

Duración e intensidad de la puesta y su dependencia del tamaño corporal: El caso del bonito *Euthynnus alletteratus* capturado en el suroeste del Golfo de México

Duration and intensity spawning, body size dependence: The case of little tunny *Euthynnus alletteratus* caught in the southwest Gulf of Mexico

Roberto Cruz-Castán^{1*}, César Meiners-Mandujano¹ y Sergio Curiel-Ramírez²

¹Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, Universidad Veracruzana, Av. Hidalgo # 617, Col. Rio Jamapa, CP 94290, Boca del Río, Veracruz, México

²Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Transpeninsular Ensenada-Tijuana No. 3917, Fraccionamiento Playitas, CP 22860, Ensenada, Baja California, México

*Autor correspondiente: cas213@hotmail.com

Abstract. In terms of fish dynamic population, reproduction is a process related with corporal size of each population member, which is tied with the spawning time and number of eggs produced. In order to relate the size of female little tunny (*Euthynnus alletteratus*), located in the southwest Gulf of Mexico, and its contribution in reproductive process, cycle and reproductive characteristics were analyzed by different size groups. Biological data were obtained by the artisanal fishing fleet of Antón Lizardo Veracruz community (Mexico). A total of 480 fish were caught from December 2009 to November 2012. Size structure, gonadosomatic index and duration and intensity spawning index (IDI) were determined. The gonadosomatic index showed a decrease in the population after April and July. Nevertheless, these months and the fraction of spawning female may vary depending on size groups. According with the IDI, the individuals with the highest contribution in reproductive process belong to sizes from 44 to 56 cm. Therefore, in order to guarantee the conservation of this species, it is imperative to mainly direct the management measures towards the females from these sizes.

Key words: Reproduction, gonadosomatic index, spawning, population, size structure

INTRODUCCIÓN

El bonito *Euthynnus alletteratus* (Rafinesque, 1810), es un pez epipelágico y nerítico (Chur 1973) distribuido en las zonas tropicales y subtropicales del océano Atlántico, incluyendo el Mar Mediterráneo, Mar Negro, el Caribe y el Golfo de México (Belloc 1955, Valeiras & Abad 2006). Históricamente ha sido especie objetivo de pesquerías dirigidas en la parte oriental de su distribución, principalmente en el norte de África, el Golfo de Cádiz y el Mar Mediterráneo (Sabatés & Recasens 2001, Neves dos Santos & García 2006, Gaykov & Bokhanovy 2008, Kahraman 2005, Zengin & Karakulak 2009, Hajjej *et al.* 2010). Sin embargo en el Atlántico Occidental es especie objetivo solo en algunas pesquerías artesanales en la costa oeste cubana y en el Caribe colombiano y venezolano (Baisre 2000, González *et al.* 2008). Para el caso particular del sur del Golfo de México, *E. alletteratus* es considerado como una especie secundaria con poco valor comercial y utilizada principalmente como carnada, para su captura se utilizan diferentes artes de pesca como redes agalleras, palangres y líneas con carnada o troleo (Cabrera *et al.* 2005, Jiménez-Badillo *et al.* 2006).

La mayoría de los estudios sobre la biología de esta especie se han desarrollado en el Atlántico Oriental, y se relacionan con la edad de madurez sexual, índices corporales, fecundidad, proporción sexual, periodos de desove, edad y crecimiento, ecología trófica, entre otros (Frade & Postel 1955, Landau 1965, Rodríguez-Roda 1966, 1979; Diouf 1981, Cayré & Diouf 1983, Kahraman & Oray 2001, Kahraman 2005, Macías *et al.* 2006, Bahou *et al.* 2007, Falutano *et al.* 2007, Kahraman *et al.* 2008, Macías *et al.* 2009, Hajjej *et al.* 2010). En contraste en el Atlántico Occidental, a pesar de que existen estudios que abordan aspectos biológicos, dieta y ecología trófica en el litoral de Estados Unidos y en el Caribe central colombiano, la información es escasa (Manooch *et al.* 1985, Posada-Peláez *et al.* 2012, García & Posada 2013), mientras que para México se tienen descripciones de la pesquería en términos de la flota, captura y esfuerzo en el estado de Quintana Roo (Cabrera *et al.* 2005).

Para crear y fundamentar planes de conservación y administración de una especie, se requiere contar con información precisa y actualizada sobre la actividad reproductiva de las especies para aproximar escenarios de manejo. La dinámica reproductiva es un proceso que depende esencialmente de la longitud y edad de las hembras (Pizarro 1990, Claramunt *et al.* 1994, Herrera *et al.* 1994, Claramunt 1999), razón por la cual es importante conocer y determinar el grado de influencia de la estructura de tallas de una población sobre el potencial reproductivo, lo que permitirá tener mejores criterios para la explotación de una pesquería.

A pesar de que *E. alletteratus* es un componente conspicuo pero de bajo aprecio comercial en la pesca artesanal en el sur oeste del Golfo de México, en el corto plazo podría convertirse en un recurso emergente, razón por la cual se deben empezar a construir los primeros estudios biológicos básicos en esta área. Debido a que no existen valoraciones acerca de la importancia relativa de la estructura de tallas con respecto a la participación

en la reproducción para esta especie, el objetivo central de este trabajo fue identificar y describir las tallas más comprometidas en el proceso reproductivo de *Euthynnus alletteratus* en el suroeste del Golfo de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se muestrearon biológicamente organismos de *E. alletteratus* entre diciembre 2009 a noviembre 2012 con periodicidad mensual, provenientes de la captura comercial artesanal que se realiza frente a las costas de la localidad de Antón Lizardo (19°03'24"N y 95°59'17"W), perteneciente al municipio de Alvarado, en el estado mexicano de Veracruz, dentro del área de influencia del Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV), entre el puerto de Alvarado y Punta Roca Partida (Fig. 1), en el suroeste del Golfo de México.

A cada individuo se le tomó la longitud furcal LF (cm) y el peso total PT (g) con un ictiómetro convencional y con un dinamómetro digital, respectivamente. Se registró el sexo y el peso de las gónadas con una balanza digital de 0,001 g de precisión.

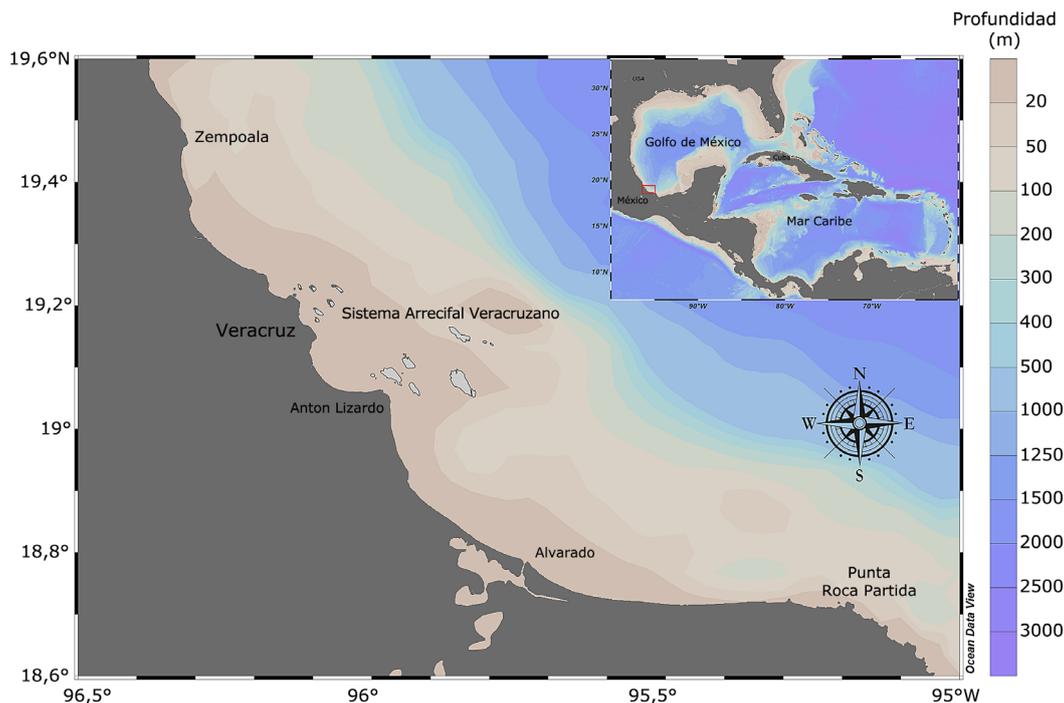


Figura 1. Localización del área de captura de *Euthynnus alletteratus* comercializados en la localidad de Antón Lizardo, Veracruz, México / Location of fishing area of *Euthynnus alletteratus* marketed in the Antón Lizardo, Veracruz locality, Mexico

Para el análisis, los datos se agruparon en intervalos de talla de 5 cm de LF, se calculó el índice gonadosomático (IGS; Ec. 1) de acuerdo con la relación del peso de la gónada respecto al peso total de cada organismo, siguiendo los procedimientos propuestos por Introzzi & De Introzzi (1986).

$$IGS = \frac{\text{Peso de la gónada}}{\text{Peso total} - \text{peso de la gónada}} \times 100 \quad (1)$$

Para determinar la duración e intensidad de la puesta (IDI), se calculó el área bajo la curva que describe el IGS para una misma clase de talla (Ec. 2), este índice utilizado por Alarcón *et al.* (2004) se define como:

$$IDI_l = \sum_{i=1}^{12} IGS_{i,l} * d_i \quad (2)$$

En donde $IGS_{i,l}$ es el índice gonadosomático promedio en el mes i en la clase de longitud l , y d_i es el número de días en el mes i . Este índice supone que el IGS está relacionado directamente con la fracción de hembras desovantes diarias (Claramunt & Herrera 1994, Claramunt & Roa 2001, Alarcón *et al.* 2004).

Para modelar el comportamiento del IDI se ajustaron los valores observados a un modelo de tipo log-normal, que a diferencia del modelo logístico que asume que los grupos de tallas mayores contribuyen en mayor medida a la puesta, en el modelo log-normal se asume que los extremos de la distribución de tallas contribuyen en menor medida, este modelo se describe de la siguiente manera (Ec. 3):

$$IDI_l = a * \exp\left(-0,5 \left(\ln\left(\frac{L}{b}\right) / c\right)^2\right) \quad (3)$$

En donde IDI_l es el índice de duración e intensidad de la puesta anual por clase de talla, L es la longitud del organismo, a , b y c son constantes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se colectaron un total de 480 hembras, con un promedio de 41,96 cm ($\pm 7,05$ de error estándar) de LF, un peso promedio de 1.195,02 g ($\pm 730,56$ de error estándar). El organismo más pequeño midió 28,2 cm LF con un peso de 340 g, y la más grande midió 68,1 cm LF y pesó 4.330 g.

Los organismos fueron segregados en 10 grupos de talla (Tabla 1), la distribución de frecuencia de tallas estuvo fuertemente sesgada hacia el intervalo de longitud de 36 cm a 40 cm LF, con un total 277 individuos (57,7 %).

Tabla 1. Clasificación de tallas y valor del IDI por grupos de los individuos capturados de *E. alletteratus* en el suroeste del Golfo de México de diciembre 2009 a noviembre 2012 / Size groups and IDI value of *E. alletteratus* caught in the southwest Gulf of Mexico from December 2009 to November 2012

Grupo de talla	Longitud furcal (cm)	Número de individuos	%	IDI
I	28-32	7	2	12,83
II	32-36	22	5	58,29
III	36-40	277	58	287,80
IV	40-44	31	7	351,63
V	44-48	42	9	496,99
VI	48-52	42	9	560,96
VII	52-56	40	8	531,45
VIII	56-60	8	2	482,85
IX	60-64	6	1	214,64
X	64-68	5	1	220,24

La evolución temporal del IGS muestra un comportamiento bimodal con máximos en abril y julio, posterior a estos meses existe un decaimiento pronunciado. Entre octubre y febrero el IGS se encuentra en niveles consistentemente más bajos con poca variación (Fig. 2A).

La evolución mensual del IGS por grupos de tallas también fue bimodal, sin embargo se observaron diferencias en la intensidad y temporalidad de los picos (Fig. 2B), por ejemplo en mayo hay una disminución importante del IGS en los grupos de tallas III y IV, mientras que para los grupos VI y VII no es tan marcada y en el grupo V aumentó. En junio el IGS aumenta en todos los grupos de tallas excepto en el grupo V. Finalmente en julio todos los grupos incrementaron el IGS, sin embargo en los grupos III, V y VI el aumento fue proporcionalmente más pronunciado que en el resto de los grupos.

La duración e intensidad de la puesta (IDI) fue máxima para los grupos V, VI y VII (Fig. 3), para el resto de los grupos de talla fueron menores, incluso marginales. El ajuste logístico no explica correctamente la contribución por clase de talla al potencial reproductivo observado, en contraste, el modelo log-normal describe apropiadamente la evolución del IDI_l principalmente dominado por los grupos de tallas V, VI y VII.

Más del 50% de los individuos capturados se encontraron en una moda principal de tallas de 36 cm a 40 cm, similar a lo reportado por Posada-Peláez *et al.* (2012), lo cual corresponde con la selectividad del arte de pesca, dirigida a peces de tamaño medio a pequeño. El incremento del IGS a partir de marzo, alcanzando un pico alto en abril, describe el comienzo del ciclo reproductivo y a partir de octubre y hasta febrero, con los niveles mínimos del IGS representan

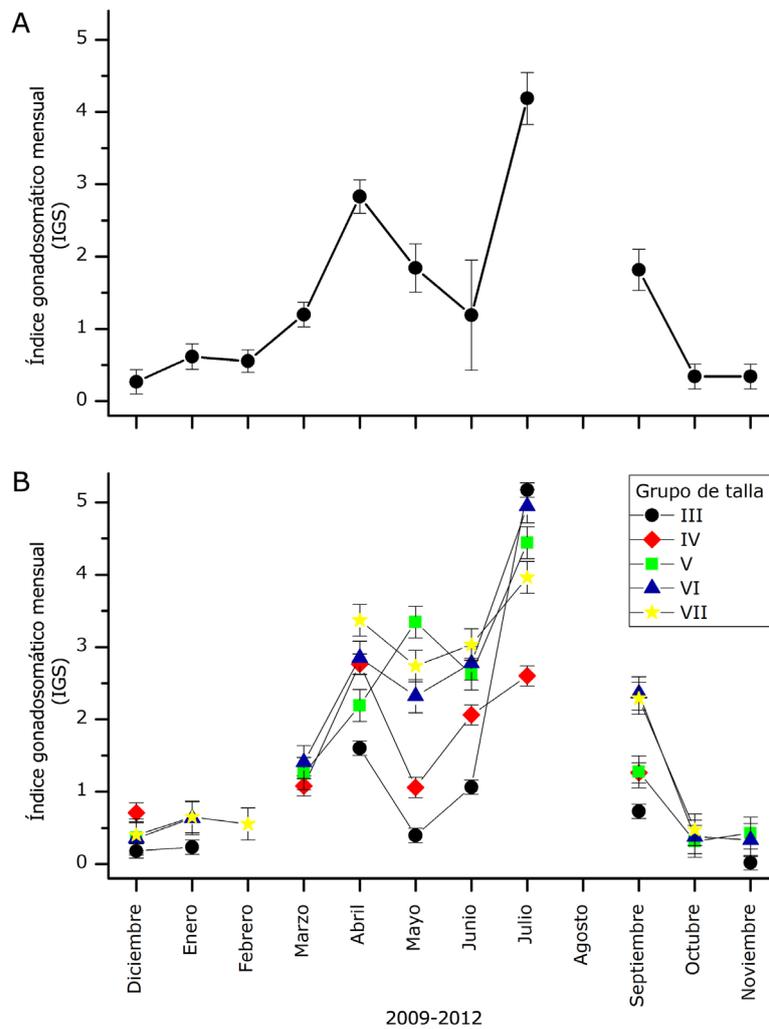


Figura 2. Evolución temporal del índice gonadosomático mensual y error estándar de *E. alletteratus* en el suroeste del Golfo de México. A) promedio considerando todas las tallas, B) promedio clasificado por grupos de talla / Monthly evolution of the mean gonadosomatic index and standard error for *E. alletteratus* caught in the southwest Gulf of Mexico. A) mean value considering all sizes, B) mean value classified by size groups

el periodo de reposo reproductivo. Es decir, el periodo de reproducción activa abarca de abril hasta septiembre con dos picos de puesta lo cual coincide con lo reportado para esta especie en el Caribe Colombiano (Posada-Peláez *et al.* 2012). Con esta información es posible suponer que *E. alletteratus* tendría un periodo de reproducción más amplio en el Golfo de México y el mar Caribe respecto del Atlántico oriental (Kahraman *et al.* 2008, Hajjej *et al.* 2010).

La evolución mensual del IGS por grupos de tallas, mostró en general el mismo patrón bimodal con diferencias en la intensidad del índice proporcional a la talla. En los grupos de talla III y IV, la marcada disminución del IGS en mayo, proporcionalmente respecto a otros grupos de tallas, sugiere que la fracción de hembras desovantes es mayor que la de otros grupos en este mes.

El extenso periodo reproductivo que muestra el IGS, se debe primordialmente a que la curva mensual de IGS está compuesta por varias curvas diferentes en intensidad y temporalidad por tallas, es decir, no todas las tallas se reproducen al mismo tiempo y mucho menos con la misma intensidad; la composición tallas en la población de esta especie tiene un efecto determinante en la capacidad reproductiva.

Pizarro (1990) y Parrish *et al.* (1986) describieron que en *Sardinops sagax* y *Engraulis mordax*, ambos peces pelágicos, se aprecia una madurez diferencial, en donde las hembras de mayor talla tienden a presentar un desfase temporal, es decir, presentan un período de madurez ovárica con mayor amplitud respecto a los individuos más jóvenes. Sumado a esto, se ha demostrado también en otras especies, que las hembras más grandes tienen mayor participación en la reproducción (Pizarro 1990, Claramunt *et al.* 1994, Claramunt 1999).

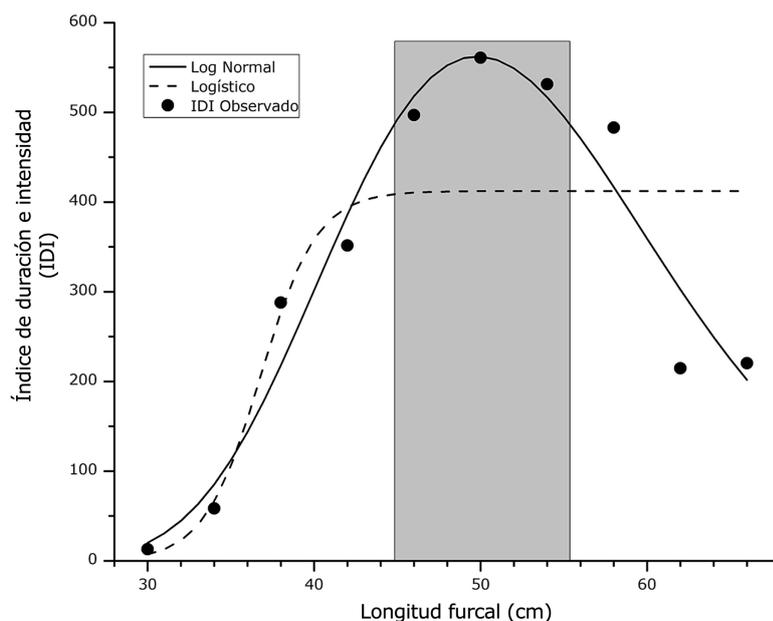


Figura 3. Variación del índice de duración e intensidad de la puesta por grupos de tallas de *E. alletteratus* en el suroeste del Golfo de México, se presenta el ajuste logístico y el ajuste log normal, en la parte sombreada se encuentran los individuos que contribuyen en mayor medida a la reproducción de la población / Duration and intensity index by size groups of *E. alletteratus* in the southwest Gulf of Mexico, logistic adjustment and the normal log adjustment are presented, in the shaded part are the individuals with a major contribution to the reproduction of the population

En este estudio no es posible asegurar este comportamiento ya que los grupos de tallas I, II así como los grupos de tallas mayores (VIII, IX y X) se encuentran poco representados (Tabla 1); lo cual puede incrementar la incertidumbre de los resultados y por tal motivo, estos deben ser tratados con cautela y no es posible asegurar que al incrementar las tallas, el IDI también incrementará o disminuirá. Sin embargo, de acuerdo con los resultados obtenidos, el IDI muestra que los individuos de *E. alletteratus* pertenecientes a los grupos de talla V, VI y VII son los que mayor participación tienen en la reproducción, a diferencia de los comprendidos en los grupos III y IV.

Claramunt (1999) y Alarcón *et al.* (2004) hacen énfasis en analizar y comparar el IGS individual de las hembras o por grupos de tallas, debido a que el IGS de una sola hembra fluctúa según el grado de maduración de su ovario; por el contrario, el IGS promedio de un grupo de hembras o de una población estará fuertemente marcado por las fluctuaciones en las tallas de las hembras, esto sugiere que el IGS promedio de las hembras de tallas pequeñas será menor que el IGS de tallas mayores y por lo tanto las tallas mayores estarán más comprometidas en el proceso de reproducción. Tomando como base este supuesto el IDI debería ajustarse a un modelo logístico, el cual supone que entre mayores sean las tallas mayor será el IDI; sin embargo, para el caso de *E. alletteratus* en el sur oeste del Golfo de México, el modelo logístico no describe apropiadamente la tendencia de los datos del IDI para los grupos de tallas V, VI y VII. En este caso, el comportamiento del IDI se ajustó mejor al modelo log-normal ($R^2= 0,97$); este modelo fue utilizado

por Alarcón *et al.* (2004), con hembras de *Merluccius gayi gayi* evidenciando que la fracción de la población más comprometida en el proceso reproductivo corresponde a las tallas intermedias. El ajuste log-normal modela un domo en donde se encuentran las tallas más comprometidas con el proceso de reproducción y posteriormente decrece, lo que se relaciona con la disminución del número de organismos grandes en las poblaciones y su envejecimiento, ya que en muchas especies está relacionado con una disminución en la capacidad reproductiva (*i.e.*, fecundidad, peso de los ovarios o tamaño de los óvulos) a medida que aumenta la edad (Gosden 1985, Finch 1990, Vom Saal *et al.* 1994, De Bruin *et al.* 2004). Sin embargo, esto debe ser constatado calculando la fracción diaria de hembras desovantes por cada grupo de talla, preferiblemente con técnicas que involucren observaciones histológicas.

Esta información es relevante a la hora de fundamentar un plan de manejo de una especie. Para el caso particular de *E. alletteratus* en el sur oeste del Golfo de México, se sugiere que ejercer un esfuerzo pesquero sobre las hembras de los grupos III y IV no tendría un efecto tan negativo como al ejercer presión sobre las hembras de tallas comprendidas en los grupos V, VI y VII, ya que estas últimas contribuyen proporcionalmente más al potencial reproductivo de la población y por tanto las medidas de manejo deben dirigirse primordialmente a garantizar la sobrevivencia de una fracción importante de hembras de estos grupos de talla. Adicionalmente, es necesario abordar estudios del IGS e IDI en hembras de mayor tamaño, las cuales en este estudio estuvieron poco representadas.

Los estudios que abordan los procesos reproductivos deben ser cada vez más específicos, ya que no se puede atribuir el mismo comportamiento sexual a toda una población en donde convergen estructuras de talla-edad complejas. La edad es un factor importante en el comportamiento reproductivo de los individuos, en general a mayor talla-edad de las hembras mayor fecundidad (Dománico & Freyre 2008, Farley *et al.* 2015, Hajje *et al.* 2017); sin embargo, este supuesto debe ser interpretado con cautela puesto que la incertidumbre asociada a estas estimaciones depende de la forma en que se obtiene este parámetro ya que es una aproximación directamente proporcional del número de huevos por gramo y el peso de la gónada; lo cual no permite una comparación equitativa del potencial reproductivo que se relacione con el número de individuos que conforman los diferentes grupos de tallas de una población. De acuerdo con el comportamiento del IDI observado para *E. alletteratus* en el suroeste del Golfo de México, es necesario profundizar en estudios con información histológica que permitan complementar y detallar los cambios que existen en el tejido del ovario y que influyen en el IGS por grupo de tallas.

LITERATURA CITADA

- Alarcón C, L Cubillos & C Oyarzún. 2004.** Influencia del tamaño de la hembra en la duración e intensidad de la actividad reproductiva de *Merluccius gayi gayi* en la zona centro-sur de Chile. *Investigaciones Marinas* 32(2): 59-69.
- Bahou L, T Koné, V N Douba, KJ N'Guessan, EP Kouamélan & GB Gouli. 2007.** Food composition and feedings habits of little tunny (*Euthynnus alletteratus*) in continental shelf waters of Côte d'Ivoire (West Africa). *ICES Journal of Marine Science* 64(5): 1044-1052.
- Baisre JA. 2000.** Crónica de la pesca marítima en Cuba (1935-1995) Análisis de tendencias y del potencial Pesquero. FAO Fisheries Technical Paper 394: 1-26.
- Belloc G. 1955.** Les thons de la Méditerranée. Deuxième note: Thonine et Bonite. FAO. Proceedings and Technical Papers, General Fisheries Council for the Mediterranean 3(52): 471-486.
- Cabrera MA, O Defeo, F Aguilar & JD Martínez. 2005.** La pesquería del bonito (*Euthynnus alletteratus*) del noreste del banco de Campeche, México. En: Proceedings of the 47th Gulf and Caribbean Fisheries Institute 47: 744-757.
- Cayré PM & T Diouf. 1983.** Estimating age and growth of little tunny, *Euthynnus alletteratus*, off the coast of Senegal, using dorsal fin spine sections. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Report NMFS 8: 105-110.
- Chur VN. 1973.** Some biological characteristics of little tunny (*Euthynnus alletteratus* Rafinesque, 1810) in the eastern part of the tropical Atlantic. *Collective Volume of Scientific Papers of ICCAT* 1: 489-500.
- Claramunt G. 1999.** Número de desoves, producción de huevos y reclutamiento en *Sardinops sagax* del norte de Chile, entre 1974 y 1996. Tesis Magister en Ciencias mención Pesquerías, Universidad de Concepción, Concepción, 65 pp.
- Claramunt G & G Herrera. 1994.** A new method to estimate the fraction of daily spawning females and the numbers of spawning in *Sardinops sagax* in northern Chile. *Scientia Marina* 58(3): 169-177.
- Claramunt G & R Roa. 2001.** An direct approach of estimating spawning fraction as applied to *Sardinops sagax* from northern Chile. *Scientia Marina* 65(2): 87-94.
- Claramunt G, G Herrera & P Pizarro. 1994.** Producción potencial anual de huevos por tallas en *Sardinops sagax* (Jenyns, 1842) del norte de Chile. *Revista de Biología Marina* 29(2): 211-233.
- De Bruin JP, RG Gosden, CE Finch & BM Leaman. 2004.** Ovarian aging in two species of long-lived rockfish, *Sebastes aleutianus* and *S. alutus*. *Biology of Reproduction* 71(3): 1036-1042.
- Diouf T. 1981.** Premières données relatives à l'exploitation et à la biologie de quelques 'petits thonidés et espèces voisines': *Euthynnus*, *Sarda*, *Scomberomorus* au Sénégal. *Collective Volume of Scientific Papers of ICCAT* 15(2): 327-336.
- Dománico AA & LR Freyre. 2008.** Aspectos reproductivos del pejerrey patagónico (*Odontesthes hatcheri* Eigenmann, 1909) en el embalse Ezequiel Ramos Mexia (Argentina). *Revista MVZ Córdoba* 13(3): 1446-1455.
- Falutano M, L Castriota, MG Finoia & F Andaloro. 2007.** Feeding ecology of little tunny *Euthynnus alletteratus* in the central Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 87(4): 999-1005.
- Farley JH, TLO Davis, MV Bravington, R Andamari & CR Davies. 2015.** Spawning dynamics and size related trends in reproductive parameters of southern Bluefin tuna, *Thunnus maccoyii*. *PLoS ONE* 10(5): e0125744. <doi.org/10.1371/journal.pone.0125744>
- Finch CE. 1990.** Longevity, senescence, and the genome, 938 pp. University of Chicago Press, Chicago.
- Frade F & E Postel. 1955.** Contribution à l'étude de la reproduction des scombridés et thonidés de l'Atlantique tropical. *Rapport du Conseil International pour l'Exploration de la Mer* 137: 33-35.
- García CB & C Posada. 2013.** Diet and feeding ecology of the little tunny, *Euthynnus alletteratus* (Pisces: Scombridae) in the central Colombian Caribbean: Changes in 18 years. *Latin American Journal of Aquatic Research* 41(3): 588-594.
- Gaykov VZ & DV Bokhanov. 2008.** The biological characteristic of Atlantic black skipjack (*Euthynnus alletteratus*) of the eastern Atlantic Ocean. *Collective Volume of Scientific Papers of ICCAT* 62(5): 1610-1628.
- González LW, N Eslava, J Suniaga & F Guevara. 2008.** Asociación de variables ambientales con la pesca de la cabaña pintada (*Euthynnus alletteratus*) de la isla de Margarita, Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 42(3): 387-396.
- Gosden RG. 1985.** Biology of menopause: The causes and consequences of ovarian ageing, 188 pp. Academic Press, London.
- Hajje G, A Hattour, H Allaya, O Jarboui & A Bouain. 2010.** Biology of little tunny *Euthynnus alletteratus* in the Gulf of Gabes, Southern Tunisia (Central Mediterranean Sea). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 45(3): 399-406.

- Hajje G, A Hattour & O Jarboui. 2017.** Preliminary results on fecundity of little tunny (*Euthynnus alletteratus*) in the Tunisian waters. Collective Volume of Scientific Papers of ICCAT 73(8): 2695-2700.
- Herrera G, G Claramunt & P Pizarro. 1994.** Dinámica ovárica de la sardina española (*Sardinops sagax*) del norte de Chile, período abril 1992- marzo 1993. Análisis por estrato de talla. Revista de Biología Marina 29(2): 147-166.
- Introzzi AR & GD De Introzzi. 1986.** Estudio de las concentraciones de los ácidos nucleicos (RNA, DNA) en musculo blanco e hígado de la lisa (*Mugil brasiliensis*) a lo largo de sus periodos de reposo y maduración gonadal. Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero 6: 117-129.
- Jiménez-Badillo ML, H Pérez-España, JM Vargas-Hernández, JC Cortés-Salinas & PA Flores-Pineda. 2006.** Catálogo de especies y artes de pesca del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, 188 pp. CONABIO, Universidad Veracruzana, México D.F.
- Kahraman AE. 2005.** Preliminary investigations on Atlantic black skipjack (*Euthynnus alletteratus* Raf. 1810) in the eastern Mediterranean Sea. Collective Volume of Scientific Papers of ICCAT 58(2): 502-509.
- Kahraman AE & IK Oray. 2001.** The determination of age and growth parameters of Atlantic little tunny (*Euthynnus alletteratus* Raf., 1810) caught in Turkish waters. Collective Volume of Scientific Papers of ICCAT 52(2): 719-732.
- Kahraman AE, TZ Alicli, T Akayli & IK Oray. 2008.** Reproductive biology of little tunny, *Euthynnus alletteratus* (Rafinesque, 1810), from the north-eastern Mediterranean Sea. Journal Applied of Ichthyology 24: 551-554.
- Landau R. 1965.** Determination of age and growth rate in *Euthynnus alletteratus* and *Euthynnus affinis* using vertebrae. Rapports et Proces-Verbaux des Reunions. Publié par les Soins de Jean Furnesting Commission Internationale pour L'Exploration Scientifique de la Méditerranée 18(1): 241-244.
- Macías D, L Lema, MJ Gómez-Vives, JM Ortiz de Urbina & JM De la Serna. 2006.** Some biological aspects of small tunas (*Euthynnus alletteratus*, *Sarda sarda* & *Auxis rochei*) from the south eastern Spanish Mediterranean. Collective Volume of Scientific Papers of ICCAT 59(2): 579-589.
- Macías D, JM Ortiz de Urbina, MJ Gómez-Vives, L Godoy & JM De la Serna. 2009.** Size distribution of Atlantic little tuna (*Euthynnus alletteratus*) caught by the southwestern Spanish Mediterranean traps and the recreational trawl fishery. Collective Volume of Scientific Papers of ICCAT 64(7): 2284-2289.
- Manooch CS, DL Manson & RS Nelson. 1985.** Foods of little tunny (*Euthynnus alletteratus*) collected along the southeastern and Gulf coasts of the United States. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 51(8): 1207-1218.
- Neves dos Santos M & A García. 2006.** Observations on the catches of small tunas from a trap off The Algarve (Southern Portugal). Collective Volume of Scientific Papers of ICCAT 59(3): 802-812.
- Parrish RH, DL Mallicoate & RA Klingbeil. 1986.** Age dependent fecundity, number of spawnings per year, sex ratio and maturation stages in northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fishery Bulletin 84(3): 503-517.
- Pizarro P. 1990.** Influencia de la estructura de tallas en la época y longitud de desove de sardina española (*Sardinops sagax*) en la zona norte de Chile. Tesis de Biólogo Pesquero, Universidad Arturo Prat, Iquique, 82 pp.
- Posada-Peláez C, A Santafé-Muñoz, M Grijalba-Bendeck, D Bustos-Montes, E González-Sarmiento, J De La Hoz-Maestre, L Castro-Martínez, C Gómez-Cubillos, P Guerrero-Bernal, C Olaya-Reyes, CM Palacio-Barros & D Restrepo-Gómez. 2012.** Aspectos biológicos de las principales especies comerciales de la zona costera del departamento del Magdalena, Caribe colombiano. En: Grijalba-Bendeck M, D Bustos-Montes, C Posada-Peláez & AM Santafé-Muñoz (eds). La pesca artesanal marítima del departamento del Magdalena, una visión desde cuatro componentes, pp. 354-365. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta.
- Rodríguez-Roda J. 1966.** Estudio de la Bacoreta, *Euthynnus alletteratus* (Raf.), bonito, *Sarda sarda* (Bloch) y melva *Auxis thazard* (Lac.), capturados por las almadrabas españolas. Investigación Pesquera 30: 247-292.
- Rodríguez-Roda J. 1979.** Edad y crecimiento de la Bacoreta, *Euthynnus alletteratus* (Raf.) de la Costa Sudatlántica de España. Investigación Pesquera 43: 591-599.
- Sabatés A & L Recasens. 2001.** Seasonal distribution and spawning of small tunas (*Auxis rochei* and *Sarda sarda*) in the Northwestern Mediterranean. Scientia Marina 65(2): 95-100.
- Valeiras J & E Abad. 2006.** Bacoreta. En: ICCAT (ed). 2006-2016. Manual de ICCAT, pp. 243-250. Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico, Madrid.
- Vom Saal FS, CE Finch & JF Nelson. 1994.** The natural history of reproductive aging in humans, laboratory rodents and selected other vertebrates. In: Knobil E (ed). Physiology of reproduction, pp. 1213-1314. Raven Press, New York.
- Zengin M & FS Karakulak. 2009.** Preliminary study on the Atlantic black skipjack (*Euthynnus alletteratus*, Rafinesque, 1810), caught by common purse seine fisheries in the north-eastern Mediterranean coast of Turkey. Collective Volume of Scientific Papers of ICCAT 64(7): 2211-2220.

Recibido el 21 de julio de 2017 y aceptado 14 noviembre 2018

Editor: Claudia Bustos D.