



Preliminary information for the small-scale yellowfin tuna fishery management in Nayarit, Mexico

Información preliminar para el manejo de la pesquería de pequeña escala del atún aleta amarilla en Nayarit, México

Jesús Jurado-Molina^{1*}, Jorge Flores-Olivares², Carlos Humberto Hernández-López², Raúl Villaseñor-Talavera³, José Alejandro Mendoza-Munguía⁴

¹ Global Grupo de Gestión e Investigación en Ciencias y Tecnologías Marinas, Ambiente, Desarrollo Social y Alimentación. 82128 Mazatlán, Sinaloa, Mexico.

² Tecnológico Nacional de México Campus Mazatlán. 82070 Mazatlán, Sinaloa, Mexico.

³ Colegio Nacional de Profesionales de la Pesca. 03020 Mexico City, Mexico.

⁴ Tecnológico Nacional de México, Campus Bahía de Banderas, Nayarit, Mexico.

* Corresponding author. E-mail: jesus1015@gmail.com

ABSTRACT. The small-scale tuna longline fishery operating on the coast of Nayarit started recently in 2013. We provide the first detailed report on some biological parameters for the yellowfin tuna (YFT) in Nayarit (Mexico). We sampled 584 YFT, representing a catch of 25.5 t. We fit the length–weight relationship, used the *t*-test to determine the type of growth, and estimated the selectivity curve. The total length data varied from 73.0 to 228.0 cm, with a mean of 153.0 ± 23.5 cm (mean \pm SD). Weight ranged from 5.8 to 128.0 kg, with a mean of 43.7 ± 19.4 kg. Length–weight fitting results and the *t*-test suggested negative allometric growth. Selectivity fitting results suggested that selectivity follows an asymptotic pattern. Our results represent the first step into gathering information to establish research and monitoring programs for the YFT on the Pacific coast of Mexico. The information provided in this study could help develop proper regulations to assure a well-managed fishery and the sustainable exploitation of YFT in Nayarit.

Key words: length–weight relationship, selectivity, yellowfin tuna, Nayarit.

RESUMEN. La pesquería de pequeña escala de atún que opera con palangre en la costa de Nayarit comenzó recientemente en 2013. Ofrecemos la primera información detallada sobre algunos parámetros biológicos del atún aleta amarilla (AAA) en Nayarit (México). Tomamos 584 muestras de AAA (captura de 25.5 t). Ajustamos la relación longitud-peso, utilizamos la prueba de *t* para determinar el tipo de crecimiento y estimamos la curva de selectividad. La longitud total varió de 73.0 a 228.0 cm, con una media de 153.0 ± 23.5 cm (media \pm desviación estándar). El peso varió de 5.8 a 128.0 kg, con una media de 43.7 ± 19.4 kg. Los resultados del ajuste de longitud-peso y la prueba de *t* sugirieron que el crecimiento es alométrico negativo. Los resultados del ajuste de la selectividad sugirieron que la selectividad sigue un patrón asintótico. Nuestros resultados representan el primer paso en la recopilación de información para establecer programas de investigación y monitoreo de AAA en el océano Pacífico frente a México. La información proporcionada en este estudio podría ayudar a desarrollar las regulaciones para asegurar una pesquería bien administrada y la explotación sostenible del AAA en Nayarit.

Palabras clave: relación longitud-peso, selectividad, atún aleta amarilla, Nayarit.



INTRODUCTION

The global tuna fishery is of great economic importance. According to Xolaltenco-Coyotl et al. (2010), most commercial catches of tuna species are made in the Pacific Ocean (69.0% of the total catch in 2007). The main species caught in the eastern Pacific Ocean is the yellowfin tuna (YFT), making up 90.0% of the total annual catches made in that region (DOF 2015).

In Mexico, tuna are harvested with purse seines. However, a longline YFT fishery was developed in recent years. In 2012 YFT exploitation with longlines began as bycatch fishing in the shark fisheries operating on the coast of Nayarit, and in time the longline fishery targeting YFT arose. According to information from cooperatives, in 2013 authorities granted commercial permits issued by the Mexican National Commission for Aquaculture and Fisheries (CONAPESCA, for its acronym in Spanish). Because the longline tuna fishery in Nayarit is relatively new, there is no regulation for this specific fishery.

The tuna longline fishery based in Banderas Bay, Nayarit, operates throughout the year, with an annual production of 66.30 t. About 30 small ships operate regularly, but up to 80 small ships can operate occasionally. The fleet includes 9.14-m (30.00-ft) long BOOGIE type boats with two 150-hp outboard motors. The fishery uses an artisanal longline.

This paper presents initial results on basic biological information regarding length–weight relationships, size and weight structures, and selectivity. This information contributes to developing regulations for the small-scale tuna fishery operating with longlines in marine waters off the coast of Nayarit in order to build the basis for the sustainable exploitation of YFT.

MATERIALS AND METHODS

The fishing area is located along the coast of Nayarit and near the Isabel Island and the Marias Islands in Mexico. YFT were caught during July–August and November–December 2015 and January–March 2016. Specimens were measured (cm) and weighed (kg).

We fit the length–weight relationship using the following power function:

$$W = aL^b \quad (1)$$

where w is the weight, L is the total length, a and b are parameters to be estimated. We fit the model (Equation 1) using the *nls* function in the R statistical package (R Core Team 2020). We calculated the 95% confidence interval for the b parameter to determine the type of growth with the one-way t -test.

INTRODUCCIÓN

La pesca mundial del atún tiene gran importancia económica. Según Xolaltenco-Coyotl et al. (2010), la mayoría de las capturas comerciales de túnidos provienen del océano Pacífico (69.0% de la captura total en 2007). La principal especie capturada en el océano Pacífico oriental es el atún aleta amarilla (AAA), con el 90.0% de la captura total anual proveniente de esa región (DOF 2015).

En México, la captura de atún se realiza con redes de cerco. Sin embargo, recientemente, se desarrolló una pesquería de palangre para el AAA. La explotación de AAA con palangre inició en 2012 como captura incidental en las pesquerías de tiburones en la costa de Nayarit, y con el tiempo, surgió la pesca con palangre dirigida al AAA. Según información de las cooperativas, en 2013, las autoridades otorgaron permisos comerciales emitidos por la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA, México). Debido a que la pesquería de atún con palangre en Nayarit es relativamente nueva, no existe una regulación para esta pesquería específica.

La pesquería de atún con palangre con base en la bahía de Banderas, Nayarit, opera durante todo el año, con una producción anual de 66.30 t. Alrededor de 30 embarcaciones menores operan regularmente, pero eventualmente pueden operar hasta 80 embarcaciones menores. La flota incluye embarcaciones tipo BOOGIE de 9.14 m (30.00 pies) de eslora con 2 motores fuera de borda de 150 hp. La pesquería utiliza un palangre artesanal.

Este artículo presenta resultados iniciales sobre información biológica básica en cuanto a la relación longitud-peso, las estructuras de talla y peso, y la selectividad. Esta información contribuye al desarrollo de la normativa para la pesquería de pequeña escala de atún que opera con palangre en aguas marinas frente a las costas de Nayarit, para construir las bases para la explotación sustentable del AAA.

MATERIALES Y MÉTODOS

La zona de pesca se ubica a lo largo de la costa de Nayarit y cerca de la isla Isabel y el archipiélago de las islas Marias en México. Los ejemplares de AAA fueron capturados durante el periodo julio-agosto y noviembre-diciembre de 2015 y durante el periodo enero-marzo de 2016. Los ejemplares de AAA fueron medidos (cm) y pesados (kg).

Ajustamos la relación longitud-peso utilizando la siguiente función potencial:

$$P = aL^b \quad (1)$$

donde P es el peso, L es la longitud total y a y b son parámetros por estimar. Ajustamos el modelo (Ecuación 1) con la función *nls* del paquete estadístico R (R Core Team 2020). Calculamos el intervalo de confianza del 95% para el

To estimate selectivity we used the logistic selectivity curve (Millar and Fryer 1999):

$$S(L) = \left(\frac{e^{(a+bL)}}{1 + e^{(a+bL)}} \right)^{1/\delta}, \quad (2)$$

where $s(L)$ is the retention probability for YFT at L , a and b are shape parameters, so that the 50% retention probability is reached at length $-a/b$, and δ is an asymmetry parameter. We estimated the parameters and their uncertainties using the negative log-likelihood (LL) and assuming a normally distributed observation error:

$$LL = \frac{n \ln(2\pi\sigma^2)}{2} + \frac{\sum_{i=1}^n (S_i^{obs} - S_i^{est})^2}{2\sigma^2}, \quad (3)$$

where n is the number of observed data, S_i^{obs} represents the observed selectivity for a given length, S_i^{est} represents the predicted selectivity, and σ is the standard error. The estimation was carried out using the nls function in the R statistical package (R Core Team 2020).

RESULTS

We measured 584 YFT, representing a catch of 25.5 t. The total length L values varied from 73.0 to 228.0 cm, and the mean (\pm SD) was 153.0 ± 23.5 cm (Fig. 1a). The w values ranged from 5.8 to 128.0 kg, and the mean was 43.7 ± 19.4 kg (Fig. 1b).

The length–weight relationship (Equation 1) fit the data well. The 95% confidence interval for b was (2.88, 2.96). A t -test ($H_0: b = 3$) suggested that YFT could exhibit negative allometric growth. The 95% confidence interval for a was (1.43×10^{-5} , 2.14×10^{-5}) (Fig. 2a, Table 1).

The asymptotic selectivity model fit the observed data well (Fig. 2b). The shape parameters were $a = -7.660 \pm 1.370$ (standard error) and $b = 0.057 \pm 0.005$, and the asymmetry parameter was $\delta = 0.488 \pm 0.230$. The correlation coefficient between the observed and the estimated selectivity was 0.950 (P value $\sim 9.569 \times 10^{-8}$).

DISCUSSION

The YFT exploitation started in 2013, so it presents a rare opportunity to establish a management plan for the fishery in its predevelopment phase. Some key calculations depend on data gathered during this phase, such as potential yields, age structure, size structure, and the natural mortality, which can be measured only in this phase (Hilborn and Walters 1992). The tuna longline fishery status can be assessed when compared with the purse seine fishery. The purse-seine catches fluctuated between 10,000 and 25,000 t per year from 1988 to 1997 (Trigueros-Salmerón 2003). The longline tuna average landing was 66.3 t (2015–2017), representing a small percentage of the purse seine catch.

parámetro b para determinar el tipo de crecimiento usando la prueba t de una vía.

Para estimar la selectividad, utilizamos la curva de selectividad logística (Millar y Fryer 1999):

$$S(L) = \left(\frac{e^{(a+bL)}}{1 + e^{(a+bL)}} \right)^{1/\delta}, \quad (2)$$

donde $s(L)$ es la probabilidad de retención de AAA con L ; a y b son parámetros de forma, de modo que la probabilidad de retención del 50% alcanza la longitud $-a/b$; y δ es un parámetro de asimetría. Estimamos los parámetros y sus incertidumbres usando el logaritmo negativo de la verosimilitud (LL) y suponiendo que el error de observación tenía distribución normal:

$$LL = \frac{n \ln(2\pi\sigma^2)}{2} + \frac{\sum_{i=1}^n (S_i^{obs} - S_i^{est})^2}{2\sigma^2}, \quad (3)$$

donde n es número de datos observados, S_i^{obs} representa la selectividad observada para una longitud determinada, S_i^{est} representa la selectividad prevista y σ es el error estándar. La estimación se realizó mediante la función nls del paquete estadístico R (R Core Team 2020).

RESULTADOS

Medimos 584 AAA, lo cual representa una captura de 25.5 t. La L varió de 73.0 a 228.0 cm, con una media (\pm desviación estándar) de 153.0 ± 23.5 cm (Fig. 1a). Los valores de P oscilaron entre 5.8 y 128.0 kg, con una media de 43.7 ± 19.4 kg (Fig. 1b).

La relación longitud-peso (Ecuación 1) se ajustó bien a los datos. El intervalo de confianza del 95% para b fue (2.88, 2.96). Una prueba t ($H_0: b = 3$) sugirió que el crecimiento del AAA podría ser alométrico negativo. El intervalo de confianza del 95% para a fue (1.43×10^{-5} , 2.14×10^{-5}) (Fig. 2a, Tabla 1).

El modelo de selectividad asintótica se ajustó bien a los datos observados (Fig. 2b). Los parámetros de forma fueron $a = -7.660 \pm 1.370$ (error estándar) y $b = 0.057 \pm 0.005$, y el parámetro de asimetría fue $\delta = 0.488 \pm 0.230$. El coeficiente de correlación entre la selectividad observada y la estimada fue de 0.950 (valor $P \sim 9.569 \times 10^{-8}$).

DISCUSIÓN

La explotación del AAA en las costas de Nayarit comenzó en 2013, por lo que presenta una oportunidad singular para establecer un plan de manejo para la pesquería en su fase de predesarrollo. Para algunas estimaciones clave, se requieren datos recopilados durante esta fase, como el rendimiento potencial, la estructura de edad, la estructura de tallas y la mortalidad natural, que solamente se pueden inferir en esta fase (Hilborn y Walters 1992). El estado de la pesquería de atún con palangre puede ser evaluado en comparación con la

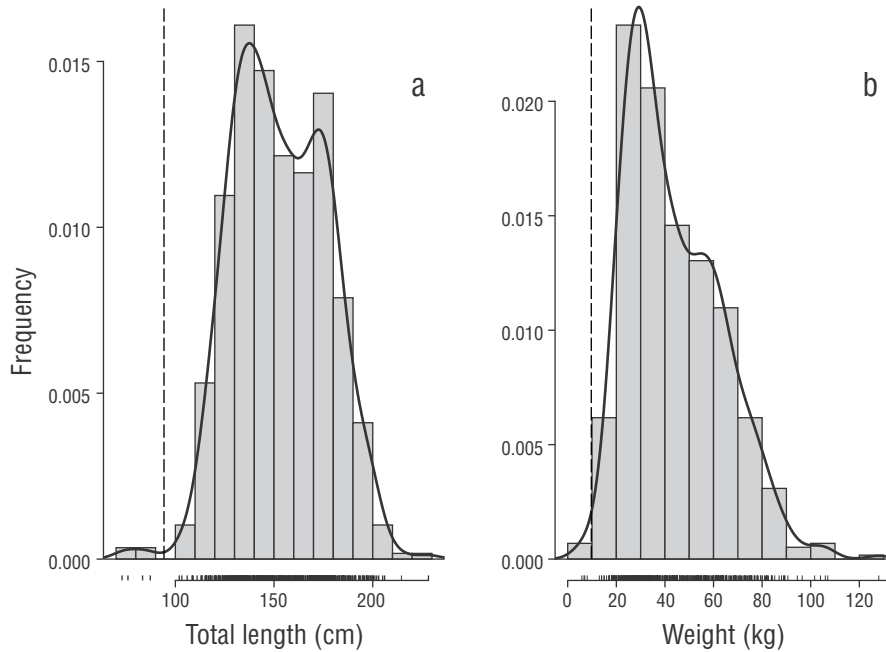


Figure 1. Distribution of yellowfin tuna total length (a) and weight (b); broken line represents length at maturity and weight at maturity, respectively.

Figura 1. Distribución de la longitud total (a) y el peso (b) del atún aleta amarilla; la línea discontinua representa la longitud a primera madurez y el peso a primera madurez, respectivamente.

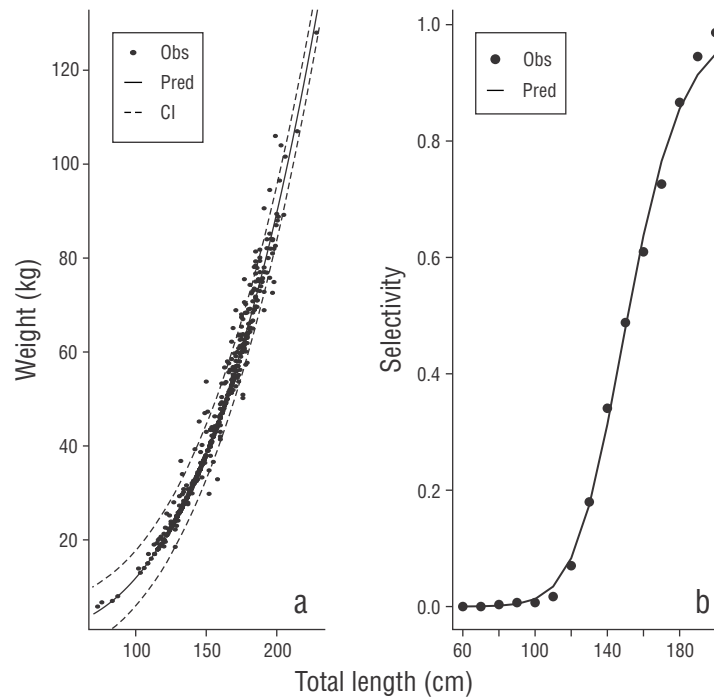


Figure 2. Length–weight relationship fit (a) and selectivity at length (b) for yellowfin tuna in Nayarit, Mexico. Obs, observed data; Pred, predicted data; and CI, 95% confidence interval.

Figura 2. Ajuste de la relación longitud-peso (a) y selectividad por talla (b) para el atún aleta amarilla en Nayarit, México. Obs, datos observados; Pred, datos predichos; y CI, intervalo de confianza al 95%.

Table 1. Results of the length–weight model fitting for yellowfin tuna in Nayarit, Mexico.**Tabla 1.** Resultados del ajuste del modelo longitud-peso para el atún aleta amarilla en Nayarit, México.

Parameter	Estimate	Standard error	<i>t</i> -value	<i>P</i> (> <i>t</i>)
<i>a</i>	1.749×10^{-5}	1.815×10^{-6}	9.636	$<2 \times 10^{-16}$
<i>b</i>	2.91	2.019×10^{-2}	144.417	$<2 \times 10^{-16}$

Our results suggest that the size structure in the catch corresponds to an adult population, since less than 1.0% of tuna measurements were below the length at first maturity of 95.0 cm (Suzuki 1994). Therefore, this artisanal fishery does not contribute to growth overfishing. The largest organisms arrive at the study area during July and August, suggesting that fishing should be concentrated in the summer months. However, maturity studies must also be considered when developing fishing closure regulations to protect spawning. This result agrees with López-Medina's (2004) suggestion that free schools of adult fish are located near the coast. It is worth noting that the tuna in our survey were larger than the tuna caught by the longline fishery in the eastern Pacific (Ortega-García 1996), where the largest YFT measured 185.0 cm, whereas the largest YFT caught by us in Nayarit measured 228.0 cm; 8.2% of our tuna measured over 185.0 cm in length.

The length–weight relationship analysis for YFT showed a negative allometric growth pattern ($b = 2.91 \pm 0.02$), where growth in length is slower than growth in weight and species become slender as length increases (Pauly 1984). Our result agrees with estimates for the same species in the China Sea (Ma et al. 2016) and the Indian Ocean (Rohit et al. 2008). This information is key for future management strategies because length–weight relationships are commonly used in stock assessment, for example, for converting weight frequencies into lengths and raising length samples to length frequencies for catch-at-length tables (Ward and Ramirez 1992). The YFT length–weight relationship can change depending on the area, year, and sex (De Giosa et al. 2014); therefore, we need to keep collecting data to use it in future fishery assessment and management.

The selectivity fit suggests that selectivity follows an asymptotic pattern, indicating that the fishery catches all fish greater than a certain size in proportion to their occurrence in the population (Piner 2012). Our results are in agreement with the ones found for the Taiwanese and Japanese longline fleet catching pacific bluefin tuna (Piner 2012).

The results presented here represent the first step into gathering information to establish a research program and a monitoring program for YFT on the Pacific coast of Mexico. Nevertheless, it is necessary to establish a new monitoring program that permanently collects information on population parameters such as longevity, sexual maturity, relative abundance indices, growth, feeding habits, bycatch, and ecosystem considerations. This information is vital for reliable stock assessments and management plans, and the sustainable

pesquería de cerco. Las capturas de la pesquería con red de cerco fluctuaron entre 10,000 y 25,000 t por año entre 1988 y 1997 (Trigueros-Salmerón 2003). El desembarque promedio de atún de la pesquería con palangre fue de 66.3 t (2015–2017), lo que representa un pequeño porcentaje en comparación con la captura de cerco.

Nuestros resultados sugieren que la estructura de tallas en la captura corresponde a una población adulta, ya que menos del 1.0% de los atunes midieron por debajo de la longitud de primera madurez de 95.0 cm (Suzuki 1994). Por lo tanto, esta pesquería artesanal no contribuye a la sobrepesca de crecimiento. Los organismos más grandes se presentan en la zona durante julio y agosto, lo que sugiere que la pesca debe concentrarse en los meses de verano. Sin embargo, también deben tomarse en consideración los estudios de madurez para desarrollar regulaciones de veda para proteger el desove. Este resultado concuerda con la sugerencia de López-Medina (2004) de que los cardúmenes de peces adultos se ubican cerca de la costa. Se resalta que los atunes encontrados en esta investigación fueron más grandes que los atunes capturados por la pesquería con palangre en el Pacífico oriental (Ortega-García 1996), donde el AAA más grande midió 185.0 cm, mientras que el AAA más grande capturado por nosotros en Nayarit midió 228.0 cm; el 8.2% de los tónidos registrados en la presente investigación superó los 185.0 cm de longitud.

El análisis de la relación longitud-peso mostró que el patrón de crecimiento del AAA ($b = 2.91 \pm 0.02$) es alométrico negativo, donde el crecimiento en longitud es más lento que el crecimiento en peso y la especie se hace más delgada a medida que aumenta su longitud (Pauly 1984). Nuestro resultado concuerda con las estimaciones para la misma especie en el mar de China (Ma et al. 2016) y el océano Índico (Rohit et al. 2008). Esta información es clave para futuras estrategias de manejo porque las relaciones longitud-peso se utilizan comúnmente en la evaluación de poblaciones pesqueras, por ejemplo, para convertir frecuencias de peso a longitudes y trasladar datos de longitud a frecuencias de longitud en tablas de captura por talla (Ward y Ramírez 1992). La relación longitud-peso no es constante para el AAA, ya que cambia por área, año y sexo (De Giosa et al. 2014); por lo tanto, se requiere seguir recopilando datos para futuras aplicaciones en la evaluación y el manejo de la pesquería.

El ajuste de selectividad sugiere que la selectividad sigue un patrón asintótico, lo que implica que la pesquería toma todos los peces mayores que cierto tamaño en proporción a su presencia en la población (Piner 2012). Nuestros resultados

development of fisheries (Hoggarth et al. 2005). It may be useful in managing the rapidly developing YFT fishery. Future research programs must focus on stock assessment and ecosystem approach to fisheries management. The establishment of these programs will help develop the necessary fishing regulations to ensure a well-managed fishery, a potential certification, and the sustainable exploitation of the YFT.

ACKNOWLEDGMENTS

We thank Jessica Johana García-Meléndez for reviewing and providing comments on an earlier draft of the manuscript.

REFERENCES

- De Giosa M, Czerniejewski P, Rybczyk A. 2014. Seasonal changes in condition factor and weight-length relationship of invasive *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) from Leszczynskie Lakeland, Poland. *Adv Zoology*. 2014:678763. <https://doi.org/10.1155/2014/678763>
- [DOF] Diario Oficial de la Federación. 2015 May 11. ACUERDO por el que se da a conocer el plan de manejo pesquero de atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) en el Golfo de México. Mexico City: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- Hilborn R, Walters CJ. 1992. Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty. New York (NY): Chapman and Hall.
- Hoggarth DD, Mees CC, O'Neill C, Hindson J, Krishna M. 2005. A guide to stock assessment using the FMSP tools. London (UK): Marine Resources Assessment Group (MRAG), London, Centre for environmental education, Ahmedabad, Scales Consulting Ltd. 96 p.
- López-Medina D. 2006. Variabilidad espacio-temporal de las capturas de atún aleta amarilla en aguas adyacentes a las Islas Marias, México [MSc thesis]. [La Paz (Mexico)]: Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. 49 p.
- Ma Z, Yu G, Wu Q, Ma S, Wu S, Chen X. 2016. Length-weight relationships of yellowfin tuna *Thunnus albacares*, skipjack tuna *Katsuwonus pelamis*, yaito tuna *Euthynnus yaito*, and blue round scad *Decapterus maruadsi* from Mischief Reef, South China Sea. *Int J Innov Stud Aquat Biol Fish*. 2(4):27–30. <https://doi.org/10.20431/2454-7670.0204005>
- Millar RB, Fryer RJ. 1999. Estimating the size-selection curves of towed gears, traps, nets and hooks. *Rev Fish Biol Fisher*. 9(1):89–116. <https://doi.org/10.1023/A:1008838220001>
- Ortega-García S. 1996. Interaction between Mexican longline and purse seine fisheries for yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean. Status of Interactions of Pacific Tuna Fisheries in 1995. Rome (Italy): Food and Agriculture Organization of the United Nations. p. 350–361.
- Pauly D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. *ICLARM Cont*. 8(143):325.
- Piner K. 2012. Selection of an Asymptotic Selectivity Pattern. NOAA PIFSC Working Paper. 2012:WP-12-002.
- R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. Vienna (Austria): R Foundation for Statistical Computing; accessed 2020 Jul 20. <https://www.R-project.org/>.
- Rohit P, Syda RG, Rammohan K. 2008. Yellowfin tuna fishery by traditional fishermen at Visakhapatnam, Andhra Pradesh with notes on its biology. *J Mar Biol Assoc India*. 50(1):62–68.
- concuerdan con los encontrados para la flota palangrera de Taiwán y Japón que captura atún aleta azul del Pacífico (Piner 2012).
- Los resultados presentados aquí representan el primer paso en la recopilación de información para establecer un programa de investigación y monitoreo del AAA en la costa mexicana del Pacífico. Sin embargo, es necesario establecer un nuevo programa de monitoreo que recabe información de manera permanente sobre algunos parámetros poblacionales, como longevidad, madurez sexual, índices relativos de abundancia, crecimiento, hábitos alimenticios, captura incidental y consideraciones ecosistémicas. Esta información es indispensable en evaluaciones del stock pesquero y para planes de manejo pesquero confiables, así como para asegurar el desarrollo sostenible de las pesquerías (Hoggarth et al. 2005). Puede ser útil en el manejo de la pesquería de AAA en rápido desarrollo. Los futuros programas de investigación deben centrarse en la evaluación de las poblaciones y en aplicar el enfoque ecosistémico al manejo pesquero. El establecimiento de estos programas ayudará a desarrollar las regulaciones pesqueras necesarias para asegurar una pesquería bien administrada, una potencial certificación y la explotación sostenible del AAA.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Jessica Johana García-Meléndez la revisión y los comentarios sobre una versión anterior del manuscrito.

- Suzuki Z. 1994. A review of the biology and fisheries for yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the western and central Pacific Ocean. In: Shomura RS, Majkowski J, Langi S (eds.), Interaction of Pacific tuna fisheries. Proceeding of the first FAO expert Consultation on interactions of Pacific tuna fisheries, 1991 December 3–11, Noumea (New Caledonia). Rome (Italy): FAO. FAO Fisheries Technical Paper. p. 108–137.
- Trigueros-Salmerón JÁ. 2003. La influencia de algunas variables ambientales en la distribución y abundancia del Atún aleta amarilla *Thunnus albacares* en el noroeste del Pacífico Mexicano [dissertation]. [La Paz (BCS, Mexico)]: Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 62 p.
- Ward PJ, Ramirez CM. 1992. Length and weight relationships for yellowfin tuna in the Western Pacific. Honolulu (Hawaii): South Pacific Commission. Western Pacific Yellowfin Tuna Research Group 1992 June 17–24. 9 p.
- Xolaltenco-Coyotl K, Dreyfus-León MJ, Almanza-Heredia E, Almanza-Heredia JAE. 2010. Analysis of the fishing effort of the Mexican longline tuna fleet operating in the Gulf of Mexico in 2004 = Análisis del esfuerzo pesquero con palangre de la flota atunera mexicana del Golfo de México durante 2004. *Cienc Mar*. 36(1):59–70. <https://doi.org/10.7773/cm.v36i1.1652>

Received 12 April 2021,
accepted 4 September 2021.