

26
26
26
26
26
26
26
26

CIENCIA PESQUERA



Ciencia Pesquera

VOL. 26 NÚM. 1

SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
TIERRA Y SEMBRADILLOS



VOL. 26 NÚM. 1
MAYO 2018

ISSN 0185-0334

Instituto
Nacional
de Pesca
y Acuicultura



Distribución de la captura de sardina monterrey (*Sardinops sagax*) en el golfo de California, durante las temporadas de pesca 2005-2006 a 2011-2012

Alma Elizabeth López-Lagunas*, María de los Ángeles Martínez-Zavala*[✉]
y Edgar E. Lanz-Sánchez**

Se presentan los resultados de la distribución de las capturas de la sardina monterrey (*Sardinops sagax*) en el golfo de California, de las temporadas de pesca 2005-2006 a 2011-2012. Durante este periodo, la captura de la sardina varió entre 86 470 t y 528 094 t; destacaron las capturas extraordinarias registradas en las temporadas 2007-2008 (488 639 t) y 2008-2009 (528 094 t), que fueron récords históricos consecutivos. En las temporadas 2005-2006 a 2009-2010, hubo una amplia distribución de la sardina en las áreas tradicionales de pesca (costa de Sonora) y fue notorio su movimiento migratorio estacional, debido a la presencia conjunta de vientos del noroeste en invierno y ambiente marino frío, que propiciaron condiciones favorables para esta sardina e incrementaron su disponibilidad a la flota, en particular durante 2007-2008 y 2008-2009. En las temporadas 2009-2010 a 2011-2012, con los cambios en las condiciones ambientales del golfo (vientos/surgencias y temperatura del mar), la disponibilidad y la distribución de la sardina presentaron alteraciones debido a modificaciones de sus movimientos migratorios en tiempo y espacio. La interacción entre los parámetros oceanográficos y ambientales con la población de la sardina monterrey es clara y determina, en gran medida, su distribución.

Palabras clave: Pesquería, sardina, disponibilidad, ambiente, pelágicos menores.

Distribution of the catch of sardine monterrey (*Sardinops sagax*) in the gulf of California, during fishing seasons 2005-2006 to 2011-2012

Results of catch distribution for the monterrey sardine (*Sardinops sagax*) in the gulf of California corresponding to seven fishing seasons are presented. During this period, sardine catch varied between 86 470 t and 528 094 t. Seasons 2007-2008 (488 639 t) and 2008-2009 (528 094 t) show extraordinary catches, which were consecutive historical records. In the first four seasons 2005-2006 to 2009-2010 there was a wide distribution of sardine in the traditional fishing grounds (coast of Sonora), and its seasonal migratory movement was remarkable, due to the joint presence of winds from the northwest in winter, and cold marine environment. This provided adequate conditions for this sardine, and increased their availability to the fleet, in particular during seasons 2007-2008 and 2008-2009. In the seasons of 2009-2010 to 2011-2012, with changes in the environmental conditions of the gulf (winds/upwelling and sea temperature), availability and distribution of the sardine monterrey presented alterations because its migratory movements were modified in time and space. There is a clear interaction between the oceanographic and environmental parameters with the sardine population which determines, to a large degree, its distribution.

Key words: Fishery, sardine, availability, environment, small pelagics.

Introducción

En México, la pesquería de pelágicos menores es la más importante en términos de volumen,

llegando a contribuir con más de 40% total de la captura nacional (SAGARPA 2013). Esta actividad se realiza en el noroeste mexicano, en donde destaca la pesquería del golfo de California, ya que registra los mayores volúmenes de captura, flota y planta industrial de su género, por lo que es una importante fuente de empleos directos e indirectos en la región (Cisneros-Mata *et al.* 1995, Nevárez-Martínez *et al.* 2014). Las capturas se destinan a la elaboración de harina y aceite de

* Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera de Guaymas, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Calle 20 No. 605 Sur, Guaymas 85400, Sonora, México. [✉] Responsable de la correspondencia: angeles.martinez@inapesca.gob.mx
** Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Guaymas. Km 4 Carretera al Varadero Nacional las Playitas, Guaymas 85480, Sonora, México.

pescado (85%) y a productos enlatados y congelados (15%). Esta pesquería es multiespecífica, la sardina monterrey *Sardinops sagax*¹ (Jenyns 1842) es la especie objetivo, por su calidad y su abundancia, y ha llegado a constituir más de 80% de las capturas anuales de pelágicos menores del golfo; la sardina crinuda *Opisthonema libertate* (Günther 1867) es la segunda especie en la pesquería, aunque durante este milenio, la macarela *Scomber japonicus* Houttuyn 1782, sardina japonesa *Etrumeus teres* (DeKay 1842), anchoveta norteña *Engraulis mordax* Girard 1854 y sardina bocona *Cetengraulis mysticetus* (Günther 1867) han aportado importantes volúmenes de captura (Nevárez-Martínez *et al.* 2014). Actualmente, la pesquería de sardina monterrey y sardina crinuda del Golfo de California están certificadas², de acuerdo con la evaluación independiente de Marine Stewardship Council (MSC).

La captura de peces pelágicos menores se realiza en embarcaciones mayores; las más comunes tienen entre 140 y 180 t de capacidad de bodega y están equipadas con red de cerco con jareta. La pesca se realiza durante el *oscuro*³ de cada ciclo lunar. La temporada de pesca inicia en el *oscuro de octubre* y finaliza en el *oscuro de septiembre*⁴ del año siguiente. La unidad de esfuerzo pesquero es el *viaje de pesca* y por lo regular el número de viajes depende de la cantidad de barcos y de la disponibilidad y/o abundancia del recurso (Cisneros-Mata *et al.* 1995, Lluch-Belda *et al.* 1996, Nevárez-Martínez *et al.* 2014).

La pesquería de pelágicos menores se estableció en el golfo de California a finales de los años sesenta, como consecuencia de la escasez del recurso en la región de Ensenada y del descubrimiento de cardúmenes de sardina dentro del golfo (Pedrín *et al.* 1973, Estrada-García *et al.* 1986⁵). En la historia de la pesquería se pueden identificar cinco etapas: *exploración* (1969-1970 a

1975-1976), *desarrollo* (1976-1977 a 1981-1982), *estabilización* (1982-1983 a 1988-1989), *descenso* (1989-1990 a 1992-1993) y de *recuperación* (desde 1993-1994), aunque con una alta variabilidad interanual (Cisneros-Mata *et al.* 1995, Nevárez-Martínez *et al.* 2014) (Fig. 1). Este comportamiento ha sido determinado principalmente por las capturas de sardina monterrey, ya que a pesar de ser una pesquería multiespecífica, hay una orientación primordial hacia esta sardina. La gran variabilidad de las capturas de sardina monterrey se destaca en la última década, con dos récords históricos consecutivos, de 488 639 t y 528 094 t (2007-2008 y 2008-2009), seguidos de una disminución paulatina de sus capturas, hasta llegar a menos de 5 000 t (2013-2014 y 2014-2015), para nuevamente registrar una recuperación gradual, con más de 100 000 t (2016-2017). Durante las bajas capturas de sardina monterrey, la pesquería es sostenida por las otras especies de pelágicos menores, en particular por la sardina crinuda (Nevárez-Martínez *et al.* 2014).

Entre las primeras investigaciones de pelágicos menores en el golfo están las realizadas por Sokolov (1973) y Sokolov y Wong-Ríos (1973), estos autores plantean un esquema migratorio de la sardina monterrey: durante el otoño, los adultos reproductores se desplazan desde isla Ángel de la Guarda y la isla Tiburón (región de las Grandes Islas) hacia el sur, por la costa oriental del golfo, para concentrarse en las áreas de desove, principalmente en Guaymas y Yavaros, donde permanecen hasta abril-mayo, para luego retornar en sentido contrario a la región de las Grandes Islas (zona de engorda), en donde permanecen hasta octubre-noviembre. Estos autores señalan que los vientos estacionales en el golfo tienen un papel importante en la migración, ya que durante el invierno y principios de primavera predominan los vientos del noroeste, promotores de la generación de surgencias en la costa oriental, que propician condiciones favorables para la sardina y otros pelágicos menores; mientras que en el verano predominan los vientos del sur (Roden 1964, Rosas-Cota 1977, Hamman *et al.* 1988, Soto-Mardones *et al.* 1999).

1. Sinonimia: *Sardinops caeruleus* (Girard 1856) (Whitehead y Rodríguez-Sánchez 1995).

2. <https://fisheries.msc.org/en/fisheries/small-pelagics-fishery-isonora-gulf-of-california/@@certificates>

3. Oscuro: periodo de pesca de aproximadamente 22 días centrado en la luna nueva

4. Desde el año de 2007 la temporada finaliza uno o dos oscuros antes, por acuerdo de suspensión de pesca CRIP - Guaymas.

5. Estrada-García J, MA Cisneros-Mata, F Páez-Barrera, JP Santos-Molina. 1986. Informe de la temporada de pesca 1984/85 del recurso sardina del Golfo de California. Informe de

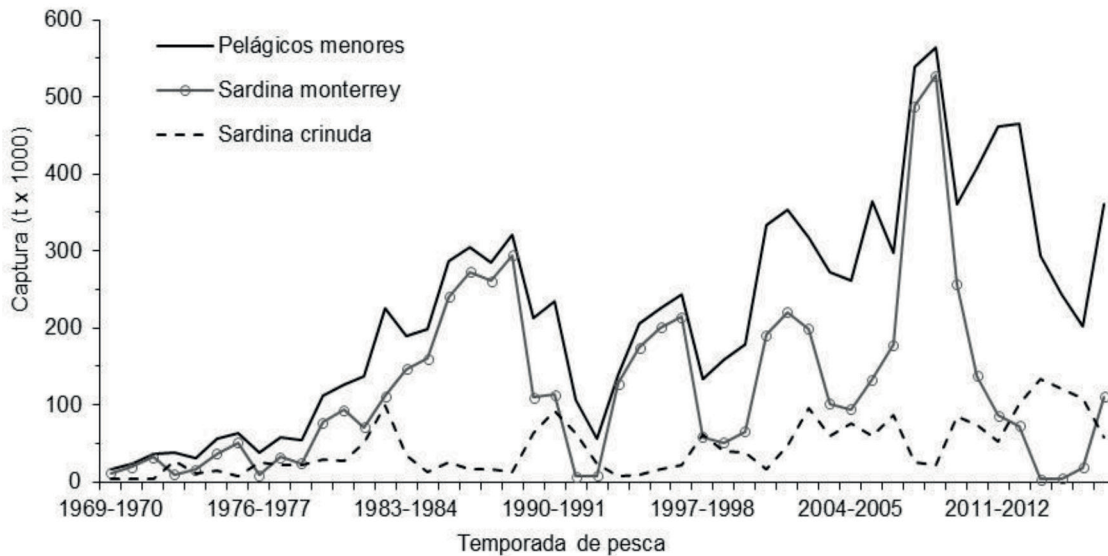


Fig. 1. Capturas de pelágicos menores (incluye todas las especies), de sardina monterrey y sardina crinuda, en el golfo de California, temporadas de pesca 1969-1970 a 2016-2017.

Robles y Marinone (1987) señalan la fuerte señal estacional de la temperatura superficial en la cuenca de Guaymas, donde las condiciones de invierno se extienden de diciembre a abril y las de verano de junio a octubre, con transiciones en mayo y noviembre, este cambio en el ambiente marino se acopla con el régimen de vientos y el movimiento migratorio de la sardina. Asimismo, la región de las Grandes Islas es una zona de alta productividad, sobre todo en el canal de Ballenas-Salsipuedes, debido a la permanente e intensa mezcla de aguas que la mantienen como zona de aguas más frías, por lo que es considerada como zona de refugio y dispersión de la sardina monterrey, principalmente en condiciones adversas (Estrada-García *et al.* 1986⁵, Lluch-Belda *et al.* 1996, Nevárez-Martínez *et al.* 2001). Posteriormente, el esquema migratorio de la sardina monterrey (Sokolov 1973, Sokolov y Wong 1973) fue replanteado por Cisneros-Mata *et al.* (1989⁶, 1991⁷), que señalan que una fracción de

la población se desplaza hacia el sur por la costa occidental del golfo, a la altura de Santa Rosalía, y después cruza el golfo hacia costas de Sonora.

En la escala interanual, los eventos El Niño y La Niña constituyen la variación ambiental más importante en el golfo (Soto-Mardones *et al.* 1999), y estos eventos anómalos pueden alterar la distribución y la disponibilidad de los pelágicos menores (Estrada-García *et al.* 1986⁵, Lluch-Belda *et al.* 1995, Green-Ruíz *et al.* 2009, Jacob-Cervantes 2010, Nevárez-Martínez *et al.* 2014) y, en particular, de la sardina monterrey, al ocasionar movimientos de contracción o expansión en el golfo, de acuerdo con las condiciones ambientales imperantes (Lluch-Belda *et al.* 1986, Cisneros-Mata *et al.* 1987⁸, Nevárez-Martínez *et al.* 2001, Martínez-Zavala *et al.* 2010). La distribución de sardina crinuda también registra alteraciones durante el evento El Niño, pero favorables, ya que se registra un aumento en su abundancia y su disponibilidad en las costas de Sonora y, por lo tanto, incrementa su captura, por lo que se refleja en una tendencia inversa con las capturas de sardina monterrey (Estrada-García *et al.* 1986⁵, Lluch-Belda

6. Cisneros-Mata MA, GJ Estrada, JP Santos-Molina, A Godínez-Cota y CE Alvarado. 1989. Diagnóstico de la pesquería de sardina en el estado de Sonora. Temporada 1987-1988. Informe Técnico (documento interno). CRIP - Guaymas, Instituto Nacional de la Pesca. 70p.

7. Cisneros-Mata MÁ, MO Nevárez-Martínez, G Montemayor-López, JP Santos-Molina y R Morales-Azpeitia. 1991. Pesquería de sardina en el Golfo de California 1988/89 -1989/90. Informe Técnico (documento interno). CRIP - Guaymas, Instituto Nacional de la Pesca. 80p.

8. Cisneros-Mata MÁ, JP Santos-Molina, JA de Anda-Montañez, A Sánchez-Palafox, JJ Estrada-García. 1987. Pesquería de sardina en el noroeste de México (1985/1986). Informe de Investigación (documento interno). CRIP - Guaymas, Instituto Nacional de la Pesca. 79p.

et al. 1986, Cisneros-Mata *et al.* 1987⁸, 1997⁹, López-Martínez *et al.* 1999, Nevárez-Martínez *et al.* 2008, Martínez-Zavala *et al.* 2000¹⁰).

Las poblaciones de pelágicos menores se caracterizan por su alta variabilidad poblacional, que está muy relacionada con el ambiente, lo que ocasiona cambios en su distribución y su abundancia y, por ende, cambios en su disponibilidad para la flota pesquera, lo que le da incertidumbre a la actividad pesquera (Sokolov y Wong 1973, Cisneros-Mata *et al.* 1995, Lluch-Belda *et al.* 1996, Nevárez-Martínez *et al.* 2001, 2008).

Por lo anterior, entender los diferentes factores que intervienen en esta importante actividad económica es relevante. Este trabajo tiene el propósito de caracterizar la distribución de las capturas de la sardina monterrey en el golfo de California, y debido a su relación con el ambiente, se describen algunos factores ambientales y oceanográficos como: temperatura superficial del mar (anomalías), régimen de vientos y surgencias.

Materiales y métodos

El golfo de California es un mar angosto y semicerrado considerado una gran cuenca de evaporación en comunicación abierta con el océano Pacífico en su región sur (Bray 1988); se localiza entre la península de Baja California y los estados de Sonora y Sinaloa, entre los 23° y 32° N y entre los 106° y 115° O.

Captura

La información se obtuvo a partir de los *avisos de arribo* proporcionados por las oficinas federales de pesca de Guaymas y Huatabampo, en Sonora, de la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura

(CONAPESCA), y consistió en los datos de captura de sardina monterrey en toneladas (t) y su zona de captura, de las temporadas de pesca 2005-2006 a 2011-2012, que se cuantificó por *área de pesca*, por oscuro/mes y por temporada, utilizando el programa Excel. Las áreas de pesca son las establecidas y utilizadas para la pesquería de pelágicos menores por el Programa Pelágicos Menores del Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) de Guaymas; desde hace 30 años (Cisneros-Mata *et al.* 1987⁸), las áreas de pesca se ubican en ambas costas del golfo de California: cinco en costas de Sonora, cinco en costas de la península de Baja California y una en la costa del norte de Sinaloa (Fig. 2). Se utilizó el programa Excel para esquematizar la distribución de las capturas; para una mejor visualización, las áreas se ordenaron de norte a sur en un mismo eje: primero las áreas de la costa de Sonora (I, III, V, VII y IX), seguidas del área del norte de Sinaloa (X) y después las áreas de la costa peninsular (II, IV, VI, VIII y XI); se hizo referencia a cada área con la localidad más conocida de la misma (Fig.3).

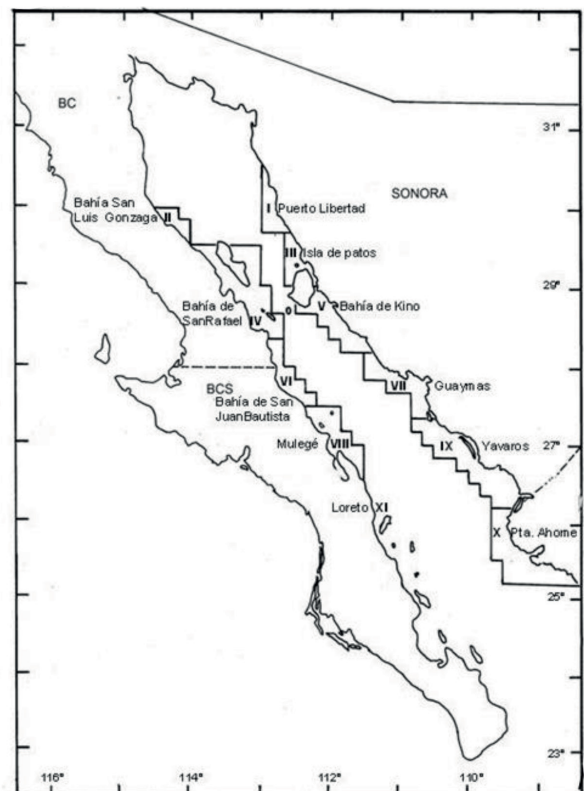


Fig. 2. Áreas de pesca de la pesquería de pelágicos menores en el golfo de California.

9. Cisneros-Mata MÁ, MO Nevárez-Martínez, MÁ Martínez-Zavala, ML Anguiano-Carrasco, JP Santos-Molina, AR Godínez-Cota, G Montemayor-López. 1997. Diagnóstico de la Pesquería de Pelágicos Menores del golfo de California de 1991/92 a 1995/96 (documento interno) CRIP - Guaymas, Instituto Nacional de la Pesca. 59p.
10. Martínez-Zavala MÁ, MÁ Cisneros-Mata, ML Anguiano-Carrasco, JP Santos-Molina, MO Nevárez-Martínez, AR Godínez-Cota y G Montemayor-López. 2000. Diagnóstico de la pesquería de pelágicos menores del Golfo de California de 1996/97 y 1997/98. Informe de Investigación (documento interno). CRIP - Guaymas, Instituto Nacional de la Pesca. 52p.

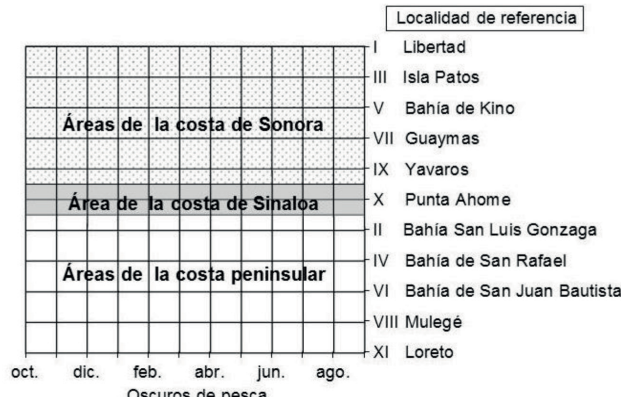


Fig. 3. Esquema de las áreas de pesca de la pesquería de pelágicos menores en el golfo de California, ordenadas convencionalmente.

Ambiente

Para el periodo de estudio se realizaron registros diarios de la temperatura superficial del mar (TSM) en la Bahía de Guaymas con un termómetro de cubeta (precisión ±0.5 °C). Debido a que las anomalías de la temperatura superficial del mar pueden proporcionar mayor información, se utilizó únicamente este indicador. Para ello se obtuvieron las diferencias del promedio mensual, con respecto al promedio histórico del mismo mes. Para obtener el promedio histórico de cada mes, se tomó la serie de datos mensuales de temperatura superficial del mar, de 1952 a 2012, del Servicio Mareográfico Nacional de la Universidad Nacional Autónoma de México (Grivel-Piña y Grivel-Villegas 1991) y la base de datos de TSM que registra el CRIP Guaymas; se utilizó el mismo ciclo anual de una temporada de pesca, que es de octubre a septiembre.

Se obtuvieron registros diarios de la dirección y la intensidad del viento de la Estación del Servicio Meteorológico Nacional de Empalme, Sonora. Se determinó el régimen estacional de los vientos dominantes (*VD*) por mes, que consiste en los vientos más frecuentes del mes.

El índice de surgencia (*IS*) se obtuvo a partir de los vientos dominantes mensuales y de acuerdo con Bakun (1973, 1975), que se basa en la teoría de transporte de masas de Ekman debido a la tensión del viento sobre la superficie marina. El vector tensión del viento (\vec{T}) se obtuvo mediante la siguiente ecuación:

$$\vec{T} = P_a C_d |\vec{V}| \vec{V} \tag{Ec. 1}$$

Donde: P_a = densidad del aire (1.22 kg/m³)
 C_d = coeficiente empírico de arrastre (0.0013)
 \vec{V} = vector componente de la velocidad del viento
 $|\vec{V}|$ = magnitud de vector de la velocidad del viento

El transporte de masas Ekman (\vec{M}) se obtuvo con la siguiente ecuación:

$$\vec{M} = \frac{1}{f} \vec{T} k \tag{Ec. 2}$$

Donde \vec{T} = vector de tensión
 f = parámetro de Coriolis
 k = dirección de vector unitario vertical

El parámetro de Coriolis (f) depende de la latitud del área y fue calculado como:

$$f = 2\Omega \text{sen}(\phi) \tag{Ec. 3}$$

Donde Ω = velocidad angular de la rotación de la tierra (7.2921*10⁵ rad/s)
 ϕ = 28° (latitud de Guaymas)

El índice de surgencia (*IS*) se obtuvo como el componente perpendicular de transporte de masas de Ekman (\vec{M}) y fue calculado mediante la siguiente ecuación:

$$IS = \vec{M} \cos(\alpha) \tag{Ec. 4}$$

Donde α es el ángulo que representa la diferencia del ángulo de la línea de costa y la dirección del viento (Mendo *et al.* 1987, De Anda-Montañez 1994). Este índice es expresado en unidades de metros cúbicos por segundo (m³/s) por cada 100 m de costa, pero de manera convencional en el texto se referirá sólo a m³/s.

Resultados

Captura

Durante el periodo de estudio, la flota estuvo conformada por de 36 a 50 barcos que realizaron de 2 500 a 3 700 viajes de pesca y reportaron captura de alguna de las especies de pelágicos menores. La captura total anual de los pelágicos menores varió entre 297 867 t y 564 298 t, de

las cuales la sardina monterrey cuantificó entre 86 470 t y 528 094 t (Tabla 1). La sardina monterrey mostró un incremento, con capturas que aumentaron de 133 567 t a 178 205 t, en las temporadas 2005-2006 y 2006-2007, para continuar con un incremento notable de 488 639 t y 528 094 t, en 2007-2008 y 2008-2009, que representaron más de 90% de la captura total de pelágicos menores, estableciendo récords históricos consecutivos; posteriormente las capturas disminuyeron de forma gradual de 256 409 t a 86 470 t en las temporadas 2009-2010 a 2011-2012. Aunque disminuyeron las capturas de sardina monterrey, la pesquería fue sustentada con el resto de las especies de pelágicos menores, en particular sardina crinuda, sardina bocona y anchoveta, que incrementaron sustancialmente sus capturas (Fig. 4).

Tabla 1

Capturas totales (t) de pelágicos menores (incluye todas las especies) y de sardina monterrey, en el golfo de California, temporadas 2005-2006 a 2011-2012

Temporada de pesca	Pelágicos menores	Sardina monterrey
2005-2006	365 164	133 567
2006-2007	297 867	178 205
2007-2008	538 669	488 639
2008-2009	564 298	528 094
2009-2010	360 952	256 409
2010-2011	407 114	138 068
2011-2012	461 058	86 470



Fig. 4. Captura total (t) de peces pelágicos menores, en el golfo de California de las temporadas de pesca 2005-2006 a 2011-2012.

Distribución de la captura

Durante el periodo de estudio, las capturas de sardina monterrey se registraron en la mayoría de las áreas de pesca, aunque las del norte y el

sur de la península, Bahía San Luis Gonzaga (II), Punta Ahome (X) y Loreto (XI), registraron escasas o nulas capturas.

Las áreas de mayor importancia fueron la V (Bahía de Kino) y VIII (Mulegé), seguidas de las áreas IX (Yavaros) y VII (Guaymas) (Fig. 5a). En estas áreas, la flota sardinera realizó la mayor frecuencia de viajes y, por consiguiente, obtuvo las mayores capturas, por lo que se observa una tendencia similar entre el esfuerzo (viajes de pesca) y la captura (Fig. 5b). Es importante mencionar que durante las temporadas 2010-2011 y 2011-2012, con registros de bajas capturas de sardina monterrey, la flota orientó su esfuerzo hacia el resto de las especies de pelágicos menores, en particular la sardina crinuda, por lo que sus mayores actividad y captura se registraron en la costa sur de Sonora (VII y IX).

Temporada 2005-2006

En octubre, las capturas se registraron en la región de las Grandes Islas (III, IV y V), aunque el área III fue la de mayor volumen (2 854 t). Durante esta temporada, las capturas se registraron en todas las áreas de la costa de Sonora, principalmente en los oscuros de otoño-primavera, aunque Bahía de Kino mantuvo las capturas durante todo el ciclo. En la costa peninsular se obtuvieron capturas durante primavera-verano en las áreas IV y VI, aunque los mayores volúmenes se registraron en el verano. Los núcleos de mayor captura se registraron en las áreas de Guaymas (VII) en noviembre, Agiabampo (IX) en diciembre, isla Patos (III) y Bahía de Kino (V) en mayo, en bahía de San Rafael (IV) en junio y julio, con capturas de entre 7 200 y 8 700 t; dos concentraciones menores se presentaron en Puerto Libertad (I) en enero (5 400 t) y en bahía de San Juan Bautista (VI) en septiembre (6 530 t) (Fig. 6a).

Temporada 2006-2007

En octubre, las mayores capturas se registraron en las áreas IV y VI en Baja California (2 820 a 4 280 t) y, de manera incipiente, en áreas de Sonora (III y V). Similar a lo registrado en la temporada anterior, las capturas se registraron en todas las áreas de la costa de Sonora, en las áreas de Bahía de Kino (V) e isla Patos (III) du-

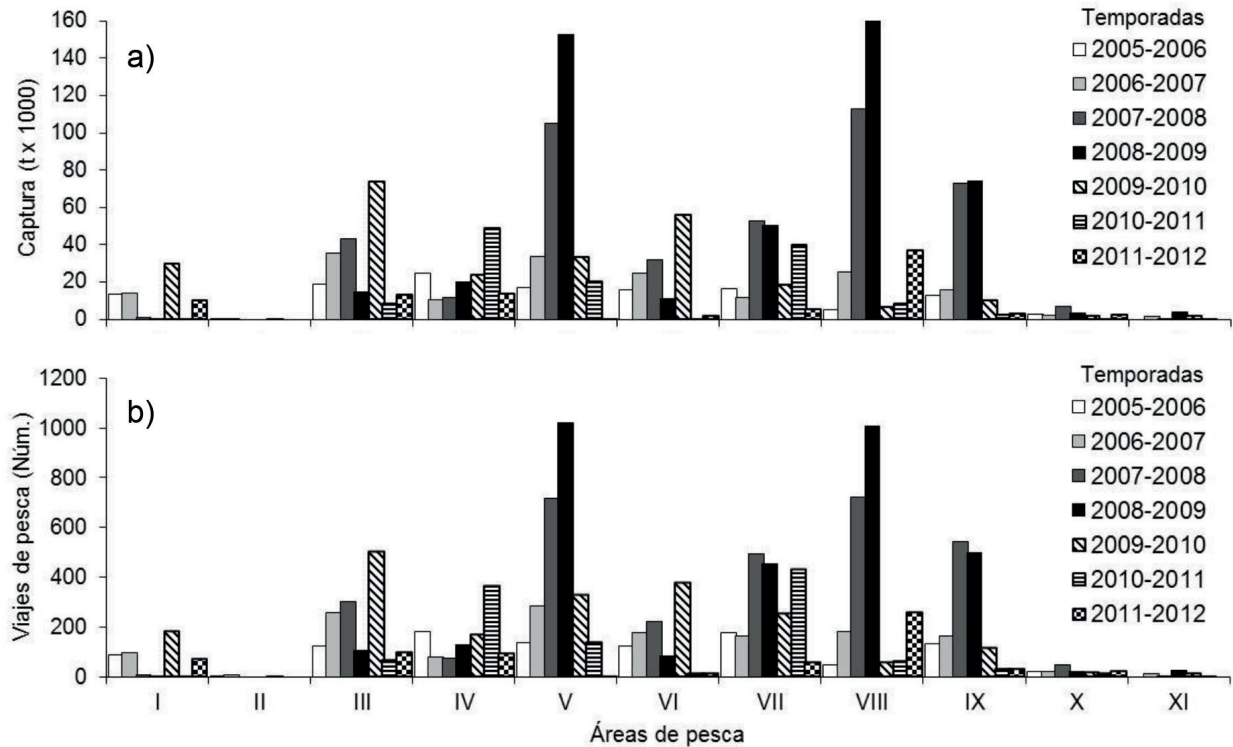


Fig. 5. a) Captura total (t) de sardina monterrey, b) viajes de pesca (núm.) con captura de sardina monterrey. Por áreas de pesca, durante las temporadas de pesca 2005-2006 a 2011-2012.

rante todo el ciclo, mientras que Guaymas (VII), Agiabampo (IX) y La Libertad (I) en los oscuros de otoño-primavera, principalmente. En la costa peninsular, las capturas se concentraron en las áreas centrales (VI y VIII), sobre todo en primavera-verano, y en bahía San Rafael (IV) en otoño-primavera. Los núcleos de mayores capturas se registraron en las áreas de Bahía de Kino (V) en noviembre-diciembre, en isla Patos (III) en abril-junio y en Agiabampo (IX) en enero, con capturas de entre 6 000 y 7 700 t. En la península, las áreas de bahía de San Juan Bautista (VI) y Mulegé (VIII) registraron las mayores descargas en julio, con 11 300 y 11 140 t, respectivamente. Se registró una menor concentración de captura en bahía de San Rafael (IV) de 4 300 t al inicio de la temporada (octubre) (Fig. 6b).

Temporada 2007-2008

Esta temporada se destacó por registrar altos volúmenes de descargas. El ciclo inició con altas capturas en el área VI (6 729 t) en Baja California y en menor proporción en las áreas III y V en Sonora. Las capturas se registraron en la costa de

Sonora durante toda la temporada, aunque las mayores capturas se obtuvieron durante los oscuros de otoño-invierno. En la costa peninsular en las áreas IV, VI y VIII, la mayoría de las capturas se realizó durante primavera-verano. Los núcleos de captura se destacaron en las áreas de Bahía de Kino (V) en noviembre-diciembre (27 000 a 36 000 t), Mulegé (VIII) en junio-agosto (20 000 a 54 000 t) y Agiabampo (IX) en febrero (17 700 t). Otras concentraciones menores se registraron en la costa de Sonora (9 000 a 15 000 t), en varios de los oscuros de invierno-primavera y en bahía de San Rafael (IV) en agosto 5 470 t (Fig. 6c).

Temporada 2008-2009

En esta temporada se mantuvieron las altas capturas de sardina monterrey. El ciclo inició con capturas en áreas de la región de las Grandes Islas (III, IV y V) y en el área VI, con las mayores capturas en las áreas III (4 669 t) y VI (2 617 t); también hubo escasos registros en las áreas I, VII y IX. Durante la mayor parte de la temporada se destacó la amplia distribución de la sardina en la costa de Sonora, aunque la mayoría de las capturas

se realizó en las áreas del centro-sur durante otoño-primavera. En la costa peninsular, la actividad pesquera se concentró principalmente en primavera-verano en el área de Mulegé (VIII). Nuevamente se destacó el área de Bahía de Kino (V) con capturas hasta de 45 500 t en varios oscuros de otoño-primavera; asimismo, Mulegé (VIII) sobresalió por las altas descargas en mayo (59 000 t) y junio (71 000 t); seguidas por Agiabampo (IX) con volúmenes desde 18 800 a 29 000 t en enero-febrero. Algunas concentraciones menores se registraron en bahía de San Rafael (IV) en julio (13 640 t), así como en otras áreas de la costa de Sonora, con capturas variables (Fig. 6d).

Temporada 2009-2010

En octubre, la mayor captura se registró en el área VI (5 654 t) en Baja California y, de manera incipiente, en áreas de las grandes islas: IV y III. En la costa de Sonora, el área de isla Patos (III) registró capturas durante toda la temporada y obtuvo los mayores volúmenes, seguida en importancia, tanto en permanencia como en captura, por las áreas cercanas: La Libertad (I) y Bahía de Kino (V); mientras que las áreas de Guaymas (VII) y Agiabampo (IX), aunque registraron capturas durante la mayor parte de la temporada, éstas fueron de menores volúmenes. En la costa peninsular, las capturas se obtuvieron principalmente en las áreas IV y VI en primavera-verano. Los núcleos de mayores capturas en Sonora presentaron un incremento gradual, de sur a norte, en las áreas de Bahía de Kino (diciembre), isla Patos (marzo-abril) y Puerto Libertad (junio), de 11 300 t a 17 800 t; pero fue el área de bahía de San Juan Bautista (VI) la que presentó la mayor captura por oscuro (mayo: 37 960 t). Se registraron concentraciones menores en bahía de San Rafael (IV) en julio, Guaymas (VII) en abril, Agiabampo (IX) en enero y Mulegé (VIII) en febrero, las cuales variaron entre 4 370 t y 7 900 t (Fig. 6e).

Temporada 2010-2011

La temporada inició con bajas capturas, menores a 340 t, en áreas de ambas costas del golfo: V y VII en Sonora y en VI en Baja California. En la costa de Sonora, la distribución de las capturas fueron escasas y dispersas durante la mayor par-

te de la temporada, con excepción de las áreas de isla de Patos (III), Bahía de Kino (V) y Guaymas (VII), durante abril-junio. En la costa de la península, la captura se realizó en bahía San Rafael (IV) y Mulegé (VIII), principalmente en verano. Las mayores concentraciones de captura se registraron en: Guaymas (VII) con 25 000 t (mayo) y bahía de San Rafael (IV) con 30 400 t (julio) y una concentración menor en Mulegé (VIII) con 7 550 t (junio) (Fig. 6f).

Temporada 2011-2012

Esta temporada se destaca por presentar escasos volúmenes de pesca, de manera similar a la temporada anterior; en octubre sólo se registraron escasas capturas, menores a 500 t, en las áreas IV y VI en Baja California. Continuó la distribución escasa y dispersa de las capturas en la costa de Sonora durante la mayor parte de la temporada, las mayores se registraron en invierno y en primavera-verano. En la costa de la península, las capturas se registraron en bahía San Rafael (IV) y Mulegé (VIII), principalmente en primavera-verano. Los núcleos de captura en esta temporada fueron de escasos volúmenes: Puerto Libertad (I) de 7 500 t (febrero) e isla Patos (III) de 3 820 t y 3 400 t (mayo y julio); en la costa de la península, bahía de San Rafael (IV) tuvo capturas de 7 100 t (junio) y Mulegé (VIII) de 17 650 t (abril-mayo) (Fig. 6g).

En general, la distribución de captura de sardina monterrey se registró principalmente en los oscuros de otoño hasta finales de primavera en Sonora y a finales de primavera-verano en áreas de la península durante las temporadas de pesca 2005-2006 a 2008-2009; mientras que en las temporadas 2009-2010 a 2011-2012 hubo alteraciones en su distribución habitual (Figs. 6, 7a y 7b). En 2005-2006 y 2006-2007, la sardina se distribuyó en la costa de Sonora (I, III, V, VII y IX) durante los oscuros de otoño-primavera, con incremento de captura de una temporada a otra, que resultó en una distribución con mayores volúmenes y más extensa en tiempo; en la costa peninsular, durante el verano 2006, la captura se registró en las áreas IV y VI, pero en el verano de 2007 se mantuvieron capturas en la costa central de Baja California (VI y VIII). En las temporadas 2007-2008 y 2008-2009, con el incremento sustancial de las capturas, la distribución fue más

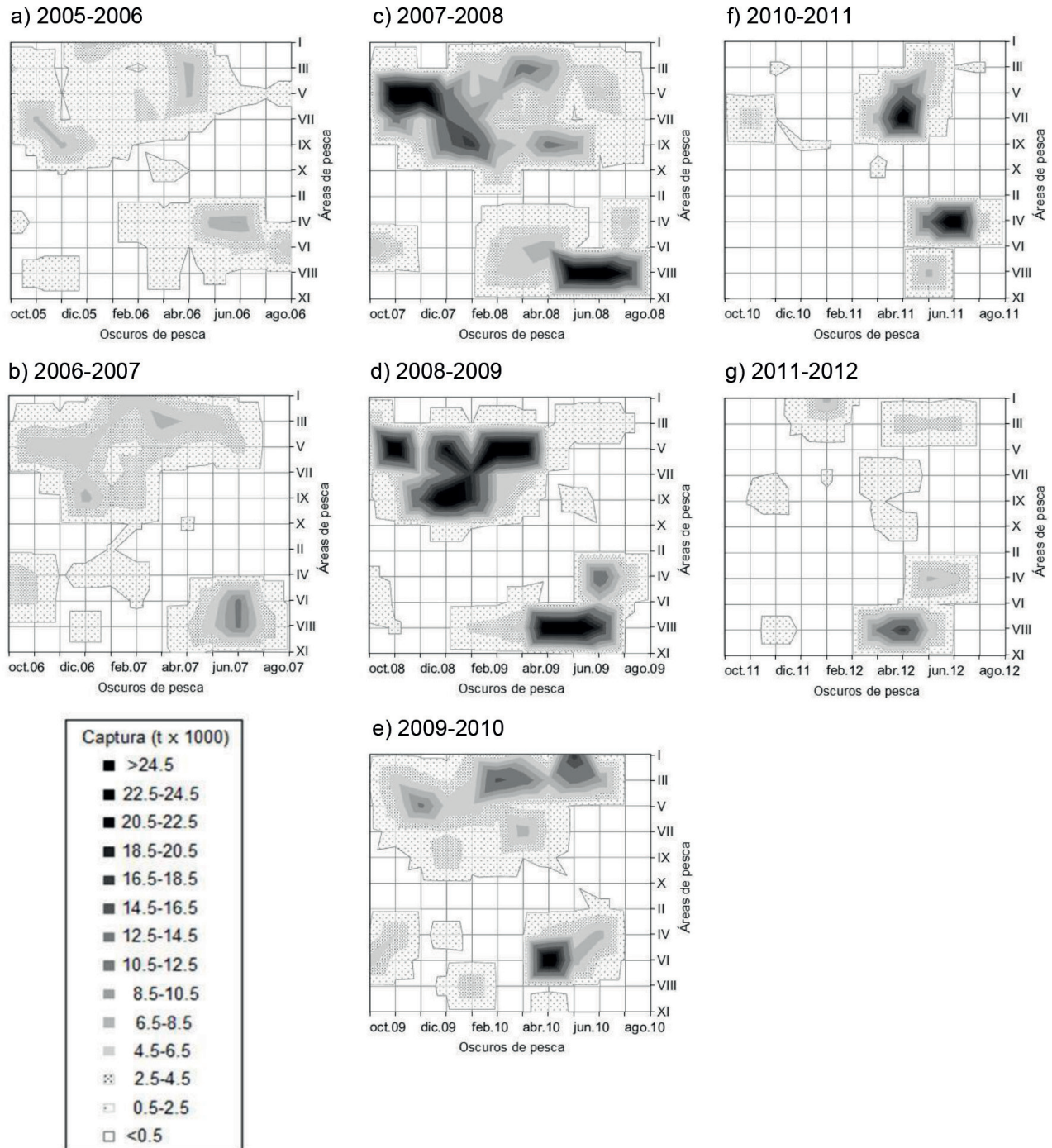


Fig. 6. Distribución de la captura (t) de sardina monterrey durante las temporadas de pesca 2005-2006 a 2011-2012.

amplia y se destacaron las áreas de la costa centro-sur de Sonora (V, VII y IX), así como la permanencia de la sardina durante la primavera-verano en la costa central de la península (VIII). En la temporada 2009-2010 se presentó un cambio en la distribución de las capturas,

ya que, aunque se mantuvo la disponibilidad de la sardina en la costa centro-sur de Sonora (V, VII y IX) durante otoño-primavera, las mayores capturas se distribuyeron en áreas del norte (I y III) durante todo el ciclo; mientras que en la costa de la península se registraron capturas importantes

en el área central (VI) a finales de primavera y verano. En 2010-2011, la disponibilidad y las capturas de la sardina fueron menores, ya que se distribuyó escasamente en las costas de Sonora durante otoño-invierno, aunque se presentaron dos repuntes de las capturas, uno en las áreas del centro de Sonora (V y VII), durante primavera, y otro en la costa peninsular (VIII) durante el verano. En la temporada 2011-2012 continuaron las alteraciones en la distribución de las capturas de sardina, y también presentó dos repuntes: uno al norte de Sonora (I) en invierno y otro en las áreas centrales de la península (VIII y VI) durante primavera-verano.

Ambiente

El comportamiento de la temperatura superficial del mar en el golfo está principalmente determinado por las estaciones climáticas del año, por lo que los registros de temperatura superficial del mar mostraron una alternancia de periodos cálidos y fríos, con las menores temperaturas en invierno (14.8-18.0 °C) y las mayores en verano (31.3-32.1 °C). Durante octubre de 2005 a abril de 2006 se registraron anomalías negativas con valores de -0.1 hasta -3.3 °C. Le siguió un periodo ligeramente cálido que abarcó más de un año, de mayo de 2006 a junio de 2007, con las mayores anomalías positivas cuyos valores oscilaron entre +1.2 a +1.6 °C, con excepción de enero de 2007 (-1.8 °C). Posteriormente se presentó un periodo frío, de julio de 2007 a noviembre de 2008, con anomalías negativas de hasta -1.7 °C, a excepción de noviembre 2007 (+1.1 °C). El periodo siguiente, de diciembre de 2008 a marzo de 2010, fue ligeramente cálido, con anomalías positivas en la mayoría de los meses, con valores de +0.3 °C a +2.0 °C y, por último, se presentó un amplio periodo de condiciones frías, de abril de 2010 a septiembre de 2012, con anomalías negativas que variaron entre -0.3 y -3.4 °C (Fig. 7c).

Las surgencias en la costa de Sonora generalmente se presentan de mediados de otoño hasta principios de primavera, con picos máximos en los meses de invierno. En las temporadas 2005-2006 a 2007-2008 se presentaron tres máximos con valores de 131 a 226 m³/s, abarcando tres o cuatro meses continuos (noviembre-diciembre a febrero-marzo), cuyos valores decrecieron de

forma gradual en los inviernos de cada temporada: 103-226 m³/s (2005-2006), 105-148 m³/s (2006-2007) y 89-131 m³/s (2007-2008) (Fig. 7d). En las temporadas 2008-2009 y 2009-2010 se registraron surgencias menores con valores de 54-70 m³/s (diciembre a febrero) y 50-79 m³/s (diciembre, enero y marzo), respectivamente. En 2010-2011 sólo se cuantificaron surgencias en el mes de enero con un valor de 106 m³/s. En la temporada 2011-2012 se mantuvieron los valores altos de entre 105-118 m³/s, con una duración de dos meses (enero y febrero).

El régimen de vientos del noroeste fue variable durante el periodo de estudio. En las temporadas 2005-2006 y 2006-2007 dominaron en cuatro meses, de noviembre a febrero y de diciembre a marzo, respectivamente. En 2007-2008 y 2008-2009 disminuyó la dominancia a tres meses, de diciembre a febrero, pero aunque éstos no predominaron durante octubre y noviembre, hubo cierta frecuencia de vientos de componente norte de manera continua. En 2009-2010 continuó la variación de vientos, con una ligera reducción de los del noroeste durante el invierno, con dominancias en enero y diciembre, aunque se mantuvo cierta frecuencia de los vientos con componente norte durante invierno-primavera. En las temporadas 2010-2011 y 2011-2012 se acentuó la alteración del típico patrón de vientos, con el predominio de los del suroeste en todo el ciclo, ya que incrementaron su frecuencia; sólo durante enero-diciembre y enero (2012) de cada ciclo fueron ligeramente dominantes los del noroeste.

Discusión

La distribución de las capturas de sardina monterrey mostró gran variación, en tiempo y espacio, durante el periodo analizado, en gran parte influenciada por la variabilidad ambiental (De Anda-Montañez *et al.* 1994, Lluch-Belda *et al.* 1996, Cisneros-Mata *et al.* 1997^o, Nevárez-Martínez *et al.* 2001, 2008). Esta variabilidad ambiental incluyó varios eventos anómalos consecutivos que se presentaron durante el periodo de estudio, que también se reflejó en la magnitud de las capturas, que variaron entre 86 470 t y 528 094 t, así como en su distribución. Se registró una concordancia con la actividad de la flota, medida

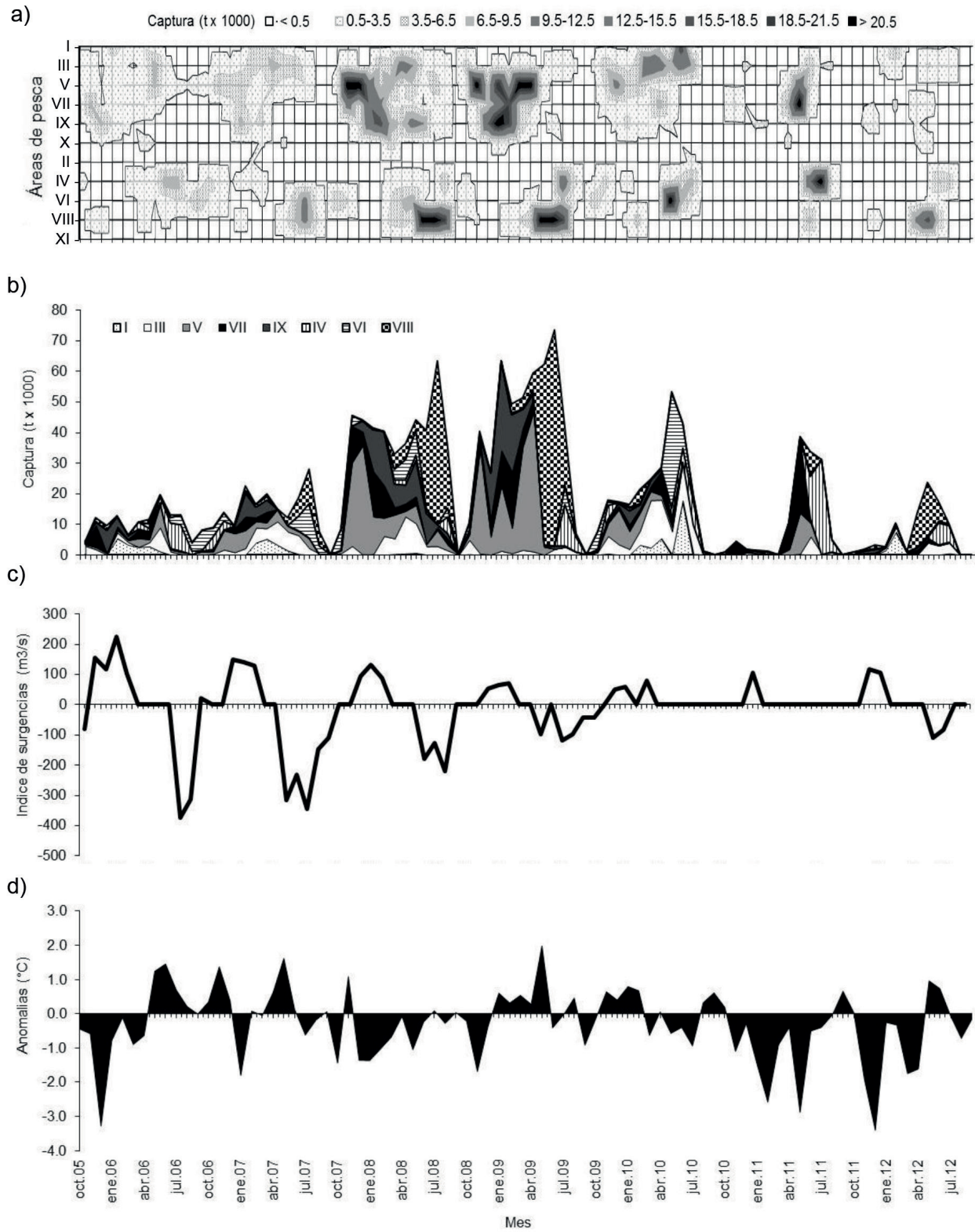


Fig. 7. a) Distribución de la captura de sardina monterrey por oscuro, b) captura de sardina monterrey por oscuro, c) índice de surgencias, d) anomalía de la temperatura superficial del mar de la bahía de Guaymas. Temporadas de pesca 2005-2006 a 2011-2012.

como el número de viajes y las capturas, ya que a mayor disponibilidad de la sardina se incrementó la actividad de la flota y, por consiguiente, sus capturas, y viceversa (Cisneros-Mata *et al.* 1995, Nevárez-Martínez *et al.* 2014).

Durante la temporada 2005-2006 y 2006-2007, la captura de la sardina tuvo una amplia distribución en la costa de Sonora debido a su alta disponibilidad para la flota sardinera, principalmente en otoño-primavera. En estas dos temporadas, aunque hubo variación de vientos, se presentaron los típicos vientos del noroeste en invierno y surgencias con valores relativamente altos (103 a 226 m³/s); asimismo, se registraron condiciones frías seguidas de cálidas, influenciadas por los eventos débiles consecutivos de La Niña y El Niño, que al parecer no afectaron de manera evidente la distribución de la sardina. Se ha reportado que los eventos El Niño y La Niña débiles a moderados no afectan demasiado la población de sardina monterrey (Martínez-Zavala *et al.* 2010).

Las temporadas 2007-2008 y 2008-2009 se destacaron por registrar altos volúmenes de capturas (488 639 t y 528 094 t) debido a que se incrementaron la distribución y la disponibilidad de la sardina en la costa de Sonora, así como en la costa peninsular; en ambas temporadas, las áreas de mayor importancia/captura fueron Mulegé y Bahía de Kino. Se presentó el patrón típico de vientos del noroeste que permitió la formación de surgencias moderadas (54 a 131 m³/s); asimismo, en la mayor parte del ciclo se registraron condiciones frías debido a la continuidad del evento débil La Niña. En estas temporadas se conjugó la presencia del típico patrón de vientos del noroeste en invierno y condiciones frías, y con ello hubo las condiciones óptimas para la disponibilidad, abundancia y distribución de la sardina en gran parte del golfo (Estrada-García *et al.* 1986⁵, Nevárez-Martínez *et al.* 2001, 2008). Estas condiciones óptimas favorecieron la disponibilidad de la sardina para la flota pesquera, que derivó en capturas elevadas, acompañadas de un incremento del esfuerzo pesquero.

En la temporada 2009-2010 se registró una disminución en las capturas (256 409 t), pero hay que considerar que siguió a capturas históricas extraordinarias, que difícilmente se repetirán

a corto plazo (Nevárez-Martínez *com. pers.*¹¹), y que son mayores a las de las dos temporadas anteriores a éstas. La flota mantuvo disponibilidad durante la mayor parte del ciclo, pero con un cambio en la distribución y, aunque se mantuvieron capturas en la costa centro-sur de Sonora, las mayores capturas se registraron en las áreas de las Grandes Islas (III, IV y V) y áreas cercanas (I y VI). El patrón de vientos registró ligeras alteraciones, con variación de vientos dominantes, aunque mantuvo surgencias moderadas (50 a 79 m³/s); asimismo, se registraron condiciones cálidas en la mayor parte de la temporada, influenciada por El Niño; este ambiente afectó ligeramente la distribución de la sardina.

En las temporadas 2010-2011 y 2011-2012, las capturas mantuvieron su tendencia decreciente debido a la baja disponibilidad de la sardina en la mayor parte del golfo, por lo que se registraron alteraciones en la distribución típica de la sardina, con capturas escasas, discontinuas y dispersas, con algunas capturas obtenidas en algunas de las áreas de la región de las Grandes Islas (III, IV y V) y/o en la costa central peninsular (VIII) durante primavera o verano. En estos dos ciclos, las condiciones ambientales continuaron siendo desfavorables debido a que continuó la alteración del régimen de vientos, con vientos muy variables y reducción de la frecuencia de vientos del noroeste, con la consecuente reducción temporal de las surgencias. Lo que, al parecer, limitó la producción de alimento adecuado para la sardina monterrey, de manera que no se distribuyó en áreas habituales de pesca, aunque hubo condiciones frías, debido a la presencia del evento moderado La Niña. Se ha reiterado que se requiere la presencia combinada del típico patrón de vientos del noroeste en invierno (surgencias) y condiciones frías, para que se den las condiciones adecuadas para la distribución típica de la sardina (Estrada-García *et al.* 1986⁵, Nevárez-Martínez *et al.* 2001, 2008).

En general, el movimiento migratorio estacional de la sardina monterrey fue evidente en las temporadas de pesca 2005-2006 a 2008-2009, al desplazarse la sardina del norte hacia al sur y distribuirse en la costa de Sonora durante otoño-

11. Manuel O. Nevárez Martínez, Investigador Titular "C", Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera – Guaymas (INAPESCA), Sonora, México.

primavera, y en la región de las Grandes Islas a finales de primavera y verano (Sokolov 1973, Cisneros-Mata *et al.* 1991⁷, Hamman *et al.* 1988), aunque es importante destacar la permanencia de la sardina en la costa central de la península, durante primavera-verano, principalmente en el área de Mulegé (VIII), el área de San Juan Bautista también fue importante en algunas temporadas. Lo cual corresponde al planteamiento de que una fracción poblacional de la sardina monterrey realizan movimientos migratorios hacia el sur por la costa peninsular (Cisneros-Mata *et al.* 1991⁷), lo cual ha sido reportado en otros trabajos (Nevárez-Martínez *et al.* 1993¹², Cisneros-Mata *et al.* 1997⁹, Martínez-Zavala *et al.* 2000¹⁰, 2006¹³). Se ha señalado que el intervalo de distribución de la sardina se expande cuando la abundancia incrementa (Nevárez-Martínez *et al.* 2001), lo que explica la permanencia notable de la sardina en la costa central de la península durante el invierno y el verano de 2008 y 2009. En la temporada 2009-2010, con la presencia de condiciones cálidas de El Niño, la migración típica de la sardina fue modificada ligeramente, ya que se registró un desplazamiento menor de ésta en las costas centro-sur de Sonora, y se mantuvo la mayor fracción poblacional en las áreas del norte de Sonora (I y III) durante toda la temporada, donde se registraron las mayores capturas. Mientras que en 2010-2011 y 2011-2012 se registró una mayor alteración del movimiento migratorio, con una reducida distribución de la sardina en la costa centro-sur de Sonora, ya que la mayor fracción poblacional se mantuvo en áreas del norte (I, III, IV).

Se ha documentado que la distribución y la abundancia de la sardina monterrey en el golfo están determinadas por el patrón de vientos (surgencias) y temperatura del mar (Nevárez-Martínez *et al.* 2001). En particular, Nevárez-Martínez *et*

al. (2008) mostraron que debe haber una combinación de variables ambientales, surgencias moderadas (60-80 m³/s), temperatura del mar (23.5-24.5 °C) y un esfuerzo pesquero de entre 8 500 y 9 000 viajes de pesca, para obtener altas capturas o captura por unidad de esfuerzo, señalando que estas variables ambientales pueden ser consideradas como condiciones óptimas, y mostraron sus efectos en forma domo, lo cual puede ser interpretado en términos del concepto *ventana ambiental óptima* (Cury y Roy 1989).

Faure y Cury (1997) mencionan que debido a que las estadísticas de captura generalmente son la única fuente de datos colectada en la mayoría de las zonas pesqueras por largos periodos de tiempo, los datos pesqueros pueden ser utilizados como un aproximado de la productividad biológica de cualquier especie y, por tanto, refleja cambios en su abundancia. Por lo anterior, el monitoreo de la pesquería (estadística de captura) debe considerarse una actividad importante en el estudio de los pelágicos menores.

Se ha reiterado que esta estrecha relación con la variabilidad ambiental se refleja en su disponibilidad para la flota pesquera, en tiempo y espacio y, por consiguiente, en sus capturas (Lluch-Belda *et al.* 1986, Hammann *et al.* 1988, Nevárez-Martínez *et al.* 2001). El presente trabajo permitió realizar una caracterización general de la distribución de las capturas de la sardina monterrey en el golfo de California y describir variaciones importantes, en tiempo y espacio, que se relacionan con la variabilidad ambiental (vientos/surgencias y temperatura del mar). La interacción entre los parámetros oceanográficos y ambientales con la sardina monterrey es clara e influye, en gran medida, en la dinámica del recurso, particularmente en su distribución.

Conclusiones

- La distribución y la captura de sardina monterrey mostró gran variabilidad, en tiempo y espacio, en gran parte influenciada por la variabilidad ambiental.
- En las temporadas 2007-2008 y 2008-2009 se registraron capturas récord extraordinarias consecutivas, favorecidas por óptimas condiciones ambientales.

12. Nevárez-Martínez MO, R Morales-Azpeitia, MÁ Martínez-Zavala, JP Santos-Molina, MÁ Cisneros-Mata. 1993. Pesquería de pelágicos menores en el golfo de California. Temporada 1990/1991. Informe Técnico (documento interno). CRIP - Guaymas, Instituto Nacional de la Pesca. 70p.

13. Martínez-Zavala MÁ, MO Nevárez-Martínez, ML Anguiano-Carrasco, JP Santos-Molina y AR Godínez-Cota. 2006. Diagnóstico de la pesquería de pelágicos menores en el Golfo de California, temporadas de pesca 1998/99 a 2002/03. Informe Técnico (documento interno). CRIP - Guaymas, Instituto Nacional de la Pesca. 94p.

- Los movimientos migratorios estacionales de la sardina monterrey, acoplados con procesos atmosféricos y oceanográficos (temperatura superficial del mar y régimen de vientos-surgencias) pueden ser alterados por la variabilidad ambiental, y ello se refleja en la disponibilidad y la distribución de la sardina, así como en sus capturas.

Agradecimientos

Al Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura por el apoyo otorgado por medio del proyecto “La pesquería de peces pelágicos menores, su variabilidad y su relación con la variabilidad ambiental y la pesca”. A las oficinas federales de pesca de Guaymas y Huatabampo, Son., por proporcionar los avisos de arribo. A la estación del Servicio Meteorológico Nacional de Empalme por facilitar los registros de vientos. A los compañeros del CRIAP-Guaymas por su colaboración en algunas actividades. A Manuel O. Nevárez Martínez por sus comentarios y sugerencias al manuscrito. A los revisores anónimos por las observaciones y sugerencias al manuscrito.

Literatura citada

- Bakun A. 1973. Coastal Upwelling Indices, West coast of North America 1946-71. *NOAA Technical Report NMFS SSRF*, 103p.
- Bakun A. 1975. Daily and weekly upwelling indices, west coast of North America, 1967-73. *NOAA Technical Report NMFS SSRF*-693, 124p.
- Bray N A. 1988. Thermohaline circulation in the Gulf of California. *Journal Geophysical Research* 93: 4993-5020.
- Cisneros-Mata MÁ, MO Nevárez-Martínez, MG Hammann. 1995. The rise and fall of the Pacific sardine, *Sardinops sagax caeruleus* Girard, in the Gulf of California, México. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports* 36: 136-143.
- Cury P, C Roy. 1989. Optimal environmental window and pelagic upwelling areas. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 46(4): 670-680.
- De Anda-Montañez JA, JC Seijo, S Martínez. 1994. Reclutamiento y variabilidad ambiental en la pesquería de sardina monterrey (*Sardinops sagax*) del Golfo de California, México. *Investigación Pesquera* 38: 23-36.
- Faure V, P Cury. 1997. Pelagic fisheries and environmental constraints in upwelling áreas; how much is possible? In: Durand MH, P Cury, R Mendelssohn, C Roy, A Bakun, D Pauly (eds.). *Global versus Local Changes in upwelling Systems*. Paris. ORSTOM pp: 391-407.
- Green-Ruiz YA, CE Cotero-Altamirano. 2009. Spawning biomass of the northern anchovy (*Engraulis mordax*) in the Gulf of California during 1992. *Ciencia Pesquera* 17(1): 27-36.
- Grivel-Piña F, F Grivel-Villegas. 1991. *Variaciones del nivel medio, temperatura y salinidad del mar*. Datos geofísicos, Serie A, Oceanografía 6. Instituto de Geofísica, UNAM. 67p.
- Hammann MG, T Baumgartner, A Badan-Dangon. 1988. Coupling of the Pacific sardine (*Sardinops sagax caeruleus*) life cycle with the Gulf of California pelagic environment. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports* 29: 102-109.
- Jacob-Cervantes ML. 2010. La pesquería de pelágicos menores en el sur del Golfo de California. Análisis de pesca 2008. *Ciencia Pesquera* 18(2): 47-58.
- López-Martínez J, MO Nevárez-Martínez, RE Molina-Ocampo, FA Manrique-Colchado. 1999. Traslado en el tipo y tamaño de presa que forman la dieta de la sardina monterrey *Sardinops caeruleus* (Girard 1856), la sardina crinuda *Opisthonema libertate* (Günther 1867) y la anchoveta norteña *Engraulis mordax* (Girard 1856) en el Golfo de California. *Ciencias Marinas* 25(4): 541-556.
- Lluch-Belda D, FJ Magallón, RA Schwartzlose. 1986. Large fluctuations in the sardine fishery in the Gulf of California: possible causes. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports* 27: 136-140.
- Lluch-Belda D, J Arvizu, S Hernández-Vázquez, DB Lluch-Cota, CA Salinas-Zavala, T Baumgartner, G Hammann, A Cota-Villavicencio, CE Cotero-A, W García-Franco, O Pedrín-Osuna, Y Green-Ruiz, S Lizárraga-Saucedo, MÁ Martínez-Zavala, R Morales-Azpeitia, MO Nevárez-Martínez, JP Santos-Molina, RI Ochoa-Báez, R Rodríguez-Sánchez, JR Torres-Villegas, F Páez-Barrera. 1996. La pesquería de sardina y anchoveta. En: *Pesquerías Relevantes de México*. Tomo I. SEPESCA, Instituto Nacional de la Pesca. México, pp: 419-535.
- Martínez-Zavala MÁ, MO Nevárez-Martínez, ML Anguiano-Carrasco, JP Santos-Molina, AR Godínez-Cota. 2010. Captura de peces pelágicos menores en el golfo de California, temporada de pesca 2007-2008. *Ciencia Pesquera* 18(2): 5-18.
- Mendo J, L Pizarro, S Castillo. 1987. Monthly turbulence and Ekman transport indexes 1953 to

- 1985, based on local wind records from Trujillo and Callao, Peru. *En: D Pauly, I Tsukayama (eds.). The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: three decades of change. ICLARM Studies and Reviews* 15: 75-88.
- Nevárez-Martínez MO, MÁ Cisneros-Mata, D Lluch-Belda. 2008. Las capturas de sardina monterrey *Sardinops sagax* (Jenyns 1842) y su relación con el medio ambiente y el esfuerzo pesquero. *En: J López-Martínez (ed.). Variabilidad ambiental y pesquerías de México.* Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, México, pp: 183-200.
- Nevárez-Martínez MO, D Lluch-Belda, MÁ Cisneros-Mata, JP Santos-Molina, MÁ Martínez-Zavala, SE 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.
- Nevárez-Martínez MO, MÁ Martínez-Zavala, ML Jacob-Cervantes, CE Cotero-Altamirano, JP Santos-Molina, A Valdez-Pelayo. 2014. Peces pelágicos menores (*Sardinops sagax*, *Opisthonema* spp., *Scomber japonicus*, *Engraulix mordax*, *Centengraulis mysticetus*, *Etrumeus teres*, *Trachurus symmetricus*, *Oligoplites* spp.). *En: L Beléndez-Moreno, E Espino-Barr, G Galindo-Cortes, MT Gaspar-Dillanes, L Huidobro-Campos, E Morales-Bojórquez (eds.). Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo.* Instituto Nacional de Pesca, México. pp: 83-137.
- Pedrín OA, VA Sokolov, D Molina V. 1973. Las capturas comerciales por unidad de esfuerzo de la pesquería de sardina monterrey en el Golfo de California de 1968 a 1972. Programa de Investigaciones y Fomento Pesqueros, México/ PNUD/FAO. Contribuciones al Estudio de las Pesquerías de México. CEPM 3: 1-23.
- Robles JM y SG Marinone. 1987. Seasonal and interannual thermohaline variability in the Guaymas Basin of the Gulf of California. *Continental Shelf Research* 7(7): 715-733p.
- Roden GI. 1964. Oceanographic aspects of the Gulf of California. *En: TH Van Andel, GG Shore Jr (eds.). Marine Geology of the Gulf California. American Association of Petroleum Geologists Memoir* 3: 30-58.
- Rosas-Cota A. 1977. Corrientes Geostróficas en el Golfo de California en la superficie y a 200 metros, durante las estaciones de invierno y verano. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports* 19(1): 89-106.
- SAGARPA. 2013. *Anuario estadístico de pesca 2013.* Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca-SAGARPA. México.
- Sokolov VA. 1973. Investigaciones biológico pesqueras de los peces pelágicos del golfo de California. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports* 17(1): 92-96.
- Sokolov VA, M Wong-Ríos. 1973. Informe científico de las investigaciones sobre los peces pelágicos del Golfo de California (sardina, crinuda y anchoveta) en 1971. Contribuciones al estudio de las Pesquerías de México, CEPM 2. Programa de Investigaciones y Fomento Pesqueros, México/ PNUD/FAO. Instituto Nacional de la Pesca. México. 41p.
- Soto-Mardones L, SG Marinone, A Parés-Sierra. 1999. Variabilidad espaciotemporal de la temperatura superficial del mar en el Golfo de California. *Ciencias Marinas* 25(1): 1-30.
- Valdéz-Holguín JE, JR Lara-Lara. 1987. Productividad primaria en el golfo de California, efectos del evento El Niño 1982-1983. *Ciencias Marinas* 13(2): 34-50.
- Whitehead PJP, R Rodríguez-Sánchez. 1995. Clupeidae. *En: Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Vertebrados. Parte 1.* Roma, FAO. II: 1015-1026.

Recibido: 11 de julio de 2017.

Aceptado: 11 de abril de 2018.