

Captura de peces pelágicos menores en el golfo de California, temporada de pesca 2007-2008

María de los Ángeles Martínez-Zavala,* Manuel O. Nevárez-Martínez,*
Myrna L. Anguiano-Carrasco,* J. Pablo Santos-Molina* y Ángel R. Godínez-Cota*

Se describen algunos aspectos biológico pesqueros de la captura de pelágicos menores durante la temporada de pesca 2007-2008. La captura total fue muy elevada (538 669 t) y la mayor parte estuvo constituida por sardina monterrey *Sardinops sagax* (90.7%). El esfuerzo pesquero fue de 3 861 viajes, la eficiencia promedio de 79%, la CPUE nominal de 139.5 t-viaje⁻¹ y la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) estándar de 106.0 t-viaje⁻¹. La actividad pesquera estuvo determinada por la disponibilidad y la abundancia, en tiempo y espacio, de la sardina monterrey. El golfo de California presentó condiciones favorables (ambiente frío y vientos del NO en invierno y SO en verano) para esta especie, lo que resultó en alta disponibilidad, abundancia y captura. El monitoreo de la pesquería, el recurso y el ambiente, permite contar con un panorama general y expectativas de corto plazo de esta actividad.

Palabras clave: sardina monterrey, pesquería, esfuerzo, reproducción.

Commercial catch small pelagic fishes in the gulf of California, fishery season 2007-2008

Biological and fishery aspects of the catch of small pelagic fish during 2007-2008 fishing season were described. Total catch was very high (538 669 t), and it was mostly Pacific sardine *Sardinops sagax* (90.7%). Fishing effort was of 3 861 trips, average efficiency of 79%, nominal CPUE of 139.5 t-trip⁻¹ and standard CPUE 106.0 t-trip⁻¹. Fishery activity was determined by the availability and abundance of Pacific sardine in time and space. The gulf of California showed favorable conditions (cold weather and NW winds in winter and SW in summer) for Pacific sardine, resulting in high availability, abundance and capture. Monitoring of the fishery, the resource and the environment, allows to have an overview and short-term expectations of this activity.

Key words: Pacific sardine, fishery, effort, distribution, spawning.

Introducción

Los peces pelágicos menores son un importante recurso pesquero, en 2008 el grupo de arenques, sardinas y anchovetas representó más de 20% de la producción mundial (FAO, 2009). En México, su pesca se realiza básicamente en el noroeste del país y destaca por sus altas capturas, que en 2008 aportaron 47.5% (827 000 t) de la producción nacional (SAGARPA, 2009), de las cuales la mayor proporción (70.3%) correspondió a la flota que opera en el golfo de California y que descarga en los puertos de Guaymas y Yavaros, Sonora. La pesquería de pelágicos menores en

este Golfo es una actividad económica relevante en la región, cuenta con la mayor flota y planta industrial de su género en el país, por lo que es una fuente de empleos importante. El producto se destina para la elaboración de harina y aceite de pescado (85%), así como de productos enlatados y congelados (15%) (Nevárez-Martínez *et al.*, 2006).

La temporada de pesca comprende un ciclo anual, de octubre a septiembre, inicia en el *oscuro de pesca*¹ de octubre, cuando inicia el desplazamiento de los primeros cardúmenes de sardina monterrey *Sardinops sagax*² (Jenyns, 1842) a lo

* Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas, Instituto Nacional de Pesca-SAGARPA. Calle 20 No. 605 Sur, Guaymas 85400, Sonora, México. angmzzz@prodigy.net.mx

1. *Oscuro de pesca*: periodo de pesca que abarca aproximadamente 22 días, centrado en luna nueva de cada mes.
2. Sinonimia: *Sardinops caeruleus* (Girard, 1856) (Whitehead y Rodríguez-Sánchez, 1995).

largo de la costa de Sonora (Sokolov, 1974; Cisneros-Mata *et al.*, 1987³; Nevárez-Martínez *et al.*, 1996). Esta especie es el objetivo de la flota y en general conforma más de 70% de las descargas, por lo que determina las variaciones de la producción total; sin embargo, la pesquería es multiespecífica porque también se captura sardina crinuda *Opisthonema libertate* (Günther, 1867), macarela *Scomber japonicus* Houttuyn, 1782, anchoveta norteña *Engraulis mordax* Girard, 1954, sardina japonesa *Etrumeus teres* (DeKay, 1842), la anchoveta llamada comúnmente sardina bocona *Cetengraulis mysticetus* (Günther, 1867), sardina piña *Oligoplites* sp., así como una pequeña cantidad de otras especies denominadas comúnmente como “revoltura”.

La pesquería 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 (Sokolov y Wong, 1973). En el análisis de la serie de captura se pueden identificar cinco etapas: 1) *Exploración*, de 1969/1970 a 1975/1976; 2) *Desarrollo*, de 1976/1977 a 1981/1982; 3) *Estabilización*, de 1982/1983 a 1988/1989; 4) *Descenso*, de 1989/1990

a 1992/1993; y 5) *Recuperación*, desde 1993/1994 a 2002/2003 (Cisneros-Mata *et al.*, 1995; Nevárez-Martínez *et al.*, 2006) (Fig. 1). Las variaciones en el tamaño poblacional de la sardina monterrey están muy relacionadas con el ambiente, cuyos cambios se reflejan en su abundancia y la disponibilidad a la flota pesquera y, por consiguiente, en sus capturas (Lluch-Belda *et al.*, 1986; Cisneros-Mata *et al.*, 1987³, 1996; Hammann *et al.*, 1988; Nevárez-Martínez *et al.*, 2001).

La sardina monterrey presenta un movimiento migratorio estacional acoplado con procesos atmosféricos y oceanográficos que ocurren en el golfo de California (Sokolov, 1974; Cisneros-Mata *et al.*, 1987³; Nevárez-Martínez, 2000). En general, los cardúmenes de sardina inician su desplazamiento hacia el sur a finales de otoño, cuando inician los vientos del noroeste, generadores de surgencias, y que provocan el enfriamiento de las aguas costeras de Sonora y Sinaloa. A finales de la primavera, cuando cambia la dirección de los vientos (suroeste) y la temperatura del mar se eleva, la sardina inicia el movimiento de retorno hacia el norte; durante el verano, el recurso se concentra en el área del canal de Ballenas-Salsipuedes (Sokolov, 1974; Cisneros-Mata *et al.*, 1987³). La región de las Grandes Islas (Ángel de la Guarda y Tiburón) es considerada como el centro de dispersión de la sardina monterrey, en particular la zona del canal de Ballenas-Salsipuedes. Esta área se caracteriza por la presencia permanente de surgencias debido a su topografía, lo que da lugar a una alta concentración de alimento y a

3. CISNEROS-MATA, M.Á., J.P. Santos-Molina, J.A. de Anda, A. Sánchez-Palafox y J.J. Estrada-García. 1987. Pesquería de sardina en el noroeste de México (1985/1986). Informe de Investigación (documento interno). Instituto Nacional de la Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera-Guaymas. 79p.

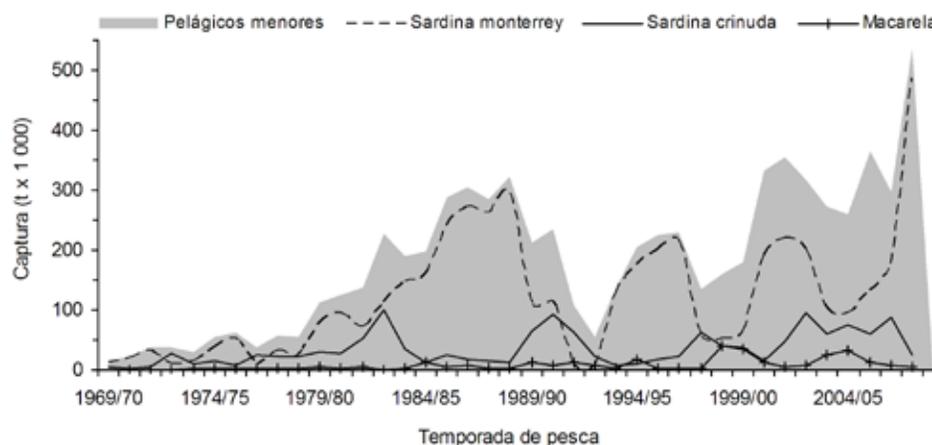


Fig. 1. Capturas de pelágicos menores en el golfo de California, temporadas de pesca 1969-1970 a 2007-2008.

las temperaturas más bajas en el Golfo (Sokolov, 1974; Molina-Valdéz *et al.*, 1984⁴; Lluch-Belda *et al.*, 1996; Soto-Mardones *et al.*, 1999; Nevárez-Martínez *et al.*, 2001).

En la escala interanual, la variación ambiental más importante en el Golfo es causada por los eventos El Niño y La Niña (Soto-Mardones *et al.*, 1999), cuyos efectos pueden alterar la distribución, la abundancia y la disponibilidad de la sardina monterrey en las zonas tradicionales de pesca; al ocasionar movimientos de contracción o expansión, de acuerdo a las condiciones ambientales imperantes; mientras que la sardina crinuda presenta un comportamiento contrario al de la sardina monterrey, lo que se refleja en la tendencia inversa de las capturas de ambas especies (Lluch-Belda *et al.*, 1986, 1996; Cisneros-Mata *et al.*, 1987⁵, 1997⁵; Hammann *et al.*, 1988; Martínez-Zavala *et al.*, 2000⁶).

Este trabajo tiene por objetivo describir las variaciones de la captura y el esfuerzo, así como de la distribución de los peces pelágicos menores en el golfo de California durante la temporada de pesca 2007-2008. Debido a su relación con el ambiente, se consideran dos variables ambientales (temperatura superficial del mar y viento), asimismo, se realiza una descripción de la estructura de tallas y época reproductiva de estos peces, en particular de la sardina monterrey. Esto con la finalidad de describir las características biológicas de las poblaciones explotadas, así como para tener un panorama general y generar

expectativas, en el corto plazo, de la situación de la pesquería.

Materiales y métodos

El golfo de California es un mar angosto y semi-cerrado, 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. La flota sardinera opera en la mayor parte de las costas del Golfo, excepto en el Alto Golfo y el sur de la costa este de la península de Baja California, pero las áreas de pesca visitadas con más frecuencia están en la región de las Grandes Islas y la costa centro-sur de Sonora (Fig. 2).

Captura y esfuerzo

La información de la captura (t) por especie, así como del número de barcos y de viajes realizados a las áreas de pesca, provino de los avisos de arribo de las descargas de la temporada 2007-2008, proporcionados por las oficinas federales de pesca de SAGARPA de los puertos de Guaymas y Huatabampo, Sonora. El esfuerzo nominal (E) se consideró como la cantidad de viajes con producto, y la captura por unidad de esfuerzo nominal ($CPUE_N$) como la relación entre la captura y el esfuerzo nominal. La eficiencia operativa promedio (E%) se estableció como la relación entre la capacidad de bodega del barco y la captura obtenida, expresada como un porcentaje de llenado. La flota sardinera está constituida por barcos de 23 a 35 m de eslora y de 110 a 300 t de capacidad de bodega (CB) (Nevárez-Martínez *et al.*, 2006), por lo que se agruparon en seis categorías de acuerdo con su CB: C (101-120 t), D (121-140 t), E (141-160 t), F (161-180 t), H (201-220 t), I (+220 t). Para estandarizar el esfuerzo (f) y obtener la captura por unidad de esfuerzo estandarizada ($CPUE_{STD}$), se utilizó el poder de pesca (PP) que compara la $CPUE_N$ de las embarcaciones de cada categoría, con una $CPUE_N$ en particular en este caso con la de la categoría D (Ehrhardt, 1981).

4. MOLINA-VALDÉZ, D., F. Paéz, F.J. Magallón, F.A. Castro y C. Castro. 1984. Análisis biológicos pesquero de la pesquería de sardina en el puerto de Guaymas, Sonora. Informe de Investigación (documento interno). Instituto Nacional de la Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera-Guaymas. 276p.
5. CISNEROS-MATA, M.Á., M.O. 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 de Investigación (documento interno). Instituto Nacional de la Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera-Guaymas. 59p.
6. 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 de Investigación (documento interno). Instituto Nacional de la Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera-Guaymas. 52p.

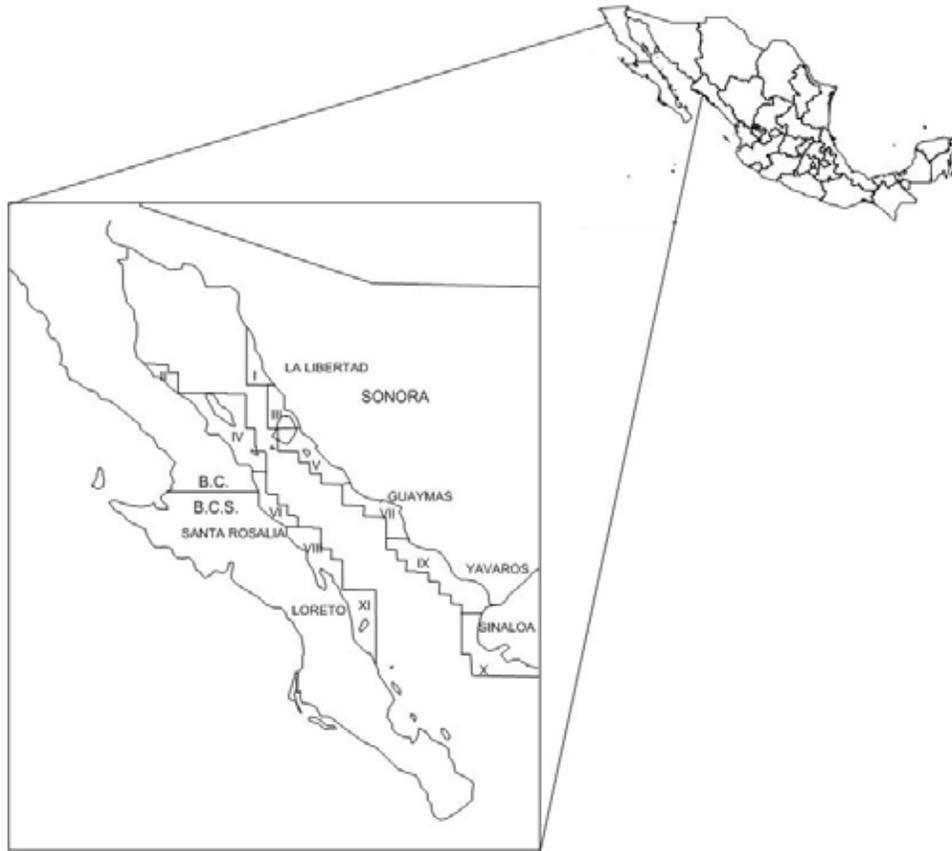


Fig. 2. Áreas de pesca de la flota sardinera en el golfo de California.

Ambiente

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), y se obtuvieron promedios y anomalías mensuales, estas últimas son las diferencias de la media mensual con respecto al promedio del mismo mes del periodo 1952-2008, para ello se contó con una serie histórica mensual de TSM de la Estación del Mareógrafo en Guaymas del Instituto de Geofísica-UNAM y de los registros diarios realizados por el personal del Centro Regional de Investigación Pesquera del Instituto Nacional de Pesca (CRIP Guaymas-INAPESCA). También se recopilaron los registros diarios de dirección e intensidad ($m \cdot s^{-1}$) del viento de la Estación del Servicio Meteorológico Nacional de Empalme, Sonora, para determinar la dirección dominante o más frecuente de cada mes (VD), así como sus anomalías mensuales; estas últimas se calcularon como las diferencias de la frecuencia de vientos de cada mes con respecto al valor promedio de

la última década del mismo mes (1999-2008). Se realizó un monitoreo de las condiciones atmosféricas y oceanográficas del Pacífico central, en relación con el evento El Niño (La Niña), mediante la consulta del reporte mensual del Climate Prediction Center-NCEP-NOAA⁷.

Recurso biológico

Se tomaron muestras de 10 kg de peces directamente de la bodega de los barcos que descargaron en los puertos de Guaymas y Yavaros⁸. Se registró la distribución de frecuencia de la longitud patrón (LP) de los ejemplares, en intervalos de clase de 5 mm; se tomaron cinco de los individuos que conformaban cada uno de estos

7. Climate Prediction Center/NCEP/NOAA. El Niño/Southern Oscillation (ENSO): Diagnostic Advisory. October 2007 to September 2008. <http://www.cpn.ncep.noaa.gov>

8. Parte de la información proviene de los muestreos que realiza la empresa Yavaros Industrial, S.A. de C.V. en sus descargas.

intervalos, para identificar el sexo y, en el caso de las hembras, su estadio de madurez gonádica, de acuerdo con la escala morfocromática de Nikol'sky (1963), modificada por Cisneros-Mata *et al.* (1987³) que considera seis fases: Estadio 0 (indiferenciados), I (inmaduros), II (en desarrollo), III (en maduración), IV (en desove) y v (desovados o en post-desove).

Resultados

Captura y Esfuerzo

Durante la temporada 2007-2008 se descargaron 538 669 t de peces pelágicos menores, esta cantidad fue un récord histórico para la pesquería del Golfo, y la mayor parte estuvo constituida por sardina monterrey (90.7%), el aporte del resto del componente pelágico se muestra en la *tabla 1*. Al inicio del ciclo, octubre, se registró la menor producción (12 760 t); durante el resto de la temporada las descargas fueron altas, ya que superaron las 38 900 t/oscuro/mes, con dos periodos en que fueron particularmente elevadas: noviembre-diciembre, con más de 54 000 t y en mayo-julio cuando se superaron las 60 000 t, en este último oscuro se registró el pico máximo con 72 019 t (Fig. 3a). De manera similar, la captura más baja de sardina monterrey se registró en octubre (8 635 t); en los siguientes seis oscuros de pesca (noviembre-abril), la producción mostró cierta estabilidad, puesto que varió entre 36 915 y 46 264 t, y repuntó de manera importante de mayo a julio, con la mayor captura de esta sardina en julio (70 102 t) (Fig. 3a).

Las descargas por oscuro/mes de sardina crinuda estuvieron entre 40 y 8 281 t, pero a diferencia de la sardina monterrey, las más abundantes se registraron en noviembre y diciembre, por lo que contribuyeron al primer periodo de altas capturas totales (Fig. 3b). El volumen correspondiente al resto de las especies fue menor y los picos se registraron en diferentes periodos, como fue el caso de la sardina bocona que tuvo su mayor captura en abril (4 636 t), y de la anchoveta, que fue más abundante en mayo (3 010 t) (Fig. 3b).

En septiembre no hubo actividad pesquera debido a que se acordó una suspensión de pesca

de este recurso en el golfo de California, propuesta por el CRIP Guaymas-INAPESCA, con la finalidad de proteger a la fracción de las sardinias jóvenes, que se incrementa durante el verano.

Tabla 1
Captura (t), esfuerzo y rendimiento de la flota sardinera que desembarca en el estado de Sonora, temporada de pesca 2007-2008

<i>Especie</i>	<i>Captura (t)</i>
Sardina monterrey	488 640
Sardina crinuda	25 726
Macarela	3 988
Japonesa	698
Anchoveta	5 886
Sardina bocona	12 303
Sardina piña	238
Revoltura	1 190
Total	538 669
<i>Esfuerzo y rendimiento</i>	
Núm. barcos	42
Núm. viajes nominales	3 861
Eficiencia (E%)	79
CPUE nominal (t-viaje ⁻¹)	139.5
CPUE estándar (t-viaje ⁻¹)	106

En la temporada trabajaron 42 barcos, 33 de los cuales tuvieron su puerto base en Sonora, siete en Baja California y dos en Sinaloa. El esfuerzo nominal de toda la temporada fue de 3 861 viajes, éste varió por oscuro/mes entre 95 y 452 viajes, aunque se efectuaron más de 300 viajes durante la mayor parte del ciclo y en julio se registró el mayor esfuerzo (452 viajes) (Fig. 4a). Las variaciones del esfuerzo (nominal y estándar) mostraron una tendencia similar a la de la captura, con dos periodos en los que fue más intenso, de noviembre-diciembre y mayo-julio.

La $CPUE_N$ total fue de 139.5 t-viaje⁻¹ (Tabla 1); el valor más bajo se obtuvo en el oscuro de enero con 121.9 t-viaje⁻¹, pero a partir de febrero inició una tendencia positiva que concluyó en julio, cuando se alcanzaron 159.3 t-viaje⁻¹, el mayor rendimiento de la temporada (Fig. 4b). Por otro lado, la $CPUE_{STD}$ total fue de 106 t-viaje⁻¹ (Tabla 1), las variaciones por oscuro/mes fueron similares a la $CPUE_N$, con los rendimientos más altos (123.3 t-viaje⁻¹) registrados en julio-agosto (Fig. 4b). La eficiencia promedio de la flota fue de 79% (Tabla 1).

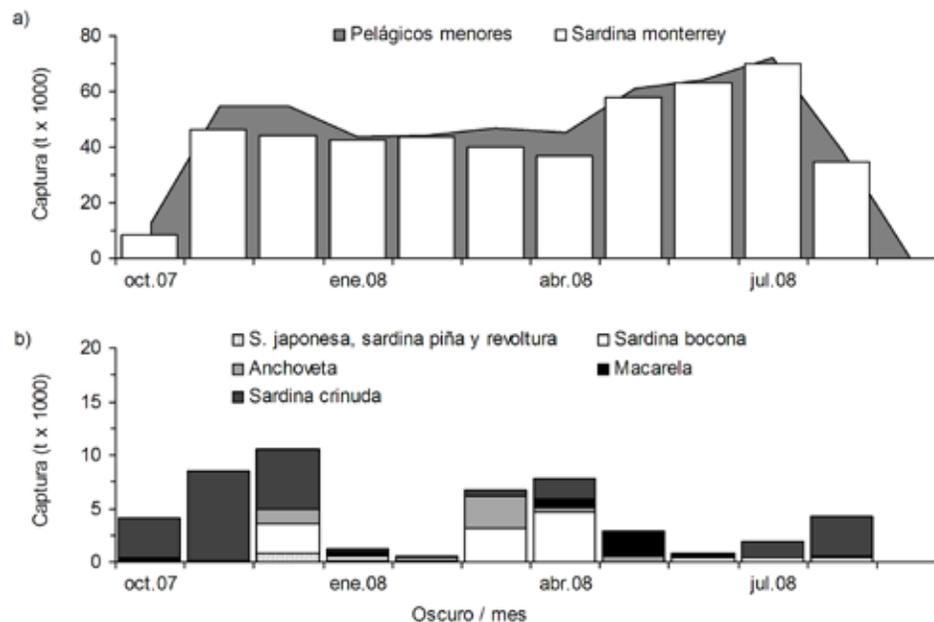


Fig. 3. Captura por oscuro/mes de peces pelágicos menores en el golfo de California durante la temporada de pesca 2007-2008: a) total y sardina monterrey y b) resto de las especies.

Distribución de las capturas

En general, los viajes de pesca fueron más frecuentes en la costa centro-sur de Sonora (áreas V, VII y IX) (Fig. 5). La distribución de las capturas durante la temporada fue la siguiente: en octubre, 49% de las visitas se efectuaron en la bahía de San Juan Bautista, BC (VI) mientras que el resto se realizaron en costa de Sonora: bahía de Kino (V 23.5%), isla de Patos (III 13.7%) y Yavaros (IX 12.7%). De noviembre a febrero, más de 80% de los viajes se realizó en la región comprendida entre bahía de Kino y Yavaros (V, VII y IX). A partir de marzo, la flota amplió su radio de operación, ya que algunos barcos se dirigieron al norte de Sonora (I) y al norte de Sinaloa (X), pero el área principal de pesca se mantuvo frente a la costa centro-sur de Sonora y en particular en las inmediaciones de Yavaros (IX, 27%). En abril el área de operaciones de la flota continuó siendo extensa, pero la actividad más intensa se mantuvo en las cercanías de Yavaros (IX, 28%) y de isla de Patos (III, 28%). En los oscuros restantes, destacó el área de San Marcos a Mulegé (VIII) con 58% (junio), 78% (julio) y 53% (agosto) de los viajes, y en este último se registraron visitas en el canal de Ballenas-Salsipuedes (IV, 17%).

En cambio, las capturas de sardina crinuda se realizaron en las regiones aledañas al puerto de Yavaros (IX y X), principalmente en los oscuros de octubre-diciembre y agosto.

Características del ambiente

Durante la temporada 2007-2008, la temperatura superficial del mar (TSM) mensual varió según las estaciones climáticas del año, por lo que las menores temperaturas se registraron en los meses de invierno (15.9 a 17.2 °C) y las mayores en los de verano (30.8 a 31.5 °C) (Fig. 6). Sin embargo, durante la mayor parte del ciclo, las TSM mensuales fueron menores al promedio histórico, ya que las anomalías se registraron entre -0.1 y -1.4 °C, con excepción de noviembre (+1.1 °C) y julio (+0.1 °C) (Fig. 6).

En cuanto al viento, en general, se presentó el patrón típico: en octubre y noviembre dominaron los vientos provenientes del SO (2.7 - 3.1 m·s⁻¹), en tanto que de diciembre a febrero los del NO (2.7 - 3.4 m·s⁻¹); en los meses siguientes, el componente sur predominó en el régimen de vientos (S, SO y SSO) con intensidades variables entre 3.0 y 4.9 m·s⁻¹. Las anomalías mensuales indicaron que, se incrementó la frecuencia de los vientos

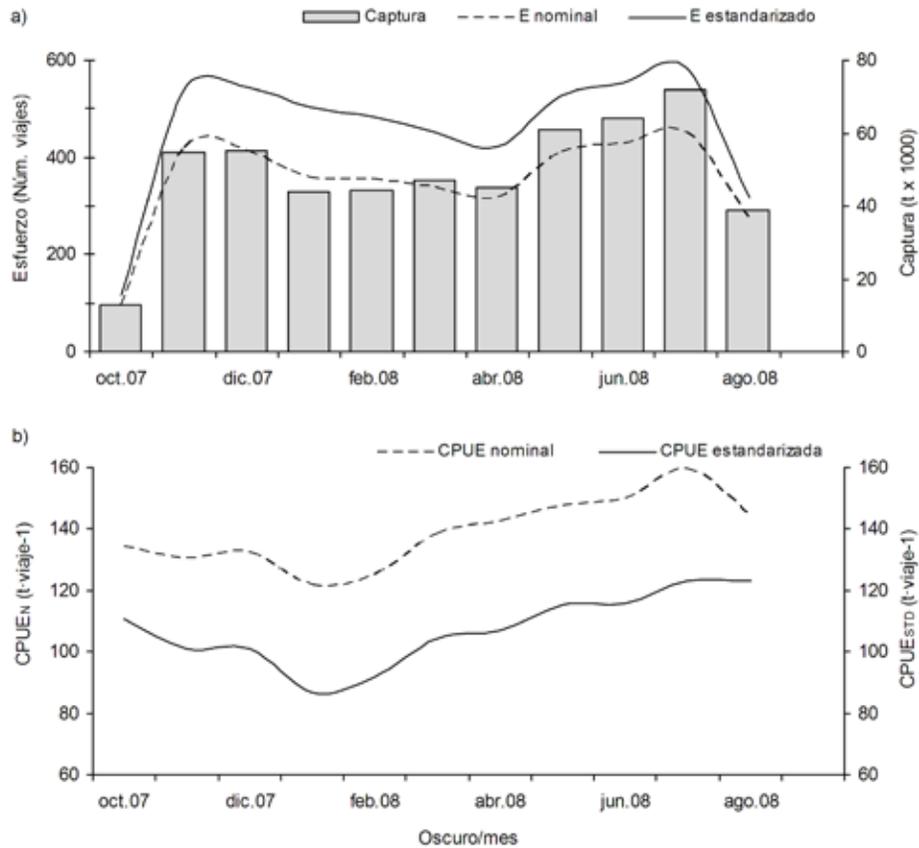


Fig. 4. Esfuerzo y rendimiento, por oscuro/mes, de la flota que descarga en Sonora: a) viajes y captura total y b) CPUE nominal y estandarizada (t-viaje⁻¹).

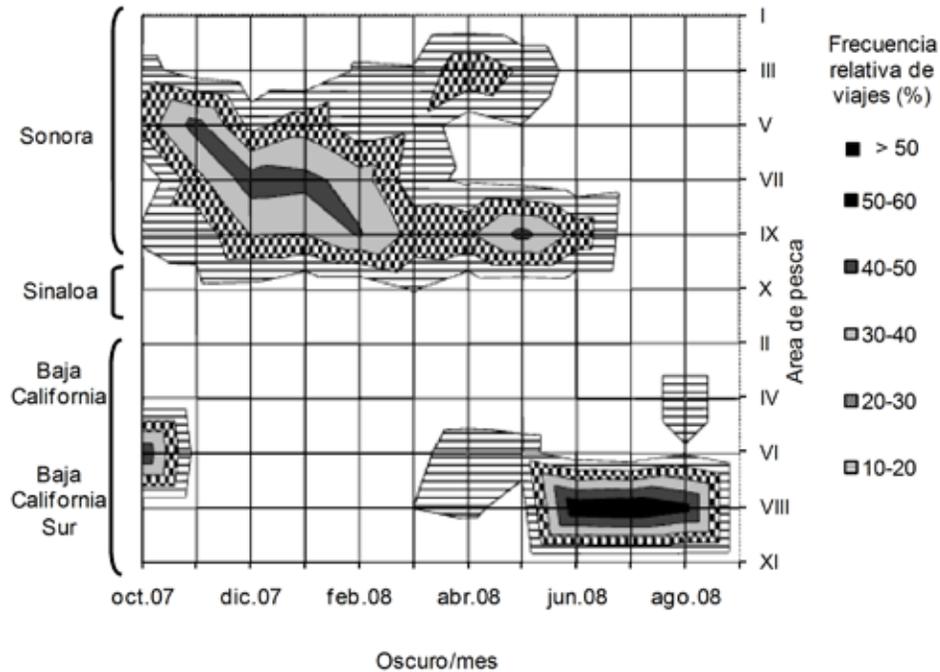


Fig. 5. Distribución relativa (%) de viajes, por oscuro/mes, en las áreas de pesca en el golfo de California.

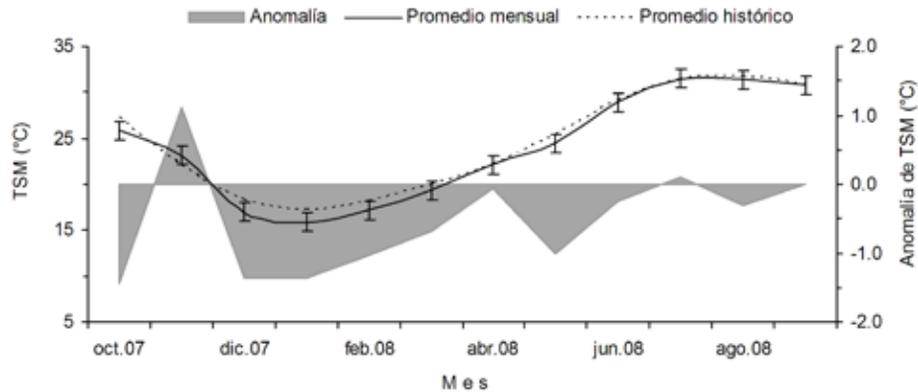


Fig. 6. Promedio (mensual, histórico) y anomalías de la temperatura superficial de mar (°C) en la Bahía de Guaymas.

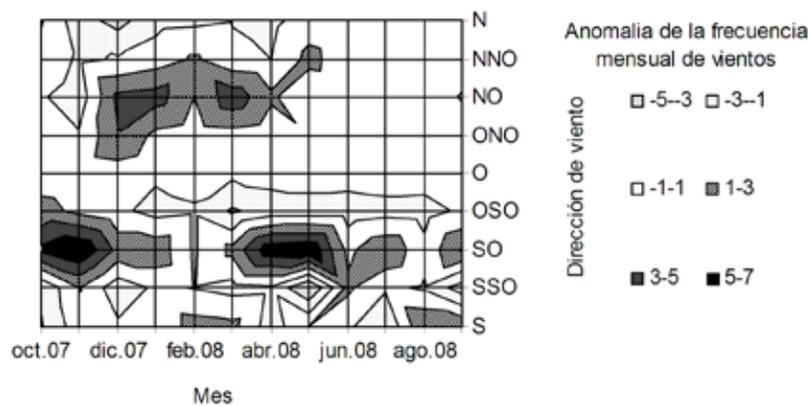


Fig. 7. Anomalía mensual de la frecuencia de la dirección de vientos, con respecto al promedio de la última década (1999-2008). Sólo se presentan las anomalías de los vientos con componente norte-sur, que son los típicos en la región.

dominantes, en particular los provenientes del SO en octubre, noviembre y mayo, mientras que la frecuencia de los vientos del NO aumentó de diciembre a marzo (Fig. 7).

El monitoreo permanente del Pacífico central realizado por la NOAA indicó que había condiciones moderadas de un evento de La Niña en noviembre de 2007, que se fortalecieron ligeramente durante enero-febrero, y que a partir de marzo comenzaron a debilitarse, por lo que ocurrió la transición de condiciones frías a neutrales durante el periodo junio-septiembre, cuando los valores de la TSM fueron cercanos al promedio (Climate Prediction Center⁶).

Características biológicas del recurso

Sardina monterrey. Los ejemplares midieron entre 83 y 213 mm LP, con un promedio de

151.8 mm LP (± 17.9 mm) y moda de 163 mm LP (Tabla 2). La estructura de talla muestra que la mayoría de las sardinas estuvieron entre 133 y 168 mm LP (70.9%) y una proporción elevada (44.2%) fue menor a la talla mínima de captura (TMC) de 150 mm LP, también se pueden observar tres grupos o cohortes (Fig. 8a). En la estructura de tallas por oscuro/mes (Fig. 9), hay un corrimiento de la moda de 138 a 163 mm LP, de noviembre a abril, como resultado del crecimiento individual y la talla modal se mantuvo desde abril hasta finalizar el ciclo; cabe señalar que las proporciones elevadas de sardina de 133 y 138 mm LP, al inicio y término de la temporada, son una evidencia del ingreso de jóvenes reclutas a la pesquería.

El periodo reproductivo de la sardina monterrey abarcó de octubre a marzo; la mayor proporción de hembras reproductivas (estadios IV y

v) se registró de noviembre a febrero (>80%); mientras que las hembras inmaduras (estadio I) predominaron de abril a agosto (>75%) (Fig. 10a). La proporción de sexos fue de 1:0.9 (hembra/macho).

Sardina crinuda. Las tallas registradas estuvieron entre 108 y 228 mm LP, con un promedio de 175 mm LP (± 17.5 mm) y moda de 173 mm LP (Tabla 2). La estructura de tallas mostró una distribución normal, centrada en su valor modal; fue notoria la presencia de sardinas grandes ya que los tamaños más representados estuvieron entre 158 y 198 mm LP (86.5%) (Fig. 8b), con un bajo porcentaje 13.6% de los individuos menores a 160 mm LP (TMC). Por su escasez en las descargas, sólo se realizaron muestreos biológicos en tres oscuros de pesca: noviembre, diciembre y abril. En noviembre, las gónadas de las hembras

estaban inmaduras (I, 27%), en desarrollo (II, 25%), en proceso de maduración (III, 18%) y el resto con actividad reproductiva (IV, 13% y V, 17%). En diciembre, 34% de las gónadas estaban en desarrollo (II), 24% en post-desove (V), 18% en proceso de maduración (III), 16% eran inmaduras (I) y 8% estaba en desove (IV); mientras que en abril, todas las hembras estuvieron desovadas (v) (Fig. 10b). La proporción de sexos fue de 1:1.4 (hembra-macho).

El resto de las especies capturadas fue muy escaso, por lo que sólo se muestran las tallas registradas en la tabla 2. La madurez gonádica fue como sigue: macarela 100% inmadura (I) en junio; sardina japonesa 100% desovada (v) en marzo; anchoveta 100% en desove (IV) en febrero y marzo; y sardina bocona 100% en desove (IV) en agosto.

Tabla 2
Intervalo, moda y promedio de la talla de las diferentes especies de pelágicos menores capturados durante la temporada de pesca 2007-2008

Especie	Intervalo de tallas (mm LP)	N (número de individuos)	Talla modal (mm LP)	Talla promedio (mm LP)	Desviación estándar (mm)
Sardina monterrey	83 - 213	11 461	163	151.8	17.9
Sardina crinuda	108 - 228	848	173	175.0	17.5
Macarela	238 - 293	24	248	249.8	14.6
Sardina japonesa	198 - 233	25	203 - 218	212.8	10.1
Anchoveta	93 - 118	467	103	104.2	4.3
Sardina bocona	133 -153	111	143	144.0	4.3

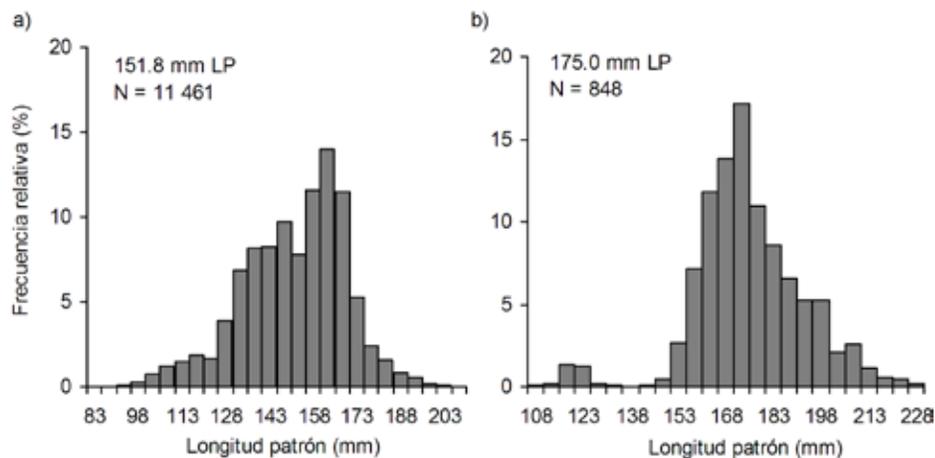


Fig. 8. Distribución de la frecuencia relativa de tallas (mm LP) de a) sardina monterrey y b) sardina crinuda.

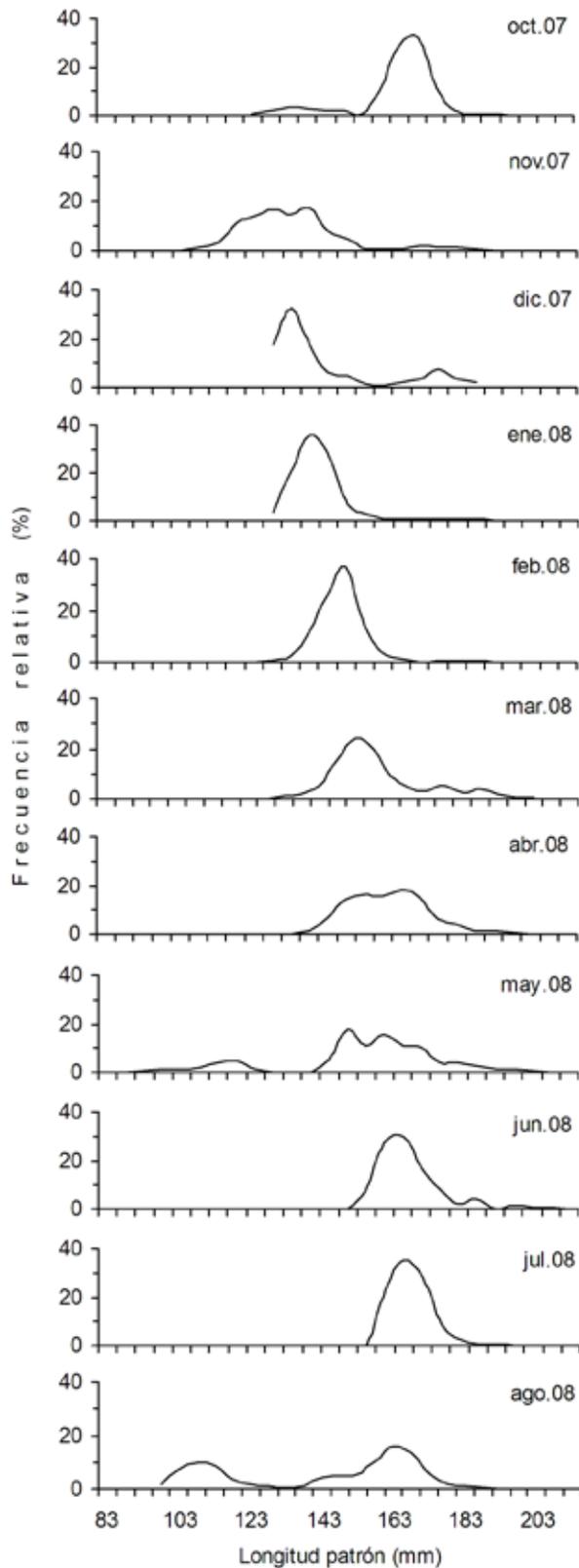


Fig. 9. Distribución de la frecuencia relativa de tallas (mm LP) de la sardina monterrey capturada por oscuro/mes.

Discusión

Se ha documentado la variabilidad en tiempo y espacio de la captura de los peces pelágicos menores en el Golfo y la estrecha relación que ésta tiene con el ambiente (Lluch-Belda *et al.*, 1986, 1996; Cisneros-Mata *et al.*, 1987³, 1996; Hammann *et al.*, 1988). En particular se ha analizado la importancia del efecto combinado de las surgencias y la temperatura en la obtención de capturas y CPUE elevadas de sardina monterrey (Nevárez-Martínez *et al.*, 2008). En la temporada 2007-2008, la presencia de vientos del NO en invierno y del SO en verano, generadores de surgencias, propició la formación de zonas ricas en alimento adecuado, en calidad y cantidad para la sardina monterrey (López-Martínez *et al.*, 1999; Nevárez-Martínez *et al.*, 2001); las cuales, aunadas al ambiente marino frío atribuido a La Niña⁷, favorecieron la abundancia de esta sardina frente a la costa centro-sur de Sonora, y la costa peninsular (verano), lo que resultó en alta disponibilidad del recurso en las áreas de pesca tradicionales y, por consiguiente, de altas capturas.

Es importante señalar que el evento moderado La Niña, que se presentó durante el periodo de estudio, fue consecutivo a un evento de El Niño débil, pero al parecer, los calentamientos y enfriamientos débiles a moderados en el golfo de California, no afectan en demasía a las poblaciones de peces pelágicos menores, a diferencia de lo ocurrido durante el lapso 1997-2000, cuando se presentaron consecutivamente eventos El Niño/La Niña intensos (Lavín *et al.*, 2003), que alteraron la distribución habitual de la sardina monterrey y afectaron de manera directa la actividad y los rendimientos pesqueros (Martínez-Zavala *et al.*, 2000⁶; Nevárez-Martínez *et al.*, 2001).

La captura obtenida en 2007-2008 marcó un récord histórico y destacó por el elevado porcentaje que aportó la sardina monterrey. Esta cantidad fue superior en 47.5% a la del anterior récord, registrado en 2005-2006, ciclo en que la captura fue sustentada por tres especies: sardina monterrey (36.6%), crinuda (16.6%) y bocona (29.0%). En la década comprendida entre 1997-1998 a 2006-2007, estas sardinillas aportaron en promedio, 46%, 24% y 16%, respectivamente

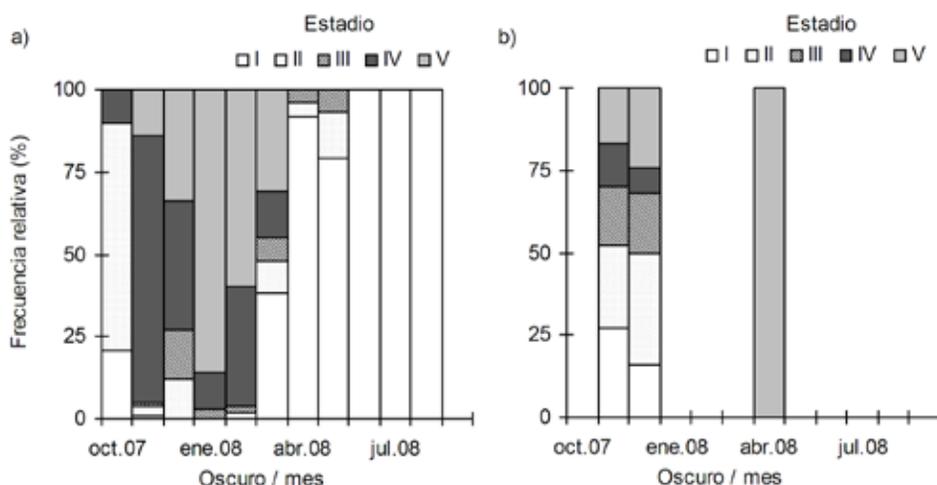


Fig. 10. Distribución de frecuencia relativa de estado de madurez gonádica de las hembras registradas de a) sardina monterrey y b) sardina crinuda.

(Martínez-Zavala *et al.*, 2006⁹; Nevárez-Martínez *et al.*, 2006); por lo que, los resultados mostraron un cambio en la composición de la captura.

Se ha señalado la relación inversa que, en general, presentan las capturas de sardinas monterrey y crinuda en el Golfo (Lluch-Belda *et al.*, 1986; Cisneros-Mata *et al.*, 1987³), así cuando el ambiente marino es cálido, la sardina crinuda expande su hábitat a regiones desocupadas por la monterrey (Lyle, 1995). Se sugiere que hay una relación directa entre el tamaño de la población de la sardina monterrey y el área que ésta ocupa, que es definida por el ambiente (Nevárez-Martínez, 2000), ya que durante los años fríos, cuando se expande el hábitat de reproducción, disminuye el canibalismo y se incrementa la probabilidad de sobrevivencia, lo que se traduce en buenos reclutamientos, mientras que en años cálidos sucede lo contrario; en consecuencia, la población de esta sardina experimenta oscilaciones cuasi-periódicas en las tasas de sobrevivencia debidas al efecto del ambiente en el reclutamiento (Cisneros-Mata *et al.*, 1996). Al respecto, Huato-Soberanis y Lluch-Belda (1987) encontraron ciclos de cinco años de amplitud de las capturas, relacionados con las variaciones de la

TSM y los eventos El Niño; periodicidad que se ha observado en las últimas dos décadas (Martínez-Zavala *et al.*, 2006⁹; Nevárez-Martínez *et al.*, 2006).

Por otra parte, se había previsto un aumento en la disponibilidad y en las capturas de sardina monterrey para la temporada 2007-2008, debido a que los resultados del crucero de investigación, realizado por el CRIP-Guaymas en mayo de 2007, mostraron una clara dominancia de la sardina monterrey, por su alta densidad relativa y su amplia distribución espacial, así como por la elevada proporción de individuos juveniles (Santos-Molina *et al.*, 2008¹⁰). Además, la presencia de jóvenes reclutas en la captura obtenida en los oscuros de noviembre a enero fue un indicio de buenos reclutamientos, que en este caso no constituyó una *sobrepesca respecto al crecimiento* (Sparre y Venema, 1997), que pudiera afectar la renovación de la población, ya que se conjugaron condiciones ambientales favorables y un proceso reproductivo exitoso. De manera similar, en las temporadas 2000-2001 y 2002-2003 hubo una alta proporción de sardinas jóvenes en la captura, sin que ello repercutiera en la población de adultos de sardina monterrey, dado que tanto

9. 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 del golfo de California de 1998/99 a 2002/03. Informe de Investigación (documento interno). Instituto Nacional de Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera-Guaymas. 93p.

10. SANTOS-MOLINA, J.P., M.O. Nevárez-Martínez, C. Cervantes-Valle y A.R. Godínez-Cota. 2008. Distribución y abundancia relativa de pelágicos menores en el golfo de California, primavera de 2007. *Memorias del XVI Taller de Pelágicos Menores*, Mazatlán, Sinaloa, México. 28 al 30 de mayo del 2008.

la captura total como la *CPUE* fueron elevadas, y se alcanzaron producciones de más de 300 000 t (Martínez-Zavala *et al.*, 2006⁹). Una situación similar se presentó en la pesquería de Bahía Magdalena, BCS, donde las sardinas pequeñas fueron muy abundantes en los años 2003 y 2004, muy probablemente como resultado de clases anuales fuertes (Quiñonez-Velázquez *et al.*, 2005¹¹). En conjunto, es posible considerar que el desove y el reclutamiento de la sardina monterrey del golfo de California fueron exitosos, lo que dio lugar a clases anuales fuertes que sustentaron capturas de alrededor de 400 000 t de esta especie durante el ciclo 2007-2008.

En esta temporada se obtuvieron rendimientos elevados, las mayores *CPUE* y eficiencia en la historia de la pesquería del Golfo. Cabe señalar que desde la temporada de pesca 2000-2001, la pesquería ha mantenido altos rendimientos, con una *CPUE* promedio de 126.3 t·viaje⁻¹ (Martínez-Zavala *et al.*, 2006⁹; Nevárez-Martínez *et al.*, 2006). El esfuerzo y la descarga de la flota sardinera en el Golfo han mostrado tendencias similares, ya que en general ambas variables están en relación con la disponibilidad y la abundancia de los cardúmenes de sardina monterrey, pues cuando éstos se distribuyen en las áreas tradicionales de pesca la flota incrementa el esfuerzo y, por tanto, la captura (Cisneros-Mata *et al.*, 1995; Martínez-Zavala *et al.*, 2000⁶; Nevárez-Martínez *et al.*, 2006). En este ciclo aumentó el tamaño de la flota debido a que trabajaron ocho barcos con puerto base en otros estados, situación que ha ocurrido desde la temporada 2005-2006, lo que debe ser vigilado y regulado para evitar el incremento del esfuerzo pesquero en el Golfo, aún cuando la actividad de esas embarcaciones sea temporal.

La manera de controlar el esfuerzo es limitando el tamaño de la flota, ya que la cantidad de viajes está relacionada, en primer lugar, con el número de embarcaciones, y en segundo término con la disponibilidad y la abundancia del

recurso (Nevárez-Martínez *et al.*, 2006). Actualmente la flota tiene un tamaño adecuado para la capacidad de procesamiento de Sonora, que está entre 500 000 y 600 000 t·año⁻¹ de materia prima en peso vivo, y la oferta natural ha oscilado entre 360 000 t y 417 000 t¹² en la última década, por lo que hay un balance adecuado entre ambas (Nevárez-Martínez *et al.*, 2006).

Durante la temporada de pesca 2007-2008, la pesquería de peces pelágicos menores en el golfo de California tuvo excelentes rendimientos, en términos de captura, pero debe continuar como una pesquería restringida al ingreso de nuevas embarcaciones. Asimismo, se debe mantener el monitoreo de la pesquería, el recurso y el ambiente, ya que permite contar con un panorama general y expectativas, de corto plazo, de esta actividad.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Instituto Nacional de Pesca 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, así como al Fondo Sectorial SAGARPA-CONACYT-48782, por el apoyo al proyecto Desarrollo de una propuesta de un plan de manejo pesquero para la pesquería de pelágicos menores: diagnóstico, objetivos, desarrollo de indicadores y plan de acción. A Yavaros Industrial, S.A. de C.V., por el apoyo en los muestreos biológicos. A los revisores anónimos y al Comité Editorial por las observaciones y sugerencias al manuscrito. A Erik Marquéz García por el apoyo en la elaboración de figuras.

Literatura citada

BRAY, N.A. 1988. Thermohaline circulation in the gulf of California. *Journal de Geophysical Research* 93: 4993-5020.

11. QUIÑONEZ-VELÁZQUEZ, C., F.N. Melo-Barrera, R. Félix-Uraga y G. Gluyas-Millán. 2005. La pesquería de sardina en Bahía Magdalena, BCS, durante 2004. *Memorias del XIII Taller de Pelágicos Menores*, Ensenada, BC, México. 27 al 29 de junio de 2005.

12. Promedio de las temporadas 2006-2007 y 2007-2008.

- CISNEROS-MATA, M.Á., M.O. Nevárez-Martínez y M.G. Hammann. 1995. The rise and fall of the Pacific sardine, *Sardinops sagax caeruleus* Girard, in the gulf of California, Mexico. *California Cooperation Oceanic Fisheries Investigations Reports* 36: 136-143.
- CISNEROS-MATA, M.Á., G. Montemayor-López y M.O. Nevárez-Martínez. 1996. Modeling deterministic effects of age structure, density dependence, environmental forcing, and fishing on the population dynamics of *Sardinops sagax caeruleus* in the gulf of California. *California Cooperation Oceanic Fisheries Investigations Reports* 37: 201-208.
- EHRHARDT, N. 1981. Métodos de análisis de las estadísticas de captura y esfuerzo de pesca y su aplicación en modelos globales de pesquerías. Apuntes del curso sobre Biología Pesquera. CICIMAR-INP. La Paz, BCS. México. Octubre de 1981. 48p.
- FAO. 2009. Anuario estadísticas de pesca y acuicultura. Servicio de Información y Estadísticas de Pesca y Acuicultura. FAO Roma. 72p.
- HAMMANN, M.G., T. Baumgartner y A. Badan-Dangon. 1988. Coupling of the Pacific sardine (*Sardinops sagax caeruleus*) life cycle with the gulf of California pelagic environment. *California Cooperation Oceanic Fisheries Investigations Reports* 29: 102-109.
- HUATO-SOBERANIS, L. y D. Lluch-Belda. 1987. Mesoscale cycles in the series of environmental indices related to the sardine fishery in the gulf of California. *California Cooperation Oceanic Fisheries Investigations Reports* 28: 128-134.
- LAVÍN, M.F., E. Palacios-Hernández y C. Cabrera. 2003. Sea surface temperature anomalies in the gulf of California. *Geofísica Internacional* 42(3): 263-375.
- LLUCH-BELDA, D., F.J. Magallón y R.A. Schwartzlose. 1986. Large fluctuations in the sardine fishery in the gulf of California: possible causes. *California Cooperation Oceanic Fisheries Investigations Reports* 27: 136-140.
- LLUCH-BELDA, D., J. Arvizu, S. Hernández-Vázquez, D.B. Lluch-Cota, C.A. Salinas-Zavala, T. Baumgartner, G. Hammann, A. Cota-Villavicencio, C.E. Coterio-A., W. García-Franco, O. Pedrín-Osuna, Y. Green-Ruíz, S. Lizárraga-Saucedo, M.Á. Martínez-Zavala, R. Morales-Azpeitia, M.O. Nevárez-Martínez, J.P. Santos-Molina, R.I. Ochoa-Báez, R. Rodríguez-Sánchez J.R. Torres-Villegas y F. Páez-Barrera. 1996. La pesquería de sardina y anchoveta. *En: Pesquerías relevantes de México*. Tomo II. SEPESCA, Instituto Nacional de la Pesca. México. 1 100p.
- LÓPEZ-MARTÍNEZ, J., M.O. Nevárez-Martínez, R.E. Molina-Ocampo y F.A. Manrique-Colchado. 1999. Traslado en el tipo y tamaño de las presas 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.
- LYLE, L.P. 1995. Fluctuaciones de la sardina crinuda (*Opisthonema* spp.) desembarcada en tres puertos del Pacífico Mexicano. 1973-1991. Tesis de Maestría, CICESE. Ensenada, BC, México. 98p.
- NEVÁREZ-MARTÍNEZ, M.O. 2000. Variabilidad de la población de sardina monterrey (*Sardinops caeruleus*) en el golfo de California, México. Tesis de Doctorado. CICIMAR. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, BCS, México. 281p.
- NEVÁREZ-MARTÍNEZ, M.O., M.Á. Cisneros-Mata y 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 en México*. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca-SAGARPA, pp: 183-200.
- NEVÁREZ-MARTÍNEZ, M.O., M.Á. Cisneros-Mata, G. Montemayor-López y J.P. Santos-Molina. 1996. Estructura por edad, y crecimiento de la sardina monterrey (*Sardinops sagax caeruleus*) del golfo de California, México: Temporada de pesca 1990/91. *Ciencia Pesquera* 13: 30-36.
- 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: 465-580.
- NEVÁREZ-MARTÍNEZ, M.O., M.Á. Martínez-Zavala, C.E. Cotero-Altamirano, M.L. Jacob-Cervantes, Y. Green-Ruiz, G. Gluyas-Millán, A. Cota-Villavicencio y J.P. Santos-Molina. 2006. Peces pelágicos menores. *En: F. Arreguín-Sánchez, L. Beléndez-Moreno, I. Méndez Gómez-Humaran, R. Solana-Sansores y C. Rangel-Dávalos (eds.). Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo.* Instituto Nacional de la Pesca, pp: 265-301.
- NIKOLSKY, G.V. 1963. The ecology of fishes. Academic Press, London. 352p.
- SAGARPA. 2009. Anuario estadístico de pesca 2008. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca-SAGARPA. México (http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/anuario_2008).
- SOKOLOV, V.A. 1974. Investigaciones biológico pesqueras de los peces pelágicos del golfo de California. *California Cooperation Oceanic Fisheries Investigations Reports* 17: 92-96.
- SOKOLOV, V.A. y M. Wong. 1973. Investigaciones efectuadas sobre los peces pelágicos del golfo de California (sardina, crinuda y anchoveta) en 1971. INP/SI:i2. Informe Científico No. 2, México.
- SOTO-MARDONES, L., S.G. Marinone y A. Parés-Sierra. 1999. Variabilidad espaciotemporal de la temperatura superficial del mar en el golfo de California. *Ciencias Marinas* 25(1): 1-30.
- SPARRE, P., y S.C. Venema. 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. *FAO Fisheries Technical Paper* 306: 1-337.
- WHITEHEAD, P.J.P. y 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: 5 de marzo de 2010.

Aceptado: 29 de agosto de 2010.