

Estructura de tallas y edades de la captura de macarela del Pacífico *Scomber japonicus* en el golfo de California

María Georgina Gluyas-Millán* y Casimiro Quiñonez-Velázquez**

Se determinó la composición de tallas y edades de la captura de macarela del Pacífico *Scomber japonicus* en el golfo de California de 1984 a 1993, periodo caracterizado por capturas intermedias resultado de un aparente incremento poblacional. La estructura de tallas y edades estuvo compuesta por individuos de 83 a 312 mm de longitud estándar (LE) y de 0 a 7 años de edad. En primavera-verano se presentaron con mayor frecuencia las máximas capturas compuestas principalmente por organismos <228 mm LE. El reclutamiento de individuos ≤ 193 mm LE y de ≤ 3 años de edad se observó principalmente durante el segundo semestre del año. Aquellos >193 mm LE (≥ 3 años) predominaron entre diciembre y abril cuando se presenta la reproducción. La captura en los años con máximos de producción (1985, 1992 y 1986) estuvo compuesta entre 50% y 78% por peces de dos clases anuales. Las cohortes más vigorosas fueron 1983, 1984, 1986 y 1989, que se detectaron en la pesquería hasta en siete años. La pesca de macarela del Pacífico en el golfo de California estuvo sustentada por una fracción de la población que al menos se habrá reproducido una vez.

Palabras claves: *Scomber japonicus*, golfo de California, edad, tallas, captura.

Size and age composition of the catch of chub mackerel *Scomber japonicus* from the gulf of California

Size and age composition of the Pacific mackerel *Scomber japonicus* catch in the gulf of California were estimated during 1984 at 1993. This period was characterized by a intermediate level of catches from an apparent increment in the population. Composition in size and age of the catch was integrated by fishes from 83 to 312 mm standard length (SL), and from 0 to 7 years old. The highest catches were registered during spring-summer mainly by organisms >228 mm SL. The recruitment of fish ≤ 193 mm SL and ≤ 3 years old were observed mainly in the second semester of the year. Those >193 mm SL (≥ 3 years) prevailed between December and April when the reproductive season is observed. Catch in the years of maximum production (1985, 1992 and 1986) was integrated between 50% and 78% by organisms from two year-classes. The most important year-classes were 1983, 1984, 1986 and 1989 which were detected in the fishery up to seven years. The chub mackerel fishing in the gulf of California was sustained by the population's fraction that at least has reproduced once.

Key words: *Scomber japonicus*, gulf of California, age, size, catches.

Introducción

La macarela del Pacífico *Scomber japonicus* Houttuyn, 1782 junto con sardinas y anchovetas forma parte del grupo de peces denominado pelágicos menores. En el Pacífico mexicano, la principal zona de pesca es el golfo de California. La captura de pelágicos menores está asociada a zonas de corrientes de margen oriental, donde ocurren surgencias y destacan procesos de retención

y concentración que enriquecen el ambiente por medio de mecanismos físicos y biológicos, y los hacen accesibles a los primeros niveles tróficos (Bakun y Nelson, 1991; Bakun, 1993). La población de *S. japonicus* se caracteriza por presentar cambios interanuales en abundancia relacionados con el ambiente (Parrish y McCall, 1978; Sinclair *et al.*, 1985; Gluyas-Millán y Gómez-Muñoz, 1993), que se reflejan en la disponibilidad del recurso y sus capturas (Fig. 1). La pesquería de pelágicos menores en México está sustentada por la sardina monterrey *Sardinops sagax* (Jenyns, 1842), que es la especie objetivo. La contribución de la macarela del Pacífico en la captura de pelágicos menores del golfo de California, es baja. Información reciente

* Centro Regional de Investigación Pesquera La Paz-INAPESCA-SAGARPA, Carr. A Pichilingue km 1 s/n, La Paz, BCS, 23030. georgina.gluyas@inapesca.sagarpa.gob.mx

** CICIMAR-IPN, Av. IPN s/n, Col. Playa Palo de Sta. Rita, La Paz, BCS, 23098. cquinone@ipn.mx

(1998-2008) señala que su captura fluctuó de 40 535 t a 1 668 t, lo que representa entre 25.5% y 0.7% del total (Martínez-Zavala *et al.*, 2006¹; SAGARPA, 2008). Su captura en el golfo de California ha mostrado una tendencia positiva (Fig. 1), con rendimientos >25 000 t en 1999-2000 y 2004-2005, que representa en promedio 4.3% del total de pelágicos menores capturados en el golfo de California en el periodo que va de 1971-2008 (Martínez-Zavala *et al.*, 2006¹; Martínez-Zavala *et al.*, 2010²). Se ha observado que las máximas capturas se presentan de uno a dos años después de eventos El Niño (1982-1983, 1986-1987, 1991-1992, 1993-1994, 1997-1998; 2002-2003), que han representado un incremento de hasta 24 veces respecto a la captura del año anterior (Fig. 1). La macarela se aprovecha para producir harina, enlatado en conserva y como carnada en la pesca de atún con vara y en la pesca deportiva de peces de pico.

Scomber japonicus es una especie más longeva y de mayor tamaño que *Sardinops sagax* (Gluyas-Millán y Quiñonez-Velázquez, 1997; Quiñonez-Velázquez *et al.*, 2002), la especie objetivo de la pesquería. Para el golfo de California se han reportado macarelas de hasta de nueve años de edad; una talla de reclutamiento a la pesquería de 193 mm de longitud estándar (LE); talla y edad de primera madurez de 228 mm LE y 3.5 años; y un periodo de madurez gonadal y desove de noviembre a abril (Gluyas-Millán y Quiñonez-Velázquez, 1996; 1997). Los escasos antecedentes disponibles de *S. japonicus* del golfo de California (Nevárez-Martínez *et al.*, 1993³;

Cisneros-Mata *et al.*, 1997⁴; Martínez-Zavala *et al.*, 2000⁵; Martínez-Zavala *et al.*, 2010²) no abordan el conocimiento de las edades de la captura. A la fecha no existen antecedentes de la composición por edades de la captura de macarela que utilicen métodos directos para su determinación. El objetivo de este trabajo es conocer la composición de tallas y edades de la fracción de la población explotada de la macarela del Pacífico en el golfo de California, de 1984 a 1993.

Materiales y métodos

Los datos y material biológico analizados provienen de monitoreos de las descargas de pelágicos menores capturados en el norte y el centro del golfo de California de 1984 a 1993. El muestreo consistió en tomar una muestra al azar por embarcación de ~20 kg, que se separó por especie. A la macarela del Pacífico se le midió la longitud estándar (LE) y se agrupó en intervalos de 5 mm de LE. Se anotó fecha, captura total por embarcación, captura por especie y se pesó la muestra de macarela, a la que se le denominó muestra masiva. Posteriormente se tomó una submuestra seleccionando al azar como máximo hasta cinco individuos de cada intervalo de talla. A cada individuo se le midió la LE (± 1 mm), el peso total (± 1 g), se determinó el sexo por apreciación visual de las gónadas y se extrajo el par de otolitos *sagitta*, que fueron almacenados en seco para posteriormente usarlos para determinar la edad. Se midieron 18 137 macarelas y se recolectaron 3 793 pares de otolitos.

1. MARTÍNEZ-ZAVALA, M.Á., M.O. Nevárez-Martínez, M.L. Anguiano-Carrasco, J.P. Santos-Molina y A.R. Godínez-Cota. 2006. Diagnóstico de la pesquería de pelágicos menores en el golfo de California, temporadas de pesca 1998/99 a 2002/03. Informe de Investigación (documento interno). Instituto Nacional de la Pesca. Centro Regional de Investigación Pesquera-Guaymas, México. 94p.
2. MARTÍNEZ-ZAVALA, M.Á., M.O. Nevárez-Martínez, H. Cervantes-Higuera, J.P. Santos-Molina y A.R. Godínez-Cota. 2010. Pesquería de peces pelágicos menores en el golfo de California, temporada de pesca 2008/09. *Memorias del XVIII Taller de Pelágicos Menores*, 10-11 junio 2010, Ensenada, BC, México.
3. NEVÁREZ-MARTÍNEZ, M.O., R. Morales Azpeitia, M.Á. Martínez-Zavala, J. Santos-Molina y M.Á. Cisneros-Mata. 1993. Pesquería de pelágicos menores en el golfo de California. Temporada 190/91. Informe Técnico (documento interno). SEPESCA, Instituto Nacional de la Pesca, Centro

- Regional de Investigación Pesquera-Guaymas, México. 70p.
4. CISNEROS-MATA, M.Á., M. Nevárez-Martínez, M.Á. Martínez Zavala, M.L. Anguiano-Carrasco, J.P. Santos-Molina, A.R. Godínez-Cota y G. Montemayor-López. 1997. Diagnóstico de la pesquería de pelágicos menores del golfo de California de 1991/92 a 1995/96. Informe Técnico (documento interno). SEMARNAP, Instituto Nacional de la Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera-Guaymas, México. 59p.
5. MARTÍNEZ-ZAVALA, M.Á., M.Á. Cisneros-Mata, M.L. Anguiano-Carrasco, J.P. Santos-Molina, A.R. Godínez-Cota, M.O. Nevárez-Martínez y G. Montemayor-López. 2000. Diagnóstico de la pesquería de pelágicos menores del golfo de California de 1996/97 y 1997/98. Informe Técnico (documento interno). SEMARNAP, Instituto Nacional de la Pesca. Centro Regional de Investigación Pesquera-Guaymas, México. 52p.

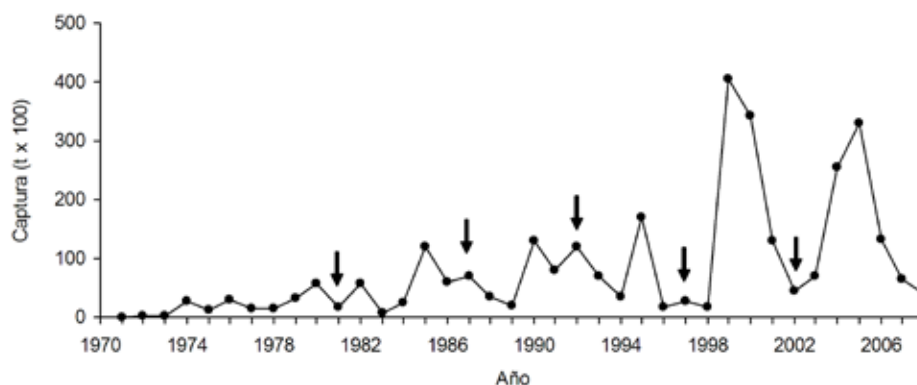


Fig. 1. Captura histórica de *Scomber japonicus* en el golfo de California, 1971-2008. Las flechas indican los años en que se presentaron eventos El Niño.

Para obtener la estructura por tallas de la captura por mes y por año, se llevó a cabo la extrapolación de la estructura de tallas de los muestreos a la captura por mes, en número y en peso. Se usó el proceso combinado de la información biológica y de captura, procedimiento estándar utilizado en el programa de Pelágicos Menores (Martínez-Zavala *et al.*, 2000⁵), según la metodología de Holden y Raitt (1975) y Lai *et al.* (1996).

La edad se determinó con las marcas de crecimiento de los otolitos, que se limpiaron con una solución jabonosa libre de fosfatos y se montaron en portaobjetos con resina sintética transparente. La resina realza la definición de las bandas de crecimiento y provee un medio de protección y almacenamiento de largo plazo. Los otolitos se observaron al microscopio utilizando luz reflejada sobre fondo oscuro; se identificaron bandas opacas e hialinas. Para asignar la edad se aplicaron los criterios de Fitch (1951) y Gluyas-Millán y Félix-Uraga (1990), que consideran como marca de crecimiento la formada por una banda opaca y una hialina, cuya periodicidad de formación es anual (Gluyas-Millán y Quiñonez-Velázquez, 1996). Las marcas fueron contadas de forma independiente por dos lectores, y para resolver las diferencias en los conteos, los lectores lo hicieron de manera simultánea y llegaron a un acuerdo.

La información básica para obtener la composición por edades de la captura proviene de las submuestras, con la que se elaboraron claves de edad-longitud por mes, procedimiento que relaciona la longitud a la edad, basado en distribuir

una determinada edad en los peces incluidos en un intervalo específico de talla. La ventaja de llevar a cabo este procedimiento mensualmente, es que considera las variaciones de crecimiento individual, el reclutamiento y la mortalidad total (Ricker, 1975; Lassen y Medley, 2001), lo que no sucedería si se utilizara una clave edad-longitud general (anual o periodo de estudio). La composición por edades se obtuvo graficando la proporción de individuos de cada edad por mes y por año. Como indicador del tamaño de las clases anuales, se siguieron las cohortes presentes en la captura y se sumó el número de individuos por cohorte por año de 1984 a 1993.

Para describir la composición de tallas y edades se tomaron como referencia la talla y la edad de reclutamiento de 193 mm LE (tres años de edad) y la talla de primera madurez de 228 mm LE (3.5 años de edad) de *S. japonicus* del golfo de California, documentada en Gluyas-Millán y Quiñonez-Velázquez (1996, 1997).

Resultados

La serie histórica de capturas de macarela de 1971-2008 sugiere que durante el periodo de estudio 1984-1993 (Fig. 1), la población presentó una abundancia relativa media. Con una captura promedio de 7 284 t y dos máximos: uno en 1985 de 12 110 t y otro en 1990 de 12 935 t. Mientras que de 1999 a 2008, la captura refleja una etapa de crecimiento importante de la población, se registraron capturas mayores a 25 000 t (1999-2000,

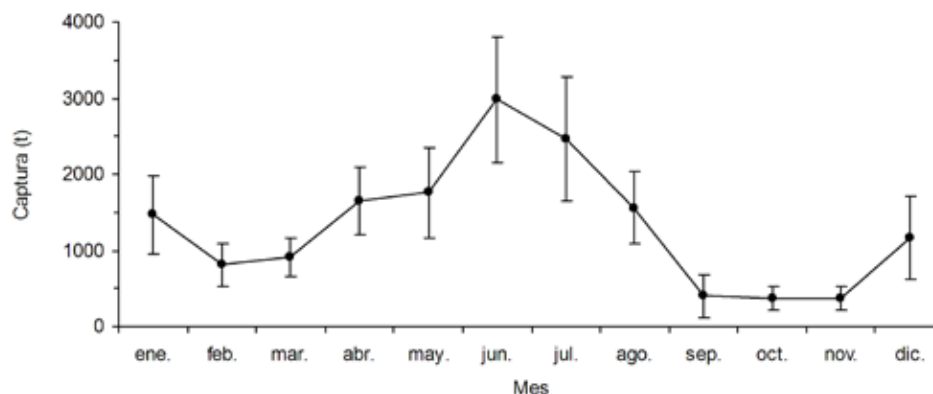


Fig. 2. Captura mensual promedio de *Scomber japonicus* en el golfo de California, 1985-2005. Las líneas verticales representan el error estándar del promedio.

2004-2005) y un máximo histórico de 40 535 t en 1999. El promedio de la captura mensual de 1985 a 2005, indica que este escómbrido se pesca en todos los meses del año: de abril a agosto se presentan las mayores capturas, con un máximo en junio y julio (Fig. 2).

La composición anual de tallas de la captura de macarela en el golfo de California mostró que la pesca incidió en organismos entre 83 y 312 mm LE (Fig. 3). El menor intervalo de tallas se registró en 1987 y 1989, y el mayor en 1991 y 1984. Si se considera como referencia la talla de reclutamiento a la pesquería (193 mm LE), se detectaron importantes reclutamientos en 1984, 1985, 1988, 1991 y 1993. Los organismos <193 mm representaron entre 27% y 71% de la captura. Mientras que en 1990, la captura se destacó por el mayor porcentaje (62%) de individuos mayores a la talla de primera madurez (228 mm LE). La presencia de estos organismos fue importante de diciembre a marzo (Fig. 4).

La composición por edad de la captura de macarela del Pacífico de 1984 a 1993 (Fig. 5), fue de individuos de 0 a 7 años. De 1984 a 1989 sobresalieron aquellos de tres años de edad, mientras que de 1990 a 1993 dominaron de manera alterna los peces de dos y cuatro años. Tomando como referencia la edad de reclutamiento en la pesquería (tres años), se encontró que la captura estuvo compuesta entre 6% y 56% por individuos menores a tres años de edad. Mientras que las capturas en 1985 y 1990 se destacan por estar compuestas entre 9% y 71% por organismos reproductores (>3 años de edad). Las cohortes más vigorosas fueron 1983, 1984, 1986 y 1989,

que representaron anualmente entre 20% y 45% de la captura. La cohorte 1983 se registró desde 1984 como individuos de un año de edad. La composición mensual por edades (Fig. 6) mostró que la captura por lo general estuvo compuesta entre 9% y 74% por individuos menores a la edad de reclutamiento a la pesquería, excepto en febrero que fue superior a 90%. De diciembre a mayo la captura estuvo representada entre 40% y 75% por organismos >3 años de edad (*stock* reproductor); valores que disminuyen entre 1% y 30% de junio a noviembre; periodo en que se presentan los principales reclutamientos de organismos jóvenes.

Discusión

La captura de pelágicos menores se caracteriza por mostrar amplias fluctuaciones (Csirke, 1988; Nevárez-Martínez *et al.*, 2001) y la macarela no es la excepción (Parrish, 1974). Su disponibilidad es favorecida en uno o dos años después de un evento El Niño, durante el cual se presentan éxitos reproductivos importantes (Sinclair *et al.*, 1985). La estacionalidad de las capturas de macarela parece estar acoplada a variaciones en el ambiente (Parrish y MacCall, 1978), con un patrón de movimiento espacial congruente con su ciclo de vida (Gluyas-Millán, 2004). La presencia de individuos ≥ 228 mm LE (talla de reproducción) entre diciembre y abril (Fig. 4), cuando ocurre la reproducción, sugiere que las agregaciones de peces maduros se acercan a la costa y que el *stock* reproductor está disponible para

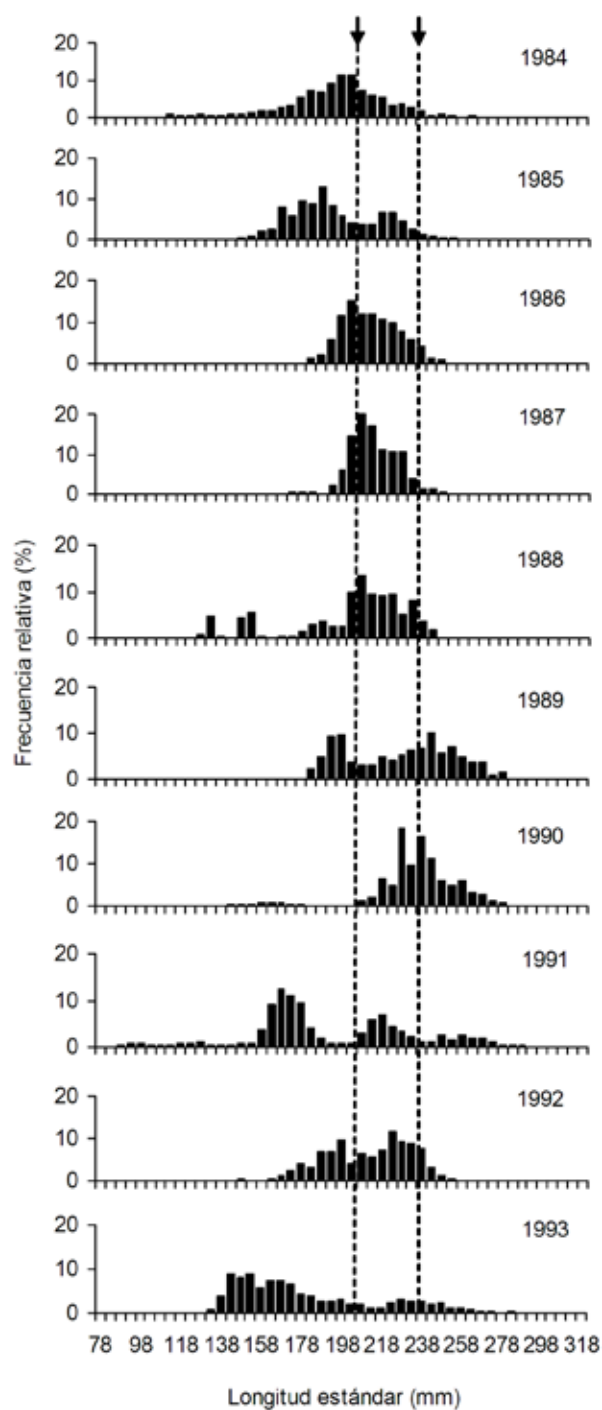


Fig. 3. Composición anual de tallas de *Scomber japonicus* en el golfo de California, 1984-1993. Las flechas indican la talla de reclutamiento a la pesquería (193 mm) y talla de primera madurez (228 mm).

la pesca, que es netamente costera (Nevárez-Martínez *et al.*, 2001).

Las variaciones en la composición de tallas en la captura pueden resultar de la selectividad y/o de cambios en la distribución

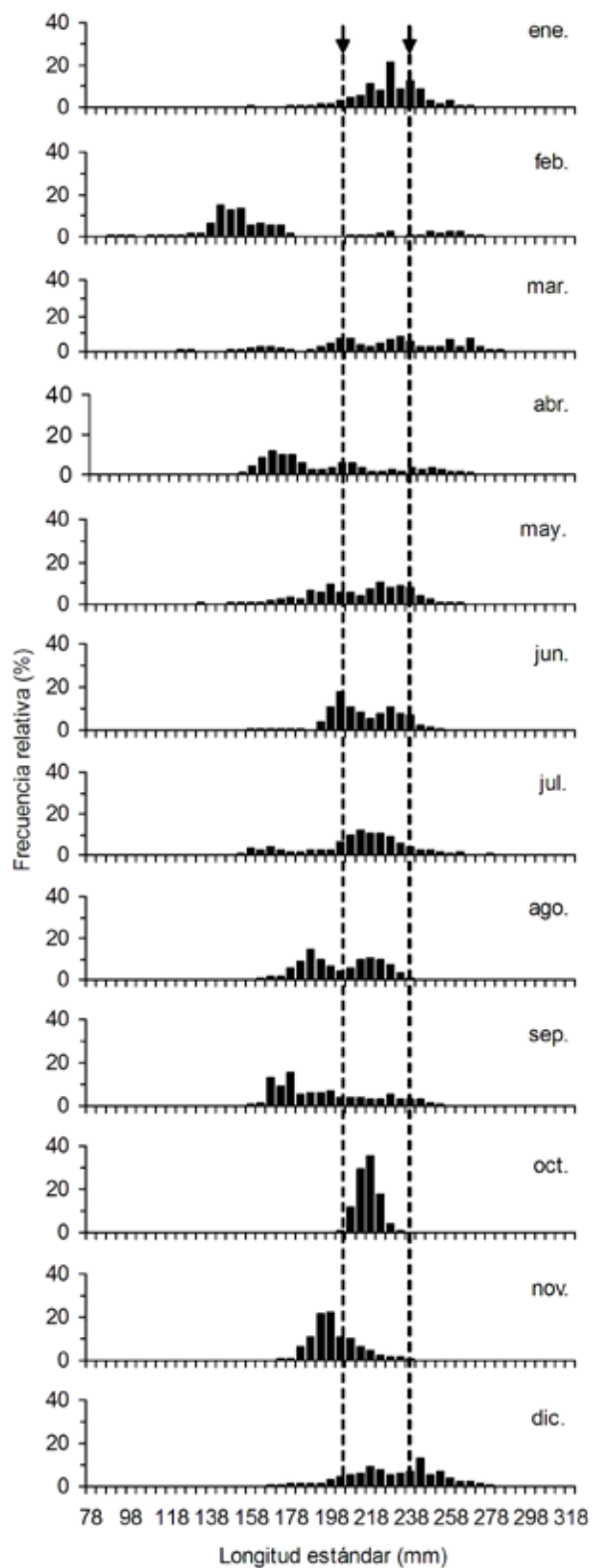


Fig. 4. Composición mensual de talla de *Scomber japonicus* en el golfo de California, 1984-1993. Las líneas y flechas indican la talla de reclutamiento a la pesquería (193 mm) y talla de primera madurez (228 mm).

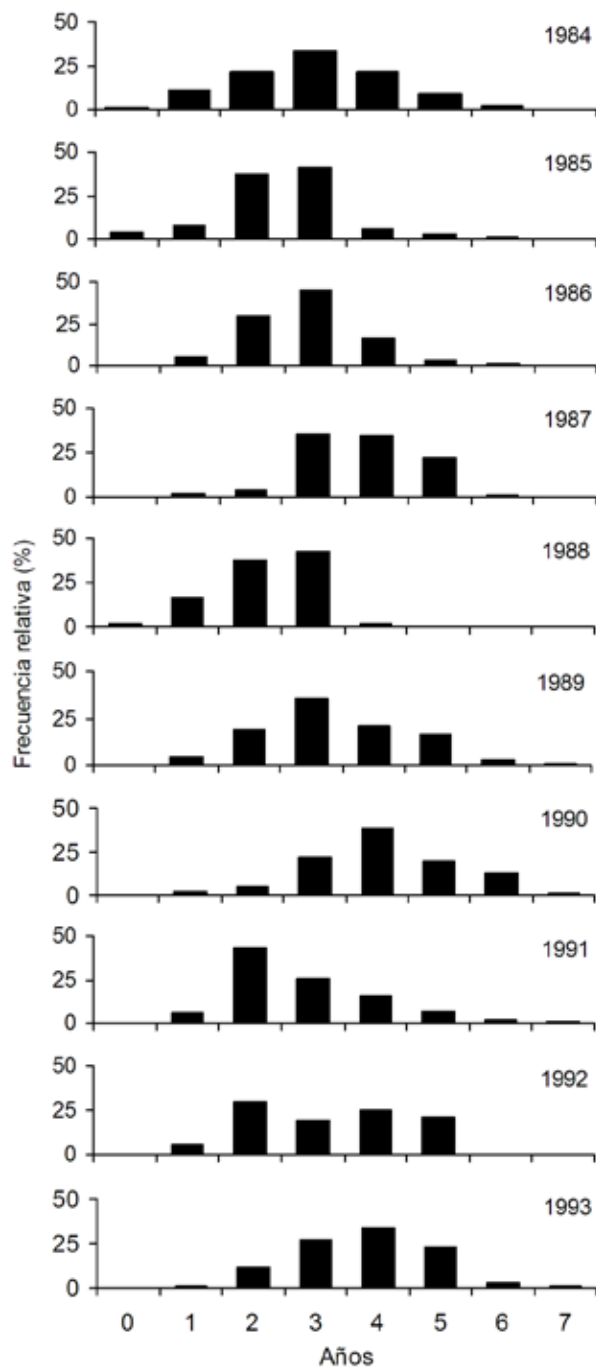


Fig. 5. Composición anual de edad de la captura de *Scomber japonicus* en el golfo de California, 1984-1993.

espacio-temporal de los organismos (MacLennan, 1992; Sparre y Venema, 1997). Para *S. japonicus* del golfo de California esa variación podría estar más influenciada por la disponibilidad del recurso que por la selectividad del arte de pesca, ya que la misma red captura otras especies de menores tallas que la macarela (Martínez-Zavala

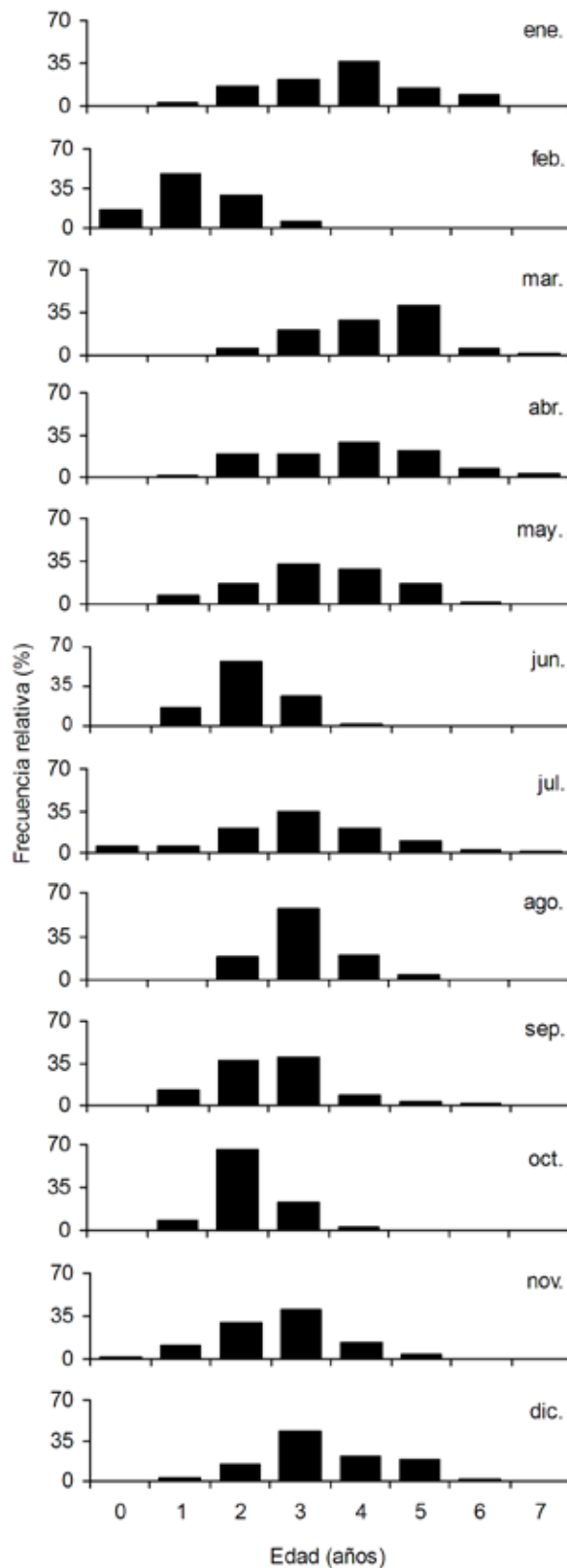


Fig. 6. Composición mensual de edad de macarela *Scomber japonicus* en el golfo de California, 1984-1993.

et al., 2000⁵). Además, se ha documentado que ocurren cambios interanuales en la distribución geográfica de las agregaciones de pelágicos menores, asociados a condiciones ambientales que influyen en su disponibilidad (Cisneros-Mata *et al.*, 1991⁶; Cisneros-Mata *et al.*, 1997³; Martínez-Zavala *et al.*, 2000⁵; Nevárez-Martínez, 2000).

La captura de *S. japonicus* estuvo compuesta hasta por ocho grupos de edad, lo que indica que la biomasa de la población estuvo estructurada en un mayor número de clases anuales que en la sardina monterrey (Félix-Uraga, 2006). No obstante, las variaciones interanuales en los rendimientos de *S. japonicus* muestran periodos con incrementos importantes, posiblemente atribuidos a clases anuales vigorosas, como se observa en las cohortes de 1983, 1984, 1986 y 1989, que permanecieron en la pesquería hasta por siete años (Fig. 5) y contribuyeron a la captura de manera importante. La composición de edad indica que la pesca de macarela estuvo sustentada en promedio por 63% de individuos ≤ 3 años de edad, una fracción de la población que al menos se habrá reproducido una vez.

Agradecimientos

Agradecemos a Ángeles Martínez Zavala, Manuel Nevárez Martínez y Pablo Santos del CRIP-Guaymas-INAPESCA por proporcionar los datos básicos y el material biológico para llevar a cabo este trabajo. CQV es miembro de COFAA y EDI del IPN.

Literatura citada

- BAKUN, A. 1993. The California Current, Benguela Current, and Southwestern Atlantic Shelf Ecosystems: A comparative approach to identifying actors regulating biomass yield. En: K. Sherman, L.M. Alexander y B. Gold (eds.). *Large Marine Ecosystems Stress, Mitigation, and Sustainability*. Washington, DC. American Association for the Advancement of Science, pp: 199-224.
- BAKUN, A. y C.S. Nelson. 1991. Wind stress curl in subtropical Eastern boundary current regions. *Journal Physics Oceanography* 21: 1815-1834.
- CSIRKE, J. 1988. Small shoaling pelagic fish stocks. En: J.A. Gulland (ed.). *Fish population dynamics*. John Wiley y Sons., New York, pp: 271-302.
- FÉLIX-URAGA, R. 2006. Dinámica poblacional de la sardina del Pacífico *Sardinops sagax* (Jenyns, 1842) (Clupeiformes: Clupeidae), en la costa oeste de la península de Baja California y el sur de California. Tesis de Doctorado. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN. 86p.
- FITCH, J.E. 1951. Age composition of the southern California catch of Pacific mackerel 1939-40 through 1950-51. *California Department Fish and Game, Fish Bulletin* 83: 1-73.
- GLUYAS-MILLÁN, M.G. 2004. Dinámica poblacional de la macarela *Scomber japonicus* del golfo de California. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 151p.
- GLUYAS-MILLÁN, M.G. y R. Félix-Uraga. 1990. Periodicidad de las marcas de crecimiento en los otolitos de la macarela *Scomber japonicus* (Houttuyn, 1782) en Bahía Vizcaíno. *Investigaciones Marinas CICIMAR* 5(1): 33-36.
- GLUYAS-MILLÁN, M.G. y V. Gómez-Muñoz. 1993. Composición por tallas y edades de la macarela *Scomber japonicus* de Bahía Vizcaíno. *Investigaciones Marinas CICIMAR* 8(1): 33-38.
- GLUYAS-MILLÁN, M.G. y C. Quiñonez-Velázquez. 1996. Evidencias de distintos grupos poblacionales de macarela *Scomber japonicus*. *Ciencias Marinas* 22(3): 377-395.
- GLUYAS-MILLÁN, M.G. y C. Quiñonez-Velázquez. 1997. Age, growth and reproduction of mackerel *Scomber japonicus* in the gulf of California. *Bulletin of Marine Science* 61(3): 837-847.
- HOLDEN, M.J. y Raitt D.F. 1975. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. *Manual de Ciencia Pesquera. Parte 2. FAO*. 123p.
6. CISNEROS-MATA, M.Á., M. Nevárez-Martínez, G. López-Montemayor, P. Santos y R. Morales. 1991. Pesquería de sardina en el golfo de California 1988/89- 1989/90. Informe Técnico (documento interno). Instituto Nacional de la Pesca. Centro Regional de Investigación Pesquera-Guaymas, México. 79p.

- LAI, H.L., V.F. Gallucci, D.R. Gunderson y R.F. Donnelly. 1996. Age determination in fisheries: methods and applications to stock assessment. *En: V. Gallucci, S. Saila, D.J. Gustafson y B.J. Rothschild (eds.). Stock assessment. Quantitative methods and applications for small-scale fisheries. CRC Press. Boca Raton, Florida, pp: 82-178.*
- LASSEN, H. y P. Medley. 2001. Virtual population analysis. A practical manual for stock assessment. *FAO Fisheries Technical Paper. 400. 129p.*
- MACLENNAN, D.N. (ed.). 1992. Fishing gear selectivity. *Fisheries Research 13(3): 201-352.*
- NEVÁREZ-MARTÍNEZ, M.O. 2000. Variabilidad de la población de sardina Monterrey *Sardinops caeruleus* en el golfo de California, México. Tesis de Doctorado. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN. 103p.
- NEVÁREZ-MARTÍNEZ, M.O., D. Lluch-Belda, M.Á. Cisneros-Mata, J.P. Santos-Molina, M.Á. Martínez-Zavala y S.E. Lluch-Cota. 2001. Distribution and abundance of the Pacific sardine (*Sardinops sagax*) in the gulf of California and their relation with the environment. *Progress in Oceanography 49: 565-580.*
- PARRISH, R. H. 1974. Exploitation and recruitment of Pacific mackerel, *Scomber japonicus*, in the northeastern Pacific. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports 17: 136-140.*
- PARRISH, R.H. y MacCall A. 1978. Climatic variation and exploitation in the Pacific mackerel fishery. *Fishery Bulletin 167: 109p.*
- QUIÑONEZ-VELÁZQUEZ, C., R. Alvarado-Castillo y R. Félix-Uraga. 2002. Relación entre el crecimiento individual y la abundancia de la población de sardina del Pacífico *Sardinops caeruleus* (Pisces: Clupeidae) (Girard, 1856) en Isla de Cedros, Baja California, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía 37: 1-8.*
- RICKER, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada 191: 382.*
- SAGARPA. 2008. Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2008. CONAPESCA. México. 213p.
- SINCLAIR, M., M.J. Tremblay y P. Bernal. 1985. El Niño events and variability in a Pacific mackerel (*Scomber japonicus*) survival index: support for Hjort's second hypothesis. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 42: 602-608.*
- SPARRE, P. y S.C. Venema. 1997. Introducción a la evaluación de recursos marinos tropicales. Parte 1. Manual. FAO/DANIDA. *Documento Técnico de Pesca. Núm. 306.1. Rev. 2. 420p.*

Recibido: 20 de mayo de 2010.

Aceptado: 13 de septiembre de 2010.