. tuberculosa* comenzó en 9 mm hasta 69 mm LT y para *A. similis* inició en 15 mm hasta 52 mm LT. En relación a la talla promedio poblacional de *A. tuberculosa* estuvo para Esmeraldas en 40,9 mm; Manabí 46,2 mm; Guayas 45,5 mm y El Oro 39,7 mm LT. La talla promedio poblacional para *A. similis* fue en Esmeraldas 40,3 mm; Guayas 44,0 mm y El Oro 39,4 mm LT. El número de individuos por metro cuadrado no registró diferencias significativas a nivel de estación de muestreo y estratos a excepción de Cojimíes (F=45; p=0,0215) para *A. tuberculosa*; en *A. similis* no hubo diferencias significativas a nivel de estaciones de muestreo y estratos. La especie *Leukoma asperrima* fue la más representativa a nivel de fauna asociada al manglar con 82,2%.

Palabras claves: *Anadara tuberculosa*, *Anadara similis*, muestreo densidad poblacional, fauna asociada.

ABSTRACT

The species, *Anadara tuberculosa* and *Anadara similis*, are bivalve mollusks belonging to the Arcidae family that make up the benthic resources associated with the mangrove ecosystem. Between November and December 2021, the population density study was carried out at 18 sampling stations located in mangrove areas of the provinces of Esmeraldas, Manabí, Guayas and El Oro. The population density at all sampling stations was 2,1 ind/m^2 in *A. tuberculosa* and 0,8 ind/m^2 in *A. similis*. The size frequency distribution began at 9 mm to 69 mm TL in *A. tuberculosa* and in *A. similis* it began at 15 mm to 52 mm TL. The average sizes for Esmeraldas were 40,9 mm; Manabí 46,2 mm; Guayas 45,5 mm and El Oro 39,7 mm TL for *A. tuberculosa*. The average sizes for *A. similis* were 40,3 mm in Esmeraldas; Guayas 44,0 mm and El Oro 39,4 mm TL. The number of individuals per square meter did not register significant differences at the level of sampling station and strata with the exception of Cojimíes (F=45; p=0,0215) for *A. tuberculosa*; in *A. similis* there were no significant differences at the level of sampling stations and strata. The species Leukoma asperrima was the most representative at the level of fauna associated with the mangrove with 82,2%.

Keywords: *Anadara tuberculosa*, *Anadara similis*, population density sampling, associated fauna.

INTRODUCCIÓN

Las especies, ***Anadara tuberculosa*** (Sowerby 1833) (Figura 1a) y ***Anadara similis*** (Adams 1852) (Figura 1b), son moluscos bivalvos pertenecientes a la familia Arcidae que conforman los recursos bentónicos asociados al ecosistema manglar (MacKenzie, 2001).

El tipo de suelo y la textura son factores importantes por ser organismos excavadores de fondos lodosos, por consiguiente, su hábitat está restringido a un sustrato suave, tipo arcilloso o limo-arcilloso, en las partes externas de los canales y asociados a las raíces de ***Rhizophora mangle*** y ***R. racemosa*** (Silva & Bonilla, 2001).

Figura 1a. *Anadara tuberculosa*

Figura 1b. *Anadara similis*

La distribución de ***A. tuberculosa*** en el pacífico comienza desde Laguna Ballena, en Baja California sur, México hasta la Bahía de Tumbes en el norte de Perú. A. similis se distribuye desde el Golfo de Fonseca en El Salvador hasta Bahía de Tumbes, Perú (Mackenzie, 2001). En Ecuador se encuentran en los ecosistemas de manglar presentes en el perfil costero de las provincias Esmeraldas, Manabí, Guayas y El Oro.

Los bancos naturales de estos recursos están expuestos a diferentes impactos de origen antropogénico (presión extractiva, deforestación, contaminación de diferente índole) y natural (eventos El Niño, baja de salinidad por lluvias y saturación de suelos por materiales en suspensión acarreados por los ríos) (Ordinola ***et al.***, 2020). Algunos estudios indican que la salinidad influye en la distribución y abundancia de la concha negra, encontrándose en salinidades por enci¬ma de 10-12 ups, ya que salinidades bajas favorecen su mortalidad, mientras que altas benefician la reproducción y el creci¬miento (Vega ***et al.***, 2021).

A nivel económico y social la pesquería artesanal de concha prieta representa una fuente de trabajo e ingresos que dinamiza las economías locales (Moreno, 2013). Su extracción es manual y de baja inversión económica al no exigir medios tecnológicos elaborados o adiestramiento especiales (Orquera, 1999). Los patrones de distribución y abundancia de la concha prieta se han asociado a factores como composición y estructura del sustrato, factores oceanográficos y pesqueros (Vega ***et al.***, 2021).

Este estudio fue realizado con el objetivo de conocer el estado de las poblaciones de ***A. tuberculosa*** y ***A. similis*** en sus bancos naturales, estimando su densidad por metro cuadrado y la estructura de tallas en 18 sitios de extracción situados en las provincias Esmeraldas, Manabí, Guayas y El Oro.

METODOLOGÍA

ÁREA DE ESTUDIO

Entre noviembre y diciembre de 2021, se realizaron 18 muestreos in situ de densidad poblacional en 18 estaciones de muestreo (E.M) dispuestas en zonas de manglar donde se extrae las especies *A. tuberculosa* y *A. similis* correspondiente a las provincias Esmeraldas, Manabí, Guayas y El Oro, el área total para cada sitio o estación de muestreo fue de 60 m^2 aproximadamente.

El criterio para seleccionar la ubicación de las estaciones de muestreo se basó en áreas de mayor y menor impacto antropogénico, considerando el conocimiento ancestral (Figura 2).

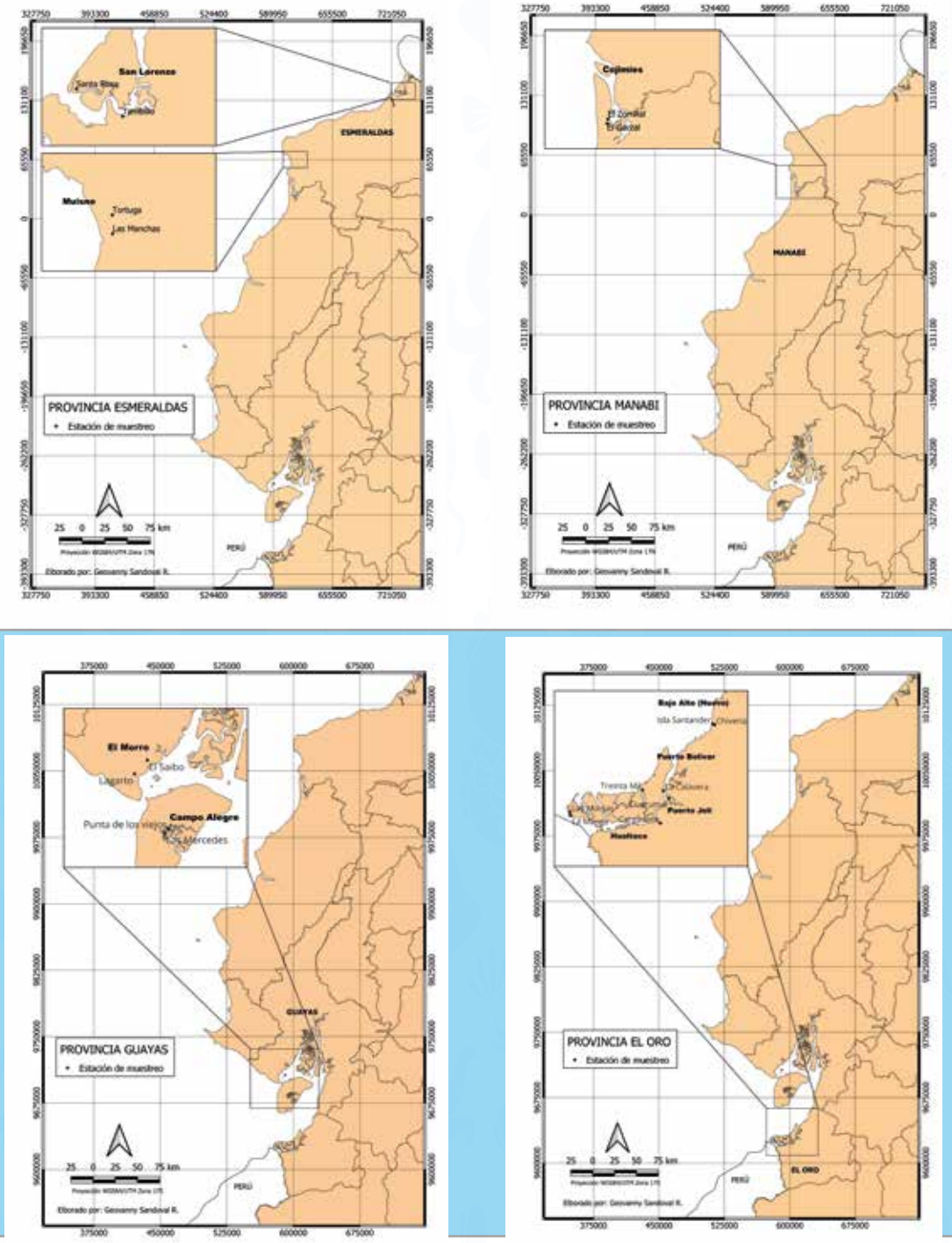


Figura 2. Ubicación de estaciones de muestreo por provincia. 2A Esmeraldas; 2B Manabí; 2C Guayas y 2D El Oro, durante noviembre y diciembre 2021

Para acceder a las estaciones de muestreo se empleó una embarcación con motor fuera de borda, cada sitio, elegido al azar, fue georreferenciado en coordenadas UTM (Tabla 1) utilizando un GPS digital marca GARMIN 72 H.

DENSIDAD POBLACIONAL

La densidad poblacional se obtuvo a través del uso de cuadrantes de 1 m^2 instalados en dos niveles intermareales: estrato superior (A) y estrato intermedio (B) paralelos a la línea de marea baja, con una separación de dos metros entre estratos. El estrato superior y el estrato intermedio se caracterizaron por estar cubiertos de árboles de mangle, el primero ubicado hacia la parte más interna del manglar y el segundo entre el límite del estrato superior y el borde externo del manglar. En cada estrato se realizaron 10 cuadrantes (un metro cuadrado cada uno) separados por dos metros de distancia; cada cuadrante fue delimitado con una estructura de material PVC de 1 m^2 (Figura 3).

Tabla 1. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo por puertos y provincias.

Provincia	Puerto	Esteros	Coordenadas	
Esmeraldas	San Lorenzo	Santa Rosa	725772	140987
		Tambillo	732933	136751
	Muisne	Tortuga	612025	65023
		Las Manchas	612069	62149
Manabí	Cojimíes	El Zorrillal	611015	27087
		El Garzal	610749	25715
Guayas	Campo Alegre	Las Mercedes	593942	9683342
		Punta de los viejos	595670	9685179
	El Morro	Lagarto	581336	9708340
		El Saibo	586668	9714048
El Oro	Bajo Alto	Isla Santander	621906	9652242
		Chivería	622499	9651974
	Puerto Bolívar	La Calavera	606823	9631793
		Treinta Mil	600471	9632105
	Puerto Jelí	Guarumal	608541	9629469
		Cargadero	605861	9621868
	Puerto Hualtaco	Las Monjas	578337	9625272
		La Manga	578397	9624168

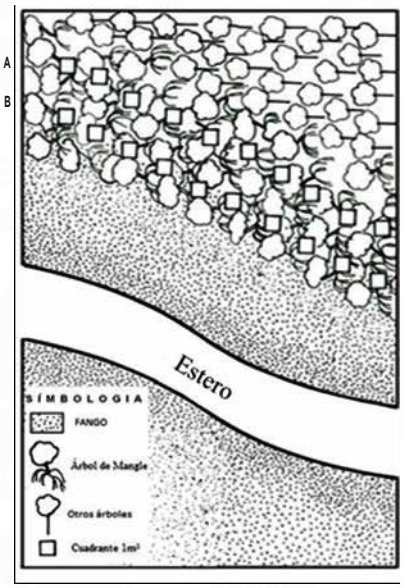


Figura 3. Esquema densidad poblacional por estratos (A) superior y (B) intermedio

Se realizó la colecta de individuos por cuadrante, luego se colocaron en fundas plásticas debidamente rotuladas. Posteriormente, fueron llevados al laboratorio para registrar su Longitud total (LT) usando un calibrador digital de precisión de 0,01 mm. Para conocer la estructura de talla de la población, se construyeron histogramas de frecuencia de tallas (DFT) con intervalos de tallas de 5 mm LT, por especie y provincia. La densidad poblacional se obtuvo de la media aritmética del número de organismos por especie y metro cuadrado, además se realizó análisis de la varianza de una vía ANOVA y prueba de TUCKEY con un alfa de 0,05 de confiabilidad para cada estrato y estación de muestreo para determinar diferencias entre estratos y zonas de extracción.

RESULTADOS

DENSIDAD POBLACIONAL

Se analizó un total 1 155 ejemplares de *Anadara* spp, de las cuales 1 026 fueron *A. tuberculosa* y 129 *A. similis*.

Anadara tuberculosa

En Esmeraldas la densidad promedio de los sitios de extracción fue 1,4 ± 0,4 conchas por m^2. En el estero La Tortuga se registró la mayor densidad (2,3 ± 1,6 conchas por m^2) y la densidad menor en el estero Tambillo (0,6 ± 0,7 conchas por m^2). A nivel de estratos se reportaron valores iguales por número de individuos por metro cuadrado.

En Manabí la densidad promedio en los sitios de extracción fue baja con 0,4 ± 0,1 conchas por m^2. Los sitios de extracción reportaron densidad menor a 1. El estero El Zorrillal registró la mayor densidad con 0,9 ± 1,1 conchas por m^2. A nivel de estratos, el estrato B reportó 0,7 ± 0,9 conchas por metro cuadrado.

Para Guayas la densidad promedio fue 2,1 ± 0,6 conchas por m^2. El estero El Saibo registró la mayor densidad con 3,5 ± 2,5 conchas por m^2 y una densidad menor en el estero Las Mercedes con 1,0 ± 1,2 conchas por m^2. El estrato B reportó mayor densidad con 2,3 ± 0,7 conchas por metro cuadrado.

Los sitios de extracción en la provincia de El Oro, reportaron una densidad promedio de 4,5 ± 2,7 conchas por m^2. El estero Isla Santander registró mayor densidad con 10,7 conchas por m^2. En ambos estratos (A y B) se registraron valores similares de individuos por metro cuadrado (4,4 ± 2,5 y 4,5 ± 3,2 conchas por m^2) respectivamente (Tabla 2, Figura 4).

ESTRUCTURA DE TALLAS POR SEXO Y MES

Se examinaron en total 3 043 ejemplares de dorado capturados mediante palangre de superficie. Se observó que las hembras presentaron tallas grandes en febrero y marzo; mientras que, predominaron tallas más pequeñas en julio y octubre. Por otro lado, los machos presentaron mayores tallas en febrero y marzo, en contraste con tallas más pequeñas que se registraron en julio, octubre y noviembre (Fig. 4).

Tabla 2. Valores de densidad media por metro cuadrado de A. tuberculosa en estaciones de muestreo por provincia, puerto y estrato

Provincia	Puerto	Estrato	E.M >impacto ind/m²	E.M <impacto ind/m²
Esmeraldas	San Lorenzo		Santa Rosa	Tambillo
		A	1.4±1,6	0.6±0,7
		B	1.8±1,1	1.0±0,9
	Muisne		La Tortuga	Las Manchas
		A	2.3±1,6	1.1±1,3
		B	0.7±1,9	2.2±1,1
Manabí	El Churo Cojimíes		El Zorrillal	El Garzal
		A	0.1±0,3	0
		B	0.9±1,1	0.7±0,9
Guayas	Campo Alegre		Las Mercedes	Punta de los Viejos
		A	1.0±1,2	2.6±1,0
		B	1.7±1,6	1.7±2,2
	El Morro		Lagarto	El Saibo
		A	1.6±1,2	2.2±1,9
		B	2.4±1,6	3.5±2,5
El Oro	Bajo Alto		Isla Santander	Chivería
		A	4.9±2,0	4.7±4,4
		B	10.7±3,9	2.3±1,6
	Bolívar		La Calavera	Treinta Mil
		A	1.9±1,3	0.7±0,7
		B	1.7±1,7	2.3±1,2
	Jelí		Guarumal	Cargadero
		A	1.7±2,2	7.4±4,9
		B	1.5±1,3	3.4±1,1
	Hualtaco		Las Monjas	La Manga
		A	7.9±6,7	6.0±3,1
		B	7.5±2,4	6.7±4,5

E.M= estación de muestreo; >impacto= áreas de mayor impacto antropogénico; <impacto= áreas de menor impacto antropogénico.

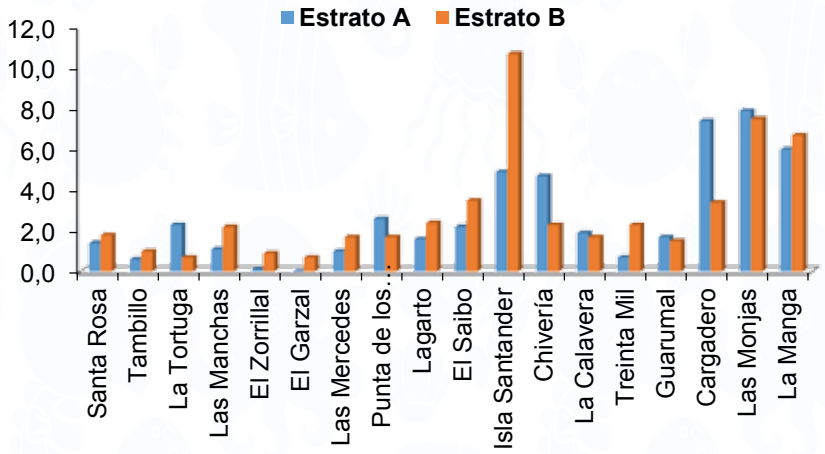


Figura 4. Densidad media (ind m²) de A. tuberculosa por estratos y sitios de extracción

Anadara similis

En esta especie se registró mayoritariamente valores por debajo de 1 en los sitios de muestreo. A excepción de El Oro, el valor de densidad más alto se observó en el estero La Manga, con 3,4 ± 1,7 conchas por metro cuadrado, seguido del estero Isla Santander con 2,4 ± 2,3 conchas por metro cuadrado, ambos valores corresponden al estrato B (Tabla 3, Figura 5).

Provincia	Puerto	Estrato	E.M >impacto ind/m²	E.M <impacto ind/m
Esmeraldas	San Lorenzo		Santa Rosa	Tambillo
		A	0,1±0,3	0,2±0,4
		B	0,2±0,4	0,1±0,3
	Muisne		La Tortuga	Las Manchas
		A	0,1±0,3	0
		B	0	0,5±0,8
Manabí	El Churo Cojimíes		El Zorrillal	El Garzal
		A	0,0	0,0
		B	0,0	0,0
Guayas	Campo Alegre		Las Mercedes	Punta de los Viejos
		A	0,0	0,1±0,3
		B	0,2±0,6	0,7±0,9
	El Morro		Lagarto	El Saibo
		A	0,0	0,0
		B	0,3±0,5	0,0
El Oro	Bajo Alto		Isla Santander	Chivería
		A	1,1±1,3	0,2±0,4
		B	2,4±2,3	0,2±0,4
	Bolívar		La Calavera	Treinta Mil
		A	0,1±0,3	0,0
		B	0,0	0,2±0,4
	Jelí		Guarumal	Cargadero
		A	0,1±0,3	0,1±0,3
		B	0,9±1,4	0,4±0,7
	Hualtaco		Las Monjas	La Manga
		A	0,2±0,6	0,6±0,8
		B	0,4±0,7	3,4±1,7

E.M= estación de muestreo; >impacto= áreas de mayor impacto antropogénico; <impacto= áreas de menor impacto antropogénico

Tabla 3. Valores de densidad media por metro cuadrado de A. similis en sitios de extracción por provincia, puerto y estrato

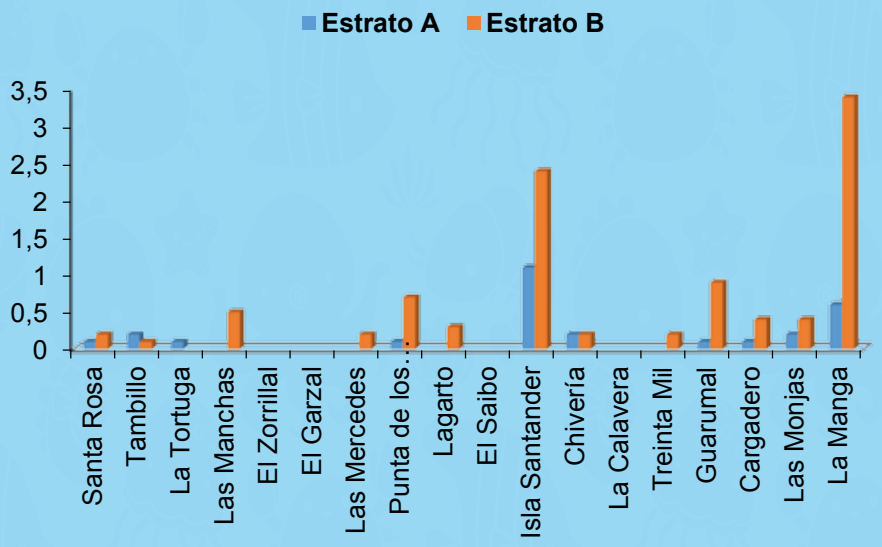


Figura 5. Densidad media (ind m²) de *A. similis* por estrato y sitios de extracción.

Anova

Los resultados del análisis de varianza de los datos de densidad poblacional en *A. tuberculosa*, no mostraron diferencias significativas al comparar las densidades entre las estaciones de muestreo correspondiente a cada provincia, a excepción de la estación Cojimíes (Provincia de Manabí) (F=45; p=0,0215). Para la especie *A. similis* no se observaron diferencias significativas (Tabla 4) (Figura 6 y 7), esto se corroboró al realizar la prueba de TUCKEY (Tabla 5). El análisis de las varianzas de todas las densidades por metro cuadrado situadas en las provincias Esmeraldas, Manabí, Guayas y El Oro no reportaron diferencias significativas al comparar las densidades por estación de muestreo y estrato (Tabla 6, Figura 8 y 9).

Tabla 3. Resultados de ANOVA de la densidad poblacional por metro cuadrado por estación de muestreo en *Anadara tuberculosa* y *Anadara similis*.

	Anadara tuberculosa			*Anadara similis*			
Estaciones de muestreo	**F (18,51)**	**p<0,05**		**F (18,51)**	**p<0,05**		**Grados de libertad**
San Lorenzo	0,500	0,5527	ns	0,1	1	ns	k-1=1
Muisne	0,067	0,8189	ns	0,615	0,5149	ns	N-k=2
Cojimíes	45,0	0,0215	*	ND	ND		
Campo Alegre	0,015	0,9119	ns	2,461	0,2572	ns	
El Morro	2,808	0,2357	ns	1,0	0,4226	ns	
Bajo Alto	0,163	0,7249	ns	0,2991	0,6393	ns	
Bolívar	1,088	0,4062	ns	0,200	0,6984	ns	
Jelí	0,488	0,5568	ns	4,840	0,1588	ns	
Hualtaco	0,021	0,8976	ns	0,982	0,4260	ns	

ND=No datos *=p<0.05 (diferencia significativa) ns=no significativo

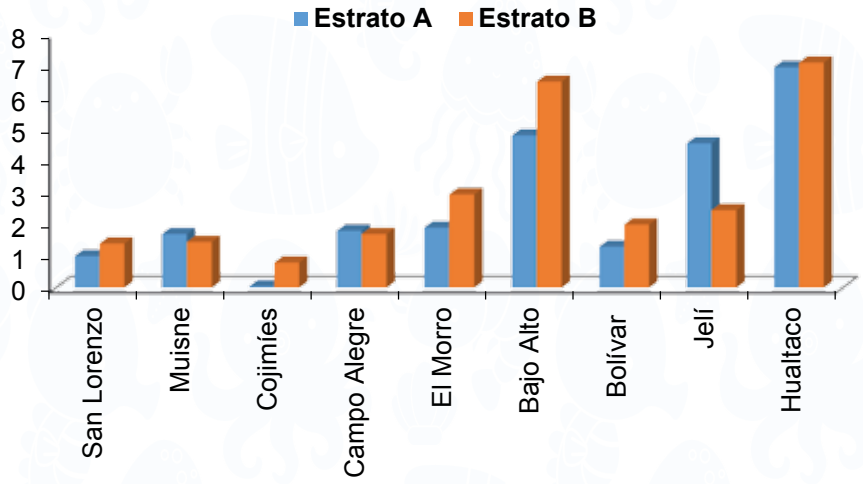


Figura 6. Densidad media (ind m²) de *A. tuberculosa* por estrato y estación de muestreo.

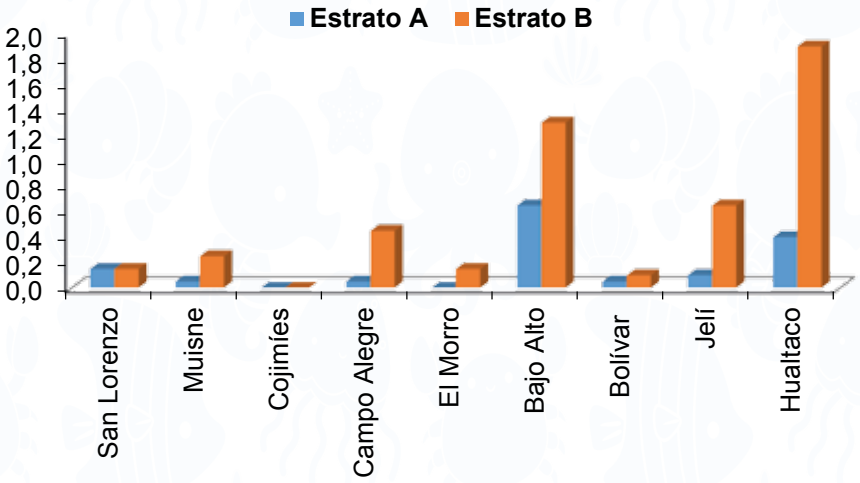


Figura 7. Densidad media (ind m²) de *A. similis* por estrato y estación de muestreo.

Tabla 5. Prueba de TUCKEY para densidad poblacional por metro cuadrado por estación de muestreo en *Anadara tuberculosa* y *Anadara similis*.

	Anadara tuberculosa			***Anadara similis***			
Estaciones de muestreo	**F**	**P=>0,05**		**F**	**P=>0,05**		**Grados de libertad**
San Lorenzo	4	0,2952	ns	0	1	ns	DF1=1
Muisne	0,0343	0,8834	ns	0,4444	0,6257	ns	DF2=2
Cojimíes	225	0,0424	*	ND	ND		
Campo Alegre	0,016	0,9208	ns	4	0,2952	ns	
El Morro	17,64	0,1488	ns	1	0,5	ns	
Bajo Alto	0,172	0,7498	ns	1	0,5	ns	
Bolívar	0,605	0,5791	ns	0,1111	0,7952	ns	
Jelí	1,222	0,4682	ns	4,84	0,2716	ns	
Hualtaco	0,074	0,8305	ns	1,3313	0,4546	ns	

ND=No datos *=p<0.05 (diferencia significativa) ns=no significativo

Tabla 6. Resultados de ANOVA de la densidad poblacional por metro cuadrado en todas las provincias para *Anadara tuberculosa* y *Anadara similis*.

	Anadara tuberculosa			***Anadara similis***			
Provincias	**F (4,13)**	**p<0,05**		**F (4,13)**	**p<0,05**		**Grados de libertad**
Esmeraldas	0,088	0,7674	ns	3,027	0,0909	ns	k-1=1
Manabí							
Guayas							N-k=34
El Oro							

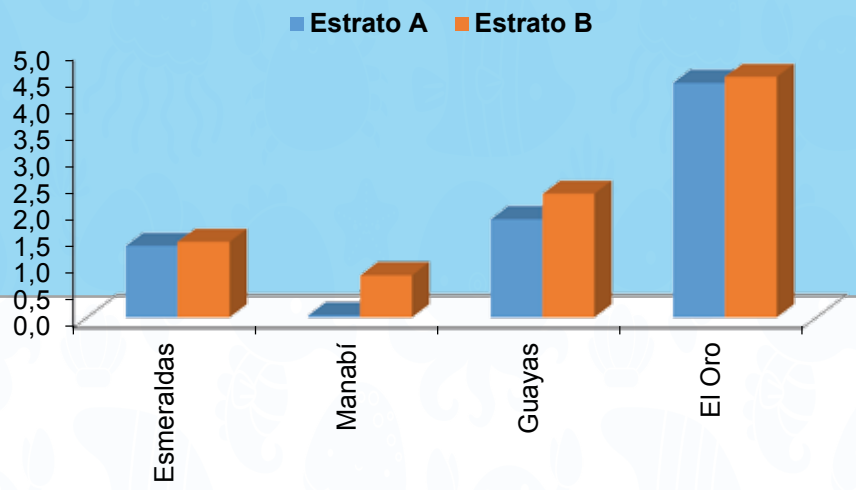


Figura 8. Densidad media (ind m²) de *A. tuberculosa* por estrato y provincia.

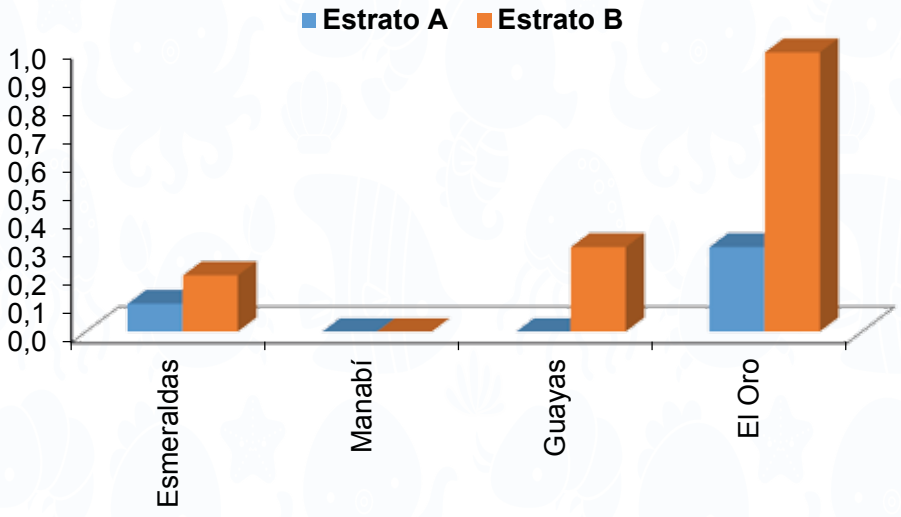


Figura 9. Densidad media (ind m²) de *A. similis* por estrato y provincia.

DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE TALLAS

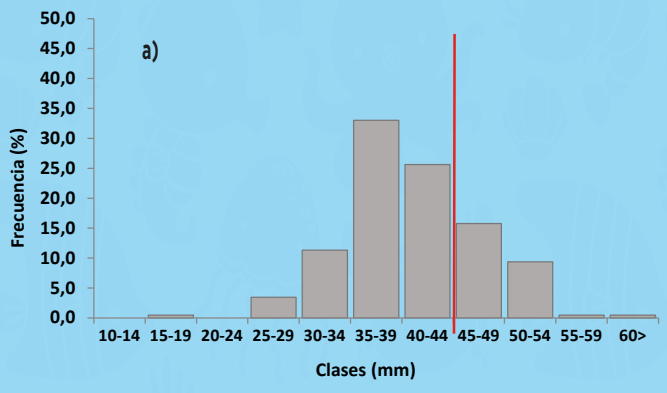
Anadara tuberculosa

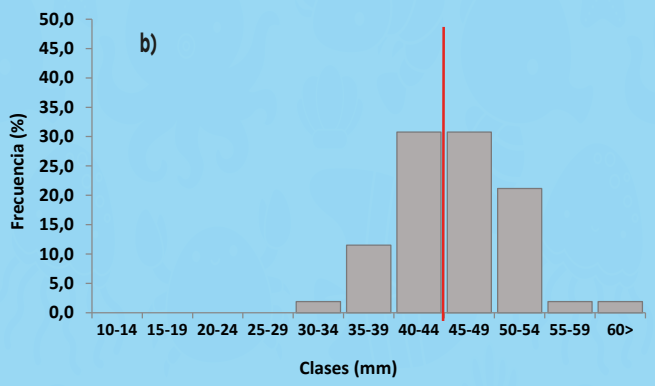
En la provincia Esmeraldas la distribución de frecuencia de tallas de los individuos procedentes de las estaciones de muestreo, comenzó en 19,0 mm hasta 60,0 mm LT. La moda se observó en la clase 35-39 mm LT (Figura 10a). La talla promedio poblacional fue 40,9 mm LT y el 73,9 % de los individuos estuvieron por debajo de 45 mm LT (Talla mínima legal de extracción).

En Manabí la distribución de frecuencia de tallas de los individuos procedentes de las estaciones de muestreo, comenzó en 34,0 mm hasta 61,0 mm LT. La moda se compartió entre las clases 40-44 y 45-49 mm LT (Figura 10b). La talla promedio poblacional fue 46,2 mm LT y el 44,2 % de los individuos estuvieron por debajo de 45 mm LT (Talla mínima legal de extracción).

Para Guayas la distribución de frecuencia de tallas de los individuos procedentes de las estaciones de muestreo, comenzó en 24,0 mm hasta 69,0 mm LT. La moda se observó en la clase 40-44 mm LT (Figura 10c). La talla promedio poblacional fue 45,5 mm LT y el 49,5 % de los individuos estuvieron por debajo de 45 mm LT (Talla mínima legal de extracción).

En El Oro la distribución de frecuencia de tallas de los individuos procedentes de las estaciones de muestreo, comenzó en 9,0 mm hasta 60,0 mm LT. La moda se observó en la clase 35-39 mm LT (Figura 10d). La talla promedio fue 39,7 mm LT y el 78,3 % de los individuos estuvieron por debajo de 45 mm LT (Talla mínima legal de extracción).





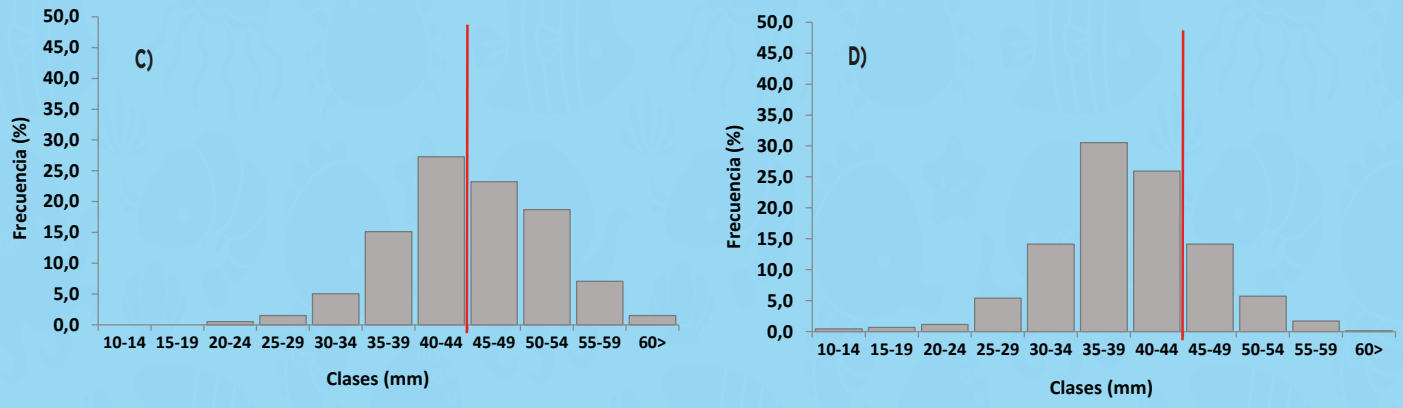


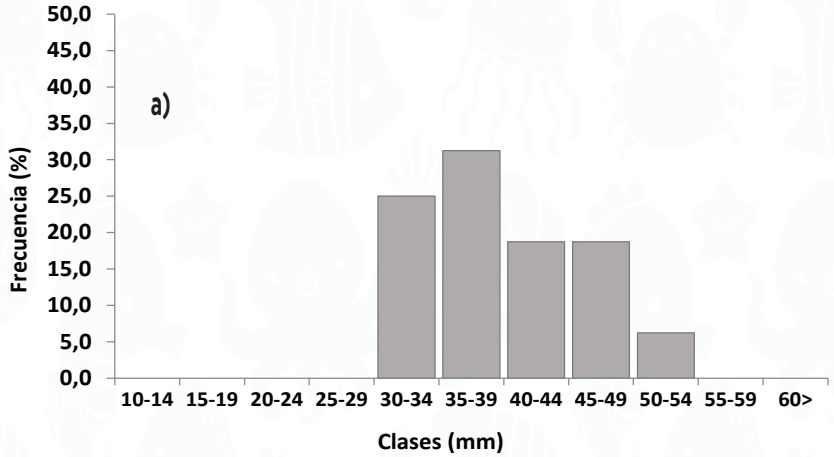
Figura 10. Distribución de frecuencia de tallas de Anadara tuberculosa procedente de estaciones de muestreo pertenecientes a) Esmeraldas, b) Manabí, c) Guayas y d) El Oro.

Especie Anadara similis

En la provincia Esmeraldas la distribución de frecuencia de tallas de los individuos procedentes de las estaciones de muestreo, comenzó en 30,0 mm hasta 52,0 mm LT. La moda se observó en la clase 35-39 mm LT (Figura 11a). La talla promedio poblacional fue 40,3 mm LT y el 75,0 % de los individuos estuvieron por debajo de 45 mm LT (Talla mínima legal de extracción).

Para Guayas la distribución de frecuencia de tallas de los individuos procedentes de las estaciones de muestreo, comenzó en 36,0 mm hasta 50,0 mm LT. La moda se observó en la clase 40-44 mm LT (Figura 11b). La talla promedio poblacional fue 44,0 mm LT y el 60,0 % de los individuos estuvieron por debajo de 45 mm LT (Talla mínima legal de extracción).

En El Oro la distribución de frecuencia de tallas de los individuos procedentes de las estaciones de muestreo, comenzó en 15,0 mm hasta 52,0 mm LT. La moda se observó en la clase 40-44 mm LT (Figura 11c). La talla promedio poblacional fue 39,4 mm LT y el 83,5 % de los individuos estuvieron por debajo de 45 mm LT (Talla mínima legal de extracción).



Evelyn Ramos

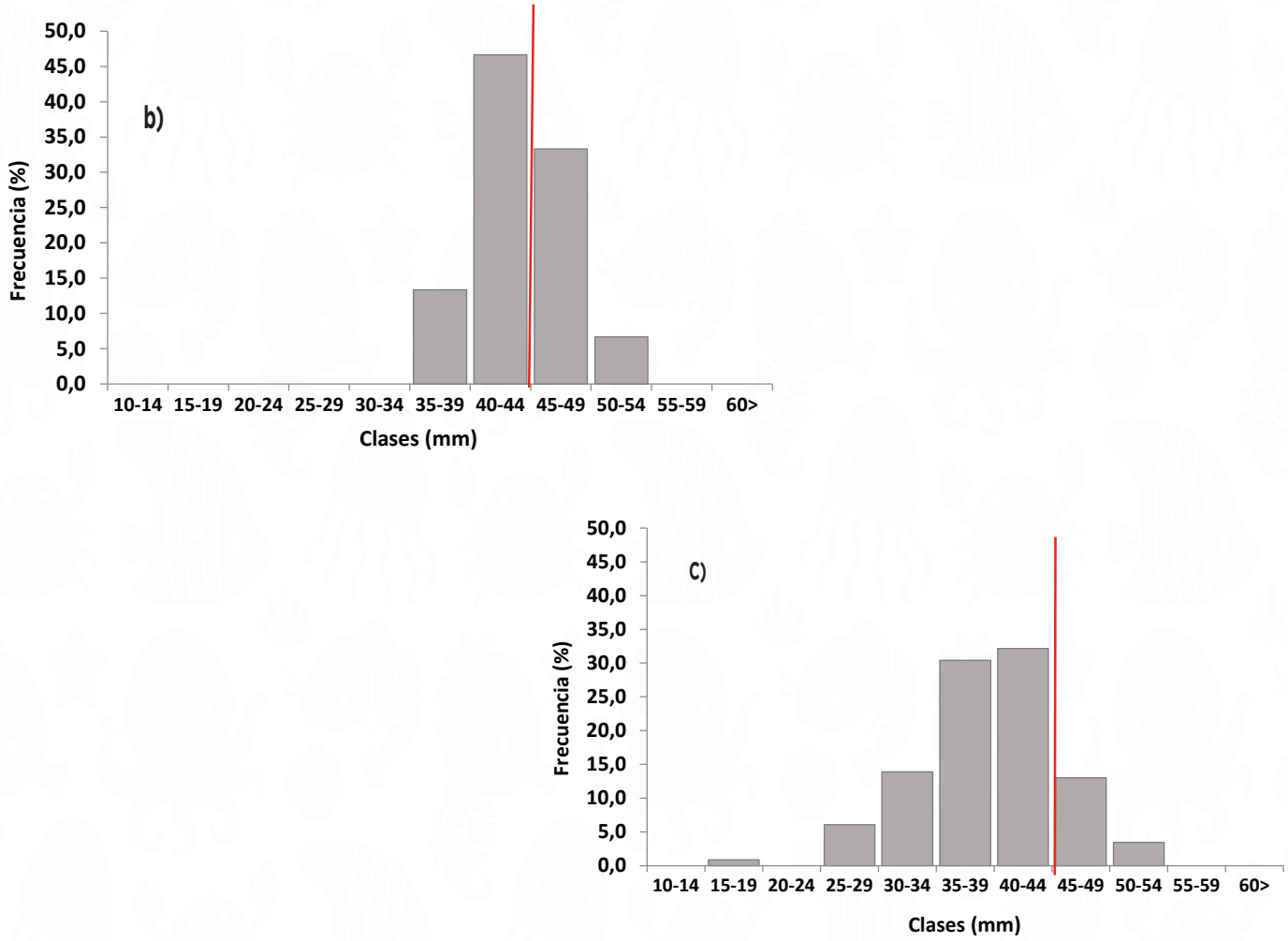


Figura 11. Distribución de frecuencia de tallas de Anadara similis procedente de estaciones de muestreo pertenecientes a) Esmeraldas, b) Manabí, c) Guayas y d) El Oro.

El análisis de varianza realizado a las tallas promedio no presentó diferencias significativas; al comparar los estratos con los sitios de extracción, estaciones de muestreo y provincias para ambas especies.

FAUNA ASOCIADA

La fauna asociada a las especies de manglar *A. tuberculosa* y *A. similis*, estuvieron representadas por nueve taxas, agrupadas en dos clases: Bivalvia (4) y Gasterópoda (5) (Tabla 7). Las especies pertenecientes a la clase Bivalvia predominaron con el 93.3 %. Dentro de estas especies, la más abundante fue Leukoma asperrima, conocida como concha blanca, reportada con mayor presencia en los sitios de extracción.

Tabla 7. Listado de especies de moluscos asociados a la fauna de manglar.

Clase	Nombre científico	Nombre común	# individuos	%
	Leukoma asperrima (GB Sowerby I, 1835)	concha blanca	222	82,2
	Panamicorbula ventricosa (A. Adams y Reeve, 1850)	almeja	17	6,3
	Mytella guyanensis (Lamarck, 1819)	mejillón	11	4,1
Bivalvia				
	Larkinia grandis (Broderip y GB Sowerby I, 1829)	pata de mula	2	0,7
	Littoraria zebra (Donovan, 1825)	piacuil	1	0,4
	Littoraria variegata (Souleyet, 1852)	piacuil	6	2,2
	Crepidula marginalis (Broderip, 1834)	zapatilla	1	0,4
Gasterópoda				
	Thaisella kiosquiformis (Haldeman, 1840)	churo	9	3,3
	Cerithideopsis californica (Duclos, 1832)	churo	1	0,4

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en nuestra investigación, a nivel de densidad poblacional, no presentaron diferencias entre las estaciones de muestreo y provincias. En Esmeraldas, existieron coincidencias a nivel del número de individuos por metro cuadrado con lo reportado en Mora y Moreno (2006) para la especie A. tuberculosa. En cambio, la especie A. similis, el número de individuos por metro cuadrado fue menor a los valores registrados por estos autores; pero resultaron iguales con los reportados por Manjarrés et al. (2013). En Guayas, el número de individuos por metro cuadrado resultó menor a lo registrado por Mora y Moreno (2006) y Gamboa (2019) para A. tuberculosa. En A. similis la densidad resultante fue igual a lo observado por Mora y Moreno (2006). En El Oro, ambas especies presentaron mayor densidad a lo reportado en Mora (2012) y Ordinola et al. (2020).

Las tallas promedio resultantes de los muestreos de densidad poblacional en Esmeraldas fueron menor en A. tuberculosa con lo reportado en Mora y Moreno (2006). En A. similis la talla promedio fue igual a lo encontrado por Manjarrés et al. (2013). En Guayas las tallas promedio de A. tuberculosa son mayores a las reportadas por Gamboa (2019). Las tallas promedio registradas en El Oro estuvieron por debajo a lo observado en Mora (2012) y mayores a lo reportado en Ordinola et al. (2020).

Las especies reportadas como fauna asociada en nuestro estudio coinciden con lo reportado por Ordinola et al. (2020).

BIBLIOGRAFÍA

Gamboa, L. (2019). Densidad y estructura poblacional de *Anadara tuberculosa* en Puerto El Morro: un análisis previo y posterior al establecimiento del área protegida. (Tesis de Maestría). Repositorio Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, Ecuador.

Mackenzie, C. 2001. The Fisheries for Mangrove Cockles, *Anadara* spp., from Mexico to Perú, with Descriptions of their Habitats and Biology, the Fishermen's Lives, and the Effects of Shrimp Farming. Marine Fisheries Review, 63(1), 1-39.

Manjarrés, A., Lucero, C., Gualteros, W., Cantera, J. y Agudelo, D. (2013). Abundancia y madurez sexual de *Anadara similis* en el manglar de Luisico, Bahía Malaga, Pacific colombiano. Bol. Invest. Mar. Cost. 42(2). 215-231. ISSN 0122-9761. Santa Martha, Colombia.

Mora, E., Moreno, J. (2006). Abundancia y estructura poblacional de *Anadara tuberculosa* y *Anadara similis* en las principales áreas de extracción de la costa ecuatoriana. Informe Técnico. Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP).

Mora-Sánchez, E. (2012). Variación espacio temporal en la densidad y estructura de tallas y su relación con el esfuerzo pesquero de *Anadara tuberculosa* y *Anadara similis* (Pelecypoda: Arcidae) en el Archipiélago de Jambelí, Ecuador (Tesis de Maestría). Universidad de Guayaquil, Ecuador.

Moreno, J. (2013). Situacion pesquera del recurso concha prieta en los principales puertos de la provincia Esmeraldas durante el 2013.

Ordinola, E., Alemán, S., & Montero, P. (2020). Concha negra *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) y concha huequera *Anadara similis* (C.B. Adams, 1852) en los manglares de Tumbes. Septiembre 2018. Boletín Instituto del Mar del Perú, 47(1), 141-158.

Orquera, L 1999. El Consumo de moluscos por los canoeros del extremo sur. Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXIV. ISSN 0325-2221. Buenos Aires, 21 p.

Silva, A. y R. Bonilla. 2001. "Abundancia y morfometría de *A. tuberculosa* y *A. similis* (Mollusca: Bivalvia) en el Manglar de Purruja, Golfo Dulce, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 49. Supl. 2: 315-320.

Vega, A.J, Robles, P., Y.A., Alvarado, O., & Cedeño Mitre, C. (2021). Estructura de tallas, distribución y abundancia de *Anadara tuberculosa* (Bivalvia: Arcidae) en dos sistemas de manglar del Pacífico de Panamá. Revista de Biología.

www.institutopesca.gob.ec

Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca

IPIAP Ecuador

IPIAPEC

Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca

EL NUEVO ECUADOR RESUELVE