



PERÚ Ministerio de la Producción

CARGO



IMARPE INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

OFICIO N° 635 -2019-IMARPE/DEC

Callao, 07 AGO. 2019

Señor
WALTER RAUL RAMIREZ ESLAVA
Director General de Políticas y
Análisis Regulatorio en Pesca y Acuicultura
Ministerio de la Producción
Calle Uno Oeste N° 060, Urb. Córpac
San Isidro

Asunto: Informe sobre estimación de la talla mínima de captura del recurso lisa

Es grato dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente, y alcanzarle en adjunto el informe "Estimación de la Talla Mínima de Captura del recurso lisa *Mugil cephalus*", para su conocimiento y fines que estime pertinentes.

Sea propicia la oportunidad para reiterarle las expresiones de mi mayor consideración y estima personal.



C. YAMASHIRO



V. BLASKOVIC

Atentamente,

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ
IMARPE

Blgo. Renato C. Guevara Carrasco
Director Ejecutivo Científico

 16098130	N° Folios: 6
REGISTRO N° 00076066-2019	
FECHA: 07/08/2019 14:13:35	CLAVE: 5970
RAZÓN SOCIAL: INSTITUTO DEL MAR DEL PER...	
ASUNTO: INFORME SOBRE ESTIMACION ...	
REGISTRADO POR: Jnavarro	
https://www.produce.gob.pe/index.php/consulta-tramite 616-2222 Anexos: 2461 - 2462	

IMARPE
Instituto del Mar del Perú
Oficina de Trámite Documentario

07 AGO 2019

REGISTRADO N°:
RECEBIDO: HORA: 13.05
CONSULTAS: Telf: 208-86650 Anexo: 867 / 868

EL PERÚ PRIMERO

2.2. Estimación de la Talla de Primera Madurez (TPM)

Con fines de manejo, los análisis realizados para la estimación de la TPM consideraron solo la información disponible correspondiente a hembras, debido a que estas son las responsables del desove.

La estimación de este parámetro biológico, que representa el 50% de probabilidad de observar un individuo maduro, según lo descrito por Cubillos (2005), fue basado en la metodología propuesta por Buitrón *et al.* (2011). Desde el punto de vista reproductivo, un pez maduro se define como aquel cuyas gónadas están desarrolladas, es decir, en el caso de las hembras presentan ovocitos maduros (con vitelo) y en machos, espermatozoides (Perea y Sánchez, 2019. Comunicación personal).

La aplicación de esta metodología consistió en los siguientes pasos:

- Garantizar, en lo posible, la cobertura de un amplio rango de tallas, desde ejemplares pequeños hasta grandes.
- Identificar los principales picos de desove, para lo cual se analizó la variación temporal del Índice Gonadosomático (IGS).
- Categorizar las hembras en dos (02) sub-grupos: inmaduras, aquellas que presentaron estadios de madurez gonadal I y II; y el grupo de maduras estuvo compuesto por los estadios III y IV (Tabla 1). No se consideraron los demás estadios de madurez debido a que el objetivo de este análisis es identificar la talla de transición entre inmaduros y maduros.
- Aplicación del modelo logístico de madurez sexual.

Tabla 1. Escala empírica de madurez gonadal para peces teleósteos (Johansen 1924)

Fase	Estadio	HEMBRAS	MACHOS
I	Inmadurez virginal	Ovarios pequeños, de aspecto filiforme que se ubican adheridas a la parte posterior de la cavidad abdominal y sobre la vejiga natatoria. Color ligeramente rosado. Sin irrigación visible.	Testículos muy pequeños y algo aplanados. Presentan una coloración anaranjada pálido, ambos unidos por sus bordes internos muy cerca al extremo posterior.
II	Pre-madurez virginal	Los ovarios presentan una coloración rosada; unidos por sus bordes internos en su tercio posterior. La irrigación poco o nada visible.	Los testículos con características semejantes del estadio anterior, pero con un aumento de tamaño.
III	Madurante inicial	Ovarios de color amarillento, más alargados y anchos, con presencia de pequeños óvulos. Irrigación sanguínea visible.	Testículos blanquecinos, con mayor longitud de talla.
IV	Madurante medio	Los ovarios aumentan de tamaño, de forma aprox. cilíndrica, son turgentes. Los ovocitos a través de la membrana ovárica se hacen	Testículos de mayor tamaño, de coloración blanquecina. El semen no fluye por presión externa. Irrigación sanguínea marcada.



		notoria. La irrigación sanguínea es más visible.	
V	Madurante avanzado	Ovarios muy turgentes, de color anaranjado, el tamaño ocupa casi las 3/4 partes de la cavidad visceral. Los ovarios están llenos de óvulos envueltos por una película tenue, fácil de desgarrar.	Testículos de coloración blanco cremoso, algo rojizo; grueso y turgentes. Ocupan casi toda la longitud de la cavidad visceral. El semen fluye por presión externa.
VI	Desovando	Los ovarios son traslúcidos, con máxima turgidez. De color ámbar. En el extremo anterior son más ensanchadas que en el posterior. Irrigación menos notoria.	Testículos de color blanco cremoso. El semen fluye al exterior espontáneamente. La irrigación muy distendida debida a su máximo turgidez.
VII	Desovado	Los ovarios van disminuyendo de tamaño y turgencia. Signos de hemorragias internas, de coloración rojiza. Los óvulos maduros han desaparecido y la irrigación se hace menos visible.	Los testículos han perdido tamaño y volumen, con bordes oscuros, algo parduscos. La irrigación no se aprecia claramente. El semen fluye con dificultad, mezclado con sangre.
VIII	Recuperado	Los ovarios presentan una coloración rojo sanguinolento. Su tamaño es más reducido y su consistencia ha decaído hasta hacerse flácido. La irrigación empieza a aumentar nuevamente.	Testículos de color rosado sanguinolento. Han disminuido de tamaño.

La modelación del estado de madurez sexual del pez fue realizado a través de un análisis de regresión logística donde la probabilidad de que un individuo se encuentre maduro sigue una distribución del tipo *Bernoulli* (Doll y Lauer, 2013):

$$Y_{ij} \sim \text{Bernoulli}(\pi_{ij})$$

Donde π_{ij} representa la probabilidad de que el individuo i del año j se encuentre maduro. Este tipo de distribución (conocida como distribución dicotómica) es utilizada cuando se realiza un experimento (experimento = pez muestreado) con dos posibles resultados (inmaduro y maduro).

La madurez sexual fue modelada, a través de una función lineal con covariable x_{ij} (Longitud total en centímetros) usando la función *logit* como link, de la siguiente forma:

$$Y_{ij} | x_{ij}, \alpha_j, \beta_j \sim \text{Bernoulli}(\text{logistic}(\alpha_j + \beta_j x_{ij}))$$

$$\alpha_j \sim N(\theta, \sigma^2)$$

$$\beta_j \sim N(\theta_1, \sigma_1^2)$$

Donde α_j es el intercepto de la función lineal en el año j , asumiendo que dicho parámetro presenta una distribución del tipo normal, con media θ y varianza σ^2 . De forma similar,



R. GUEVARA



YAMASHIRO



V. BLASKOVIĆ

β_j es el parámetro de probabilidad logarítmica de la regresión logística y representa el efecto de la covariable longitud del pez (x_{ij}) sobre la madurez sexual.

La estimación de los parámetros del modelo fue realizado a través de la aplicación de la inferencia bayesiana mediante un análisis jerárquico donde los parámetros para cada periodo analizado fueron extraídos de una misma distribución de probabilidad, denominados como hiper-priors ($\theta, \theta_1, \sigma^2, \sigma_1^2$) que representan la distribución global de los parámetros. El uso de un modelo jerárquico permite utilizar la información disponible en periodos con mucha información, para ser utilizada en periodos con poca información, a fin de poder obtener estimaciones más robustas.

El ajuste del modelo fue realizado a través del Software JAGS (Just Another Gibbs Sampler), herramienta diseñada especialmente para el análisis bayesiano, el cual utiliza el método de Monte Carlo basado en Cadenas de Markov (MCMC) (Plummer, 2003).

Se realizaron tres series o cadenas de 200 000 simulaciones cada una, eliminando las primeras 190 000 como periodo de "burning", con la finalidad de trabajar con los estimados más estables (convergencia) (Gelman *et al.*, 2003; Kruschke, 2015).

El enfoque bayesiano en este tipo de análisis permite incorporar información disponible en la literatura, y aquella obtenida a través de la experiencia de otras investigaciones (conocimiento *a priori*) (Punt y Hilborn, 1997). En este caso, se hizo uso de información no informativa (alto valor de varianza) según se detalla en la Tabla 2:

Tabla 2. Distribución a priori de los parámetros del modelo jerárquico para la estimación de la talla de primera madurez de la lisa *Mugil cephalus*

Nivel	Parámetros	Distribución priori
Periodos	α	<i>Normal</i> (θ, σ^2)
	β	<i>Normal</i> (θ_1, σ_1^2)
Global (hiper-prior)	θ	<i>Normal</i> (0,1000)
	θ_1	<i>Normal</i> (0,1000)
	σ^2	<i>Uniforme</i> (0.01, 100)
	σ_1^2	<i>Uniforme</i> (0.01, 100)



2.3. Estimación de la Talla Mínima de Captura (TMC)

La estimación de la TMC fue realizada considerando como punto de partida la TPM, al cual, conceptualmente, se le agrega un incremento en longitud (ΔL) en un intervalo de tiempo (Δt) que experimenta la hembra hasta el inicio del proceso de desove. Este concepto biológico se expresa de la siguiente forma:

$$TMC = TPM + \Delta L$$

$$\Delta L = TMC - TPM = (L_{\infty} - TPM) * (1 - \exp(-K * \Delta t))$$



Donde ΔL es el incremento de longitud que logrará el pez en el intervalo de tiempo t ; Δt representa al tiempo que transcurre entre la talla de primera madurez y el primer desove; L_{∞} y K son los parámetros de la función de crecimiento de Von Bertalanffy.

2.4. Parámetros de crecimiento de lisa

Los valores de los parámetros de crecimiento utilizados en el presente análisis fueron extraídos del trabajo realizado por Arrieta *et al.*, (2010), quien mediante el método de ajuste no lineal propuesto por Allen (1966) determinó $L_{\infty} = 52$ cm; $K = 0,2725$ y $t_0 = -0,2363$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Ciclo reproductivo de la lisa

El ciclo reproductivo de lisa determinado a partir de la variación mensual del IGS, presenta un periodo de reproducción que abarca las estaciones de primavera – verano (setiembre-marzo) para ambos grupos de talla (30 – 40 cm LT y 40 – 50 cm LT), siendo los meses de setiembre a diciembre los más importantes (Figura 1). Asimismo, en el grupo de talla de 40 a 50 cm LT, el periodo de reproducción presenta dos picos de intensidad (febrero y octubre). Este comportamiento corresponde con lo descrito por Gómez *et al.* (1995) y Gonzales (2001); donde la variación del IGS se encuentra ligado estrechamente a los ejemplares con estadios de madurez gonadal V, VI y VII, debido a que el IGS refleja el incremento en peso de la gónada (Figura 2). Además, se puede observar en el ciclo reproductivo (Figura 1), que el recurso, desde que inicia su maduración gonadal (junio) hasta que ingresa a un periodo importante de reproducción (octubre), requiere de aproximadamente 4 meses.



Figura 1. Variación del Índice Gonadosomático por rango de talla de lisa *Mugil cephalus*

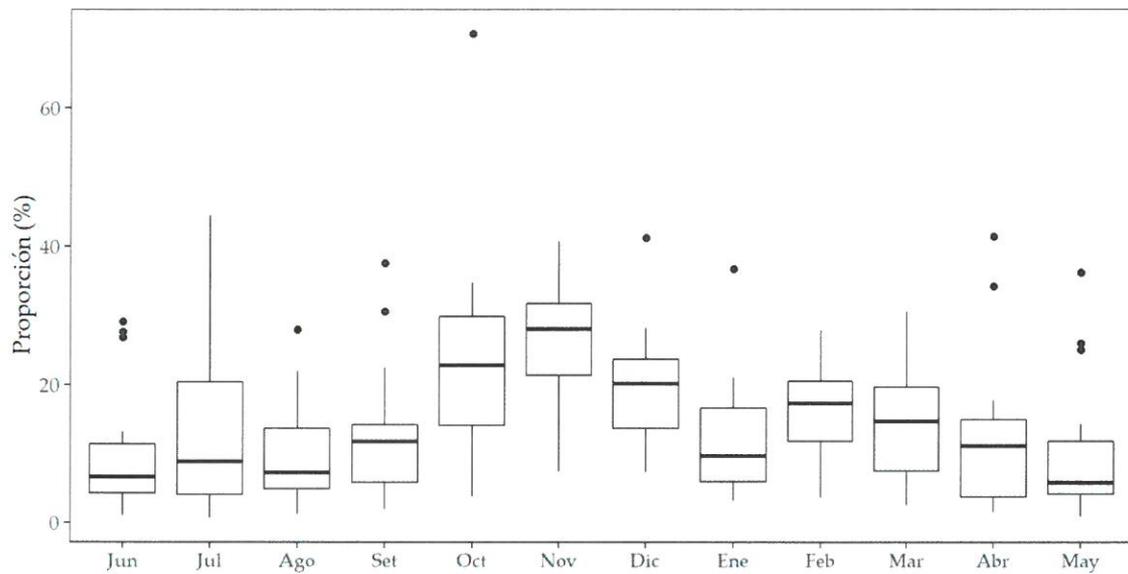


Figura 2. Variación mensual de la proporción de ejemplares hembra en estadios de madurez V, VI y VII de la lisa *Mugil cephalus* durante el periodo 2000 – 2018

3.2. Talla de primera madurez

La talla de primera madurez estimada para el recurso lisa fue de 29,99 cm de LT (Figura 3), con intervalos de credibilidad al 95% de 28,91 – 31,04 cm para el periodo 2001-2018 (Tabla 3). Asimismo, el menor valor estimado para el cálculo de la TPM por intervalos de 2 años correspondió al periodo 2003 – 2004, mientras que el mayor valor fue obtenido para el periodo 2017 – 2018.

La edad correspondiente a la talla de primera madurez estimada, en base a los parámetros de crecimiento considerados en el presente análisis, muestran que la lisa alcanza su primera madurez a la edad aproximada de 2,92 años.

Tabla 3. Valor medio, desviación estándar e intervalos de credibilidad de las estimaciones de la talla de primera madurez de la lisa *Mugil cephalus* durante el periodo 2001-2018

Periodo	Media	S.D.	Intervalo de Credibilidad	
			2.50%	97.50%
2001 - 2002	30.85	0.24	30.40	31.32
2003 - 2004	27.95	0.13	27.70	28.21
2005 - 2006	29.29	0.1	29.10	29.47
2007 - 2008	30.07	0.14	29.78	30.35
2009 - 2010	29.72	0.19	29.35	30.08
2011 - 2012	29.7	0.14	29.44	29.99
2013 - 2014	29.84	0.13	29.59	30.10
2015 - 2016	31.19	0.18	30.83	31.55
2017 - 2018	31.48	0.2	31.10	31.86
TOTAL	29.99	0.55	28.91	31.04



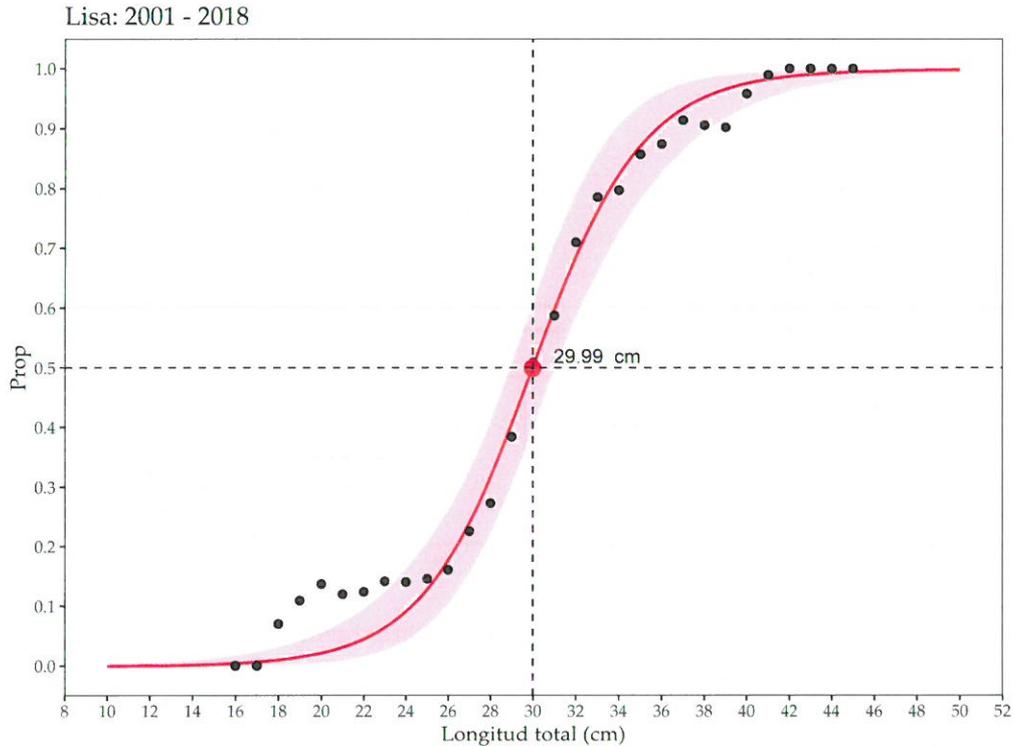


Figura 3. Curva logística de madurez sexual de la lisa *Mugil cephalus* para el periodo 2001 – 2018

3.3. Talla mínima de captura

La talla mínima de captura requiere la estimación del tiempo que tardaría un individuo maduro hembra en participar de al menos en un evento de desove, antes de ser capturado. En este sentido, existe un periodo de madurez gonadal, es decir, una etapa de maduración, una etapa de desove y una etapa de reposo (Figuras 1 y 2). Según el análisis del ciclo reproductivo de la lisa, entre la etapa de maduración y la de desove existe un tiempo de aproximadamente 4 meses (Δt). Bajo este escenario, se muestran los valores considerados como inputs para la estimación de la Talla Mínima de Captura (Tabla 4), el mismo que fue estimado en 32 cm LT.

Tabla 4. Inputs y estimación de la Talla Mínima de Captura de la lisa *Mugil cephalus*

	Edad (años)	Talla (cm)
TPM	2.92	29.99
Δt	0.33	1.91
TMC	3.25	31.9 \approx 32.0

El nuevo valor de TMC responde a la necesidad de explotar razonablemente este importante recurso pesquero, basado en la mejor información científica disponible. En este sentido, para determinar el porcentaje de tolerancia, se han considerado criterios que se han basado en la experiencia y en la precaución partiendo del concepto de selectividad.



La selectividad se define como la fracción de peces que es retenida en un determinado tamaño de malla. Esta fracción, cuando se grafica en función del tamaño, adopta la figura de una "ojiva" (forma de S), similar al mostrado en la Figura 3. En general, una "ojiva de selectividad" se puede caracterizar como una función por dos parámetros: la longitud en la que se retiene el 50% (L_{50}) y el rango de selección (RS). A su vez, el RS está determinado por la longitud en la que se retiene el 25% (L_{25}) y la que retiene al 75% (L_{75}) de los individuos que interactúan con la red.

A partir del concepto de Rango de Selección, se puede definir objetivamente el "Porcentaje de Tolerancia" como la fracción de peces cuyos tamaños se encuentren entre L_{25} y L_{50} . Con esto, el "Porcentaje de Tolerancia" de ejemplares por debajo de la talla mínima de captura equivaldría al 25% en número.

4. CONCLUSIONES

- La lisa se caracteriza por contar un patrón reproductivo con dos periodos de actividad reproductiva: uno de menor intensidad (verano – otoño) y otro de mayor intensidad (primavera).
- La talla de primera madurez gonadal (TPM) de lisa se estimó en 30 cm LT y la talla mínima de captura (TMC) calculada fue de 32 cm LT.
- El porcentaje de tolerancia en número de ejemplares por debajo de la TMC equivale al 25%.

5. RECOMENDACIONES

- Establecer la Talla Mínima de Captura (TMC) del recurso lisa (*Mugil cephalus*) en 32 cm de Longitud Total (LT), con una tolerancia de 25% de ejemplares en número, por debajo de este límite.



R. CUEVARA

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, K. 1966. A Method of Fitting Growth Curves of the Von Bertalanffy Type to Observed Data. J. Fish. Res. Board Canada **23**(2): 163–179. doi:10.1139/f66-016.
- Arrieta, S., Goicochea, C., Moquillaza, P., y Mostacero, J. 2010. Edad y crecimiento de la lisa *Mugil cephalus* Linnaeus en el mar del Callao (12°S), Perú 1996. Inf. Inst. Mar Perú **37**(3–4): 71–74.
- Buitrón, B., Perea, A., Mori, J., Sánchez, J., y Roque, C. 2011. Protocolo para estudios sobre el proceso reproductivo de peces pelágicos y demersales. Inf. Inst. Mar Perú **38**(4): 373–384.
- Cubillos, L. 2005. Biología pesquera y evaluación de stock. En Laboratorio de evaluación de poblaciones marinas y análisis de pesquerías. Departamento de Ocenografía, UDEC.
- Doll, J., y Lauer, T. 2013. Bayesian Estimation of Age and Length at 50% Maturity. Trans. Am. Fish. Soc. **142**(4): 1012–1024. Taylor & Francis. doi:10.1080/00028487.2013.793615.



C. YAMASHIRO



V. BLASKOVIC

- Espino, M., Yamashiro, C., Fernández, F., y Cárdenas, G. 1995. Aspectos metodológicos relacionados con el análisis de las pesquerías y sus recursos. *Inf. Inst. Mar Perú* **111**: 3–34.
- Froese, R., Stern-Pirlot, A., Winker, H., y Gascuel, D. 2008. Size matters: How single-species management can contribute to ecosystem-based fisheries management. *Fish. Res.* **92**(2): 231–241. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fishres.2008.01.005>.
- Gelman, A., Carlin, J., Stern, H., y Rubin, D. 2003. Bayesian data analysis. *En* 2nd Editio. *Editado Por* C. Chatfield, M. Tanner, y J. Zidek. Chapman & Hall/CRC.
- Gómez, E., Paredes, F., y Chipolini, A. 1995. Aspectos biológicos pesqueros de la lisa *Mugil cephalus* en el litoral peruano. *Inf. Inst. Mar Perú* **108**: 5–25.
- Gonzales, A. 2001. Contribución al conocimiento pesquero y biológico de cinco peces costeros de importancia comercial en el Perú: cabinza, lisa, lorna, machete y pejerrey. Período 1996-2000. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú* **136**: 3–46.
- Kruschke, J. 2015. Doing bayesian data analysis: a tutorial with R, JAGS, and Stan. *En* 2nd editio. Academic Press.
- Pardo, A., y Oliva, J. 1992. Estimación de la talla de primera madurez sexual de caballa (*Scomber japonicus peruanus*) en la zona de Chile durante el periodo de máxima actividad reproductiva. *Investig. Pesq. Chile* **37**: 97–106.
- Plummer, M. 2003. JAGS: A Program for Analysis of Bayesian Graphical Models using Gibbs Sampling. 3rd Int. Work. *Distrib. Stat. Comput. (DSC 2003)*: 124.
- Punt, A.E., y Hilborn, R. 1997. Fisheries stock assessment and decision analysis: the Bayesian approach. *Rev. Fish Biol. Fish.* **7**(1): 35–63. Kluwer Academic Publishers. doi:10.1023/A:1018419207494.
- Simpson, J., y Gil, E. 1967. Maduración y desove de la anchoveta (*Engraulis ringens* J.) en Chile. *Bol. Científico Inst. Fom. Pesq.* **4**: 1–21.
- Vazzoler, A. 1981. Manual de metodos para estudos biologicos de populações de peixes. *Concelho Nac. Desenvolv. Cient. e Tecnol.*: 105.

Callao, agosto 2019

