

Madurez sexual del atún aleta amarilla *Thunnus albacares* en el Golfo de México

Karina Ramírez-López* y Armando T. Wakida-Kusunoki**

Se analizó la madurez sexual del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) a partir de los datos provenientes del Programa de Observadores a Bordo en Embarcaciones Palangreras en el Golfo de México. La información analizada corresponde al periodo 2000-2013, en que se estudiaron 413 961 individuos con una composición sexual de 224 564 machos (54.25%), 166 835 hembras (40.30%) y 22 562 no determinados (5.49%). La proporción de sexos, macho:hembra presentó un intervalo de 1.20:1 a 1.57:1, con predominancia de machos en una proporción promedio de 1.35:1. De las fases gonádicas de las hembras, 32.5% correspondió a la IV de madurez avanzada, predesove y desove, que presentó el mayor número de individuos con 53 637 hembras totales con promedio de 3 831 hembras/año. Los meses con mayor presencia de hembras en dicha fase fueron mayo a agosto, con un pico en junio. La longitud furcal (*Lf*) de las hembras en Fase IV registró un intervalo de 80 a 195 cm *Lf* con moda en 140 cm y una longitud promedio de madurez sexual (L_{50}) de 142 cm *Lf*.

Palabras clave: Madurez, palangre, reproducción, atún aleta amarilla, Golfo de México.

Sexual maturity analysis of yellowfin tuna *Thunnus albacares* in the Gulf of Mexico

Sexual maturity of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) was analyzed through data of the On-Board Observer Program on Longline Vessels in the Gulf of Mexico. The analyzed information corresponds to 413 961 individuals with a sexual composition of 224 564 males (54.25%), 166 835 females (40.30%) and 22 562 undetermined (5.49%). The sex ratio male:female presented a range of 1.20:1 to 1.57:1, with male predominance in an average sex ratio of 1.35:1. From females' gonadal phases, 32.5% corresponds to Phase IV of advanced maturity, pre-spawning and spawning, which showed the largest number of individuals, 53 637 females, with an average of 3 831 females/year. The months with the highest presence of females in Phase IV were May to August with a peak in June. Furcal length (*Lf*) of females in Phase IV registered 80 to 195 cm *Lf* with a mode at 140 cm and an average length of sexual maturity (L_{50}) of 142 cm *Lf*.


Key words: Maturity, longline, reproduction, yellowfin tuna, Gulf of Mexico.

Introducción

El atún aleta amarilla *Thunnus albacares* (Bonaterre 1788) se distribuye ampliamente en aguas tropicales y subtropicales de los océanos Atlántico, Índico y Pacífico (Collette y Nauen 1983). Su captura en el océano Atlántico se realiza principalmente con tres artes de pesca (palan-

gre, cebo vivo y red de cerco), por muchos países en toda su distribución geográfica (CICAA 2017¹).

La flota mexicana en el Golfo de México está abocada a la captura de atún aleta amarilla por embarcaciones con eslora total máxima de 25 m, con un palangre atunero de monofilamento tipo americano de superficie y anzuelos circulares 16/0 (DOF 2012). Durante el periodo 1993 a 2013 su captura registró en promedio 983 t, con un máximo histórico de 1 414 en 2012. En 2013, la captura total en peso por la flota palangrera mexicana estuvo representada por 67.75% del atún aleta amarilla, 4.42% de otros atunes,

* Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera-Veracruz, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Av. Ejército Mexicano 106, Col. Ex Hacienda Ylang Ylang, CP 94298, Boca del Río, Veracruz, México.  Responsable de la correspondencia: kramirez_inp@yahoo.com

** Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera-Yucalpetén, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Carretera a Chelem Blvd. del Pescador S/N Puerto de Abrigo, CP 97320, Yucalpetén, Yuc. México.

1. CICAA. 2017. Informe del Comité Permanente de Investigación y Estadísticas (SCRS). Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (CICAA). Madrid, España. 443p.

14.63% de marlines y especies afines, 4.62% de tiburones y rayas y 8.58% del grupo de peces (Ceceña y Beléndez 2014²).

La normatividad mexicana establece la cobertura total de viajes de pesca con observadores científicos en la pesquería de atún con palangre en el Golfo de México y que la información obtenida sirva como base para la administración de la pesquería (DOF 1997, 2014). En el ámbito internacional, el atún aleta amarilla, por ser una especie altamente migratoria, está sujeta a un marco de manejo a través de la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (CICAA), que establece desde 2012 una Captura Total Admisible (TAC, siglas en inglés) anual de 110 000 t, además de medidas de manejo asociadas con el barrilete o listado *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus 1758) y el atún patudo *Thunnus obesus* (Lowe 1839) en la pesca con red de cerco asociada a Dispositivos Concentradores de Peces (DCP) (CICAA 2015³). Por otra parte, esta Comisión, por medio de su Comité Permanente de Investigación y Estadísticas (SCRS, siglas en inglés), considera la existencia de un *stock* único para el océano Atlántico para la estimación de indicadores pesqueros, cuyas definiciones geográficas incluyen el Golfo de México.

La información proveniente del Programa de Observadores a Bordo en el Golfo de México, ha permitido dar un seguimiento puntual a la captura total, el esfuerzo de pesca y las frecuencias de tallas, asociados con la normatividad, debido a que existe la cobertura total de viajes de pesca con observador. No obstante, éste es el primer estudio relacionado con la madurez sexual en la Zona Económica Exclusiva mexicana del Golfo de México, ya que hasta el momento existen únicamente los trabajos de Arocha *et al.* (2000, 2001) en el Atlántico central occidental, que confirman que para el atún aleta amarilla el desove ocurre de mayo a agosto en el Golfo de México y en el sureste del mar Caribe, de julio a

noviembre. El SCRS (2017⁴) menciona que se conocen las áreas de desove del Golfo de Guinea, el Golfo de México, el sureste del mar Caribe y cerca de Cabo Verde, aunque se desconoce la importancia relativa.

Por lo anterior, se identificó la necesidad de contribuir en el conocimiento de la madurez sexual del atún aleta amarilla *Thunnus albacares* a través del análisis de proporción de sexos y las fases gonadales de los individuos capturados en todos los viajes de pesca, con el objetivo de identificar la distribución temporal de hembras en Fase IV de madurez avanzada, predesove y desove en el Golfo de México durante el periodo 2000-2013.

Materiales y métodos

Para observar las fases gonadales de madurez sexual del atún aleta amarilla se obtuvo información de todos los viajes de pesca con observadores a bordo del Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y Protección del Delfín (PNAAPD) en las embarcaciones mayores que integran la flota palangrera mexicana en el Golfo de México (Fig. 1) durante el periodo de 2000 a 2013 (DOF 1997, 2014).

De cada individuo se obtuvo la longitud furcal (Lf), el peso total (Pt), el sexo y la madurez sexual con base en la escala macroscópica de maduración del atún aleta amarilla propuesta por Albaret (1977) (Tabla 1).

Se calculó la proporción anual de sexos macho:hembra y se utilizó la prueba de *chi* cuadrada para comprobar su posible diferencia. Asumiendo la importancia de las hembras en la reproducción (Murua y Saborido-Rey 2003), se realizaron los análisis de las fases de madurez gonádica mensual y anualmente, considerando únicamente a las hembras.

La longitud promedio de madurez (L_{50}) se determinó sólo considerando a las hembras maduras, con gónadas bien desarrolladas y con presencia de huevos (en Fase IV de maduración

2. Ceceña DA, L Beléndez M. 2014. Informe anual de México. En: Informe del periodo bienal, 2012-2013 IIª Parte, Informes anuales. Madrid, España. 3: 249-265.
3. CICAA. 2015. Informe del Comité Permanente de Investigación y Estadísticas (SCRS). Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (CICAA). Madrid, España. 363p.

4. CICAA. 2017. Informe del Comité Permanente de Investigación y Estadísticas (SCRS). Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (CICAA). Madrid, España. 443p.

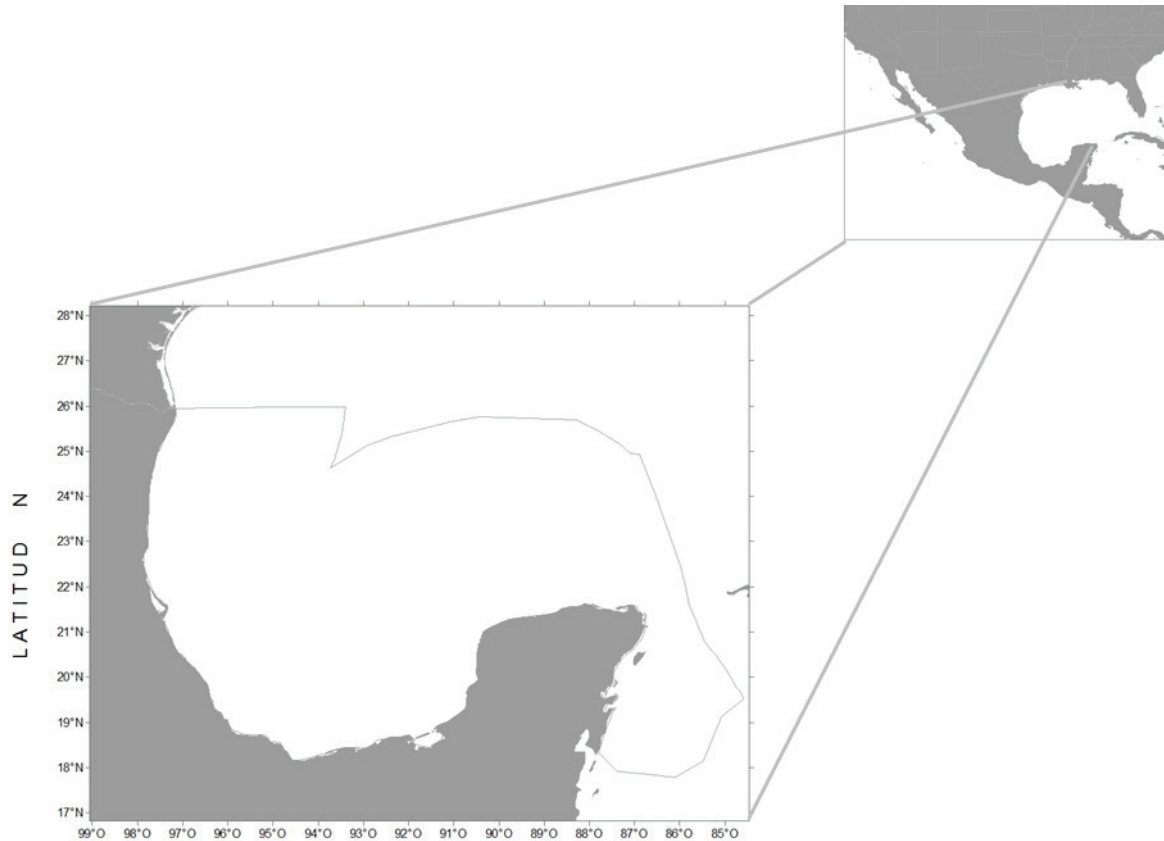


Fig. 1. Área de estudio que comprende la Zona Económica Exclusiva del Golfo de México y el mar Caribe.

Tabla 1

Escala macroscópica de la maduración del atún aleta amarilla *Thunnus albacares* de acuerdo con Albaret (1977)

<i>Fases</i>	<i>Estado</i>	<i>Descripción</i>
Fase I	Inmaduros	Las gónadas se reducen a un fino cordón blanco o rosa opalescente.
	Inmaduros	Machos: Gónadas blanquecinas. Hembras: Ovarios blancos/rosados.
Fase II	Inicio de la maduración	En las hembras, coloración de rosado vinoso al amarillo pálido, con una consistencia de blandos a elásticos, pero muy firmes.
Fase III	En maduración	Ovarios bien desarrollados, de color amarillo anaranjado, consistencia blanda.
Fase IV	En maduración avanzada, predesove y desove	Los ovarios ocupan la casi totalidad de la cavidad abdominal, color amarillo-anaranjado vivo o anaranjado-rojo. En machos, los testículos son de color blanco.
Fase V	Postdesove	El ovario amarillo-anaranjado o rojo vinoso presenta un aspecto blando o incluso flácido.
Fase VI	Reposo sexual	Ovario de tamaño reducido, flácido y blando, de color amarillo-anaranjado pálido o rojo vinoso.

avanzada, predesove y desove). La L_{50} se estimó mediante el ajuste de una curva logística a partir de los datos de frecuencia relativa acumulada de las hembras maduras. El ajuste se realizó mediante la fórmula (Santana-Hernández *et al.* 1996):

$$Frec. \ rel. = \frac{c}{a + \exp(b \cdot Lf)} \quad Ec. 1$$

Donde: Frec. rel. es la frecuencia relativa acumulada de hembras maduras en Fase IV; a , b y c son los parámetros del ajuste, y Lf es la longitud furcal.

Resultados

En el periodo analizado se registraron 5 043 viajes de pesca con 83 447 lances en los que se capturaron 413 961 individuos, de los cuales, de 224 564 fueron machos (54.25%), 166 835 hembras (40.30%) y 22 562 no determinados (5.49%) (Fig. 2).

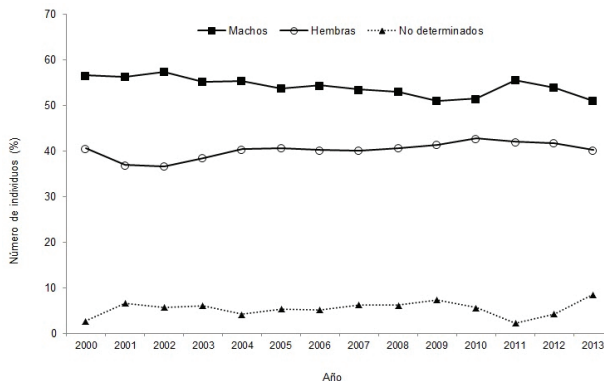


Fig. 2. Número de individuos (%) por sexo de atún aleta amarilla *Thunnus albacares* capturados por la flota palangrera mexicana durante el periodo 2000 a 2013.

En la *tabla 2* se presenta la proporción de sexos anual, con intervalo de 1.20:1 en 2010 a 1.57:1 en 2002, cuya predominancia de machos se presenta en una proporción promedio de 1.35:1. El análisis de *chi* cuadrada mostró que en todos los años fueron diferentes a 1:1 ($P \leq 0.0001$).

En la *tabla 3* se presenta el número de hembras y el porcentaje por fase de madurez gonádica; en promedio, $6.9\% \pm 3.3$ correspondió a la Fase I de inmadurez; $26.1\% \pm 5.7$ a la Fase II de

inicio de maduración; $17.5\% \pm 3.6$ a la Fase III de maduración; $32.5\% \pm 4.3$ a la Fase IV de madurez avanzada, predesove y desove; $8.5\% \pm 1.1$ a la Fase V de posdesove; $5.3\% \pm 1.9$ a Fase VI de reposo sexual y $3.1\% \pm 4.4$ a no determinados (ND). La Fase IV presentó el mayor número de individuos con 53 637 hembras totales con promedio de 3 831 hembras/año durante el periodo 2000-2013.

Tabla 2

Proporción anual de sexos de atún aleta amarilla *Thunnus albacares* capturados por la flota palangrera en el Golfo de México entre 2000 y 2013

Año	Núm. de organismos	Proporción M:H
2000	24 350	1.39:1
2001	22 593	1.53:1
2002	31 067	1.57:1
2003	36 578	1.43:1
2004	33 647	1.37:1
2005	30 060	1.32:1
2006	26 544	1.35:1
2007	24 908	1.33:1
2008	27 221	1.31:1
2009	33 780	1.23:1
2010	27 190	1.20:1
2011	32 285	1.32:1
2012	36 805	1.29:1
2013	26 933	1.27:1

De acuerdo con la composición mensual, las hembras en Fase I y Fase II presentaron los mayores porcentajes en enero, febrero, marzo, octubre, noviembre y diciembre, mientras que las hembras en Fase III se incrementaron en abril y disminuyeron en septiembre. Las hembras en Fase IV se registraron en todos los meses, con mayores valores de mayo a agosto con un pico en junio; las hembras en Fase V y Fase VI se observaron en octubre, noviembre y diciembre (Fig. 3 y Fig. 4).

La estructura de longitud de hembras en Fase IV presentó un intervalo de 80 a 195 cm Lf , con moda en 140 cm Lf ; dicha estructura corresponde a una distribución normal ($p \leq 0.05$) con un intervalo de 110 a 175 cm Lf . La longitud promedio de madurez sexual (L_{50}) de las hembras en Fase IV se estimó en 142 cm Lf (Fig. 5).

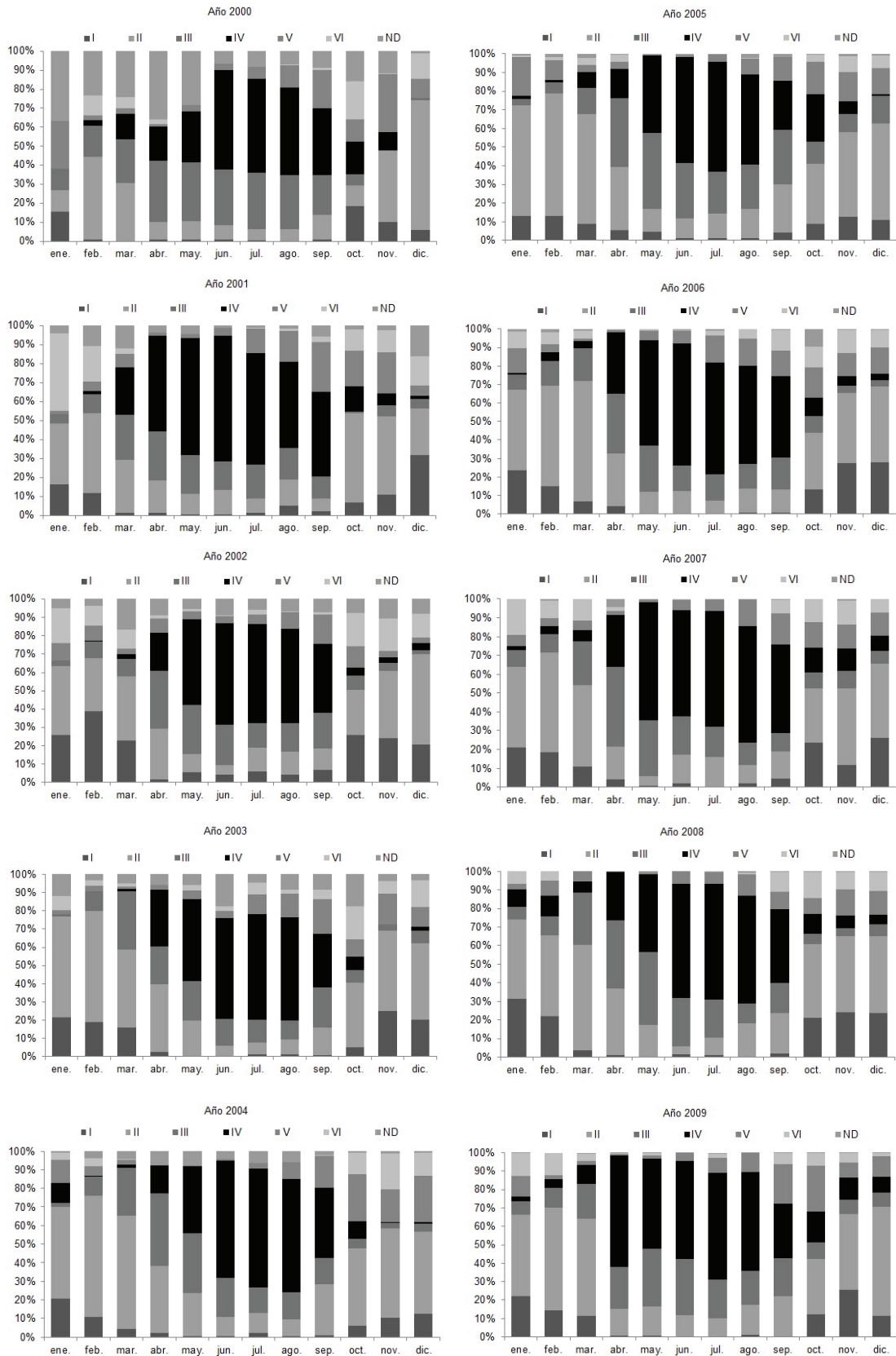


Fig. 3. Distribución mensual de las fases de madurez gonádica de las hembras de atún aleta amarilla *Thunnus albacares* capturadas por la flota palangrera en el Golfo de México durante el periodo 2000-2013.

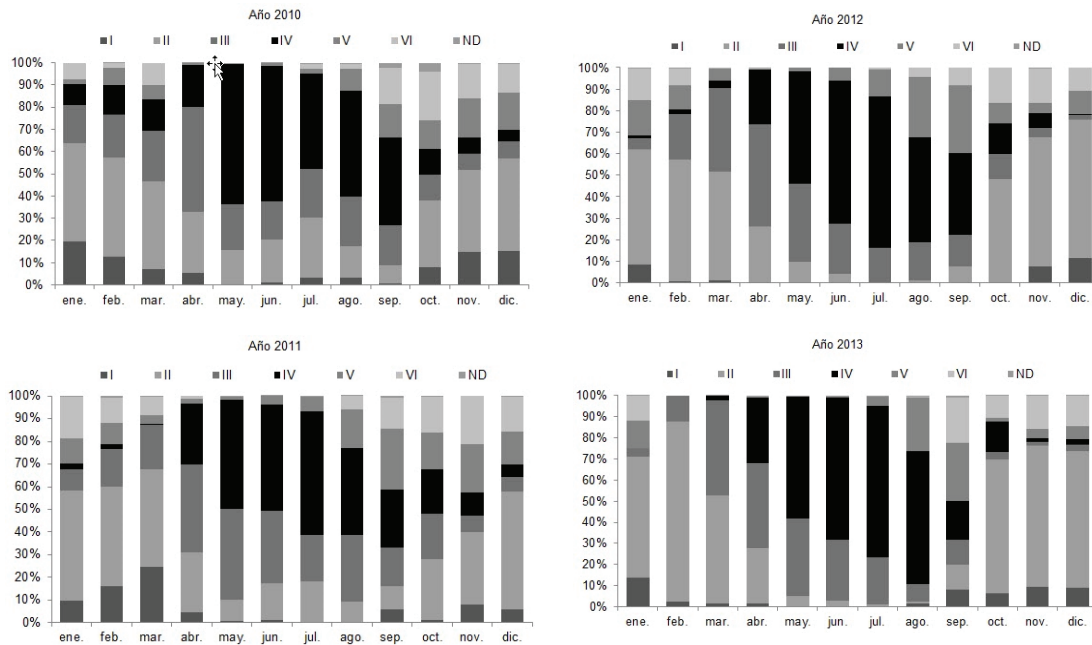


Fig. 3. Distribución mensual de las fases de madurez gonádica de las hembras de atún aleta amarilla *Thunnus albacares* capturadas por la flota palangrera en el Golfo de México durante el periodo 2000-2013.

Tabla 3
Número y porcentaje de hembras por fase de madurez gonádica del atún aleta amarilla *Thunnus albacares* capturados por la flota palangrera en el Golfo de México de 2000 a 2013

Año	I		II		III		IV		V		VI		ND	
	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%
2000	237	2.4	1 333	13.5	2 481	25.1	3 346	33.8	727	7.4	284	2.9	1 482	15.0
2001	415	5.0	1 382	16.6	1 246	14.9	3 803	45.6	840	10.1	375	4.5	287	3.4
2002	1 441	12.6	2 375	20.8	1 530	13.4	3 654	32.0	797	7.0	777	6.8	833	7.3
2003	969	6.9	3 440	24.4	2 018	14.3	4 611	32.7	1 140	8.1	755	5.4	1 175	8.3
2004	658	4.8	4 273	31.4	2 294	16.9	4 180	30.7	1 151	8.5	482	3.5	563	4.1
2005	737	6.0	3 700	30.2	2 690	22.0	3 704	30.3	1 022	8.3	260	2.1	129	1.1
2006	893	8.3	2 623	24.5	1 581	14.8	3 862	36.1	1 063	9.9	552	5.2	123	1.1
2007	1 068	10.7	2 674	26.7	1 488	14.9	3 231	32.3	865	8.6	629	6.3	48	0.5
2008	1 410	12.7	3 237	29.2	1 657	15.0	3 212	29.0	912	8.2	612	5.5	31	0.3
2009	1 041	7.4	4 228	30.2	2 607	18.6	4 568	32.6	960	6.9	575	4.1	34	0.2
2010	934	8.0	3 341	28.7	1 985	17.1	3 332	28.7	1 007	8.7	933	8.0	97	0.8
2011	666	4.9	3 609	26.5	2 975	21.9	3 885	28.6	1 343	9.9	1 090	8.0	27	0.2
2012	385	2.5	4 706	30.6	3 215	20.9	4 686	30.4	1 497	9.7	873	5.7	32	0.2
2013	493	4.5	3 517	32.5	1 695	15.6	3 563	32.9	833	7.7	691	6.4	45	0.4

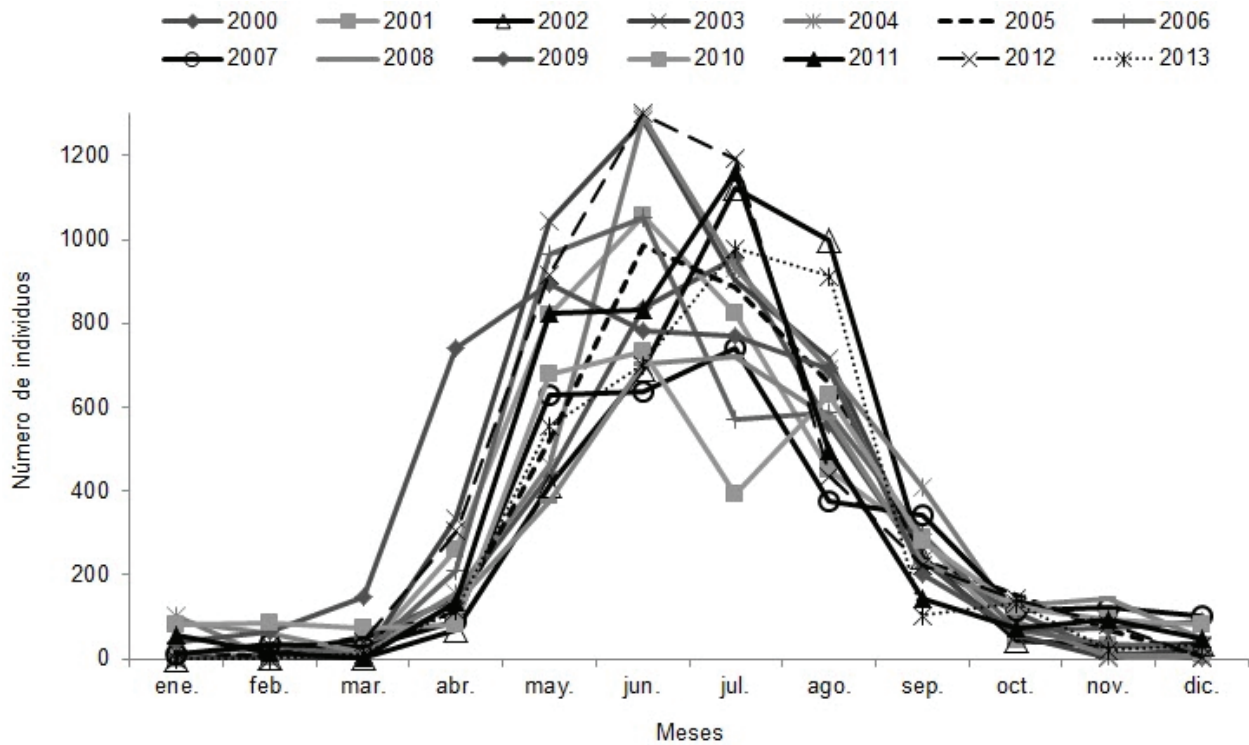


Fig. 4. Distribución mensual de la Fase IV en hembras de atún aleta amarilla *Thunnus albacares* capturadas por la flota palangrera en el Golfo de México durante el periodo 2000-2013.

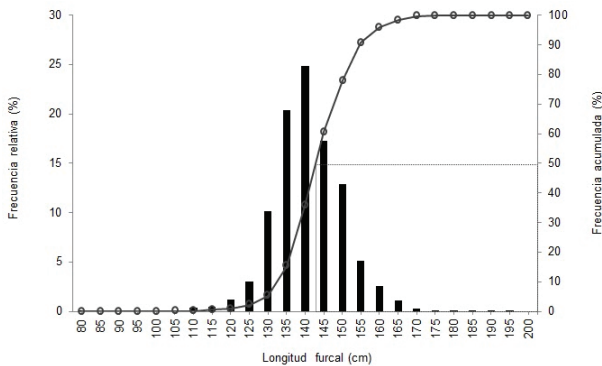


Fig. 5. Estructura de longitud y longitud de primera madurez sexual (L_{50}) de atún aleta amarilla *Thunnus albacares* en la Fase IV capturado por la flota palangrera en el Golfo de México durante el periodo 2000-2013.

Discusión

La proporción de sexos en la captura del atún aleta amarilla muestra una predominancia de machos, lo que concuerda con lo encontrado por otros autores que han considerado como un factor importante la longitud de captura (Capisano y Fonteneau 1991, Fonteneau y Marcille 1993).

Los tamaños de captura de la flota atunera mexicana presentan mayor proporción de organismos mayores de 140 cm *L_f*, por lo que, según los antecedentes en todas las áreas de captura del océano Atlántico, estarían integradas en su mayoría por machos (Arocha *et al.* 2000). Fonteneau y Marcille (1993) realizaron un análisis de la proporción de sexos en las capturas realizadas de atún aleta amarilla con distintos artes de pesca en el océano Atlántico, y encontraron que en la pesca con palangre se captura mayor proporción de hembras debido a la captura de organismos menores a 150 cm *L_f*. En el caso de la pesquería mexicana palangrera de atún aleta amarilla, las longitudes predominantes son mayores a 150 cm *L_f* y, por consiguiente, se registra mayor proporción de machos. Este resultado posiblemente se deba a varios factores, entre ellos, el tipo de anzuelo utilizado, la zona de pesca y la liberación de organismos pequeños vivos (DOF 2014).

Con relación a la distribución temporal del atún aleta amarilla, se identificó la presencia permanente en el Golfo de México, tanto de machos, como hembras en todas las fases de maduración gonádica. Ramírez-López *et al.* (2008)

describen que la captura por la flota palangrera mexicana del Golfo de México se realiza durante los cuatro trimestres, con mayores capturas entre el segundo y tercer trimestres y, en menor medida, en el primer y cuarto trimestres.

La abundancia de individuos hembra en Fase IV es un indicador de periodos de desove. El análisis de esta variable indica que de mayo a agosto es el periodo donde se presentan las mayores abundancias de esta fase, con un pico en junio. Resultados similares se mencionan en algunos trabajos previos donde se indica que el atún aleta amarilla y el atún patudo inician el desove a finales de la primavera y continúan hasta el verano (Grande Vidal *et al.* 1988). Arocha *et al.* (2000) indican que, en la parte de Estados Unidos que da al Golfo de México, la reproducción se lleva a cabo con organismos de tallas más pequeñas de 150 cm L_f en los meses de mayo a agosto.

Sobre la estructura de longitudes de las hembras en Fase IV, CICAA (2006-2016) señala que el palangre captura individuos de mayor longitud que otras pesquerías, debido a la selectividad del arte, relacionada principalmente con el tamaño del anzuelo y, en muchos casos, con la profundidad. En contraste, en las pesquerías con redes de cerco, la mayoría de las hembras capturadas es inmadura y corresponde a las Fases I y II. Diaha *et al.* (2015) indican que la captura realizada con red de cerco en el Golfo de Guinea está compuesta por 30.52% de hembras maduras de las etapas III y IV, y 69.29% de hembras inmaduras de las etapas I y II. El porcentaje registrado de hembras en Fase IV capturadas con palangre en el Golfo de México es superior al de la red de cerco en el océano Atlántico oriental, por lo que la actividad de pesca que realiza la flota palangrera mexicana permite mantener una alta permanencia de actividad reproductora de las hembras a lo largo del año.

La estimación de longitud promedio de madurez L_{50} en Fase IV es de 142 cm L_f . Este valor es mayor a los de otras zonas de pesca. Albaret (1977) estimó una longitud de madurez completa de hembras de atún aleta amarilla a los 108 cm L_f en la pesca con red de cerco en el Golfo de Guinea. Recientemente, para la misma zona se calculó el valor de L_{50} en 124.6 cm L_f por medio de un análisis microscópico de las gónadas (Diaha *et al.* 2016). Estas diferencias pueden de-

berse a varias causas, entre ellas, la selectividad del arte (Kendall *et al.* 2014), la zona de pesca (Boulcott *et al.* 2007) o, bien, por un efecto de la presión de ésta (Rijnsdorp 1993, Trippel 1995).

Conclusiones

- La pesquería mexicana del atún aleta amarilla con palangre captura una proporción mayor de machos que de hembras.
- Las hembras en la pesquería se encuentran predominantemente en Fase IV de madurez gonádica y presentan la condición de madurez avanzada, predesove y desove en la Zona Económica Exclusiva del Golfo de México, en particular en los meses de mayo a agosto.
- La longitud promedio de madurez L_{50} fue de 142 cm L_f .

Agradecimientos

Se hace un reconocimiento al Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INAPESCA) por las facilidades brindadas para la realización de este trabajo. Al Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y de Protección de Delfines (PNAAPD). A los pescadores, los observadores a bordo, el sector productivo, los facilitadores y los capturistas de datos. A los revisores anónimos por sus comentarios y sugerencias a este manuscrito.

Literatura citada

- Albaret JJ. 1977. La reproduction de l'albacore *Thunnus albacares* dans le Golfe de Guinée. *Cahiers Office de la recherche scientifique et technique d'outre-mer, Séries Océanographie* 15(4): 389-419.
- Arocha F, DW Lee, LA Marciano, JS Marciano. 2000. Preliminary studies on the spawning of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, in the Western Central Atlantic. *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT* 51(2): 538-552.
- Arocha F, DW Lee, LA Marciano, JS Marciano. 2001. Update information on the spawning of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, in the Western Central Atlantic. *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT* 52(1): 167-176.
- Bonnaterre JP. 1788. *Tableau encyclopédique et méthodique des trois règnes de la nature.*

- Ichthyologie*. Paris :Chez Panckoucke. Paris. 215p.
DOI: 10.5962/bhl.title.11660
- Boulcott P, PJ Wright, FM Gibb, H Jensen, IM Gibb. 2007. Regional variation in maturation of sandeels in the North Sea. *ICES Journal of Marine Science* 64(2): 369-376. DOI: 10.1093/icesjms/fsl033
- Capisano C, A Fonteneau. 1991. Analyse des fréquences de longueur, du sex-ratio et des zones de reproduction de l'albacore, *Thunnus albacares*, de l'Atlantique. *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT* 36: 241-279.
- CICAA. 2006-2016. Manual de ICCAT. En: A Domingo, R Forselledo, P Miller, S Jiménez, F Mas, M Pons M (eds.). *Palangre*. Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico. Madrid, España, 48p.
- Collette BB, CE Nauen. 1983. *FAO species catalogue. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date*. *FAO Fisheries Synopsis* 2(125): 137p.
- Diaha NC, I Zudaire, E Chassot, C Pecoraro, N Bodin, MJ Amandè, P Dewals, MU Romeo, YD Irié, BD Barryga, DA Gbeazere, D Kouadio. 2015. Present and future of reproductive studies of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the eastern Atlantic Ocean. *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT* 71(1): 489-509.
- Diaha NC, I Zudaire, E Chassot, BD Barrigah, YD Irié, DA Gbeazere, D Kouadio, C Pecoraro, MU Romeo, H Murua, MJ Amandè, P Dewals, N Bodin. 2016. Annual monitoring of reproductive traits of female yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the Eastern Atlantic Ocean. *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT* 72(2): 534-548.
- DOF. 1997. Norma Oficial Mexicana NOM-023-PESC-1996, Que regula el aprovechamiento de las especies de túnidos con embarcaciones palangreras en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe. *Diario Oficial de la Federación*. México. 4 de agosto de 1997.
- DOF. 2012. Acuerdo por el que se da a conocer la Actualización de la Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación*. México. 24 de agosto de 2012.
- DOF. 2014. Norma Oficial Mexicana NOM-023-SAG/PESC-2014, Que regula el aprovechamiento de las especies de túnidos con embarcaciones palangreras en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe. *Diario Oficial de la Federación*. México. 16 de abril de 2014.
- Fonteneau A, J Marcille (eds.). 1993. *Resources, fishing and biology of the tropical tunas of the Eastern Central Atlantic*. *FAO Fisheries Document Paper* 292: 354p.
- Grande-Vidal JM, CA Severino-Hernández, AJ Valdez-Guzmán. 1988. Evaluación tecnológica de las posibilidades de explotación comercial de atún en el Golfo de México. *Ciencia Pesquera* 6: 103-118.
- Kendall NW, U Dieckmann, M Heino, AE Punt, TP Quinn. 2014. Evolution of age and length at maturation of Alaskan salmon under size-selective harvest. *Evolutionary Applications* 7(2): 313-322. DOI: 10.1111/eva.12123
- Linnaeus C. 1758. *Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Editio decima, reformata*. *Laurentius Salvius: Holmiae*. ii, 824p.
- Murua H, F Saborido-Rey. 2003. Female reproductive strategies of marine fish species of the North Atlantic. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science* 33: 23-31.
- Ramírez-López K, C Quiroga-Brahms, A Wakida-Kusunoki. 2008. Caracterización espacio-temporal de la captura del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) por la flota palangrera en el Golfo de México, durante 2005. *El Vigía* 13(33): 10-13.
- Rijnsdorp AD. 1993. Fisheries as a large-scale experiment on life-history evolution: disentangling phenotypic and genetic effects in changes in maturation and reproduction of North Sea plaice, *Pleuronectes platessa* L. *Oecologia* 96(3): 391-401. DOI: 10.1007/BF00317510
- Santana-Hernández H, R Macías-Zamora, AL Vidaurri-Sotelo. 1996. Relación entre la abundancia de peces de pico y la temperatura del agua en el Pacífico mexicano. *Ciencia Pesquera* 13: 62-65.
- Trippel EA. 1995. Age at maturity as a stress indicator in fisheries. *BioScience* 45(11): 759-771.

Recibido: 2 de marzo de 2018

Aceptado: 15 de febrero de 2019