

# VARIACIÓN TEMPORAL EN TALLAS Y MADUREZ SEXUAL DE MERLUZA COMÚN (*MERLUCCIUS GAYI*, GUICHENOT, 1848) DE LA PESCA CON PALANGRE DE PROFUNDIDAD EN AGUAS ECUATORIANAS

## TEMPORAL VARIATION IN SIZE AND SEXUAL MATURITY OF COMMON HAKE (*MERLUCCIUS GAYI*, GUICHENOT, 1848) FROM DEEP LONGLINE FISHING IN ECUADORIAN WATERS

Cristhian Castro Moreira<sup>1,2,\*</sup> , Gabriela Flores Rivera<sup>2</sup> , Walter Tigreiro González<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Estatal de Guayaquil, Ecuador.

<sup>2</sup> Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca, Subsecretaría de Recursos Pesqueros. Manta, Ecuador.

\* Autor correspondencia: [cristhiancastrobsc@live.com](mailto:cristhiancastrobsc@live.com)

### Resumen

La pesquería de merluza en Ecuador ha experimentado un aumento significativo desde el año 2013, convirtiéndose en una alternativa a la pesca del camarón. Este pez es exportado principalmente a España, uno de los mayores consumidores de merluza a nivel mundial. La flota arrastrera tiene una mayor operatividad en el puerto de Posorja y se estima que en 2019 se desembarcaron 2 133 985 kg de merluza. Por ello, este estudio se enfoca en analizar los cambios temporales en la estructura de tallas y la madurez sexual de la merluza común (*Merluccius gayi*) capturada con arte de pesca de palangre de fondo en aguas ecuatorianas. Se recopilaron datos biológicos como la longitud total, sexo y la madurez sexual del recurso merluza desembarcado en el puerto pesquero artesanal de Santa Rosa de Salinas, Santa Elena, entre 2013 y 2016. Se determinó que la proporción sexual estaba sesgada hacia las hembras, y se observaron diferencias significativas en las tallas entre sexos, siendo las hembras más grandes. En cuanto a la madurez sexual, se identificaron cinco estadios gonadales en las hembras y tres en los machos. Se determinó que la talla media de madurez sexual para las hembras fue de  $LT_{50}$  48.53 cm, mientras que para los machos fue de  $LT_{50}$  31.22 cm. Se evidenciaron diferencias significativas entre las tallas de madurez sexual de hembras y machos, siendo las hembras un 35% más grandes en el momento de la madurez en comparación con los machos.

**Palabras claves:** Madurez sexual, palangre de fondo, merluza común, Península de Santa Elena

### Abstract

The hake fishery in Ecuador has experienced a significant increase since 2013, becoming an alternative to shrimp fishing. This fish is primarily exported to Spain, one of the largest consumers of hake worldwide. The trawl fleet operates mainly in the Posorja port, and it is estimated that 2 133 985 kg of hake were landed in 2019. Therefore, this study focuses on analyzing temporal changes in the size structure and sexual maturity of common hake (*Merluccius gayi*) caught using bottom longline fishing gear in Ecuadorian waters. Biological data such as total length, sex, and sexual maturity of the hake resource landed in the artisanal fishing port of Santa Rosa de Salinas, Santa Elena, were collected between 2013 and 2016. It was determined that the sex ratio was skewed towards females, and significant differences in sizes between sexes were observed, with females being larger. Regarding sexual maturity, five gonadal stages were identified in females and three in males. The average size at sexual maturity for females was determined to be  $LT_{50}$ =48.53 cm, while for males, it was  $LT_{50}$ =31.22 cm. Significant differences were evident between the sizes of sexual maturity in females and males, with females being 35% larger at the time of maturity compared to males.

**Keywords:** Sexual maturity, deep longline, common hake, Santa Elena Peninsula.

Recibido: 2023-11-08 Aceptado: 2023-12-25 Publicado: 2023-12-31

## 1. Introducción

La merluza común (*Merluccius gayi*) es un pez óseo que se distribuye en América del Sur, desde Ecuador hasta Chile, tienen hábitat demersal a profundidades entre 50 y 500 m (Lloris & Matallanas, 2003). Se caracteriza por ser gris plateada, oscura en el dorso con tonos plateados y blancos en el vientre; el cuerpo tiene forma fusiforme, alargado y relativamente comprimido especialmente en la región caudal (Chirichigno Fonseca & Velez Dieguez, 1998; Lloris & Matallanas, 2003).

La pesquería de merluza en Ecuador se ha venido desarrollando desde 1980 como parte de la captura asociada a la pesca demersal (Coello et al., 2017) pero, desde el año 2013 se explota de manera industrial como alternativa de la pesca con arrastre de camarón blanco y de aguas someras (García et al., 2014), consecuente al hallazgo de una biomasa de 340 500.00 t en la campaña de investigación a bordo de buque Miguel Oliver (González, 2010). La flota arrastrera tiene mayor operatividad en el puerto de Posorja y se estima que en el año 2019 desembarcaron 2 133 985 kg (Chicaiza et al., 2009). En la actualidad, la merluza común *M. gayi* es un recurso que conforma una de las pesquerías con mayor volumen de exportación a España, que es el país que más consume merluza a nivel global (Pérez et al., 2014). Las caletas pesqueras artesanales de Santa Rosa y Anconcito (Península de Santa Elena) tienen la pesquería de merluza con palangre de fondo más representativa en volúmenes de descarga en Ecuador, explotando un stock con biomasa abundante en lugares de agregación cercanos a la costa (Coello et al., 2017; Pilay & Torres, 2018), mismo que forma parte del stock peruano que se extiende desde la 14° S hasta la línea ecuatorial (González, 2010).

Los estudios de biología reproductiva de merluza se concentran principalmente en Perú y Chile en diferentes periodos de tiempo (Canal Loayza, 1989; Cerna & Oyarzún, 1998; Morales Tejada, 2021) mientras que, en Ecuador, el Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca

(IPIAP) genera reportes anuales de la composición de tallas (Chicaiza et al., 2009), también existe seguimiento biológico de los individuos capturados con redes de arrastre en el programa de observadores pesqueros de la Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP) (Jurado et al., 2019). Pese al amplio conocimiento generado, la información está sesgada a las pesquerías industriales con redes de arrastre que obtienen el recurso de zonas llanas dejando de lado el stock que habita en los bajos rocosos capturado con el palangre de profundidad (Chicaiza et al., 2009). Tomando en cuenta que la pesquería con anzuelos comenzó después del 2010, las zonas de agregación en bajos rocosos se consideraron stocks vírgenes, y, el levantamiento de registro de tallas y la determinación de los estadios de madurez sexual es el punto de arranque para el levantamiento de línea base para evaluar la población (García et al., 2014).

*M. gayi* tiene fecundación externa, es un desovador parcial con desarrollo ovacitario asincrónico, comprobándose que los desoves son sostenidos con intervalos de mayor intensidad en invierno y verano (Jurado et al., 2019). En Ecuador la talla media de madurez sexual se ha estimado en 37.28 cm de LT para hembras y 34.93 cm de LT para machos, con diferencias significativas favorables para hembras en la proporción sexual (Toledo Delgado, 2017). Los estadios gonadales para la población de merluza con espinel en la Península de Santa Elena con mayor proporción son maduros y desovantes en el caso de las hembras (Pilay & Torres, 2018), indicios que determinan que la población se encuentra en constante reproducción.

En este sentido, los procesos reproductivos en un stock de peces pueden verse afectados por la presión pesquera, lo cual marca la importancia de comprender las variaciones interanuales en la composición de tallas y la madurez sexual. Estos conocimientos son fundamentales para regular la pesca de manera específica y proteger los stocks de la sobrepesca (Elisio et al., 2021; Guayanay Gusqui, 2022; Hernández-Urcera et al., 2009).

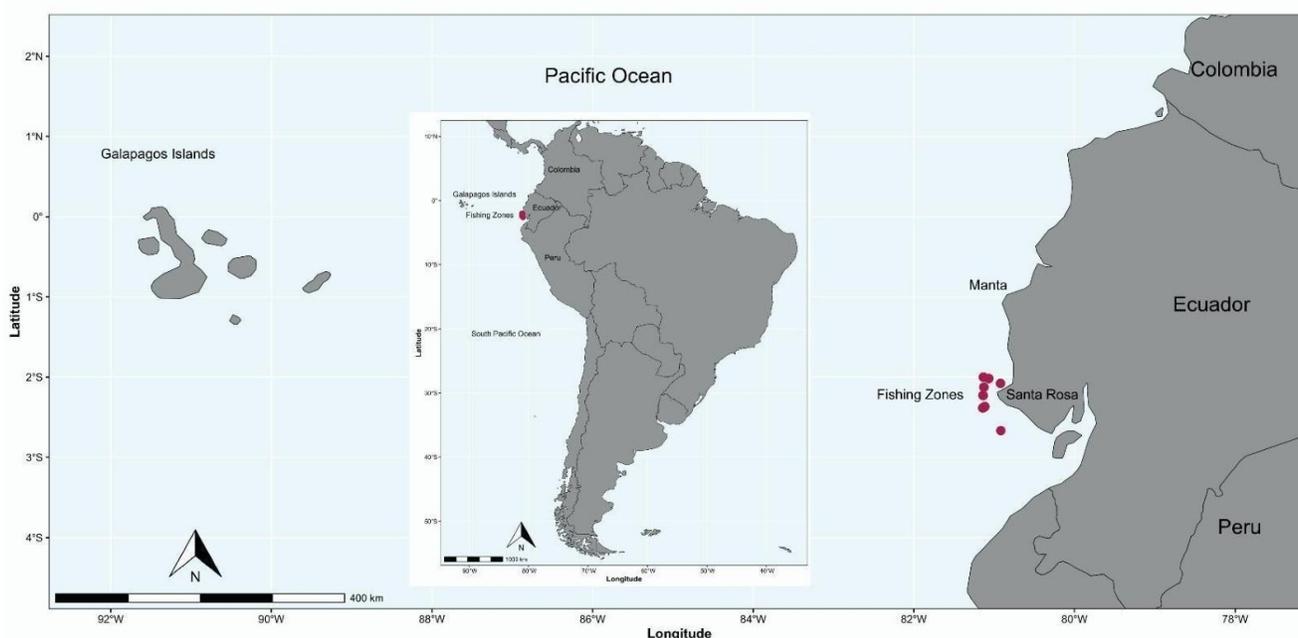
Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue analizar los cambios temporales en la estructura de tallas y madurez sexual de la merluza común (*Merluccius gayi*, Guchenot, 1848) capturada con palangre de fondo en aguas ecuatorianas, durante el período comprendido entre 2013 y 2016.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1 Área de estudio

La información biológica de la merluza se levantó en el puerto pesquero artesanal de Santa Rosa de Salinas, a pie de descarga de la flota artesanal dedicada a la pesca de palangre de fondo, desde

septiembre de 2013 hasta agosto de 2016. La pesca de merluza artesanal se realiza en bajos rocosos, conocidos por ser sitios de agregación de grandes cardúmenes de merluza presentes frente a las costas de la Península de Santa Elena, autodenominados por los nativos con los siguientes nombres: Los Cachos (1°35 S; 81°08 W), La Milla (02°01 S; 81°04 W), El Tiburón (2°22 S; 81°07 W), El Reflejo (1°06 S; 81°07 W), La Hierba (01°59 S; 81°08 W), La Manteca (02°39 S; 80°55 W), Las Casas (02°04 S; 80°55 W), La Punta (02°13 S; 81°08 W), El Derecho (02°07 S; 81°07 W) y El Atravesado (02°22 S; 81°08 W) (Figura 1).



**Figura 1.** Zonas de pesca de merluza común *Merluccius gayi* proveniente de la pesquería artesanal de palangre de fondo de Ecuador (2013-2016).

Las embarcaciones dedicadas a la pesca de merluza son independientes, impulsadas por motores fuera de borda de 75 HP, de 8 a 10 m de eslora y 1.8 a 2 m de manga. El palangre de fondo se cala a 120 Fth de profundidad, el número de anzuelos oscila entre 500 y 1500 por faena de pesca. El esfuerzo de pesca por hora es en promedio 12 a 15 horas desde el zarpe hasta el arribo con la pesca a puerto.

Los datos recopilados incluyeron información como el año, mes, longitud total, sexo y escala de madurez sexual de los ejemplares capturados. Para la determinación de los estados de madurez macroscópicos, se siguió la metodología descrita por Oliva et al. (1982) y Hunter et al. (1985) (Tabla 1).

### 2.2 Análisis de datos

La proporción de sexos (M:H) se comparó con la proporción esperada de 1:1 mediante la prueba de

chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) (Zar, 2013). Además, se utilizó la prueba de U de Mann-Whitney para determinar si existían diferencias significativas entre las tallas de machos y hembras, y se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis para evaluar posibles diferencias significativas entre las tallas en diferentes meses (McKight & Najab, 2010).

Para estimar la talla de madurez sexual se empleó un modelo binomial logístico  $LT_{50}$  y  $LT_{95}$  el que se ajusta a la siguiente fórmula:

$$P(L) = P_{max} \left( 1 + e^{-\ln\left(\frac{LT-LT_{50}}{LT_{95}-LT_{50}}\right)} \right)$$

Dónde,  $P_{max}$  es la proporción máxima de individuos maduros;  $LT_{50}$  longitud a la que está madura el 50 % de la población,  $LT_{95}$  longitud a la que está madura el 95 % de la población.

**Tabla 1.** Estados de madurez sexual macroscópicos para hembras de merluza común *Merluccius gayi* (Hunter et al., 1985; Oliva et al., 1982).

Estadios de madurez	Características
<b>Hembras</b>	
I. Virginal o en reposo	Ovarios traslúcidos, ovocitos no visibles. No presenta vascularización.
II. En maduración	Ovarios poco turgentes con ovocitos agrupados a manera de gránulos y espacios traslúcidos debido a la presencia de ovocitos inmaduros. Presenta vascularización principal y secundaria.
III. Maduro	Ovarios turgentes con presencia de ovocitos visibles a simple vista. Presenta vascularización principal muy notoria y vascularización secundarias y terciarias notoriamente diferenciadas.
IV. Desovante	Ovarios muy turgentes, con ovocitos hidratados visiblemente o flácidos y de aspecto sanguinolento, por la expulsión de ovocitos. Presentan vascularización principal muy notoria, la vascularización secundaria y terciaria están bien diferenciadas.
V. Recuperación	Ovarios ligeramente flácidos con presencia de puntos amarillo intenso, típicos de ovocitos atrésico. Presenta vascularización primaria con escasa vascularización secundaria.
<b>Machos</b>	
I. Inmaduro	Testículos pequeños, delgados, traslucidos, no se observa formación de esperma.
II. En proceso de maduración	Aumentan de tamaño, se ven alargados con forma de guirnalda, color rosa, sin presencia de esperma.
II. Maduro	Testículos en su desarrollo máximo, gruesos con forma de guirnalda, color blanco, llenos de esperma.

En cuanto al análisis estadístico, se realizaron pruebas de normalidad como la prueba de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk, así como pruebas de homogeneidad de varianza utilizando la prueba de Levene. Cuando los datos no cumplían con los supuestos de normalidad y homocedasticidad, se emplearon pruebas estadísticas no paramétricas (Hanusz & Tarasińska, 2015; Razali & Wah, 2011). Todos

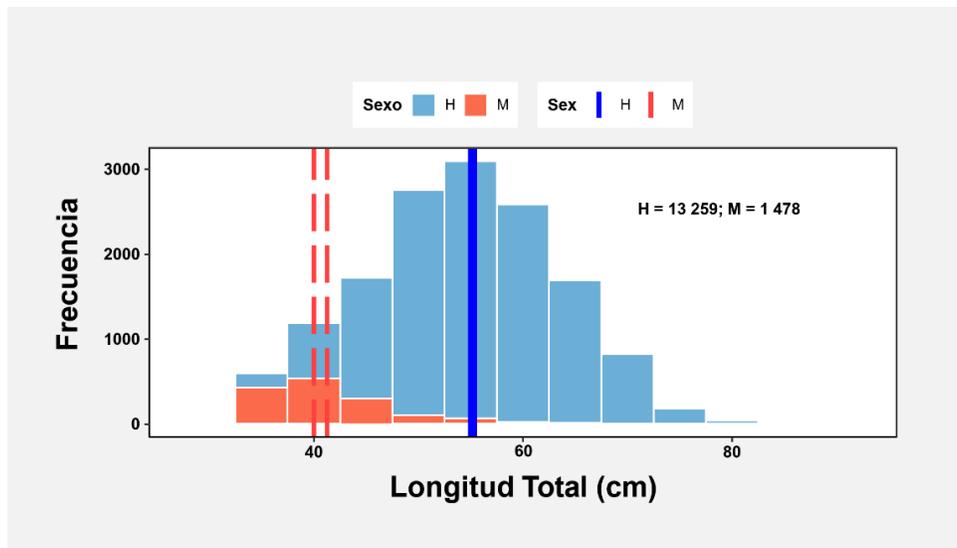
los análisis estadísticos se realizaron utilizando el lenguaje de programación RStudio y se utilizaron los paquetes Tidyverse, AquaticLifeHistory, FSA, ggplot2, psych y dunn.test (Ogle & Ogle, 2017; Ogle et al., 2017; R Core Team & Team, 2021; Smart, 2019; Wickham, 2011; Wickham et al., 2019; Wickham et al., 2016).

### 3. Resultados

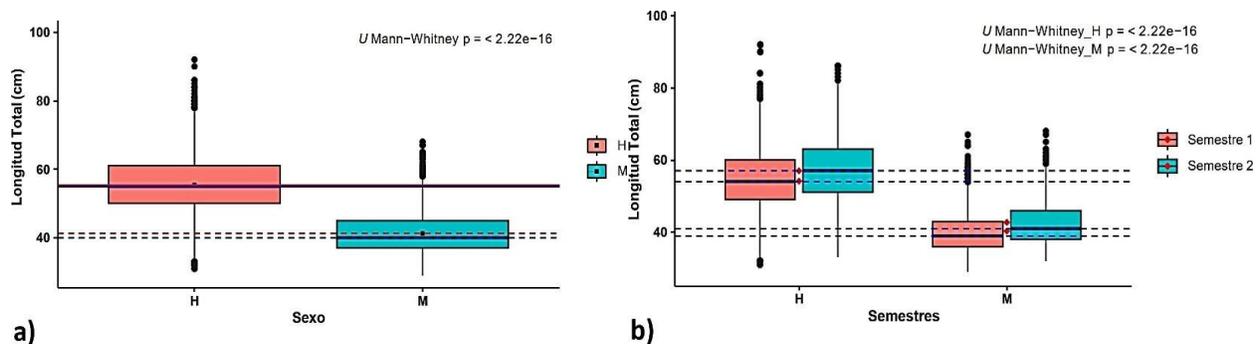
#### 3.1 Estructura de tallas

Se obtuvieron un total de 14737 muestras de merluza común, de las cuales 13257 correspondieron a hembras y 1478 a machos. La proporción sexual fue significativamente sesgada hacia las hembras, con una proporción de 1H; 0.11M ( $\chi^2 = 9416$ ;  $p < 0.05$ ). La distribución de tallas en las hembras de merluza no mostró un patrón de distribución normal ( $D = 1$ ;  $p < 0.05$ ) (Figura 2). El rango de tallas para las hembras fue de 31 cm a 92 cm de LT, con una mediana de 55 cm de LT (Q2), y el tercer cuartil (Q3) correspondió a 61 cm de LT. Por otro lado, el

rango de tallas para los machos fue de 29 cm a 68 cm de LT, con una mediana de 40 cm de LT (Q2), y el tercer cuartil (Q3) fue de 45 cm de LT. Se encontraron diferencias significativas en las tallas entre los sexos ( $U = 17827022$ ;  $p < 0.05$ ), siendo las hembras más grandes en promedio, con una mediana un 27.3 % más alta que la de los machos. Además, se observaron diferencias significativas en las medianas de tallas entre semestres tanto para hembras ( $U = 17526804$ ;  $p < 0.05$ ) como para machos ( $U = 192264$ ;  $p < 0.05$ ), evidenciando tallas mayores en el segundo semestre de cada año (Figura 3).



**Figura 2.** Distribución de tallas (Longitud total LT) de merluza común *Merluccius gayi* proveniente de pesquerías de palangre de fondo de Ecuador, 2013-2016.



**Figura 3.** Diferencias de tallas (LT) de merluza común *Merluccius gayi* proveniente de la pesquería de palangre de fondo de Ecuador, 2013-2016. a) Diferencias de tallas entre sexos; b) Diferencias de tallas por semestres.

Las medianas anuales calculadas para las hembras de merluza variaron de 54.5 cm de LT a 57 cm de LT ( $H= 97.6$ ;  $p<0.05$ ). Sin embargo, las diferencias entre años fueron mínimas y en algunos casos no fueron significativas (2014-2016, 2015-2016). En cuanto a los machos, no se encontraron diferencias significativas en las

medianas de tallas entre los años evaluados ( $H= 4.76$ ;  $p>0.05$ ). En general, no se observó una tendencia clara de aumento o disminución en las tallas a lo largo de los cuatro años de muestreo (Tabla 2).

**Tabla 2.** Estadísticos descriptivos de tallas (Longitud total (cm) de merluza común *Merluccius gayi* proveniente de pesquerías de palangre de fondo de Ecuador, 2013-2016.

	Hembras				Machos			
	N	Mediana	Min	Max	N	Mediana	Min	Max
<b>Semestres 1</b>	7055	54	31	92	915	39	29	67
<b>Semestre 2</b>	6204	57	33	86	563	41	32	68
<b>2013</b>	8012	55	31	86	1021	40	31	67
<b>2014</b>	3348	56	33	82	238	40	33	68
<b>2015</b>	1455	57	35	92	141	40	29	64
<b>2016</b>	444	54.5	35	78	78	39	33	51

### 3.2 Aspectos reproductivos

La relación entre el desarrollo gonadal y la longitud del individuo es significativa en la merluza común, con un coeficiente de determinación  $R^2= 0.94$  para hembras y  $0.77$  para machos

#### Fases del desarrollo gonadal en hembras

**Estadio I:** Se obtuvieron 1566 muestras, lo cual representó el 12 % del número total de gónadas de hembras. Este estadio es frecuente en los primeros meses del año, excepto en enero, alcanzando la máxima ocurrencia en abril y mayo. Es menos común observarlo en los últimos meses del año, especialmente en diciembre y enero. El 50 % de los datos de este estadio se encuentra en un rango de longitud total (LT) entre 43 cm (Q2) y 51 cm (Q3), con una mediana de 47 cm de LT.

**Estadio II:** Se obtuvieron 2117 muestras, lo cual representó el 16 % del número total de gónadas de hembras. La distribución temporal muestra valores elevados de ocurrencia en los primeros seis meses del año, excepto enero, y se observa una tendencia decreciente en el segundo semestre. El 50% de los datos de este estadio se encuentra

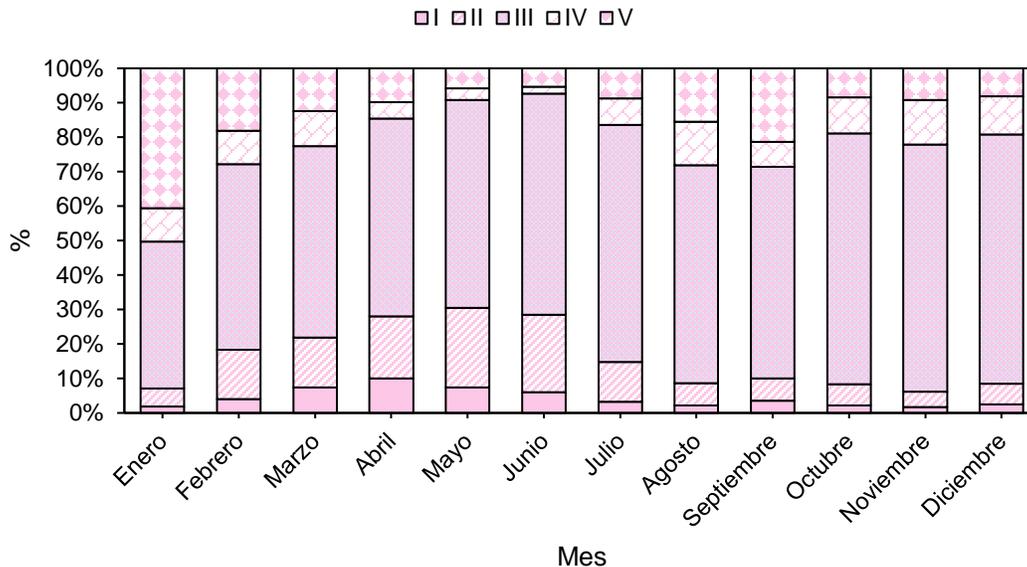
en un rango de LT entre 45 cm (Q2) y 53 cm (Q3), con una mediana de 50 cm de LT.

**Estadio III:** Se obtuvieron 7651 muestras, lo cual representó el 58 % del número total de gónadas de hembras. Este estadio muestra una menor ocurrencia en el primer semestre del año, mientras que en los últimos meses del año la ocurrencia aumenta significativamente, especialmente en octubre. El 50% de los datos de este estadio se encuentra en un rango de LT entre 53 cm (Q2) y 63 cm (Q3), con una mediana de 57 cm de LT.

**Estadio IV:** Se obtuvieron 818 muestras, lo cual representó el 6% del número total de gónadas de hembras. La ocurrencia de este estadio es menor en abril, mayo y junio, y aumenta significativamente a partir de julio, alcanzando la mediana más alta en octubre. Luego, el número de muestras comienza a disminuir, llegando al mínimo en el siguiente periodo en el mes de abril. El 50% de los datos de este estadio se encuentra en un rango de LT entre 55 cm (Q2) y 64 cm (Q3), con una mediana de 59 cm de LT.

**Estadio V:** Se obtuvieron 1107 muestras, lo cual representó el 8 % del número total de gónadas de hembras. Las mayores ocurrencias de este estadio se registraron en los meses de agosto y septiembre. El 50% de los datos de este estadio se

encuentra en un rango de LT entre 58 cm (Q2) y 68 cm (Q3), con una mediana de 62 cm de LT (Figura 4).



**Figura 4.** Frecuencia de ocurrencia de los estadios gonadales de hembras de merluza común *Merluccius gayi* proveniente de la pesquería de palangre de fondo de Ecuador, 2013-2016. Estadio (Inmadura) I; Estadio II (En proceso de maduración); Estadio III (Madura); Estadio IV (Hidratadas), Estadio V (En recuperación).

### 3.4 Fases del desarrollo gonadal de machos

**Estadio I:** Se obtuvieron 70 muestras, que representaron el 5 % del número de las gónadas de machos observable en los meses de marzo, abril y mayo, y poco probable encontrarlos en descargas el resto del año. El 50 % de los datos de este estadio se ubican entre 34 (Q2) y 41 (Q3) cm de LT y la mediana en 37 cm de LT.

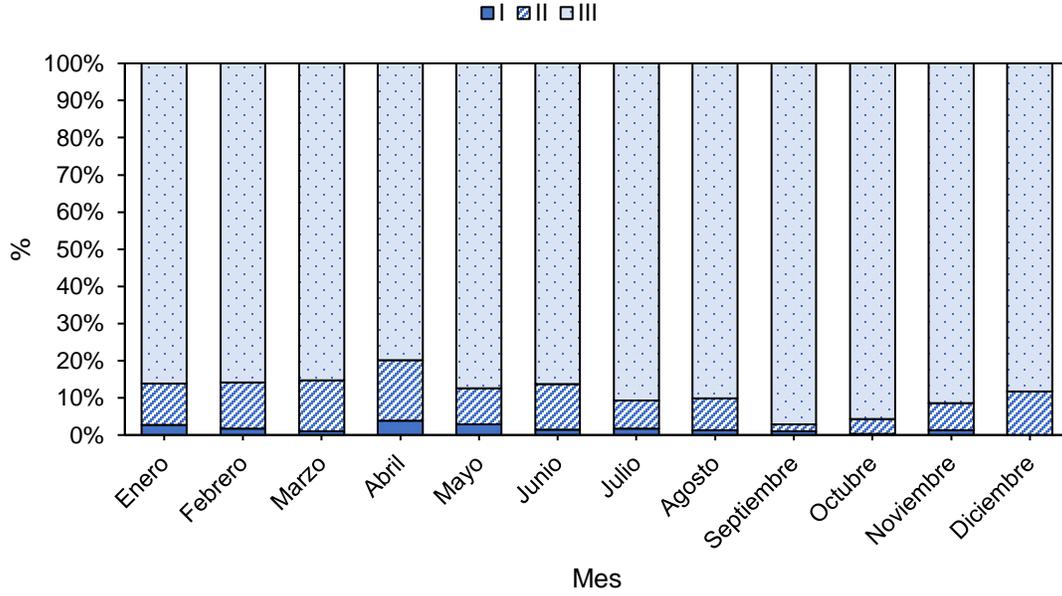
**Estadio II:** Se obtuvieron 209 muestras, que representaron el 14 % del número de gónadas de machos. Los datos no muestran tendencias temporales, pudiendo estar presente de manera aleatoria en cualquier época del año. El 50 % de los datos de este estadio se ubican entre 35 (Q2) y 40 (Q3) cm de LT y la mediana en 37 cm de LT.

**Estadio III:** Se obtuvieron 1199 muestras, que representan el 81 % del número de las gónadas de

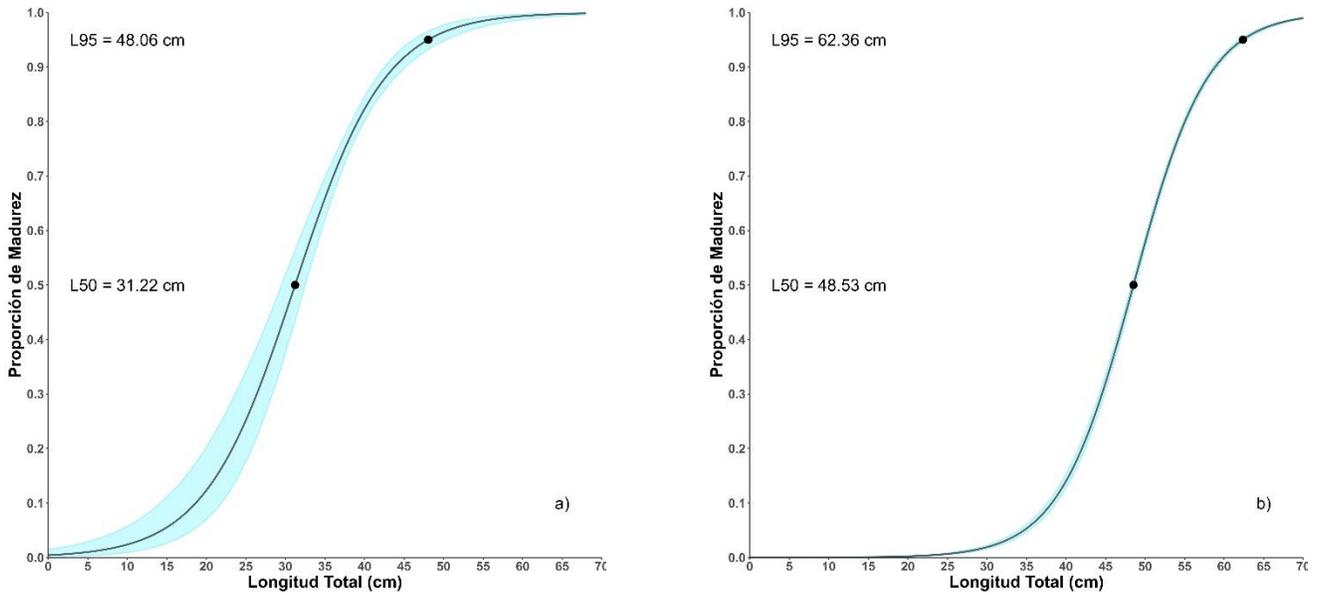
machos. No se evidenciaron tendencias estacionales marcadas. El 50 % de los datos de este estadio se ubican entre 37 (Q2) y 45 (Q3) cm de LT y la mediana en 40 cm de LT (Figura 5).

### 3.5 Longitud de madurez sexual

La talla media de madurez sexual general  $LT_{50}$  para las hembras fue de 48.53 mm de LT, para machos fue de 31.22 cm de LT, mientras que para sexos combinados fue de 44.03 cm de LT. Se evidenció diferencias significativas entre  $LT_{50}$  de hembras y machos ( $U=16$ ;  $p<0.05$ ) favorable para hembras que tienen un 35 % de longitud mayor que los machos al momento de la madurez sexual. La  $LT_{50}$  de las hembras presentaron un CV interanual de 6.78 %, con  $SD \pm 2.23$  cm, mientras que los machos presentaron un CV interanual de 3.8 %,  $SD \pm 1.88$  (Figura 6).



**Figura 5.** Frecuencia de ocurrencia de los estadios gonadales de machos de merluza común *Merluccius gayi* proveniente de la pesquería de palangre de fondo de Ecuador, 2013-2016. Estadio I (Inmaduro); Estadio II (En proceso de maduración); Estadio III (Maduro).



**Figura 6.** Ojivas de madurez sexual  $LT_{50}$  y  $LT_{95}$  de merluza común *Merluccius gayi* proveniente de pesquerías de palangre de fondo de Ecuador, 2013-2016. **a)** Ojiva de madurez de machos; **b)** Ojiva de madurez de hembras.

**Tabla 3.** Valores interanuales calculados para la talla media de madurez sexual de merluza común *Merluccius gayi* proveniente de pesquerías de palangre de fondo de Ecuador, 2013-2016

	L <sub>50</sub>	SE	L <sub>95</sub>	SE	L <sub>50</sub>	ES	L <sub>95</sub>	ES
<b>General</b>	31.22	0.81	48.05	1.053	48.52	0.13	62.36	0.24
<b>2013</b>	29.77	1.28	50.22	1.62	47.48	0.17	61.77	0.30
<b>2014</b>	34.84	0.82	43.22	1.23	50.25	0.21	62.15	0.42
<b>2015</b>	33.02	1.82	47.19	2.63	50.92	0.36	64.64	0.71
<b>2016</b>	34.08	0.84	38.9	1.19	47.25	0.64	60.23	1.33

#### 4. Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio proporcionan información importante sobre la estructura de tallas y aspectos reproductivos de la merluza común *Merluccius gayi* en la pesquería de palangre de fondo en Ecuador, durante el período de 2013 a 2016. Se observó una clara diferencia en la proporción sexual de la muestra, con una mayor predominancia de hembras en comparación con los machos. La proporción sexual fue significativamente sesgada hacia las hembras, con una proporción de 1 hembra por cada 0.11 machos, lo que coincide con las investigaciones de Canal Loayza (1989) y Toledo Delgado (2017). Estos resultados indican una posible segregación espacial o diferencias en los patrones de migración entre los sexos en la especie. Además, se encontraron diferencias significativas en las tallas entre los sexos, con las hembras siendo más grandes en promedio. La mediana de las tallas de las hembras fue un 27.3 % más alta que la de los machos. Estas diferencias podrían estar relacionadas con las estrategias de crecimiento y reproducción de la especie. El análisis de la distribución de tallas en las hembras de merluza no mostró un patrón de distribución normal, lo cual sugiere la presencia de factores que influyen en la distribución de las tallas, como la disponibilidad de alimento, las interacciones intraespecíficas y los efectos de la pesca. El rango de tallas observado para las hembras fue de 31 cm a 92 cm de LT, con una mediana de 55 cm y un tercer cuartil de 61 cm. Por otro lado, el rango de tallas para los machos fue de 29 cm a 68 cm de LT, con una mediana de 40 cm y un tercer cuartil de 45 cm, rangos similares en las investigaciones

de Canal Loayza (1989), Cerna & Oyarzún (1998), Pilay & Torres (2018), Toledo Delgado (2017) Estos resultados resaltan la variabilidad en las tallas de la merluza común y sugieren la existencia de diferentes grupos de edades y cohortes en la población.

En cuanto a las diferencias en las medianas de tallas entre los semestres, se observó que, tanto para las hembras como para los machos, las tallas fueron mayores en el segundo semestre de cada año. Esta variación puede estar relacionada con los ciclos reproductivos y las estrategias de migración de la especie. Es posible que, durante el segundo semestre del año, las condiciones ambientales y los recursos alimentarios sean más favorables para el crecimiento y la reproducción de la merluza común en la región estudiada. Las medianas anuales calculadas para las hembras de merluza mostraron variaciones mínimas entre los años, y en algunos casos, no fueron significativas. Esto sugiere una relativa estabilidad en las tallas de las hembras a lo largo de los cuatro años de muestreo. En contraste, para los machos no se encontraron diferencias significativas en las medianas de tallas entre los años. Estos resultados indican una posible estabilidad en las tallas de la merluza común en la región durante el período estudiado.

En cuanto a los aspectos reproductivos, se encontró una relación significativa entre el desarrollo gonadal y la longitud del individuo en la merluza común. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) fue de 0.94 para hembras y 0.77 para machos, lo que indica una fuerte

asociación entre la madurez sexual y el tamaño corporal. Los resultados revelaron la presencia de cinco estadios de desarrollo gonadal en las hembras, que van desde el estadio I (inmadura) hasta el estadio V (en recuperación).

Estos estadios muestran diferentes patrones de ocurrencia a lo largo del año, para hembras domina el estadio III que corresponde a individuos con gónadas maduras (58 %) y se encuentra presente todo el año con mayor proporción en el segundo semestre, de igual forma la ocurrencia del estadio IV correspondiente a gónadas con ovocitos hidratados, listas o en proceso de desove, se ve con mayor frecuencia el segundo semestre del año, en especial durante los meses de octubre y noviembre, extendiéndose también a los primeros meses del siguiente periodo y de la misma forma se observa que la mayor proporción de individuos en estadio V de recuperación también se encuentran en el segundo semestre del año en especial los meses de agosto y septiembre. De igual manera, los estadios gonadales de machos inmaduros se observan durante el primer semestre, mientras que el estadio gonadal maduro

III se observa con mayor proporción los últimos meses del año en especial durante octubre, coincidente con las puestas de las hembras. Estos patrones pueden estar relacionados con los ciclos reproductivos, abundancia de alimento y las condiciones ambientales como la presencia de la corriente fría de Humboldt, coincidente con la biología de algunas especies de merluza cuya abundancia aumenta a medida que la temperatura disminuye.

La talla media de madurez sexual  $LT_{50}$  fue de 48.53 cm de LT para las hembras y de 31.22 cm de LT para los machos, lo cual difiere con los datos reportados para hembras por Toledo Delgado (2017) y Canal Loayza (1989) (Tabla 4). Estas diferencias en las tallas de madurez sexual entre los sexos fueron estadísticamente significativas, indicando que las hembras alcanzan la madurez sexual a una longitud aproximadamente un 35% mayor que los machos. Estos resultados resaltan la importancia de considerar las diferencias en la madurez sexual entre los sexos al establecer medidas de gestión y conservación de la especie

**Tabla 4.** Valores interanuales calculados para la talla media de madurez sexual de merluza común *Merluccius gayi* proveniente de la pesquería artesanal de palangre de fondo de Ecuador, 2013-2016.

Autor (año)	País	Talla prom Hembras	Talla prom Machos	Proporción sexual	L <sub>50</sub> General	L <sub>50</sub> Hembras	L <sub>50</sub> Machos
(Toledo Delgado, 2017)	Ecuador	38.32 LT	34.93 LT	1.65M:1H	-	37.28	34.93
(Canal Loayza, 1989)	Perú	-	-	-	-	27.3	28.9
(Cerna & Oyarzún, 1998)	Chile	-	-	-	38,9	-	-
(Pilay & Torres, 2018)	Ecuador	-	-	1:2M:01H	-	31	25
<b>Presente estudio</b>	<b>Ecuador</b>	<b>50 LT</b>	<b>40 LT</b>	-	-	<b>48.53</b>	<b>31.22</b>

## 5. Conclusiones

Este estudio sobre la merluza común en la pesquería artesanal de palangre de fondo en Ecuador reveló variabilidades en la distribución de tallas de hembras, influenciadas por factores como disponibilidad de alimento y pesca. Se observaron diferencias significativas en las tallas entre semestres, con tallas mayores en el segundo semestre. Respecto a la reproducción, se encontró una relación entre el desarrollo gonadal y la longitud del individuo, identificando estadios específicos a lo largo del año. Se destacan diferencias en las tallas de madurez sexual entre hembras y machos, siendo crucial considerar estas disparidades en las medidas de gestión para la conservación de la especie y prácticas pesqueras responsables.

## 6. Referencias

- Canal Loayza, R. (1989). Evaluación de la capacidad y condición reproductiva de la merluza (*Merluccius gayi* peruanus).
- Cerna, J. F., & Oyarzún, C. (1998). Talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial de la merluza común (*Merluccius gayi*, Guichenot 1848) del área de la pesquería industrial de la zona de Talcahuano, Chile. *Investigaciones marinas*, 26, 31-40.
- Coello, D., Herrera, M., Castro, R., Medina, C., & Salcedo, J. (2017). Caracterización de la pesquería artesanal de merluza (*Merluccius GAYI*) en la caleta pesquera de Santa Rosa (provincia de Santa Elena). *Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales*, 11(1), 12-21.
- Chicaiza, D., García-Sáenz, R., & Méndez, W. (2009). La pesquería de arrastre del camarón pomada (*Protrachypene precipua*) en la zona de Posorja-Ecuador durante 2008.
- Chirichigno Fonseca, N., & Velez Dieguez, J. (1998). Clave para identificar los peces marinos del Perú.
- Elisio, M., Rodrigues, K., Leonarduzzi, E., Somoza, G. M., & Macchi, G. J. (2021). Avances en eco-fisiología reproductiva de la merluza (*Merluccius hubbsi*): Influencia del ambiente sobre la ovulación y formación de agregaciones reproductivas.
- García, M., Gilces, I., Lavayen, F., Daza, C., Bermudez, C., Avila, E., & Cevallos, A. (2014). Pesquería del recurso merluza (*Merluccius gayi*) en el Ecuador Continental 2013. Informe Viceministerio de acuicultura y pesca.
- González, N. (2010). La pesquería de peces pelágicos pequeños en Ecuador durante 2009.
- Guayanay Gusqui, D. A. (2022). Análisis de aspectos biológicos de *Merluccius gayi* Guichenot, 1848, capturados por la flota pesquera de Ecuador, durante 2017–2021 La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2022].
- Hanusz, Z., & Tarasińska, J. (2015). Normalization of the Kolmogorov–Smirnov and Shapiro–Wilk tests of normality. *Biometrical Letters*, 52(2), 85-93.
- Hernández-Urcera, J., Lago-Rouco, M. J., Iglesias-Estévez, J., Sánchez-Conde, F. J., & Cal, R. (2009). Obtención de un stock de reproductores de merluza europea, *Merluccius merluccius* L.: Captura, transporte y estabulación. *Foro dos Recursos Mariños e da Acuicultura das Rías Galegas*, 543-548.
- Hunter, J., Lo, N. C., & Leong, R. J. (1985). Batch fecundity in multiple spawning fishes. NOAA Technical Report NMFS, 36, 67-77.
- Jurado, V., Gilbert, G., Ponce, G., & Solís, K. (2019). Interacción entre aves marinas, tortugas y mamíferos marinos en la pesquería con red de cerco en la costa continental de Ecuador durante junio-octubre de 2019. Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca.
- Lloris, D., & Matallanas, J. (2003). Merluzas del mundo (Familia Merlucciidae): Catálogo comentado e ilustrado de las merluzas conocidas. Food & Agriculture Org.
- McKight, P. E., & Najab, J. (2010). Kruskal-wallis test. *The corsini encyclopedia of psychology*, 1-1.
- Morales Tejada, G. (2021). Aspectos pesqueros y biológicos de la merluza (*Merluccius gayi*

- peruanus) capturada por la pesca artesanal en dos caletas de Piura.
- Ogle, D., & Ogle, M. D. (2017). Package 'FSA'. Cran Repos, 1-206.
- Ogle, D. H., Wheeler, P., & Dinno, A. (2017). FSA: fisheries stock analysis. R package version 0.8, 17, 636.
- Oliva, J., Carbajal, W., & Tresierra, A. (1982). Reproducción e histología de gónadas en peces.
- Pérez, M. Í. P., Gil, M. D. G., & Lafuente, M. M. V. (2014). Modelo multiespecífico para la merluza y el lirio en aguas españolas. Documentos de trabajo do Departamento de Economía Aplicada (3), 1.
- Pilay, D., & Torres, A. (2018). Pesquería artesanal y aspectos reproductivos de merluza *Merluccius Gayi* en el puerto pesquero de Anconcito en la provincia de Santa Elena durante el 2014. *Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales*, 12(2), 75-82.
- R Core Team, R., & Team, R. C. (2021). R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing; 2020. In.
- Razali, N. M., & Wah, Y. B. (2011). Power comparisons of shapiro-wilk, kolmogorov-smirnov, lilliefors and anderson-darling tests. *Journal of statistical modeling and analytics*, 2(1), 21-33.
- Smart, J. (2019). *AquaticLifeHistory: Fisheries life history analysis using contemporary methods*. R package, vers. 0.0, 9000.
- Toledo Delgado, J. W. (2017). Aspectos reproductivos de la Merluza (*Merluccius gayi*) en la estación lluviosa en el Golfo de Guayaquil.
- Wickham, H. (2011). *ggplot2*. Wiley interdisciplinary reviews: computational statistics, 3(2), 180-185.
- Wickham, H., Averick, M., Bryan, J., Chang, W., McGowan, L. D. A., François, R., Golemund, G., Hayes, A., Henry, L., & Hester, J. (2019). Welcome to the Tidyverse. *Journal of open source software*, 4(43), 1686.
- Wickham, H., Chang, W., & Wickham, M. H. (2016). Package 'ggplot2'. Create elegant data visualisations using the grammar of graphics. *Version*, 2(1), 1-189