

Análisis del estadio de madurez sexual en *Euthynnus alleteratus* (Rafinesque, 1810) mediante un estudio histológico

Analysis of the stage of sexual maturity in *Euthynnus alleteratus* (Rafinesque, 1810) using a Histological study

Teresita del Carmen Guarneros Martínez¹ Rodrigo Cuervo González¹ Eduardo Alfredo Zarza Meza¹

¹ Universidad Veracruzana Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias Región Poza Rica-Tuxpan, Veracruz

Recibido: mayo 27 de 2020

Aceptado: junio 29 de 2020

RESUMEN:

Para el conocimiento de los aspectos biológicos básicos como la reproducción de *Euthynnus alleteratus*, se realizó un análisis del estadio de madurez sexual, a través de un estudio histológico, utilizando 18 individuos, donde se estimó que la proporción de machos-hembras fue de 1.2:1. Empleando los datos morfométricos y una escala empírica de maduración gonádica, se determinaron dos estadios: maduro y reproducción. En donde en el estadio maduro, se presentó una talla promedio de 60 cm para hembras y 63 cm para machos, en cambio en el estadio de reproducción se presentó una talla promedio de 64 cm para hembras y 65 cm para machos. Además, se efectuó una correlación con el coeficiente de Spearman con las variaciones morfométricas talla-peso siendo positivo de 0.6, en cambio en los machos se observó que en las variables longitud total- peso gonadal y longitud total- peso, obtuvieron un valor significativo de 0.7. talla-peso gonadal y peso-peso gonadal nos mostraron una respuesta representativa. En los estudios histológicos se observaron dos estadios para las hembras: maduración e hidratación y un estadio para los machos: desove y regresión.

Palabras clave: madurez sexual, maduración, hidratación, desove, regresión.

Abstract

To understand the basic biological aspects such as the reproduction of *Euthynnus alleteratus*, an analysis of the stage of sexual maturity was carried out, through a histological study, using 18 individuals, where it was estimated that the ratio of males to females was 1.2: one. Using morphometric data and an empirical scale of gonadal maturation, two stages were determined: mature and reproduction. Where in the mature stage, an average size of 60 cm was presented for females and 63 cm for males, whereas in the reproduction stage an average size of 64 cm for females and 65 cm for males was presented. In addition, a correlation was made with the Spearman coefficient with the morphometric height-weight variations, being positive of 0.6, while in males it was observed that in the variables total length-gonadal weight and total length-weight, they obtained a significant value of 0.7. Gonadal height-weight and gonadal weight-weight showed a representative response. In the histological studies, two stages were observed for the females: maturation and hydration and one stage for the males: spawning and regression.

Key words: sexual maturity, maturation, hydration, spawning, regression.

INTRODUCCION

En el Golfo de México se han realizado estudios sobre la importancia de la pesquería de *E. alleteratus* y se estimaron parámetros poblacionales en base al análisis de composiciones de longitudes de las capturas, haciendo énfasis en las relaciones biométricas, crecimiento individual y patrón de reclutamiento (Cabrera *et al.*, 2005).

En estudios más recientes sobre el ciclo reproductivo en el suroeste del Golfo de México, se observó una proporción sexual 1:1, por lo cual es una población con un potencial reproductivo adecuado y por medio del análisis estereológico muestra que el 50% del área gonádica está ocupada por ovocitos en maduración y maduros a partir de abril, esto sugiere que el comienzo del ciclo reproductivo empieza a partir de este mes, extendiéndose hasta septiembre (Cruz, 2013).

En el análisis histológico en gónadas de atunes la estructura de los espermatozoides de *Thunnus thynnus* y *E. alletteratus* se describen con un acrosoma y una cabeza que comprende el núcleo ovoide y la corta pieza intermedia y una cola larga flagelar que contiene 9 axonema. Los centriolos, contienen pocas mitocondrias que se separan del axonema por el canal frente al citoplasma, que son esférica en *T. thynnus* alargada, algo irregular en *E. alletteratus* (Abascal, 2002).

En estudios histológicos de la ovogénesis en *Thunnus albacares*, analizando 133 ovarios, el 1,5% (2 ovarios) de los ejemplares muestreados se consideraron maduros inactivos, 2,3% (3 ovarios) se consideraron de maduración, el 50,4% (67 ovarios) fueron identificados como madura, el 12% (16 ovarios) se consideraron maduros, 31.5% (42 ovarios) fueron identificados como lista para desovar, y 2,3% (3 ovarios) se encontraban en condición engendrado. Además, el desove en el Golfo de México se da entre mayo y agosto (Arocha, 2001). Sin embargo, otros estudios realizados en las hembras de la especie *Thunnus albacares* clasifica a los ovocitos en siete estadios: grado primario, cromatina nuclear, perinuclear, formación de alveolos corticales, vitelogénico, maduración e hidratación, demostrando que la proporción de estadio dependerá de la temporada, observando que, en los meses de enero, febrero, y junio, son meses en los que los ovocitos presentan los estadios de vitelogénesis, migración, e hidratación. En contraste con los meses de marzo abril y mayo donde se observaron los estadios de grado primario y alveolo cortical (Zudaire, 2010)

Estudios de histología de Corriero *et al.*, 2003 encontraron que el ciclo ovario del atún *Thunnus thynnus* en el occidente y centro del mediterráneo donde realizo la caracterización de seis escalas de madurez ovario dependiente del tiempo etapas. El desarrollo del ovario se inició en abril a principios de mayo. La vitelogénesis apareció a mediados de mayo (período de maduración) y post- vitelogénesis ocurrió a finales de mayo a mediados de junio (período pre - desove). A finales de junio de principios de julio, los ovocitos aparecieron hidratados.

También en estudios en el atún aleta azul para determinar su ciclo testicular y asociarlo a la época de desove analizando los cambios histológicos en los testículos donde determinaron cinco fases del ciclo testicular: (i) quiescencia (febrero-marzo), (ii) la espermatogénesis temprano (abril-principios de mayo), (iii) la espermatogénesis tarde (mayo), (iv) el desove (finales de mayo-principios de julio), y (v) la regresión (finales de julio-septiembre) Santa-maria *et al* (2003). Sin embargo, Abascal *et al.*, (2004) mediante evaluaciones histológicas de secciones transversales mostraron que el testículo consta de dos regiones estructuralmente diferentes, una región proliferativa exterior donde las células germinales se desarrollan de forma sincrónica, y una región central formada por un sistema bien desarrollado de conductos que transportan los espermatozoides producido en la proliferativa región para el conducto principal de esperma.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectaron en el mes de agosto del 2013, 18 organismos de *E. alletteratus*, frente a las costas del puerto de Tuxpan de Rodríguez Cano, Veracruz, México., utilizando una red agallera, y palangres.

Se llevó a cabo las biometrías longitud total y longitud patrón con la ayuda de un ictiómetro de una dimensión de 80 cm y el peso con una balanza de gancho Los datos obtenidos se manejaron con el programa Stádistic, para obtener la correlación con un coeficiente de Spearman. Las gónadas obtenidas se pesaron con una balanza granataria con capacidad 2610 gr.

Los ovarios y testículos se fijaron en formol al 10 %, durante 48 hrs., posteriormente se efectuaron cortes en el criostato y se realizó la técnica de Hematoxilina-Eosina para su tinción.

RESULTADOS

Se identificaron cada una de las estructuras presentes en los ovarios y testículos, y se determinaron los estadios diferentes que presentaron de acuerdo con las escalas de maduración. Para estimar la madurez sexual en hembras, fue utilizada la escala de maduración sexual de Zudaire, (2010) que determino cuatro estadios, de acuerdo con las características que presentaron y para la de los

machos la escala de Bridges *et al.*, (2003).

La proporción observada de hembras y machos fue de 1:2:1. De acuerdo con las biometrías efectuadas y de acuerdo con la escala empírica de maduración gonádica de Nikolsky 1963, se determi-

naron dos estadios: maduro y reproducción. El estadio maduro, presentó una talla promedio de 60 cm para hembras y 63 cm para machos, en cambio el estadio de reproducción se presentó una talla promedio de 64 cm para hembras y 65 para machos. (Tabla 1).

Tabla 1. Datos morfométricos y escala de maduración empírica presentes en hembras y machos

Longitud total (cm)	Peso (Kg)	Sexo	Peso de gónada (g)	Escala maduración empírica (Nikolsky 1963)
60.5	2.8	H	95.8	4
60	2.7	H	72.7	4
62.5	3	H	114.8	4
60	2.8	H	134.8	4
62.3	3.4	H	165.8	4
64	3.35	H	112.1	5
64.2	3.3	H	182.1	5
66.5	2.1	H	64.4	5
62	3.2	M	123	4
64	3.65	M	86.6	4
63	2.85	M	81.44	4
62.9	3.4	M	112.4	4
61.9	3.15	M	79.1	4
64.3	3.2	M	139.5	4
66	3.8	M	114.4	5
65	3.75	M	134	5
67.9	3.85	M	154.5	5
67.3	3.6	m	136.4	5

Las correlaciones entre la talla-peso se presentaron positivas con un coeficiente de Spearman de 0.6 (cuadro 5) sin embargo la correlación entre la talla- peso gonadal y peso- peso gonadal con un

coeficiente de Spearman no mostro un valor significativo ya que presento valores 0.13 y 0.47 (Tabla 2). (Fig1)

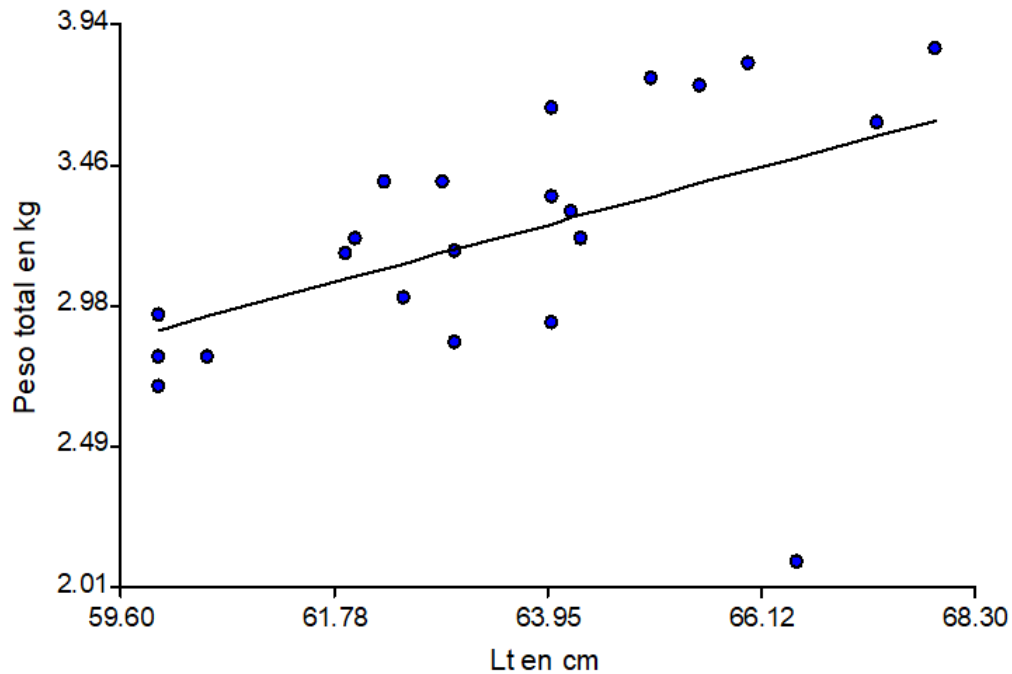


Fig. 1 Correlación talla-peso con un coeficiente de Spearman de 0.6.

Tabla 2. Variables morfométricas. T=Talla, P=peso, PG= peso gonadal.

Variaciones morfométricas	Índice de correlación de Spearman	F de Fisher	P
T-P	0.6	6.4	0.0232
T-PG	0.13	0.2	0.657
P-PG	0.47	6,0	0,0228

En las hembras se observaron dos tipos: maduración de migración avanzada e hidratación de acuerdo con la escala de Zudaire, (2010).

Se identificaron tres tipos de estadios: grado primario y vitelogénesis 2 y 3, presentes en los ovocitos. (Figura 2).

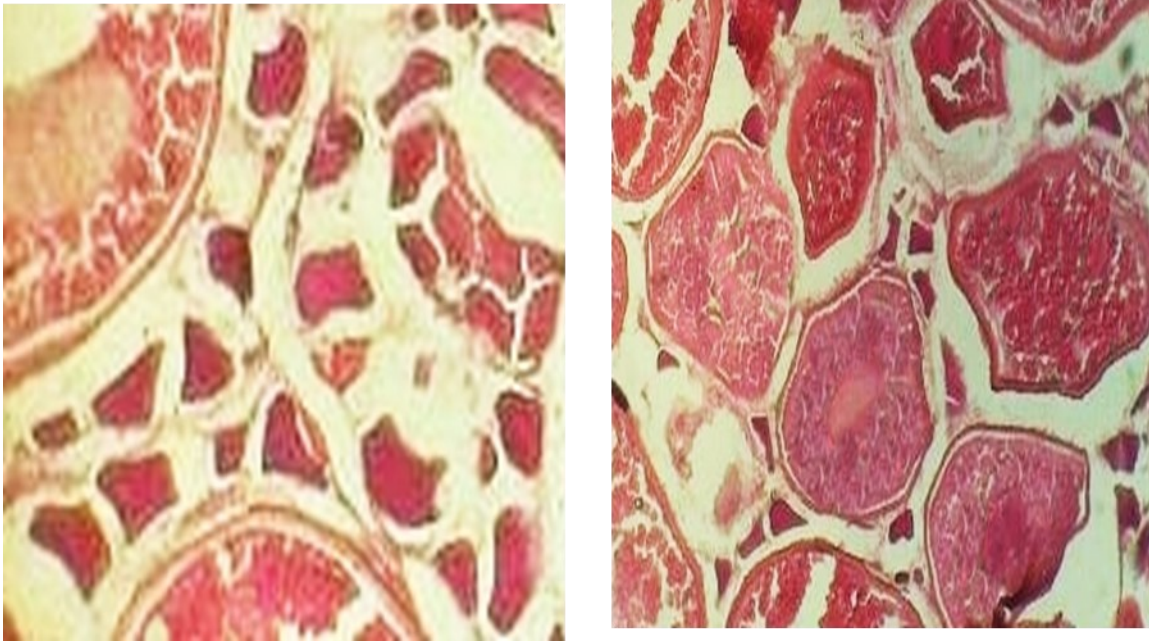


Figura 2. Estadios de madurez sexual en *Euthynnus alleteratus*
Grado primario (P) vitellogenesis I (VI) vitellogenesis II (VII)

La espermatogénesis se observó dentro de los túbulos seminíferos espermatogonias, espermatoцитos y espermátides. Sin embargo, la presencia

de los espermatozoides se dio en menor tamaño, pero en cantidades abundantes dentro de los conductos eferentes (Figura 3).

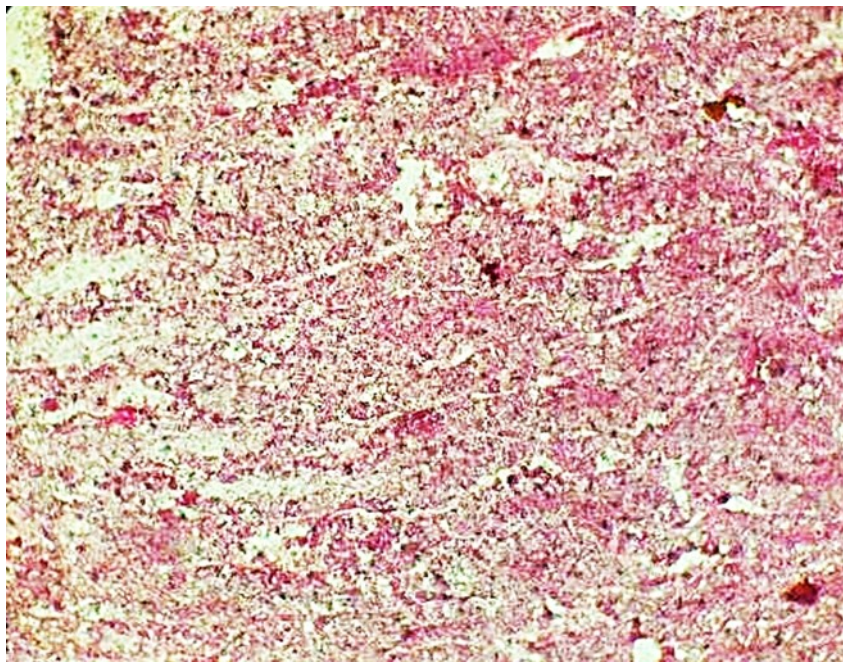


Figura 3. Corte transversal. Esrmatogenesis en *Euthynnus alleteratus*
Espermatozoides (E), espermatogonias (Ep).

DISCUSIÓN

La proporción sexual fue de 1.2:1, con predominancia de machos con tallas superiores a diferencia de las hembras, mostrando un promedio de 65 cm, que junto con la correlación de las variables, longitud total- peso gonadal y longitud total- peso, se observó un incremento de tallas, en cambio para las hembras se observó una relación entre el peso-peso de la gónada, que de acuerdo a lo reportado para los túnidos, en las pesquerías del atún aleta amarilla, las hembras empiezan a decrecer en las capturas y existe un mayor número de machos en tallas mayores (Morán, 2000).

Mostrando que la talla determina la ojiva de madurez que permite separar la fracción madura de un stock de peces (Oliva *et al*, 1982).

La talla de madurez sexual se puede determinar a través de una observación macroscópica o microscópica de las gónadas, clasificando a los peces maduros en función de las características morfológicas o histológicas (Oliva *et al*, 1982). Dentro del estudio de las características morfológicas, se empleó el criterio descrito por Nikolsky 1963, a diferencia de Cruz (2013) quien utilizó cinco estadios adaptados a partir de Nikolsky, los cuales son: I: juvenil, II: maduración, III: maduración total, IV: post evacuado y V: reposo. Se encontró una similitud en la observación gonádica del presente trabajo con la de Cruz (2013) ya que los gametos se presentaron en un estadio de madurez sexual. Esto se debe al aumento del IGS alcanzando un pico alto en el mes de abril, en el cual da comienzo el ciclo reproductivo, ocurriendo el primer desove en mayo, extendiéndose hasta junio, posteriormente el IGS alcanza el máximo pico en el mes de julio, lo que indica que es la puesta más importante. El IGS vuelve a bajar a niveles mínimos en octubre (Cruz, 2013). Sin embargo, Gunter (1957) menciona que la poca variabilidad estacional podría favorecer la posibilidad de encontrar individuos en reproducción en cualquier época del año, esto debido a que es una respuesta directa inducida por la temperatura sobre la tasa metabólica. Además, en las especies de latitudes altas, donde el período estival es breve, se observa que las especies presentan generalmente un período de desove corto y definido y

un tipo de desove total y masivo (Cushing, 1975; Blaxter y Hunter, 1982), pero en latitudes subtropical y tropical, el período de reproducción de los peces es más prolongado, puede limitarse a una temporada más amplia pero definida con desoves parciales (Cushing, 1975).

Zudaire (2010) describe para hembras cinco estadios: grado primario, formación de los alveolos corticales, vitelogénico e hidratación y Cruz (2013) solo describe tres estadios: inmaduros, en maduración y maduros, sin embargo presentan similitud en el estadio de madurez sexual y en el de madurez avanzada, donde hay un incremento del tamaño de los ovocitos ocupando mayor área, en cambio en los machos en el estadio desove, aparecen en menor tamaño pero en cantidades abundantes, por lo cual el incremento en el área que ocupan no se aprecia tan marcado como en las hembras, a pesar de que presentaron similitudes también se encontró una diferencia ya que se encontraron gametos que presentaron un estadio de madurez de hidratación. Esto posiblemente se deba al cambio térmico de la temperatura, (Itano, 2001)

Santamaria *et al* (2003) reporta resultados obtenidos por el análisis histológico de los testículos de atún rojo del Mediterráneo recogidos durante un período de siete meses (febrero-agosto). Se caracterizaron cinco fases del ciclo testicular: quiescencia (febrero-marzo); espermatogénesis temprana (abril-principios de mayo); espermatogénesis tardía (mediados de mayo); (iv) desove (finales de mayo-principios de julio); y regresión (finales de julio-septiembre)

La proporción sexual nos muestra la capacidad que posee una población en un potencial reproductivo, por lo cual mostro una proporción en *E. alleterattus* de 1.2:1 observándose dominancia en los machos con una talla promedio de 65 cm.

CONCLUSIÓN

La proporción sexual nos muestra la capacidad que posee una población en un potencial reproductivo, por lo cual mostro una proporción en *E. alleterattus* de 1:1 observándose dominancia en los machos con una talla promedio de 65 cm.

La correlación observada de las variaciones morfométricas del peso depende de la talla, ya que el crecimiento depende de la alimentación a partir de su primer ciclo de vida, además de ser un factor determinante para la madurez sexual.

Uno de los estudios empleados en los análisis de madurez sexual se basa en las observaciones de las gónadas a nivel macroscópico a pesar de la facilidad de la utilización de estas es recomendable el reforzar con análisis histológicos ya que es difícil diferenciar a los gametos inmaduros.

El análisis histológico nos permite diferenciar cada una de las estructuras que presentan los gametos y clasificarlos de acuerdo con los criterios que se seleccionen y que sean convenientes para la especie que se está trabajando, para el presente se emplearon trabajos de dos tipos de atunes debido a que pertenecen a la misma familia y no se encontraron criterios propios de la especie. En el caso de la observación de los ovarios fue de gran facilidad, la observación de sus estructuras y su diferenciación para la determinación del estadio de madurez sexual maduro y de hidratación, para el caso de los machos se pudieron observar los espermatozoides en el estadio de desove. Se recomienda realizar los principales índices corporales como el índice gonadosomático, índice hepatosomático e índice nutricional para la complementación del trabajo, así como también la estimación de la primera madurez sexual.

El estudio del análisis de madurez sexual nos permitirá realizar una pesca sustentable, sin afectar a la población realizando una sobreexplotación del recurso.

BIBLIOGRAFIA

- Arocha, F., D.W. Lee, L.A. Marciano & J.S. Marciano. 2001. Update information on the spawning of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, in the western central Atlantic. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 52 (1): 167-176
- Abascal., [A. Medina](#), C. Megina. 2002. Ultrastructure of *Thunnus thynnus* and *Euthynnus alleteratus* spermatozoa. Journal of fish Biology (60):147-153.
- Abascal, F.J. C. Megina and A. Medina. 2004. Testicular development in migrant and spawning bluefin tuna (*Thunnus thynnus* (L.)) from the eastern Atlantic and Mediterranean. Fish. Bull. 102, 407-417.
- Bridges, C.R. Susca V. Eicker J., Corriero A. De Metrio G., Megalofonou P. Serna M. de la, Kime. 2003. Testicular cycle of the Mediterranean bluefin tuna (*Thunnus thynnus*). In: Bridges C.R. (ed.), García A. (ed.), Gordin H. (ed.). *Domestication of the bluefin tuna Thunnus thynnus*. Zaragoza: CIHEAM, p. 1 83-1 85 (Cahiers Options Méditerranées; n. 60).
- Blaxter, J. H. S. & J. R. Hunter. 1982. The biology of the clupeoid fishes. Adv. Mar. Biol. 20: 1223.
- Cabrera, M. A. Defeo, O. Aguilar F. y Martines, J. 2005. La pesquería del bonito (*Euthynnus alleteratus*) del noreste del banco de Campeche, México. Proceedings of the 47th Gulf and Caribbean Fisheries Institute. 744 -759 p.
- Corriero, A. S. [Desantis](#), S. Deflorio, M., Acone, F. 2003. Histological investigation on the ovarian cycle of the blue fin tuna in the western and central Mediterranean. Journal of Fish Biology (63): 108-119.
- Cushing, D.H. 1975. Marine Ecology and Fisheries. Cambridge University, Gran Bretaña. 273
- Cruz-Castán R. M. 2013. Ciclo reproductivo de *Euthynnus alleteratus* (Rafinesque, 1810) en el suroeste del Golfo de México. Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana. México.
- Gunter, G.G. 1957. Temperature. In J.W. Hedgpeth (ed.). Marine Ecology. Treatise on Marine Ecology and Paleoecology. Geol. Soc. Amer. Mem. 67 pp. 159-184.
- Itano, D.G. 2001. The Reproductive Biology of Yellowfin Tuna (*Thunnus albacares*) in Hawaiian Waters and the Western Tropical Pacific Ocean: Project Summary. Yellowfin Research Group - SCTB 14 Noumea, New Caledonia. 75 pp.
- Morán-Angulo, R.E. 2000. Análisis de la pesquería mexicana del atún aleta amarilla *Thunnus albacares* (Bonaterre 1788) en el Océano Pacífico Oriental, 1981-1990. Tesis de maestría en ciencias. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León. 93 pp.

- Nikolsky, G. 1963. The ecology of fishes. Academic press. London. 352 p.
- Oliva, J.W. W. Carvajal & A., Tresierra. 1982. Reproducción e histología de gónadas de peces. Universidad Nacional de Trujillo, Departamento de Ciencias Biológicas, Sección de Recursos Acuáticos, Trujillo, Perú, 93 pp.
- Santamaria, N. A. Corriero S. Desantis D. Zubani R. Gentile V. Sciscioli J. M. de la Serna, C. R. Bridges, and G. De Metro. 2003. Testicular cycle of the Mediterranean bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L.). Cah. Options Mediterr., 60: 183-185.
- Zudaire, I. [H. Murua](#), [M. Grande](#) M. Korta. 2010. Reproductive biology of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the Western and Central Indian Ocean.

