

Aspectos biológicos y pesqueros de la macarela *Scomber japonicus* (Perciformes: Scombridae) en la costa continental de Ecuador

Guillermo Javier Gilbert-Jaramillo* y Tania Ivette Villegas-Tigrero*

La macarela *Scomber japonicus* constituye una de las especies de mayor importancia comercial para la pesquería ecuatoriana. En el presente trabajo se describen aspectos biológicos y pesqueros de *S. japonicus*. Durante el año 2013 se recolectaron 8 652 organismos, que fueron medidos y pesados, se separó una submuestra de 1 778 (45% hembras y 55% machos) y a cada ejemplar se le extrajeron las gónadas para análisis reproductivo. Los resultados de dicho análisis indicaron que la relación longitud-peso reveló un crecimiento isométrico ($b = 3.05$). *Scomber japonicus* presentó dos periodos reproductivos (agosto–octubre y diciembre–abril) con una longitud media de madurez sexual de 23.3 cm de longitud furcal (LF). Finalmente, la macarela representó 43.17% del total de especies capturadas, en tres principales caladeros de pesca: 1) Estuario externo del Golfo de Guayaquil, 2) Alrededor de la Puntilla de Santa Elena, 3) Frente a la provincia de Manabí. Esta investigación corrobora la importancia de la especie para generar divisas y empleo en Ecuador, así como la necesidad de mantener los esfuerzos para preservarla.

Palabras clave: Reproducción, estructura de longitudes, actividad reproductiva, alometría.

Biological and fishery aspects of mackerel *Scomber japonicus* (Perciformes: Scombridae) in the coast of Ecuador

Mackerel *Scomber japonicus* is one of the most commercially important species for the Ecuadorian fishery. In this paper biological and fishery aspects of *Scomber japonicus* are described. During 2013, 8 652 collected individuals were measured and weighed, a subsample of 1 778 organisms (45% females and 55% males) was separated to extract the gonads for reproductive analysis. Results indicated that the size-weight ratio showed an isometric growth ($b = 3.05$). *Scomber japonicus* presented two reproductive periods (August to October and December to April) with an average maturity length of 23.3 cm fork length (LF). Finally, mackerel accounted for 43.17% of all species caught in three main fishing grounds: 1) External Estuary of Golfo de Guayaquil, 2) Around Puntilla de Santa Elena, 3) in front of Manabi province. This research confirms the importance of the specie to generate income and employment in Ecuador as well as the need to continue efforts to preserve it.

Key words: Reproduction, size structure, reproductive activity, allometry.

Introducción

La macarela *Scomber japonicus* Houttuyn 1782 está ampliamente distribuida en los océanos Atlántico, Índico, Pacífico y mares adyacentes, donde es objeto de una intensa pesca (Collette y Nauen 1983). En el Pacífico suroriental se distribuye desde Panamá hasta Chile (Matsui 1967), incluidas las islas Galápagos (Chirichigno 1974, Grove *et al.* 1984, Vicuña 1991). En Ecuador su distribución es costera (Cucalón *et al.* 2000) (1°30' N - 3°30' S), con mayores concentraciones

registradas en las partes norte y noroeste del Golfo de Guayaquil (1°5' N - 3°30' S) (Pizarro 1983). El océano Pacífico, frente a la costa ecuatoriana, es una zona de alto interés pesquero, en la que hay varias especies de pelágicos pequeños de gran importancia comercial, una de ellas es *S. japonicus* (González y Miranda 1999). La pesquería de estos peces pelágicos pequeños es multiespecífica, comenzó desde 1962 y sostiene a la industria harinera, de aquí su importancia económica para el país (Menz y Pizarro 1988). A principios de la década de los ochenta, la macarela fue considerada la especie dominante de la pesquería pelágico-costera ecuatoriana; después de 1983 inicia una progresiva disminución en sus capturas (Santos y González 1992, Cucalón *et al.*

* Instituto Nacional de Pesca de Ecuador. Letamendi 102 y La Ría, Guayaquil, Ecuador. 090150 guillermogilbert@live.com, tania.villegas-895@hotmail.com

2000) y a partir de 2000, los desembarques han sido variables (González *et al.* 2007¹, Prado 2009, González 2010, Jurado y Romero 2011, Jurado y González 2012) y otras especies de pelágicos pequeños han dominado las capturas.

La reproducción de *S. japonicus* en Ecuador ha sido estudiada por diversos autores, que han descrito que el principal periodo de desove va de diciembre a marzo (García 1983, Cucalón *et al.* 2000); su longitud media de reproducción se ha estimado en 23 cm LF (Cucalón *et al.* 2000). Cabe subrayar que esta especie es un reproductor parcial (Knaggs y Parrish 1973, Maridueña y Menz 1986).

Con la finalidad de proteger y conservar los recursos potenciales, existe la aplicación de medidas de ordenación pesquera comúnmente llamadas “vedas”. En Ecuador, mediante la investigación científica realizada por el Instituto Nacional de Pesca relacionada con las condiciones reproductivas de pinchagua *Opisthonema* spp. y chuhueco *Cetengraulis mysticetus* (Günther 1867), el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) y la Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP) de la República del Ecuador, establecieron medidas de ordenamiento sobre la explotación indiscriminada de los pelágicos pequeños (Acuerdo Ministerial No. 018). Posteriormente se realizó una reforma (Acuerdo Ministerial No. 047) donde se establece una veda a partir del año 2010 para todos los pelágicos pequeños en los meses de marzo y septiembre de cada año, debiendo la flota de redes de cerco de pelágicos permanecer en puerto durante dichos periodos (MAGAP y SRP 2010a, b). De tal forma, se observa que la veda emitida no está basada en el estudio del ciclo reproductivo de *S. japonicus*.

Considerando la importancia de esta especie en la pesquería de Ecuador, que es fuente generadora de divisas y empleo, el objetivo de este trabajo fue documentar la estructura de longitudes de la macarela, estimar la relación longitud-peso, determinar el ciclo reproductivo, la longitud media de madurez sexual (L_{50}), su pro-

ducción y determinar los principales caladeros de pesca durante el periodo de enero a diciembre de 2013.

Materiales y métodos

La información biológica y pesquera analizada para este estudio fue proporcionada por el Instituto Nacional de Pesca (INP) de Ecuador. Se realizaron monitoreos de los desembarques de pelágicos pequeños y observaciones de sus características biológicas, en puertos de las provincias de Manabí, Santa Elena y Guayas durante 2013. La flota de peces pelágicos en Ecuador está representada por dos subsectores bien definidos (artesanal e industrial), y las embarcaciones construidas de madera, fibra de vidrio y acero naval. El INP clasifica la flota pesquera nacional en cuatro tipos de acuerdo con el tonelaje de registro neto (TRN): clase I (1–35 TRN), clase II (36–70 TRN), clase III (71–105 TRN) y clase IV (>106 TRN); todas estas utilizan red de cerco de jareta con luz de malla no menor a 38 mm en el bolso.

Mensualmente se tomaron muestras, con excepción de marzo y septiembre debido a una veda establecida en el Acuerdo Ministerial No. 047. El muestreo se realizó de acuerdo con Menz y Pizarro (1988): de cada barco se tomó una muestra al azar de 23 kg aproximadamente. Los organismos recolectados se separaron, pesaron y midieron por especie. A 8 652 macarelas se les midió la longitud furcal (LF) y se obtuvo la estructura de longitudes. Posteriormente se tomó una submuestra de 20 organismos por clase de longitud (1 cm), que dio un total de 1 778 organismos para analizarlos en el laboratorio, donde se midió la longitud furcal (LF, cm), el peso total de cada individuo (PT, g), el peso de las gónadas (G, g), se determinaron el sexo y el estadio de madurez por observación morfo cromático, de acuerdo con la escala de Arriaga *et al.* (1983) (Tabla 1), que se basa en las características macroscópicas de las gónadas como: porcentaje de la gónada que cubre la cavidad, tamaño de la gónada, irrigación sanguínea, color, transparencia, textura del tejido, visibilidad de ovocitos y fluidez del semen.

1. González N, M Prado, R Castro, F Solano, V Jurado, M Peña. 2007. Análisis de la pesquería de peces pelágicos pequeños en el Ecuador (1981–2007). Informe técnico (Documento interno). Instituto Nacional de Pesca-Ecuador. 44p.

Tabla 1

Escala de madurez sexual utilizada para examinar la actividad de las gónadas de *Scomber japonicus* (Arriaga *et al.* 1983)

Estadio		Características
I	Inmaduro	Gónadas traslúcidas, irrigación sanguínea no visible. Ovarios: rosados, finos, redondeados. Testículos: blanquecino leve, finos, aplanados.
II	Madurando (virginal)	Gónadas traslúcidas en hembras, opacas en machos. Ovarios: rosáceos, granulados. Testículos: blanquecinos.
III	Madurando (recuperación)	Gónadas con mayor volumen y sanguinolentas, traslúcidas en hembras, opacas en machos. Ovarios: rosáceos, granulados. Testículos: blanquecinos.
IV	Desovando	Gónadas ocupan 2/3 de la cavidad visceral, irrigación sanguínea visible. Ovarios: amarillo-naranja, con ovocitos pequeños, visibles, opacos. Testículos: blancos cremosos, semen denso.
V	Desovado	Gónadas ocupan toda la cavidad visceral, irrigación sanguínea abundante. Ovarios: amarillo-naranja, con ovocitos traslúcidos frágiles. Testículos: blancos cremosos, semen blando.
		Gónadas reducidas, hemorrágicas, flácidas, irrigación visible. Ovarios: amarillo-naranja, sanguinolentos con ovocitos remanentes o vacíos. Testículos: flácidos, blancos cremosos frágil al tacto.

Se obtuvo información del crecimiento mediante el cálculo del factor de alometría de la relación longitud-peso, a partir de la ecuación potencial:

$$PT = a \cdot LF^b \quad \text{Ec. 1}$$

donde: PT = peso total, LF = longitud furcal, a = factor de condición y b = pendiente de la curva o factor de alometría, por medio del software CurveExpert Professional 2.2.0. Si b = 3 el crecimiento es isométrico y cuando b ≠ 3 el crecimiento es alométrico (Ricker 1975). La significancia de estos valores mensuales se evaluó estadísticamente con una prueba *t de Student* de dos vías (Zar 1999), planteándose la hipótesis: Ho: b = 3 y Ha: b ≠ 3.

Para determinar el ciclo reproductivo se utilizó el índice gonadosomático (IGS) que expresa la dinámica en la utilización de la energía endógena de órganos como gónadas y masa corporal y su relación con la reproducción de la macarela. El IGS relaciona el peso total de las gónadas y el peso total del pez y se expresa en porcentaje:

$$IGS = \frac{G}{PT} \cdot 100 \quad \text{Ec. 2}$$

donde: G = peso de la gónada, PT = peso total (Rojas 1997, Maddock y Burton 1998).

La estimación de ese índice a lo largo de un ciclo anual revela cambios de las gónadas durante el proceso de maduración.

La información recopilada de los estadios de madurez sexual se relacionó con la longitud de cada organismo para estimar el tamaño al que alcanza su madurez (L_{50}) mediante la siguiente fórmula (Corro-Espinosa *et al.* 2011):

$$ML = 1/(1 + e^{-(LT - L_{50})/\Phi}) \quad \text{Ec. 3}$$

donde: ML = proporción de individuos maduros a la LT (cm), L_{50} = longitud a la que 50% de los individuos ha alcanzado la madurez sexual (tamaño medio de madurez) y Φ = pendiente de la curva.

Los volúmenes de captura se obtuvieron del registro de desembarques y la recepción en las principales empresas harineras; dichos valores se elevaron al total de la flota cerquera nacional según la metodología de Jurado y González (2012). Adicionalmente, se tomó información de coordenadas geográficas y captura de las bitácoras de pesca de los barcos sobre las zonas de faenas de pesca y se diagramaron para conocer la distribución geográfica de la captura mediante el uso de un algoritmo de interpolación (Oliver y Webster 1990).

Resultados

La estructura de longitudes de la macarela desembarcada en Ecuador en 2013 fue de 11 cm a 37 cm LF ($\bar{X} = 23.30 \pm 4.405$ DE) (Fig. 1). De la submuestra se midieron y pesaron 1 778 individuos de *S. japonicus*, de los cuales 318 no se pudieron diferenciar sexualmente y no fueron considerados. De los 1 460 organismos restantes diferenciados, 45% fue de hembras y 55% de machos (Fig. 2).

La relación entre la longitud LF y el peso PT se ajustó a la ecuación: $PT = 0.011 \cdot LF^{3.05}$, $r = 0.97$. La pendiente o coeficiente de alometría fue 3.05 con intervalos de confianza (95%) de 3.01 a 3.10 (Fig. 3). De acuerdo con la prueba *t de Student*, el coeficiente de alometría no resultó

diferente a tres, por lo que el crecimiento es isométrico.

El análisis de 1 778 ejemplares clasificados como inmaduros y maduros mostró predominancia de organismos maduros de julio a enero, e inmaduros de febrero a junio (Fig. 4). El proceso de madurez de las gónadas (Tabla 1) muestra que en febrero (51.6%), los individuos mayormente estaban en estadio I. La predominancia del estadio II fue en mayo (53.4%), junio (83.5%) y noviembre (50.4%); en abril (35.5%) y agosto (37.3%) predominó el estadio III. La fase IV se observó en su gran mayoría en los meses de enero (64.7%), julio (46.7%), octubre (71.7%) y diciembre (54.58%). El estadio V se presentó en los meses de diciembre (17%), enero (9%), abril (6%) y julio (7%) (Fig. 5).

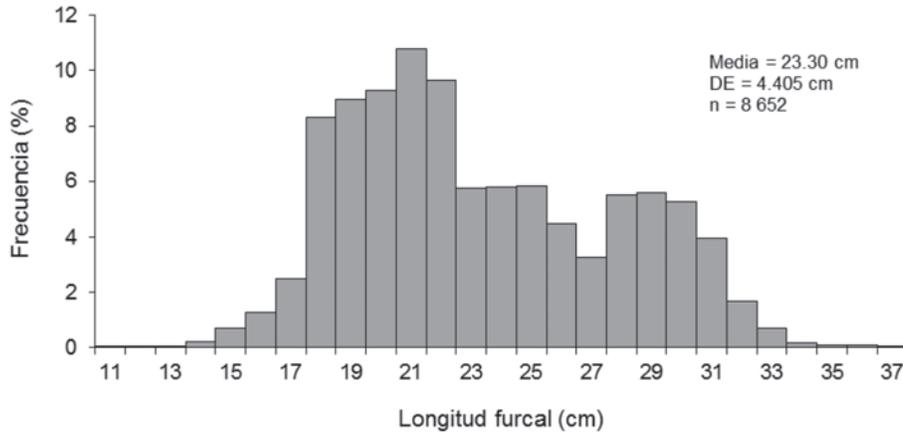


Fig. 1. Estructura de longitudes de *Scomber japonicus* en Ecuador en 2013.

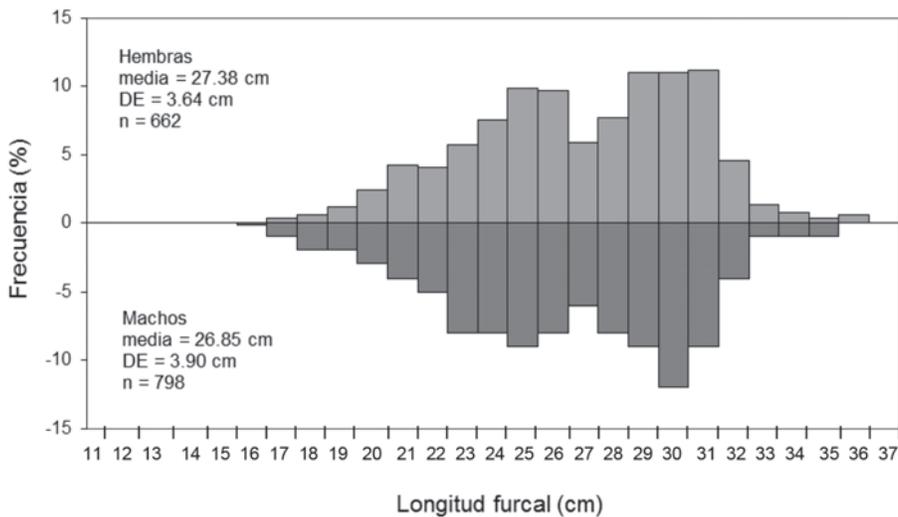


Fig. 2. Estructura de longitud por sexo para *Scomber japonicus* en Ecuador en 2013.

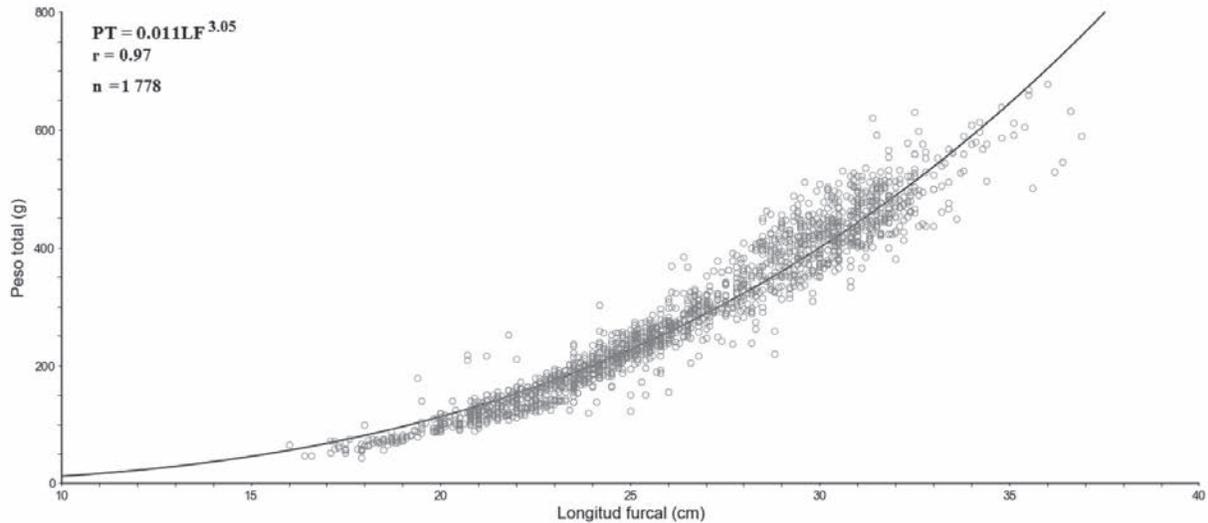


Fig. 3. Relación longitud furcal (LF) - peso total (PT) de *Scomber japonicus* en Ecuador durante 2013.

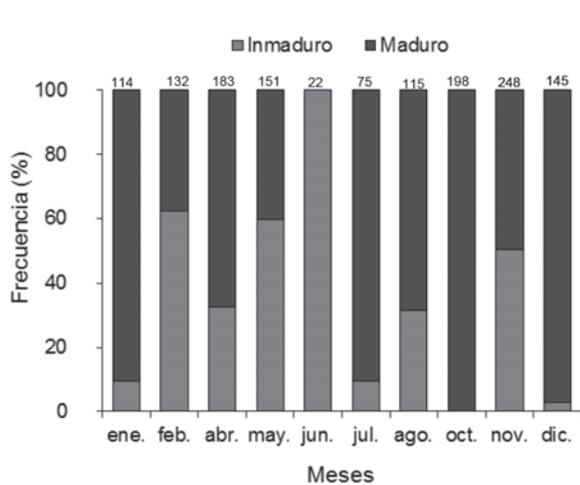


Fig. 4. Frecuencia mensual del grado de madurez para *Scomber japonicus* en la costa de Ecuador durante el 2013 (tamaño de muestra mensual se indica sobre las barras).

El índice gonadosomático promedio (IGS) fue calculado para machos y hembras de manera separada y se observó una evolución temporal sincrónica con una correlación de 0.98. El IGS alcanza valores elevados en dos periodos, de diciembre a abril (machos 9.69–6.50 y hembras 9.08–6.10) y de julio a octubre (machos 5.49–10.50 y hembras 5.19–10.65), lo que demostró la ocurrencia de dos eventos reproductivos en el año (Fig. 6, Tabla 2).

Con un modelo logístico se estimó una longitud media de madurez sexual $L_{50} = 23.30$ cm LF;

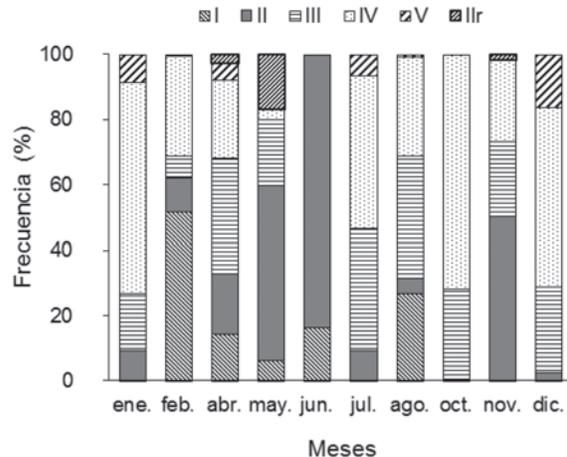


Fig. 5. Frecuencia mensual de los diferentes estadios de desarrollo gonadal donde I = inmaduro, II = madurando virginal, III = maduro, IV = desovando, V = desovado y IIR = madurando en recuperación para *Scomber japonicus* en la costa de Ecuador durante el 2013.

el intervalo de confianza varió de 23.16 a 24.39 cm LF (Fig. 7).

Las principales especies registradas en esta pesquería durante 2013 fueron: pinchagua *Opisthonema* spp., botella *Auxis* spp., sardina redonda *Etrumeus teres* (De Kay 1824), chuhueco *C. mysticetus*, anchoveta *Engraulis ringens* Jenyns 1842, jurel *Trachurus murphyi* Nichols 1920 y macarela (*S. japonicus*). Los registros de captura para este año indicaron que del total de los desembarques de peces pelágicos pequeños (205 676.6 t), 43.17% fue de macarela (88 792.6 t).

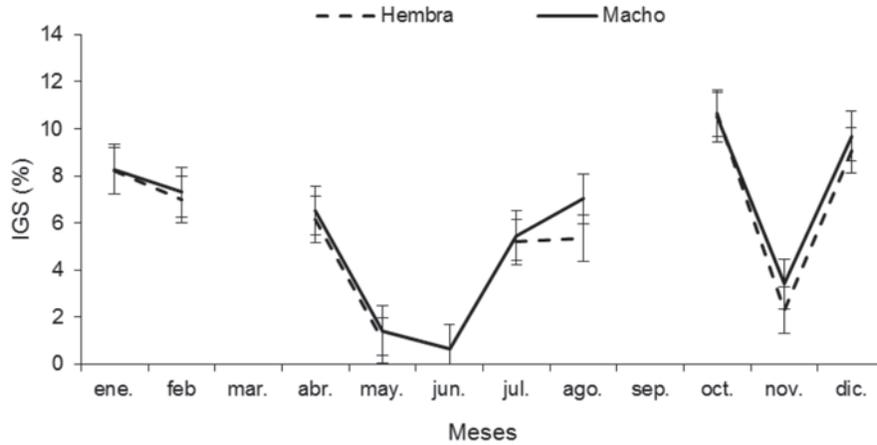


Fig. 6. Variación mensual del índice gonadosomático (IGS) de *Scomber japonicus* (ambos sexos) en 2013.

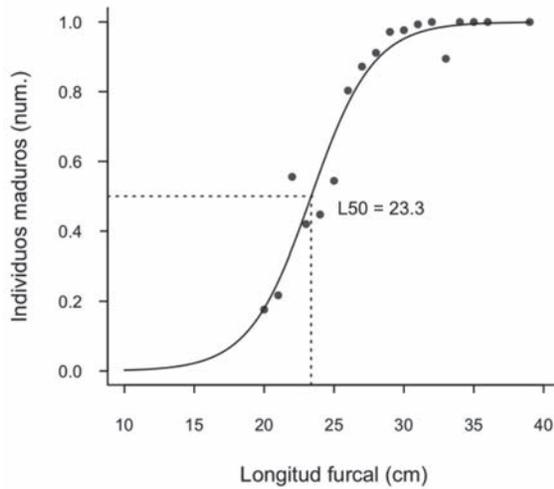


Fig. 7. Curva logística que muestra el número de individuos maduros de *Scomber japonicus* en Ecuador en 2013.

Los meses de mayor captura de esta especie fueron abril (26 014.9 t) y febrero (16 537.0 t), cuando representó más de 77% de la pesquería de pelágicos pequeños del país. La menor captura de macarela (1 386.4 t) se registró en diciembre (Fig. 8), con un promedio anual de 8 879.26 toneladas.

La distribución espacial de las operaciones de pesca de *S. japonicus* se obtuvo a partir de 2 475 registros, la misma que se extendió desde 1°10' s hasta 3°30' s. Se observaron tres zonas de alta captura: frente a Salango provincia de Manabí (1°45' s – 81°05' o), otra alrededor de la Puntilla de Santa Elena (2°15' s – 81°05' o) y la última en el estuario externo del Golfo de Gua-

Tabla 2
Número de organismos (machos y hembras) de *Scomber japonicus* muestreados para calcular el IGS mensual

Mes	Macho (núm.)	Hembra (núm.)
Enero	55	59
Febrero	80	52
Abril	120	63
Mayo	77	74
Junio	2	44
Julio	31	59
Agosto	62	53
Octubre	103	95
Noviembre	143	105
Diciembre	63	82

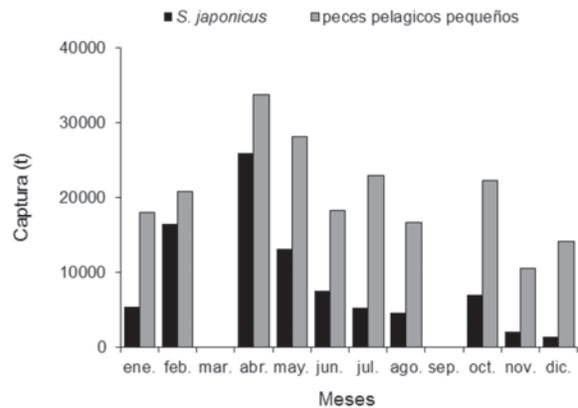


Fig. 8. Volúmenes de desembarque de *Scomber japonicus* en relación con el total de peces pelágicos pequeños en Ecuador en 2013.

yaquil donde se concentran la mayor captura y el mayor esfuerzo ($3^{\circ}0' S - 80^{\circ}55' O$) (Fig. 9).

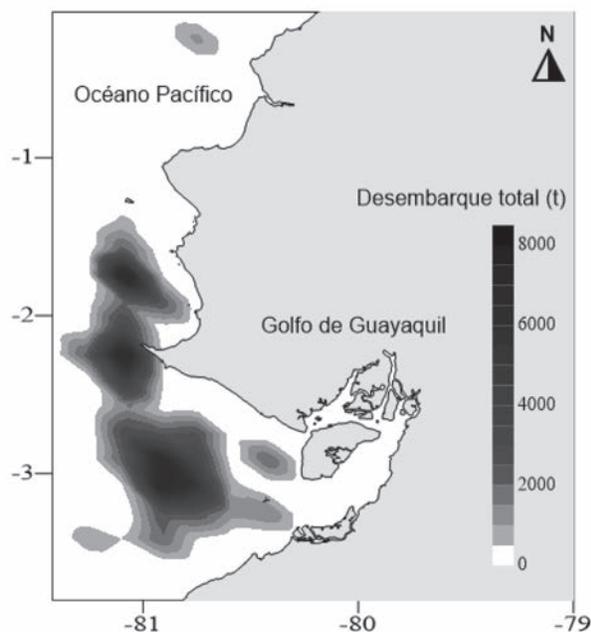


Fig. 9. Distribución espacial de las capturas (toneladas) de *Scomber japonicus* en Ecuador en 2013.

Discusión

La pesquería de los peces pelágicos pequeños en Ecuador en 2013 registró longitudes de entre 11 cm y 37 cm LF. La de madurez sexual (23.3 cm LF) coincide con la reportada por Cucalón *et al.* (2000); 51.9% de los individuos está por debajo de ésta. Dicho porcentaje es menor al reportado en años anteriores por Prado (2009), González (2010), Jurado y Romero (2011), Jurado y González (2012).

El menor porcentaje de individuos maduros en las capturas puede deberse a las regulaciones nacionales (tamaño de luz de malla y control en puertos).

La longitud promedio de captura de *S. japonicus* en Ecuador es de 23.30 cm LF, valor diferente al reportado en diversas localidades del océano Pacífico. En el sur de Baja California y en Bahía Vizcaíno, México, la longitud promedio es 31.26 cm y 24.97 cm LS, respectivamente (Gluyas-Millán 1989); mientras que en Bahía Magdalena y Golfo de California, México, son de menor tamaño: 22.29 cm y 20.94 cm LS (Gluyas-Millán 1989, Gluyas-Millán y Quiñónez-

Velázquez 1996). Estos valores se refieren a longitud estándar (LS), cuya medida es menor que la LF. Los resultados sugieren que la macarela que se captura en Ecuador está sostenida por individuos de tamaño promedio relativamente mayores que en el Golfo de California y Bahía Magdalena. Dichas variaciones pueden deberse a diferencias en la tasa de crecimiento (k) y su relación con la temperatura superficial del mar, ya que el Pacífico ecuatorial es más cálido que en el área de Baja California, México.

A diferencia de lo reportado por González y Miranda (1999) y Cucalón *et al.* (2000), la relación longitud-peso en el presente trabajo tiene un coeficiente de alometría (b) isométrico, es decir, el ritmo de crecimiento aumenta en función de la potencia cúbica de la longitud.

El periodo de actividad reproductiva de la macarela de Ecuador muestra una estacionalidad menos marcada, mientras que en Baja California se observó lo contrario, de acuerdo con lo reportado por Gluyas-Millán y Quiñónez-Velázquez (1996); y los periodos de máxima actividad también son distintos, cada uno acoplado a las condiciones oceanográficas de cada zona geográfica, donde el común denominador son las surgencias costeras (Parrish y MacCall 1978, Gluyas-Millán y Quiñónez-Velázquez 1996).

De acuerdo con la distribución de huevos y larvas de macarela en aguas ecuatorianas reportada por García (1983) y observaciones de madurez gonadal de Cucalón *et al.* (2000), la macarela en Ecuador presenta dos periodos de máxima actividad reproductiva: de agosto a octubre y de diciembre a abril. Prado (2009) reportó un pico de mayor actividad reproductiva durante el mes de octubre con predominancia de estadios III y IV. Esta información coincide con lo analizado en 2013, donde el IGS y las proporciones de los estadios de madurez corroboran ambos periodos y la máxima actividad en octubre. A pesar de que la regulación actual en Ecuador (veda en marzo y septiembre), no está basada en un estudio reproductivo de *S. japonicus*, protege los dos periodos de reproducción en un corto tiempo; por lo que el sistema es adecuado para esta especie.

Los desembarques de macarela en la última década han fluctuado alrededor de 50 000 t anuales, con un único repunte de 115 406 t en 2005. En 2013 también se observó un incremento

significativo que alcanzó 88 793 t. Los boletines científico-técnicos del Instituto Nacional de Pesca de Ecuador han reportado a la macarela como la especie predominante durante los últimos años, si bien presenta una alternancia con otras especies, como es el caso de la anchoveta *E. ringens*, de 2006 a 2008, y la presencia del jurel *T. murphyi* en 2011. Las zonas de pesca se ubicaron dentro de una franja de 50 millas a partir de la costa, desde la provincia de Manabí (01°00' s) hasta el extremo sur del Golfo de Guayaquil (03°30' s), tal como lo han indicado históricamente French y Menz (1983), French *et al.* (1989), Marín y Pacheco (1991). Lo que sugiere que la distribución de la especie en esa zona se mantiene y/o que la autonomía de las embarcaciones no permite pescar más lejos.

Conclusiones

- La macarela presenta un crecimiento isométrico.
- Existen dos ciclos reproductivos para esta especie en aguas ecuatorianas, de agosto a octubre y de diciembre a abril, que se alcanzan a distinguir a través de los cambios del desarrollo de la gónada; el periodo de mayor productividad es de julio a octubre.
- *Scomber japonicus* es importante en los desembarques de la pesquería nacional de las especies de peces pelágicos pequeños; representa 43.1% del total capturado en el año 2013.
- Las principales zonas de pesca se localizan en el estuario externo del Golfo de Guayaquil, alrededor de la Puntilla de Santa Elena y frente a la provincia de Manabí, Ecuador.

Agradecimientos

Al Instituto Nacional de Pesca de Ecuador y al Proyecto SENESCYT “Valoración y Proyección de los Recursos Pesqueros y Acuícolas para el Fortalecimiento Económico y Social del Sector Pesquero Ecuatoriano 2013–2018”. A Natalia González, Viviana Jurado, Manuel Peralta y Cecilia Marín, del Instituto Nacional de Pesca y a María Georgina Gluyas Millán del Programa

Prometeo–SENESCYT, sus enseñanzas y acertadas observaciones.

Literatura citada

- Arriaga L, S Coello, L Maridueña. 1983. Escala de madurez sexual para los principales peces pelágicos en aguas ecuatorianas. *Revista de Ciencias del Mar y Limnología* 2(1): 68–78.
- Chirichigno N. 1974. Clave para identificar los peces marinos del Perú. *Informe Instituto del Mar del Perú* 44: 387.
- Collette BB, C Nauen. 1983. FAO Species catalogue. 2. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. Rome, FAO. *FAO Fisheries Synopsis* 125(2): 137.
- Corro-Espinosa D, JF Márquez-Farías, A Muhlia-Melo. 2011. Talla de madurez del tiburón bironche *Rhizoprionodon longurio* en el Golfo de California, México. *Ciencias Marinas* 37(2): 201–214.
- Cucalón E, J Chavarría, L Maridueña, Y de Maridueña, E Cavezas, D Burgos, E Zambrano, P Avila. 2000. La macarela (*Scomber japonicus*) en Ecuador: su biología, pesquería, dinámica poblacional y manejo. *Instituto Nacional de Pesca. Boletín Científico y Técnico* 18(1): 1–56.
- French S, A Menz. 1983. La pesquería para peces pelágicos en Ecuador y la distribución de las capturas en relación con factores ambientales. *Revista de la Comisión Permanente del Pacífico Sur* (Edición especial) 13: 65–82.
- French S, C Marín, J Pacheco. 1989. Estadísticas de captura de las principales especies pelágicas pequeñas y evaluación de las actividades de la flota sardinera ecuatoriana durante 1988. *Instituto Nacional de Pesca, Boletín Estadístico* 8(1): 23.
- García ML. 1983. Variabilidad en la distribución y abundancia de huevos y larvas de macarela (*Scomber japonicus peruanus*) y de algunos clupeidos en aguas ecuatorianas. En: GD Sharp, J Csirke (eds.). Actas de la consulta de expertos para examinar los cambios en la abundancia y composición por especies de recursos de peces neríticos. San José, Costa Rica. *FAO Informe de Pesca* 291(2): 151–178.
- Gluyas-Millán MG. 1989. Periodo de reproducción, distribución de tallas y relación longitud-peso de la macarela del litoral de Baja California. *Investigaciones Marinas CICIMAR* 4(1): 65–72.

- Gluyas-Millán MG, C Quiñónez-Velázquez. 1996. Evidencias de distintos grupos poblacionales de macarela *Scomber japonicus*. *Ciencias Marinas* 22(3): 377–395.
- González N. 2010. La pesquería de peces pelágicos pequeños en Ecuador durante 2009. *Instituto Nacional de Pesca. Boletín Científico y Técnico* 20(7): 1–17.
- González N, M Miranda. 1999. Edad y crecimiento de las especies: macarela (*Scomber japonicus*), sardina del sur (*Sardinops sagax*), pinchagua (*Opisthonema* spp.) y chuhueco (*Cetengraulis mysticetus*) en el Ecuador. Convenio UE-VECEP ALA 92/43, Proyecto evaluación de recursos pesqueros. *Instituto Nacional de Pesca, Boletín Científico y Técnico* 12(15): 1–23.
- Grove J, S Massay, S García. 1984. Peces de las islas Galápagos, Ecuador. *Instituto Nacional de Pesca, Boletín Científico y Técnico* 7(2): 157.
- Jurado V, A Romero. 2011. La pesquería de peces pelágicos pequeños en Ecuador durante 2010. *Instituto Nacional de Pesca, Boletín Científico y Técnico* 21(1): 1–19.
- Jurado V, N González. 2012. La pesquería de peces pelágicos pequeños en Ecuador durante 2011. *Instituto Nacional de Pesca, Boletín Científico y Técnico* 22(2): 1–30.
- Knaggs EH, RH Parrish. 1973. Maturation and growth of Pacific mackerel, *Scomber japonicus* Houttuyn. *California Fish and Game* 59(2): 114–120.
- Maddock DM, MP Burton. 1998. Gross and histological observations of ovarian development and related condition changes in American plaice. *Journal of Fish Biology* 53(5): 928–944.
- MAGAP, SRP. 2010a. Acuerdo Ministerial N° 018. Permisos de pesca industrial, especies y artes. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca. Ecuador. 23 de marzo de 2010.
- MAGAP, SRP. 2010b. Acuerdo Ministerial N° 047. Reforma al Acuerdo Ministerial N° 018. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca. Ecuador. 6 de mayo de 2010.
- Maridueña L, A Menz. 1986. Sinopsis de la biología de la caballa, *Scomber japonicus*, Houttuyn. En: OA Mathisen, I Tsukayama (eds.). Bases biológicas y marco conceptual para el manejo de los recursos pelágicos en el Pacífico Suroriental. *OLDEPESCA Documento de Pesca* No. 1: 50–53.
- Marín C, JL Pacheco. 1991. Estadísticas de captura de las principales especies pelágicas pequeñas y evaluación de las actividades de la flota sardinera durante 1990. *Instituto Nacional de Pesca, Boletín Estadístico* 10(1): 1–15.
- Matsui T. 1967. Review of the mackerel genera *Scomber* and *Rastrelliger* with description of a new species of *Rastrelliger*. *Copeia* 1967(1): 71–83.
- Menz A, S Pizarro de Rodríguez. 1988. La pesquería, biología y bionómica de la macarela (*Scomber japonicus* Houttuyn 1782) en Ecuador. *Instituto Nacional de Pesca, Boletín Científico y Técnico* 9(10): 1–48.
- Oliver MA, R Webster. 1990. Kriging: A method of interpolation for geographical information systems. *International Journal of Geographical Information System* 4(3): 313–332.
- Parrish RH, AD MacCall. 1978. Climatic variation and exploitation in the Pacific mackerel fishery. *California Department of Fish and Game, Fish. Bulletin* 167: 1–110.
- Pizarro de Rodríguez S. 1983. Estudio preliminar sobre la edad y crecimiento de *Scomber japonicus* Houttuyn en aguas ecuatorianas. *Revista de Ciencias del Mar y Limnología* 2(1): 79–95.
- Prado M. 2009. La pesquería de peces pelágicos pequeños en Ecuador durante el 2008. *Instituto Nacional de Pesca, Boletín Científico y Técnico* 20(4): 1–25.
- Ricker WE. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada* 191. 395p.
- Rojas MJR. 1997. Fecundidad y época reproductiva del pargo mancha *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 44(3): 477–487.
- Santos M, N González. 1992. Situación actual y perspectivas del recurso macarela (*Scomber japonicus*) en Ecuador. *Instituto Nacional de Pesca, Boletín Científico y Técnico* 12(2): 57–74.
- Vicuña H. 1991. Evaluación hidroacústica de recursos pesqueros pelágicos en el Archipiélago de Colón (cruce T91-04-02PG, 14 abril-15 mayo de 1991). *Instituto Nacional de Pesca, Boletín Científico y Técnico* 11(2): 1–33.
- Zar JH. 1999. *Biostatistical analysis*. Fourth edition. Prentice Hall, Englewood cliffs, New Jersey. 663p.

Recibido: 13 de octubre de 2015.

Aceptado: 7 de abril de 2016.