

**INSTITUTO NACIONAL DE PESCA
CRIP GUAYMAS**



**“LA PESQUERÍA DE PECES PELÁGICOS MENORES, TEMPORADA DE
PESCA 2014/2015”**

RESPONSABLE: MANUEL O. NEVÁREZ MARTÍNEZ

**COLABORADORES: MARÍA DE LOS ÁNGELES MARTÍNEZ ZAVALA, MARIA ELVIRA
GONZALEZ CORONA, ALMA E. LOPEZ LAGUNAS, J. PABLO SANTOS MOLINA, ERIK
MARQUEZ GARCÍA.**

2015

CONTENIDO

- I. Resumen**
- II. Introducción**
- III. Antecedentes y Justificación**
- IV. Zona de estudio**
- V. Hipótesis**
- VI. Objetivos**
 - 1) *Objetivo General***
 - 2) *Objetivos Particulares***
- VII. Materiales y Métodos**
- VIII. Resultados de investigación**
- IX. Discusión**
- X. Conclusiones**
- XI. Recomendaciones**
- XII. Bibliografía**

I. Resumen:

Se presentan resultados de las actividades de investigación relacionadas al POA 2015 del Proyecto Pelágicos Menores, el cual incluye información biológica y pesquera de 12 meses de pesca de la temporada 2014/15. Se presentan resultados del comportamiento de captura, esfuerzo y operación de la flota pesquera, así como información biológica del recurso pesquero (estructura de tallas, crecimiento, mortalidad natural y madurez gonádica). La captura total fue de 244,465 t, obtenida en 2,223 viajes de 50 barcos, la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) nominal fue de 110.0 t/viaje; la sardina crinuda fue la especie que sustentó la pesquería con 49.5% (120,919 t), al presentar mayor abundancia y disponibilidad a la flota sardinera en las áreas (III, V, VII, IX y X); le siguieron la sardina bocona con 27.8% (67,960 t), y la macarela con el 14.5% (35,503 t), mientras que la sardina monterrey sólo aportó 1.8% (4,455 t). La estructura de tallas de la sardina monterrey, desembarcada en tres oscuros, registró dos fracciones poblacionales (modas: 123 y 153-158 mm de LP). Los parámetros de crecimiento para sardina crinuda, ajustados a la función de crecimiento de von Bertalanffy fueron: $L_{\infty} = 234$ mm (LP), $K=0.67/\text{año}$ y $t_0=-0.230$ años. El estimado de la tasa de mortalidad natural para crinuda fue de $M = 1.01/\text{año}$.

Para la sardina monterrey, el análisis poblacional indicó una gran variabilidad interanual en las fracciones poblacionales (reclutas, reproductores y totales, en números y toneladas). La tasa de mortalidad por pesca y la tasa de explotación ($E=F/Z$) anual muestran los valores por debajo de 0.15/año durante casi todo el periodo de tiempo. La mortalidad por pesca y E en el RMS (F_{RMS} y E_{RMS}), fueron mayores a la F_{actual} y E_{actual} , que fue de 0.003/año y 0.005/año. Por otro lado, el estimado de la biomasa en el RMS fue $B_{RMS}=533,369$ t, biomasa que es menor a la biomasa estimada para los últimos tres años. Al aplicar la regla de control estipulada en el Plan de Manejo Pesquero, se encontró que la población de sardina monterrey ha sido explotada por debajo de la CBA estimada en el periodo de tiempo analizado.

Para la sardina crinuda, el análisis de cohortes indicó que niveles de explotación por pesca promedio anual (\bar{F}) de 0.255/año y la tasa de explotación promedio anual (Ea) de 0.169/año, con un importante nivel de reclutamiento ($R = 4,694$ millones individuos). El modelo predictivo de Thompson-Bell indicó que la F anual actual observada (\bar{F}) estuvo por debajo de la F_{RMS} (asociadas al Rendimiento Máximo Sostenible, RMS), lo cual indicaría que la sardina crinuda fue explotada adecuadamente.

El crucero de investigación que se realizó en mayo del 2015, para estimar la distribución y abundancia de pelágicos menores en el Golfo de California, indicó que las especies de mayor abundancia fueron la sardina japonesa y anchoveta, aunque en menor proporción la sardina monterrey tuvo una distribución amplia; el crucero de noviembre del 2015 indicó que la mayor abundancia fue de la sardina japonesa y anchoveta, mientras que la sardina monterrey tuvo una distribución restringida. El pronóstico de la captura total para la temporada 2014/15, se estimó en 391,896 t ($\alpha=0.10$; 331,482 y 479,240 t), el observado estuvo por debajo del límite inferior, el modelo proporciona niveles que pueden ser considerados cautelosos, pero es buen indicador de la tendencia esperada. El valor de las capturas totales desembarcadas (precio de playa) en la temporada de pesca 2014/15, fue de \$233 millones de pesos.

II. Introducción:

Las poblaciones de pelágicos menores que se desarrollan en la corriente de California y el Golfo de California, constituyen una de las asociaciones características de los márgenes de surgencias costeras de los grandes giros oceánicos, y sobre las cuales se han establecido importantes pesquerías en el ámbito mundial (Kawasaki 1983; Lluch Belda et al. 1989, 1995; Cisneros-Mata et al. 1995, Nevárez-Martínez et al. 2001, 2006, 2014). En México estas pesquerías (conformada actualmente por ocho especies, aunque la sardina monterrey *Sardinops sagax caeruleus* aporta, en promedio, el 55% de las capturas) han llegado a contribuir hasta con el 40% de las capturas totales del país (Anónimo 1990, 2003), la gran mayoría de las cuales, en los últimos 15 años, se han capturado en el Golfo de California y han sido importantes fuentes generadoras de empleos (Cisneros-Mata et al. 1995, Nevárez-Martínez et al. 2001, 2006, 2014).

Estos tipos de recursos han presentado cambios marcados en su distribución y abundancia, que han llevado a plantear que es necesario adoptar un enfoque más dinámico, tanto para entender los mecanismos involucrados como en lo referente a la disponibilidad de los recursos (Lluch-Belda et al. 1989, 1995; Cisneros-Mata et al. 1995). La variabilidad ambiental puede producir cambios de distribución y abundancia (expansiones y contracciones) en las diferentes escalas de tiempo, desde la estacional hasta la geológica (Shannon et al. 1988; Lluch-Belda et al. 1986, 1989, 1992, 1995; Baumgartner et al. 1992; Holmgren-Urba y Baumgartner 1993; Kawasaki 1993; Nevárez-Martínez et al. 2001).

Lo antes mencionado puede ser ilustrado por las pesquerías de sardina y anchoveta de Japón, Sudamérica y California (y de manera inversa en Sudáfrica), las cuales han covariado: es decir se presentaron capturas máximas de sardina en los 1930's, seguida de una rápida disminución en las capturas en los 1940's y una recuperación en los 1980's, mientras que lo opuesto sucedió con las capturas de anchoveta (sardina en Sudáfrica), con los máximos en los 1960's y principios de los 1970's y muy bajas capturas en los 1980's (Clark y Marr 1955; Kondo 1980; Radovich 1982; Hayasi 1983; Kawasaki 1983; Serra 1983; Zuta et al. 1983; Grant 1987; Kawasaki y Omori 1988; Lluch-Belda et al. 1989, 1992).

En México la pesquería de pelágicos menores, inició como tal en los años 1940's, en Ensenada, B.C., y posteriormente en Bahía Magdalena, B.C.S., pescando básicamente sardina monterrey (y en forma incipiente anchoveta norteña), pero en los años 1960's, como consecuencia de disminuciones importantes de la sardina, se traslada esta actividad pesquera también al Golfo de California, en donde se incrementaron las capturas paulatinamente en los años 1970's y rápidamente en los años 1980's (en el Pacífico también sucedió algo similar para la anchoveta), alcanzando en la temporada de pesca 1988/89 sus máximas capturas (en Ensenada fue en 1980-81) (Pedrín et al. 1973; Pedrín y Ancheita 1976; Molina et al. 1984; Estrada et al. 1986; García, et al 1986, 1987, 1988; Cisneros-Mata et al. 1991, 1995; Nevárez-Martínez et al. 2006, 2014). En 1989/90 se inició un descenso muy marcado en las capturas del Golfo, sobre todo de su componente principal, la sardina monterrey: su captura cayó desde 292,000 toneladas métricas en 1988/89 a 7,000 toneladas en 1991/92 y 1992/93 (Cisneros-Mata et al. 1991, 1995; Lluch-Belda et al. 1995; Nevárez-Martínez et al. 1998, 2006, 2014).

Lo anterior ocasionó una grave crisis económica en la industria sardinera-anchovetera del país: en el Estado de Sonora, esto se reflejó en la quiebra de más del 50% de la planta industrial y el 60% de la flota pesquera entre 1989/90 y 1992/93, con la consecuente pérdida de empleos (aproximadamente 3,000) y en general afectó la economía de toda la región (Cisneros-Mata et al. 1991, 1995; Nevárez-Martínez et al. 2001, 2006, 2014). Sin embargo, a partir de 1993/94 la pesquería del Golfo de California, empezó a recuperarse, provocado por un incremento en la abundancia de la sardina monterrey. Así, entre 1993-94 y 1996-97 las capturas crecieron y en la temporada 1996-97 se obtuvo una captura total de 240,000 t y de éstas 212,000 t fueron de sardina monterrey (Nevárez-Martínez et al. 1998, 2001, 2006, 2014; Lluch-Cota et al. 1999). Se ha planteado que el colapso y recuperación de la población de sardina monterrey fue el resultado de cambios en la intensidad de las surgencias (variaciones en el régimen de vientos) y a la temperatura, es decir primero hubo un corrimiento de alta a baja intensidad de surgencias y temperaturas relativamente cálidas y luego de baja a alta intensidad de surgencias y temperaturas relativamente frías (Nevárez-Martínez et al. 1998, 2001; Lluch-Cota et al. 1999). Más recientemente, entre 1997-98 y 2000-01, periodo en que se presentó tanto un evento El Niño (1997-98),

seguido de dos años de La Niña (1998-2000), de nuevo las capturas de pelágicos menores cambiaron dramáticamente, siendo la sardina monterrey la especie que resintió los impactos adversos de ambos eventos, cayendo sus capturas en estas tres temporadas a un promedio de 60,000 t, pero en la temporada 2000/01 a 2002/03 las capturas de esta especie aumentaron a niveles alrededor de las 200,000 t y la captura total de pelágicos menores fue de 350,000 t (Martínez-Zavala et al. 2000, 2001, 2006). En este periodo, una especie que fue un componente importante en las capturas fue la sardina bocona (*Cetengraulis mysticetus*), la cual estuvo aumentando su aportación hasta alcanzar un poco más de 110,000 t en la temporada 2000/01 (Martínez-Zavala et al. 2001, 2006; Nevárez-Martínez et al. 2006, 2014). En las últimas cinco temporadas las capturas totales han oscilado entre las 364,000 t y 560,000 t y las de sardina monterrey entre 72,000 t y 520,000 t (Nevárez-Martínez et al. 2009, 2010, 2012; Martínez-Zavala et al. 2013). Con excepción de la temporada 2007/08 y 2008/09, en varias temporadas la sardina crinuda y la bocona han sido especies muy importantes en los desembarcos totales de pelágicos menores del Golfo de California (entre el 33% y 62%).

La creciente evidencia que sugiere que no sólo la pesca, sino que también los factores ambientales juegan un papel clave en los cambios experimentados por las poblaciones de peces pelágicos menores en el mundo, hace necesario integrar a la investigación aspectos biológicos y pesqueros con factores ambientales (incorporando en la medida de lo posible los aspectos económicos y tecnológicos), y darle una orientación hacia metas que permitan elaborar pronósticos del recurso con base en información biológica y ambiental clave, que permita la utilización y administración óptima de este tipo de especies de peces. Así, el propósito de esta propuesta fue la de evaluar la pesquería de pelágicos menores del Golfo de California, su variabilidad y su relación con la variabilidad ambiental y la pesca.

III. Antecedentes y Justificación:

Los pelágicos menores son peces que alcanzan longitudes entre los 10 y 40 cm y tienen un ciclo de vida corto. Suelen habitar en zonas costeras de alta productividad

biológica y se alimentan de fitoplancton y de zooplancton (López-Martínez et al. 1999; Nevárez-Martínez et al. 2006, 2014). La sardina monterrey en particular es omnívora, aunque se ha encontrado que muestra preferencia por el fitoplancton (Kawasaki 1983). Además, son alimento para carnívoros (peces, mamíferos marinos y calamares) y aves marinas (Romero-Ibarra 1988; Ehrhardt 1991; Jacob-Cervantes et al. 1992; Molina-Ocampo et al. 1996; Velarde 1994; López-Martínez et al. 1999; Coteró 2000). Además de migraciones estacionales para reproducción y alimentación. Los pelágicos menores experimentan fuertes cambios de abundancia relacionados al ambiente, lo que da lugar a los denominados “cambios de régimen” (Lluch-Belda et al. 1995; Schwartzlose et al. 1999). La distribución geográfica de esta especie es muy amplia, aunque discontinua y segregada en varias sub-poblaciones o stocks (Radovich 1982). La sardina monterrey habita desde Alaska hasta el Golfo de California y en los años fríos se puede extender hasta el sur de Sinaloa (Miller y Lea 1972; Whitehead 1985; Lluch-Belda et al. 1995). La época reproductiva de los peces pelágicos menores es variable. Además, por la maduración asincrónica de los ovocitos, estas especies realizan desoves múltiples: en la época de reproducción la sardina puede desovar cada 15 días (Macewicz et al. 1996) La sardina monterrey del Golfo de California se reproduce en otoño-invierno (Nevárez-Martínez 1990), con algunos años presentándose un breve desove a finales de la primavera (Cisneros-Mata et al. 1988). En esta área, la sardina monterrey desova principalmente en la costa de Sonora, aunque se pueden encontrar huevecillos en toda la zona central del Golfo (Nevárez-Martínez 1990, Hammann et al. 1998). La talla de primera reproducción para sardina monterrey (aquella a partir de la cual el 50% o más de los organismos están reproduciéndose) varía latitudinalmente, con las mayores tallas en Ensenada y las menores en el Golfo de California presentando importantes variaciones interanuales (Cisneros-Mata et al. 1987; Nevárez-Martínez 2004, 2006). En México la pesquería de sardina monterrey (*Sardinops sagax caeruleus*) tuvo su inicio en el puerto de Ensenada, B. C., en el año de 1929, registrándose bajos niveles de captura debido a la poca demanda de consumo y escasa capacidad de acarreo de la flota (Nevárez-Martínez et al. 2010). A mediados de la década de los años 40's ocurre un desplome de la pesquería en la costa de Norteamérica como consecuencia de cambios bruscos de los factores ambientales y la aplicación de un excesivo esfuerzo

de pesca, provocando con ello una severa crisis económica en la industria estadounidense (Clark y Marr 1955; Klingbeil, 1979; Radovich 1982). Durante los años 1960's este desplome repercute en las costas mexicanas de B. C., lo cual ocasiona su virtual desaparición, con excepción de Baja California Sur. Debido a las muy escasas capturas reportadas por la flota de Ensenada y al descubrimiento de otras poblaciones, una pequeña parte de esa flota es desplazada hacia las aguas del Golfo de California sentando así las bases de lo que hoy es la pesquería de sardina cuyos puertos base están en Guaymas y Yavaros, Sonora, que se han desarrollado ampliamente, con una flota numerosa y la planta industrial más importante del país (Pedrín et al. 1973; Pedrín y Ancheita, 1976; Pedrín, 1978; Lluch, et a 1986; Cisneros-Mata et al. 1991; Cisneros-Mata et al. 1995; Nevárez-Martínez et al. 2004, 2006, 2014).

A partir de los años 1969/70, la pesquería de pelágicos menores en el Golfo de California presentó un incremento paulatino de las capturas en los años 1970's y rápidamente en los años 1980's, alcanzando en la temporada de pesca 1988/89 un máximo en la captura (Pedrín et al. 1973; Pedrín y Ancheita 1976; Molina et al. 1984; Estrada et al. 1986; Cisneros-Mata et al. 1991, 1995; Lluch-Belda et al. 1995; Nevárez-Martínez et al. 2006, 2014). En el Golfo de California, entre 1990 y 1993 se presentó una severa crisis en la captura de sardina monterrey, y en 1992-93, un desplome de toda la pesquería, capturándose en total alrededor de 55,000 t y de éstas sólo 7,000 fueron de sardina monterrey, cuando en la temporada 1988-89 se habían capturado 312,000 t y de éstas 292,000 t fueron de sardina monterrey (Lluch-Belda et al. 1995; Cisneros-Mata et al. 1995; Nevárez-Martínez et al. 1998, 2001, 2006, 2014). Sin embargo, entre 1993-94 y 1996-97 las capturas crecieron de nuevo y en esa última temporada se obtuvo una captura total de 240,000 t y de éstas 212,000 t fueron de sardina monterrey (Nevárez-Martínez et al. 1998, 2001, 2006, 2014; Lluch-Cota et al. 1999). Estos autores plantean que el colapso y recuperación de la población de sardina monterrey fue el resultado de cambios en la intensidad de las surgencias (variaciones en el régimen de vientos) y a la temperatura, es decir primero hubo un corrimiento de alta a baja intensidad de surgencias y temperaturas relativamente cálidas y luego de baja a alta intensidad de surgencias y temperaturas relativamente frías.

Entre 1997-98 y 2000-01, periodo en que se presentó tanto un evento El Niño (1997-98), seguido de dos años de La Niña (1998-2000), de nuevo las capturas de pelágicos menores cambiaron dramáticamente, siendo la sardina monterrey la especie que resintió los impactos adversos de ambos eventos, cayendo sus capturas en estas tres temporadas a un promedio de 60,000 t, pero en la temporada 2000-01 a 2002-03 las capturas de esta especie aumentaron a niveles alrededor de las 200,000 t y la captura total de pelágicos menores fue de 350,000 t (Martínez-Zavala et al. 2001, 2006; Nevárez-Martínez et al. 2006, 2014). En este periodo, una especie que fue un componente importante en las capturas fue la sardina bocona (*Cetengraulis mysticetus*), la cual estuvo aumentando su aportación hasta alcanzar un poco más de 110,000 t en la temporada 2000-01 (Martínez-Zavala et al. 2001; Nevárez-Martínez et al. 2006, 2014).

En esta pesquería, el 82% de la captura descargada se destina a la elaboración de harina y aceite de pescado, que se utiliza como materia prima para la elaboración de alimentos para aves y ganado, el 14 % se destina al enlatado para consumo humano y una fracción (4%), aunque en aumento, se comercializa en fresco congelado (Nevárez-Martínez et al. 2010). Tanto las conservas como el fresco congelado son, casi en su totalidad, a partir de sardina monterrey. Sin embargo, cuando ha habido muy baja abundancia de sardina monterrey, tanto la sardina crinuda como la macarela han sido utilizadas para la elaboración de conservas (Nevárez-Martínez et al. 2006, 2014). Por otro lado, la sardina monterrey también es la especie que ha sido preferida por la industria para la elaboración de harina y aceite de pescado, tanto por sus altos rendimientos en proteína y en su conversión (toneladas en fresco-tonelada de harina), como en la cantidad y calidad del aceite que se obtiene (Nevárez-Martínez et al. 2006, 2014). Sin embargo, especies como la sardina bocona (*Cetengraulis mysticetus*) durante estos últimos años ha cubierto un mercado, hasta ahora inexistente, de harina de baja proteína que permite elaborar alimentos balanceados para ganado vacuno, principalmente, aunque también se usa para elaborar alimentos usados en los cultivos de organismos marinos (Nevárez-Martínez et al. 2004, 2006, 2014). En las cinco temporadas las capturas totales han oscilado entre las 364,000 t y 560,000 t y las de sardina monterrey entre 94,000 t y 520,000 t (Nevárez-Martínez et al. 2009, 2010,

2012a). Con excepción de la temporada 2007/08 y 2008/09, en varias temporadas la sardina crinuda y la bocona fueron especies muy importantes en los desembarcos totales de pelágicos menores del Golfo de California (entre el 33% y 62%).

IV. Justificación

La variabilidad de la pesquería de pelágicos menores (sardinias, anchovetas y macarela) en términos de su distribución y abundancia, se ha planteado desde diferentes enfoques: el ambiental en diferentes escalas de tiempo y espacio y el pesquero, intentando entender mejor el papel que juega cada uno y lograr una planificación óptima en la administración de estos recursos, por lo que resulta fundamental determinar cuáles son los principales factores que originan esta variabilidad. Así, el estado actual de la pesquería y la demanda de la planta industrial nos obliga a plantear la integración de líneas de investigación que incluyan, además de los aspectos pesqueros, la componente ambiental, como un instrumento esencial para explicar el funcionamiento del sistema, incorporando también la parte económica (y tecnológica), además de continuar con las investigaciones biológicas y los efectos de la explotación entre otros factores. Por otra parte, y muy recientemente, el cultivo (engorda) de atún (ranchos atuneros) plantea un reto adicional en el manejo de los peces pelágicos menores, pues esta actividad, en la medida en que se desarrolle más, demandara para su óptimo funcionamiento de un abastecimiento de pelágicos menores, pudiendo hacer presión para la obtención de permisos de pesca, situación que crearía conflictos dentro de esta pesquería.

Lo anterior es particularmente cierto si consideramos que el deterioro ambiental a escala mundial ha puesto en evidencia que el manejo tradicional de los recursos naturales no ha logrado siempre promover su explotación sustentable; más aún, en ocasiones no brinda los elementos necesarios para compatibilizar dicha explotación con otras actividades y usos del ecosistema, incluida su conservación. A la luz de los grandes colapsos de las pesquerías en diversas partes del mundo, del deterioro de áreas costeras y de la creciente demanda de uso de los recursos vivos del mar, se ha

vuelto imperiosa la necesidad de modificar las estrategias de manejo para garantizar el sostenimiento y conservación de los ecosistemas marinos. En parte, el problema se deriva de que los enfoques tradicionales (i.e., basados en la población como unidad funcional), no incorporan los elementos suficientes como para atender los diversos problemas que surgen en torno de la explotación de los recursos marinos. Botsford et al. (1997), entre otros, enfatizan la urgencia de un enfoque holístico, al tiempo que hacen notar que el gran número de poblaciones sobreexplotadas, junto con los efectos indirectos de la pesca en los ecosistemas marinos, son indicativos de que el manejo pesquero tradicional ha fallado en alcanzar su objetivo de sustentabilidad.

V. Zona de estudio:

El Golfo de California es un mar angosto y semicerrado, es 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 22° y 32° de latitud N y entre los 106° y 115° de longitud W. Las flotas sardineras de Sonora (Guaymas y Yavaros) operan a lo largo de la costa de Sonora y de la península de Baja California (Fig. 1).

VI. Objetivos:

VII.1) Objetivo General

Realizar la evaluación permanente del estado del recurso y la pesquería de pelágicos menores del Golfo de California, para recomendar al sector administrativo medidas para su regulación dinámica, que permitan un aprovechamiento sustentable de estos recursos.

VI. 2) Objetivos Particulares

1. Determinar la estructura y dinámica poblacional (tallas, épocas de reproducción, tallas de reproducción, edad y crecimiento, reclutamiento, mortalidad) de las especies de pelágicos menores del Golfo de California.

2. Determinar el efecto de la pesca en la estructura de los stocks de pelágicos menores.
3. Determinar la composición, distribución espacial y temporal de la pesquería de pelágicos menores en el Golfo de California.
4. Determinar el efecto del ambiente en los stocks de pelágicos menores del Golfo de California.

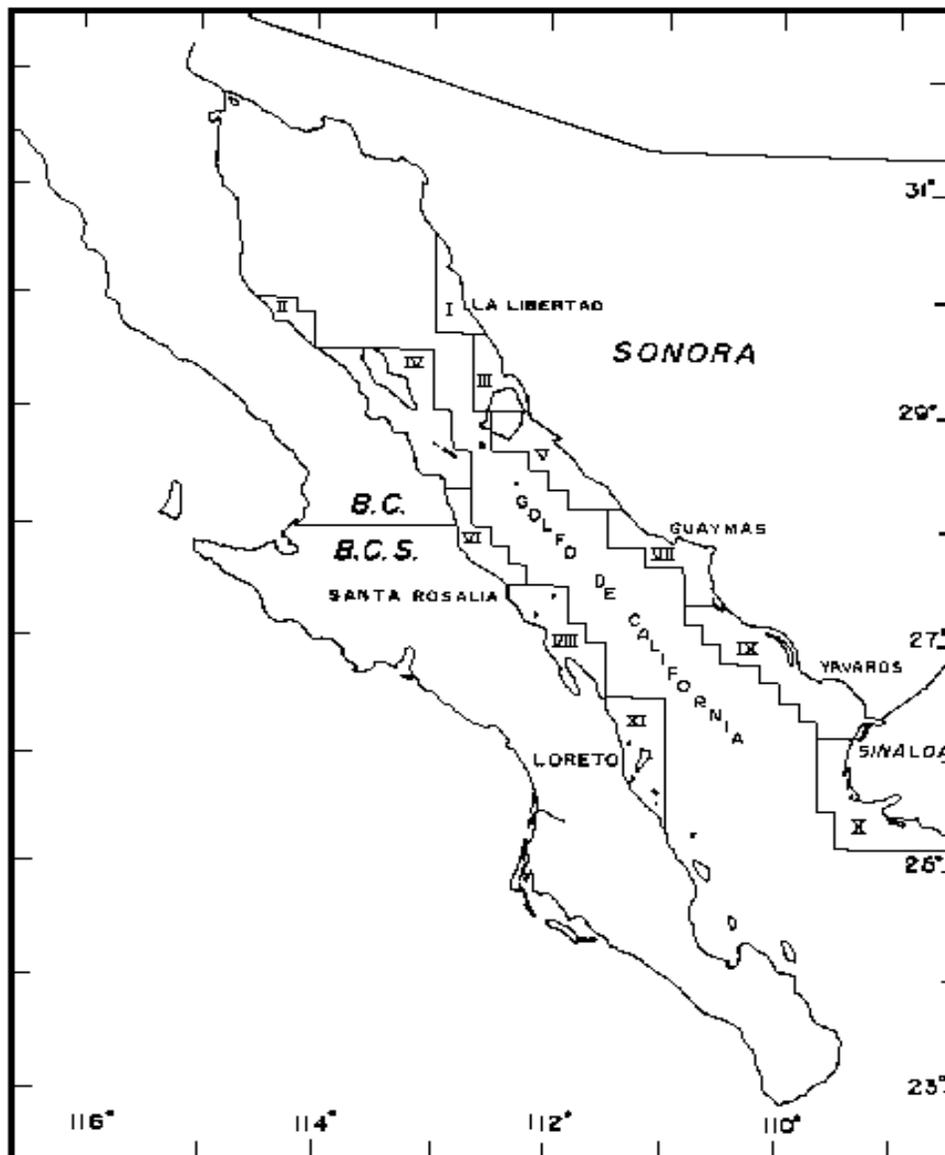


Figura 1. Golfo de California y áreas estadísticas de pesca de la pesquería de pelágicos menores.

VII. Materiales y Métodos:

Se realizaron muestreos sistemáticos y permanentes de las capturas comerciales en los puertos de Guaymas y Yavaros, Sonora. Esta información se obtuvo con un procedimiento de muestreo estándar (Félix-Uraga 1986; Cisneros Mata *et al.* 1991; Félix-Uraga, R. 1992; Alvarado-Castillo R. y R. Félix-Uraga 1997; Cisneros-Mata *et al.* 1991; Cisneros-Mata *et al.* 1997; Martínez-Zavala *et al.* 2000), que consistió en un muestreo al azar estratificado de las descargas por embarcación (Cochran 1984; Anónimo 1998), obteniéndose información sobre la estructura de tallas de los organismos capturados. Así mismo se toma una submuestra para obtener la longitud, el peso, sexo, estadio de madurez y coleccionar otolitos para determinación de edad.

Con la información se creó una base de datos, con la que después, mediante la aplicación de diversas y conocidas técnicas de biología pesquera (Pope 1972, Ricker 1975, Gulland 1983, Jones 1984, Gayanilo *et al.* 1989), se obtuvo y actualizó el conocimiento de los stocks de los pelágicos menores, tales como estructura de tallas y edad, crecimiento, proporción de sexos, estado reproductivo, mortalidad, reclutamiento, biomasa y rendimiento.

Por otro lado se obtuvieron las estadísticas de captura y esfuerzo de pesca ejercido, información que fue acopiada de las Oficinas Federales de Pesca. Además, se captó la información de las condiciones ambientales locales (temperatura superficial del mar y velocidad y dirección del viento), y se obtuvo información sobre temperatura superficial del mar del Golfo mediante imágenes de satélite, a partir de la base de imágenes satelitales SATMO de CONABIO, con resolución espacial de 1km².

Mediante regresión no lineal se estimó la relación biométrica longitud patrón-peso total:

$$W = aL^b$$

Dónde:

W = peso total (gr)

L = longitud patrón (mm)

a = intercepto

b = pendiente

Esta función, en conjunto con la información de capturas totales de sardina, se utilizó para obtener los números totales de sardina por intervalo de talla, los cuales se usaron en el análisis estructurado por edad y en el análisis de cohortes estructurado por tallas (Jones 1984, Nevárez-Martínez et al. 2006, 2014). Los estimados de crecimiento anual fueron obtenidos utilizando las estructuras de tallas mensuales, determinando el crecimiento a través ajuste de los datos de frecuencia por tallas a una función oscilatoria del modelo de crecimiento de von Bertalanffy estacionalizada (Cloern y Nichols 1978; Pauly et al. 1984):

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-[K(t-t_0) + C(K/2\pi)\sin 2\pi(t-t_s)]})$$

Donde L_t es la longitud patrón (en mm) al tiempo t , L_∞ es la longitud asintótica (en mm), K es el coeficiente de crecimiento (por año), t_0 es el tiempo a la longitud cero, C es el control de la magnitud de las oscilaciones y t_s es tiempo de inicio de la oscilación ($t_s - 0.5$ es el punto de invierno). Los estimados de los parámetros L_∞ y K fueron obtenidos usando ELEFAN I (Pauly y David 1981; Pauly 1987; Gayanilo et al. 1989). El estimado de t_0 se obtuvo con la relación propuesta por Pauly (1984).

$$\text{Log}(-t_0) = -0.3922 - 0.2752 * \text{Log}(L_\infty) - 1.038 * \text{Log}(K)$$

La mortalidad natural (M) anual fue evaluada mediante la ecuación propuesta por Jensen (1996): $M = 1.5 * K$; Donde, K (anual) es el coeficiente de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy.

Para crinuda, la estimación de mortalidad por pesca específica para cada talla (F_i), mortalidad por pesca promedio anual (\bar{F}) y abundancias por talla (N_i) fueron estimadas mediante un Análisis de Cohortes basado en tallas de Jones (Jones 1984, Nevárez-Martínez et al. 2006, 2014) en base anual e incorporando mortalidad natural (M) para cada año, suponiendo M constante para todas las edades y dentro de cada año. Puesto que el método supone condiciones de equilibrio, se construyó una distribución promedio de captura por tallas de dos temporadas (2013/14 y 2014/15), debido a su

comportamiento similar. Además, las variaciones de los rendimientos futuros (Y , en toneladas) y la biomasa promedio anual (Bm , en toneladas) de la población de sardina, fueron exploradas con el modelo predictivo de Thompson-Bell (Sparre y Venema 1995). Finalmente, se estimó el rendimiento máximo sostenible (MSY , por sus siglas en inglés), la mortalidad por pesca asociado a ese rendimiento (F_{MSY}).

VII. Resultados de investigación:

Captura y esfuerzo

En la temporada 2014/15 se descargaron 244,465 t de pelágicos menores, de las cuales 181,080 t fueron registradas en Guaymas y 63,385 t en Yavaros. De las 244,465 toneladas capturadas de peces pelágicos menores, la sardina crinuda aportó el 49.5% (120,919 t), la sardina bocona el 27.8% (67,960 t), la macarela el 14.5% (35,503 t), la sardina japonesa 2.9% (7,173 t), la sardina monterrey 1.8% (4,455 t), la sardina piña 1.7% (4,168 t), la anchoveta el 1.6% (3,888 t), y el rubro de revoltura 0.2% (399 t) (Tabla 1, Fig. 2). La mayor proporción de la captura total se destinó a la reducción para elaboración de harina y aceite (93.6%), el resto se destinó al enlatado (empaque) para consumo humano directo (6.3%). El destino de las descargas por puerto fue, en Guaymas de 95.8% para la reducción y 4.2% para empaque, mientras que en Yavaros fueron 87.6% y 12.4%, respectivamente.

Las capturas totales por oscuro/mes estuvieron entre 4,088 t (julio) y 40,875 t (febrero), en la mayoría de los oscuros se registraron más de 20,000 t/oscuro. Las capturas de sardina crinuda estuvieron entre 3,998 t (mayo) y 27,089 t (noviembre). Las sardina bocona tuvo capturas entre 453 t (mayo) y 30,172 t (febrero). Las capturas de macarela estuvieron entre 65 t (junio) y 13,205 t (marzo). La sardina japonesa registró capturas entre 368 t (diciembre) y 2,518 t (febrero). La anchoveta (1,295 t) y sardina piña (1,805 t) obtuvieron su mayor descarga en mayo y abril, respectivamente (Fig. 3).

Durante esta temporada se acordaron dos periodos de suspensión de pesca de la sardina monterrey: uno que incluyo a noviembre y diciembre del 2014 y a enero del 2015, y otro de junio a septiembre de 2015. Por lo que esta sardina sólo fue capturada de febrero a mayo, con descargas de 91 a 3,264 t

Durante la temporada de pesca 2014/15 operaron 50 barcos: 39 descargaron en Guaymas, 10 en Yavaros y uno en ambos puertos (Tabla 3). El esfuerzo de pesca nominal (número de viajes) fue de 2,223 viajes nominales, contabilizando entre 76 y 307 viajes por oscuro, la actividad de la flota fue menor al inicio de la temporada (octubre) y fue suspendida en los oscuros de agosto y septiembre (acuerdo con el CRIP) (Fig. 4). La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) nominal fue de 110.0 t/viaje; fluctuando entre 53.8 t/viajes (julio) y 133.1 t/viajes (febrero) por oscuro (Fig. 4).

Tabla 1. Captura (t) de peces pelágicos menores desembarcada en los puertos de Guaymas y Yavaros, temporada de pesca 2014/15.

	Sardina monterrey	Sardina crinuda	Macarela	Sardina japonesa	Anchoveta	Sardina bocona	Sardina piña	Revoltura	Total
Guaymas	4,139	76,813	29,529	5,488	3,888	57,758	3,260	204	181,080
Yavaros	316	44,105	5,974	1,684	0	10,202	908	196	63,385
Total	4,455	120,919	35,503	7,173	3,888	67,960	4,168	399	244,465

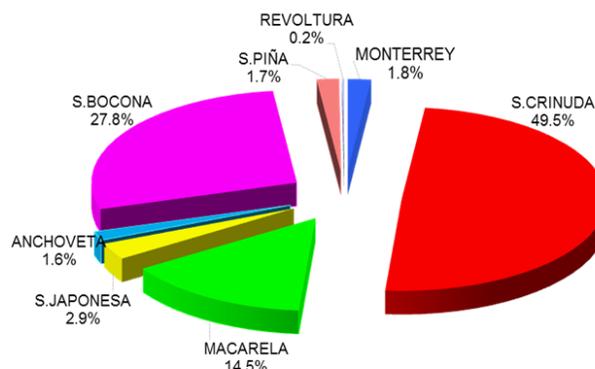


Figura 2. Composición de la captura de pelágicos menores descargada en Sonora, temporada de pesca 2014/15.

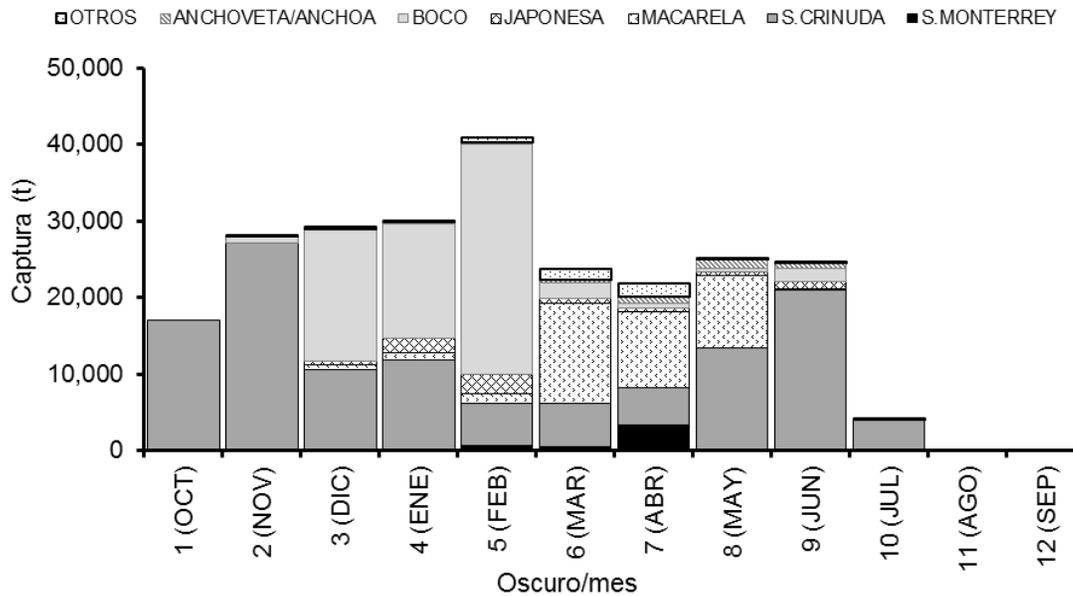


Figura 3. Captura mensual de pelágicos menores descargad en Sonora, temporada de pesca 2014/15.

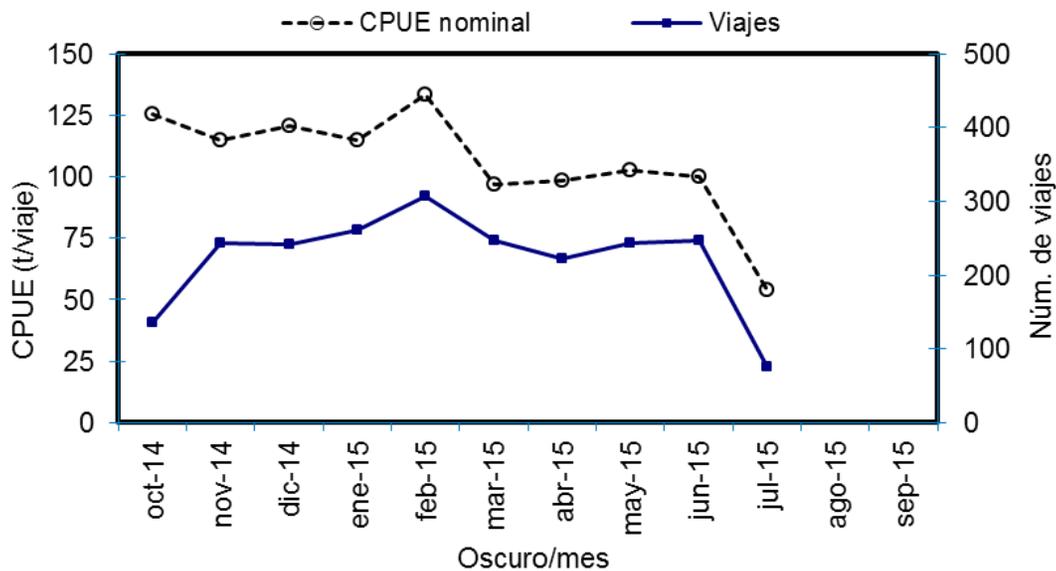


Figura 4. CPUE nominal total y viajes por oscuro, de la flota que descarga en Sonora, temporada de pesca 2014/15.

Tabla 3. Barcos, por categoría de bodega, por puerto de descarga, por oscuro, temporada de pesca 2014/15. * Guaymas, ** Yavaros, *** ambos.

No.	BARCO	Oscuro/mes									
		oct-14	nov-14	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15
1	DP-2S	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2	PP-2S	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3	SELECTA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
4	SELECTA II	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5	DON BETO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6	SALGARI	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7	BARDA I	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
8	BARDA III	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
9	EL AZTECA	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
10	CARLI-FORNIA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
11	PORTOLA III	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
12	BAKATETE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
13	PESCADOR II	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
14	SELECTA V	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
15	PESCADOR V	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
16	MANOLO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
17	ONTAGOTA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
18	ISLA DE CEDROS	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
19	PISA II	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
20	ZENIT II	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
21	PP-1S	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
22	SELECTA I	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
23	COZAR XI	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
24	PORTOLA I	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25	PORTOLA II	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
26	PORTOLA V	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
27	SELECTA III		*	*	*	***	*	*	*	*	*
28	DON ISAAC		*	*	*	*	*	*	*	*	*
29	PROESA I		*	*	*	*	*	*	*	*	*
30	CHUYITO XXX		*	*	*	*	*	*	*	*	*
31	SARDINA IX		*	*	*	*	*	*	*	*	*
32	SARDINA VI		*	*	*	*	*	*	*	*	*
33	JUAN PABLO I		*	*	*	*	*	*	*	*	*
34	PISA I		**	**	**	**	**	**	**	**	**
35	M-3S			*	*	*	*	*	*	*	*
36	SAN MIGUEL			*	*	*	*	*	*	*	*
37	PORTOLA VI			*	*	*	*	*	*	*	*
38	COZAR III		*	*	*	*	*	*	*	*	*
39	KORE		*	*	*	*	*	*	*	*	*
40	SAN JOSE		*	*	*	*	*	*	*	*	*
41	PM-2S		*	*	*	*	*	*	*	*	*
42	EXCALIBUR		*	*	*	*	*	*	*	*	*
43	SAN IGNACIO		*	*	*	*	*	*	*	*	*
44	T-1S				**	**	**	**	**	**	**
45	JOSE JULIAN				*	*	*	*	*	*	*
46	SAN URIEL				*	*	*	*	*	*	*
47	DELTA YAQUI				*	*	*	*	*	*	*
48	PEGUSA I				*	*	*	*	*	*	*
49	PORTOLA IV	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
50	PESCADOR IV	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
TOTAL DE BARCOS		28	41	43	45	47	48	48	44	44	33

Ambiente

El comportamiento de la **temperatura superficial del mar (TSM)** en el Golfo está principalmente determinado por las estaciones climáticas del año, con promedios mensuales mayores a 30°C durante el verano y por debajo de los 20°C durante el invierno (Fig. 5). Por lo que las diferencias, con respecto al promedio histórico (1952 a 2015), pueden proporcionar mayor información. En la mayor parte de los meses de la temporada se registraron temperaturas superficiales del mar mayores al promedio histórico, con anomalías entre +0.2°C y +2.1°C (febrero); y las mayores anomalías positivas se registraron de diciembre a abril. En todo el ciclo, sólo se registró una anomalía negativa de (-0.6°C) en el mes de mayo (Fig. 5).

El patrón típico de **vientos dominantes (V.D.)** registró alteraciones, ya que hubo gran variabilidad de los vientos diarios y en la mayoría de los meses sólo hubo una ligera dominancia: en noviembre, diciembre y enero los del NW y NNW, y en marzo los del NE y NEE; de abril hasta agosto fueron dominantes los del SW y SSW, aunque sólo en los tres últimos meses mostraron una mayor dominancia (Tabla 4). Las **anomalías de la frecuencia de los vientos dominantes**, con respecto al promedio de la última década, mostraron que los vientos del NW y WNW disminuyeron su frecuencia en invierno, mientras que los del SW disminuyeron en gran parte del ciclo (Fig. 6, Tabla 5).

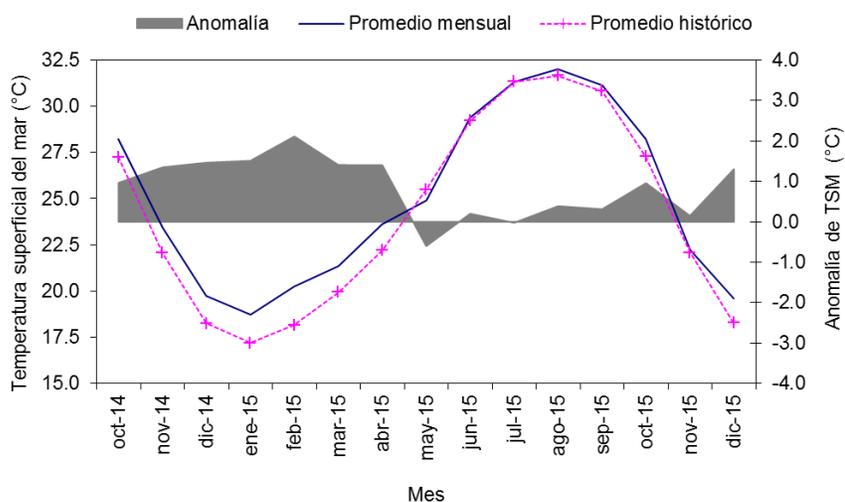


Figura 5. Promedio y anomalías de la temperatura superficial de mar (°C) en la Bahía de Guaymas, temporada de pesca 2014/15.

Tabla 4. Vientos dominantes (VD) mensuales, temporada de pesca 2014/15.

Mes	Viento dominante (VD)	Vel. (m/s)
Oct-14	muy variable	---
Nov-14	NNW	2.9
Dic-14	NNW	3.2
Ene-15	NW	3.6
Feb-15	muy variable	---
Mar-15	NE, NNE	2.3
Abr-15	SW, SSW	3.8
May-15	SW, SSW	4.7
Jun-15	SW, SSW	5.8
Jul-15	SW, SSW	5.3
Ago-15	SW, SSW	5.7
Sep-15	muy variable	---
Oct-15	NE, NNE	3.3

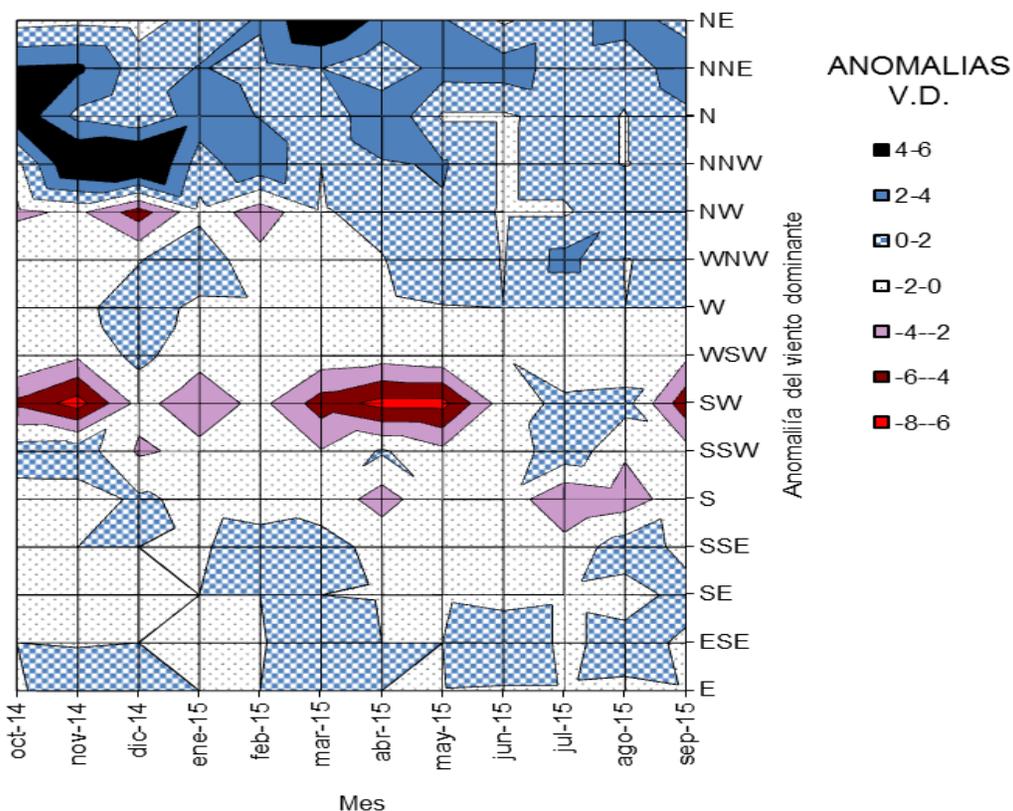


Figura 6. Vientos mensuales más frecuente (VFR), con respecto a la última década, temporada de pesca 2014/15.

Tabla 5. Frecuencia mensual de vientos dominantes (VD), promedio de la frecuencia de VD de la última década (2006-2015) y anomalías de V.D.

VIENTOS	OCTUBRE PROMEDIO			NOVIEMBRE PROMEDIO			DICIEMBRE PROMEDIO			ENERO PROMEDIO			FEBRERO PROMEDIO			MARZO PROMEDIO		
	MES	HIST.	ANOMALIA	MES	HIST.	ANOMALIA	MES	HIST.	ANOMALIA	MES	HIST.	ANOMALIA	MES	HIST.	ANOMALIA	MES	HIST.	ANOMALIA
N	7	1.6	5.4	2	0.6	1.4	1	0.9	0.1	5	1.9	3.1	3	1.1	1.9	1	0.9	0.1
NNE	6	1.8	4.2	7	2.6	4.4	3	2	1	3	0.9	2.1	2	0.6	1.4	3	1.0	2.0
NE	1	1.8	-0.8	1	1.5	-0.5	0	0.8	-0.8	1	0.2	0.8	4	1.8	2.2	8	1.7	6.3
E	0	0.2	-0.2	1	0.1	0.9	0	0	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
ESE	0	0	0	0	0.1	-0.1	0	0	0	0	0.1	-0.1	0	0.1	-0.1	1	0.1	0.9
SE	0	0.6	-0.6	0	0.2	-0.2	0	0.1	-0.1	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
SSE	0	0.4	-0.4	0	0	0	0	0	0	0	0.2	-0.2	1	0.2	0.8	1	0.6	0.4
S	1	1.9	-0.9	1	1.9	-0.9	2	1.7	0.3	1	1.5	-0.5	1	1.9	-0.9	2	2.5	-0.5
SSW	5	3.9	1.1	4	2.8	1.2	0	2.3	-2.3	1	2.5	-1.5	1	1.7	-0.7	1	2.9	-1.9
SW	4	8.5	-4.5	1	7.9	-6.9	3	4.4	-1.4	2	5.2	-3.2	6	7.4	-1.4	5	10.0	-5.0
WSW	3	3	0	0	1.7	-1.7	2	1.4	0.6	0	1.4	-1.4	0	1.6	-1.6	1	1.8	-0.8
W	0	0.3	-0.3	0	0.4	-0.4	1	0.2	0.8	0	0.4	-0.4	0	0.3	-0.3	0	0.5	-0.5
WNW	1	1	0	0	1.9	-1.9	3	3.1	-0.1	4	2.8	1.2	0	1.3	-1.3	0	1.6	-1.6
NW	2	4.5	-2.5	4	5.6	-1.6	5	10	-5.1	11	11.5	-0.5	4	7.2	-3.2	6	6.2	-0.2
NNW	0	0.6	-0.6	9	2.4	6.6	10	2.6	7.4	3	2.0	1.0	6	2.4	3.6	1	1.0	0.0
VIENTOS	ABRIL PROMEDIO			MAYO PROMEDIO			JUNIO PROMEDIO			JULIO PROMEDIO			AGOSTO PROMEDIO			SEPTIEMBRE PROMEDIO		
	MES	HIST.	ANOMALIA	MES	HIST.	ANOMALIA	MES	HIST.	ANOMALIA	MES	HIST.	ANOMALIA	MES	HIST.	ANOMALIA	MES	HIST.	ANOMALIA
N	5	1.0	4.0	0	0.3	-0.3	0	0.3	-0.3	1	0.2	0.8	0	0.1	-0.1	2	0.5	1.5
NNE	1	0.8	0.2	4	1.1	2.9	4	1.0	3.0	2	0.9	1.1	2	1.5	0.5	6	2.5	3.5
NE	4	0.7	3.3	3	0.8	2.2	0	0.3	-0.3	3	1.9	1.1	5	2	3.0	3	1.9	1.1
E	0	0.0	0.0	0	0.1	-0.1	0	0.2	-0.2	0	0.2	-0.2	0	0.3	-0.3	0	0.1	-0.1
ESE	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	2	0.4	1.6	0	0.4	-0.4	1	0.3	0.7	0	0.3	-0.3
SE	0	0.1	-0.1	0	0.3	-0.3	0	0.8	-0.8	1	1.4	-0.4	0	0.8	-0.8	1	0.4	0.6
SSE	0	0.3	-0.3	0	0.4	-0.4	1	1.6	-0.6	0	1.2	-1.2	2	1	1.0	0	0.5	-0.5
S	0	3.0	-3.0	4	4.2	-0.2	3	3.6	-0.6	1	4.9	-3.9	3	6.1	-3.1	4	4.7	-0.7
SSW	5	4.8	0.2	5	6.5	-1.5	9	10.5	-1.5	10	8.6	1.4	7	8.7	-1.7	5	6.2	-1.2
SW	5	11.7	-6.7	6	12.7	-6.7	8	9.0	-1.0	8	7.5	0.5	8	7.3	0.7	3	8.4	-5.4
WSW	1	2.1	-1.1	1	1.6	-0.6	1	1.1	-0.1	0	1.7	-1.7	0	1.4	-1.4	0	1.6	-1.6
W	0	0.4	-0.4	0	0.1	-0.1	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
WNW	1	1.1	-0.1	2	0.6	1.4	0	0.1	-0.1	3	0.3	2.7	0	0.1	-0.1	1	0.3	0.7
NW	4	3.3	0.7	3	1.2	1.8	0	0.3	-0.3	0	0.3	-0.3	2	0.5	1.5	3	1.4	1.6
NNW	2	0.2	1.8	3	0.8	2.2	0	0.3	-0.3	1	0.1	0.9	0	0.1	-0.1	1	0.2	0.8

El monitoreo permanente del Pacífico Central (NOAA) relacionado con el evento de “El Niño” (y “La Niña”) indicaron condiciones cálidas en los meses de octubre a diciembre, con anomalías en la temperatura superficial del mar mayores al promedio en gran parte del Pacífico Ecuatorial. Aunque las condiciones atmosféricas y oceánicas continuaron indicando condiciones neutrales, debido a que no se reflejó una respuesta

atmosférica clara y consistente asociada a las SST positivas (Climate Prediction Center/NCEP/NOAA, octubre - diciembre 2014). Durante los meses de enero, febrero y marzo de 2015, fueron declaradas condiciones débiles de “El Niño”, con las temperaturas superficiales mayores al promedio en el Pacífico este ecuatorial, condiciones que se fortalecieron paulatinamente hasta fines del 2015, caracterizándose como un evento “El Niño” fuerte 2014-2015 (Climate Prediction Center/NCEP/NOAA, enero-diciembre 2015).

Las **imágenes de satélite de la temperatura superficial del mar (°C)** muestran condiciones promedio de la temperatura superficial del mar en el Golfo de California. (Fig. 7). Las imágenes mostraron que las condiciones de TSM en 2015 fueron más cálidas que las observadas en los mismos meses del 2014. Los meses de abril y mayo del 2015, se mantiene la concentración de aguas frías en la Región de las Grandes Islas y la cintura insular del Golfo (16-17°C), con una menor cobertura espacial en comparación al mismo mes del año previo (2014), sobre todo en abril, ya que en 2014 las masas de agua fría se prolongan hasta las costa de Santa Rosalía, BCS, mientras que las masas de agua de la parte central y sur del Golfo muestran valores de temperatura superficial homogéneos (≈ 23 °C). Durante julio, agosto y septiembre 2015, la temperatura se elevó en toda la costa continental del Golfo de California, por lo que se aprecia bien el patrón de temperaturas característico de la época de verano, de aguas más cálidas por el lado continental del Golfo que por la costa peninsular; respecto al año anterior se observan temperaturas mayores de 1 hasta 2°C, cuando fue notoria el agua cálida proveniente del Pacífico Centro hacia el Golfo, con temperaturas alrededor de 30-32°C; la típica concentración de aguas frescas en el Canal de Ballenas-Salsipuedes se conserva durante el trimestre, aunque más cálida (25°C), en comparación con el mismo trimestre del 2014.

No fue posible obtener imágenes de satélite para todos los meses de esta temporada del acervo de CONABIO (<http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/mares/satmo/index.html>), otras fuentes no tienen la calidad/resolución suficientes.

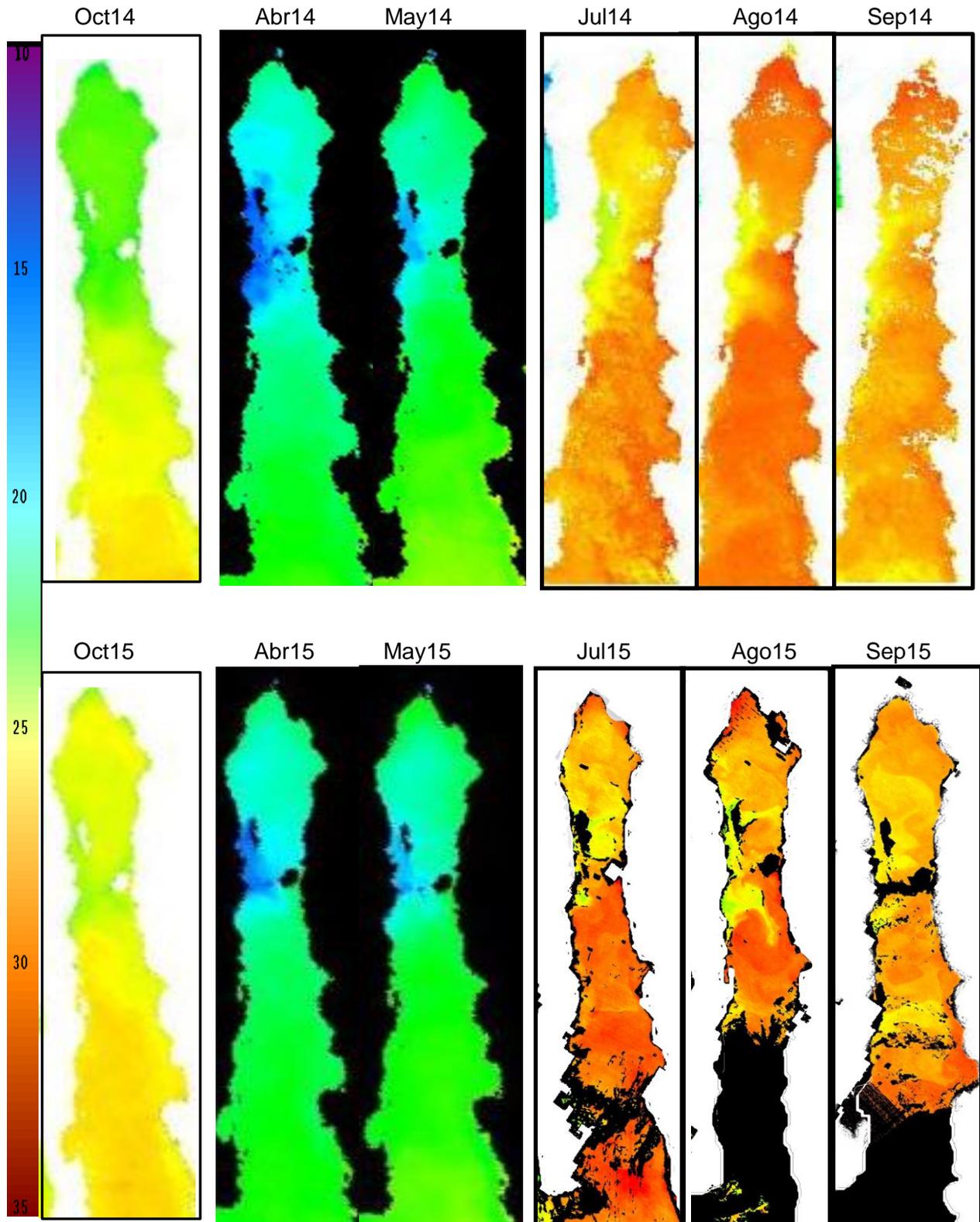


Fig. 7. Imágenes de satélite de la temperatura superficial del mar (°C) del Golfo de California, octubre, abril-mayo, julio-septiembre del 2014 y 2015.

Distribución de las capturas.

Las capturas de pelágicos menores se realizaron en diez de las once áreas de pesca (Fig. 8). En general, la operación de la flota registró una distribución amplia, debido a la dispersión y escasas de cardúmenes de pelágicos menores; aunque la mayor proporción de los viajes se realizaron en áreas de la costa de Sonora (áreas III, V, VII y IX) y Norte de Sinaloa (área X), debido a la disponibilidad de la sardina crinuda, macarela y sardina bocona, que fueron el mayor sustentó de la pesquería.

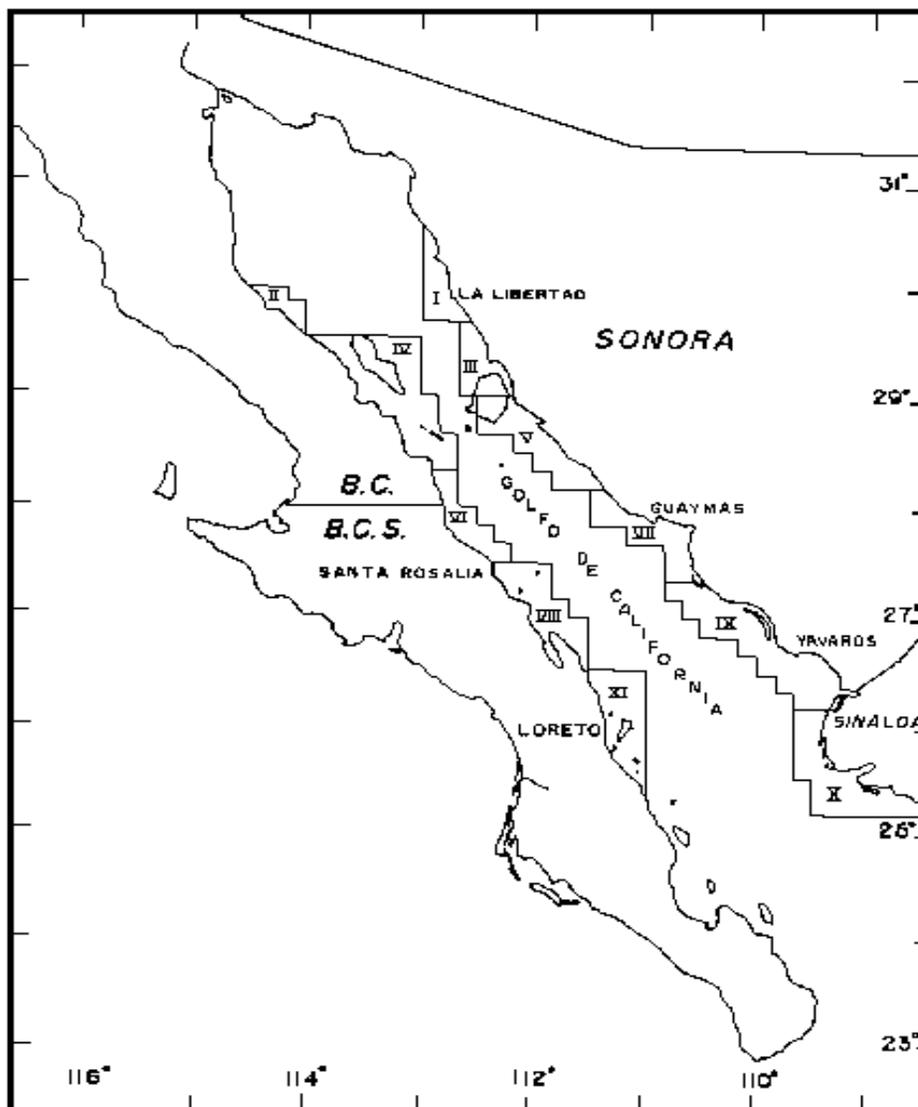


Fig. 8. Áreas de pesca de pelágicos menores en el Golfo de California.

En el oscuro de **octubre**, la operación de la flota se realizó principalmente en cuatro áreas: dos al norte y dos al sur. La mayor frecuencia de viajes se registró en el Tobarí-Agiabampo (IX-27.8%), seguida por el Desemboque (III-23.8%), San Juan (X-21.9%) y San Jorge (I-20.5%), con porcentajes similares, en Bahía de Kino se contabilizaron viajes en menor frecuencia de visita (V-6.0%) (Tabla 6).

En **noviembre**, la actividad de flota se concentró en dos áreas de la costa de Sonora: en Tastiota (V-35.2%) y en Agiabampo (IX-31.5%); otras áreas, con menor frecuencia de visitas, fueron: Desemboque (III-13.1%), Las Guásimas (VII-8.7%), Desemboque de Caborca (I-7.0%) y San Juan (X-4.4%) (Tabla 6).

En el oscuro de **diciembre**, la mayor proporción de viajes continuaron realizándose en la costa central de Sonora, Tastiota-Bahía de Kino (V-50.6%); le siguieron en menor proporción: Guaymas (VII-17.0%), Yavaros (IX-13.6%), San Juan (X-12.1), San Jorge (I-6.0%) y escasamente en El Desemboque (III-0.8%) (Tabla 6).

Durante **enero**, la flota mantuvo una amplia distribución, registrando la mayor frecuencia de viajes en Agiabampo (área IX-35.3%), seguida por el desemboque (área III-23.0%), Los Algodones (área VII) y Las Copas (área X) con 16.3%, cada una; las áreas restantes fueron escasamente visitadas: Mulegé (VIII-2.8%), San Luis Gonzaga (II-2.5%), Tastiota (V-2.5%), Puerto Peñasco (I-1.1%) y San Rafael (IV-0.4%) (Tabla 6).

En el oscuro de **febrero**, se redujo geográficamente la operación de la flota sardinera, la mayor frecuencia de viajes se contabilizó al norte de Sinaloa, en Punta Ahome (X-53.6%), seguida por el Tobarí (IX-36.3%); otras áreas escasamente visitadas fueron: Los Algodones (VII-4.7%), Mulegé (VIII-4.7%) e Isla Patos (III-0.8%) (Tabla 6).

Durante **marzo** se mantuvo reducida la distribución de los viajes, con la mayor actividad de la flota en la costa centro-sur de Sonora; Santo Domingo (IX-52.0%) y Guaymas (VII-23.4%); seguida por el área de Punta Ahome (X-14.7%), Mulegé (VIII-6.2%) y Tastiota (V-3.7%) (Tabla 6).

Durante el oscuro de **abril**, la flota amplió geográficamente su operación, aunque mantuvo la mayor frecuencia de viajes en la costa centro-sur de Sonora: Guaymas (VII-24.6%) y Agiabampo (IX-19.0%); le siguieron las áreas de: norte de Sinaloa (X-14.6%), Bahía de Kino (V-11.2%), San Juan Bautista (VI-9.3%) y San Rafael (IV-8.2%), otras áreas escasamente visitadas fueron: Isla de Patos (III-6.7%), Mulegé (VIII-4.9%) y San Jorge (I-1.5%)(Tabla 6).

En el oscuro de **mayo**, la operación de la flota mantuvo una distribución amplia, con la mayor proporción de áreas de la costa de Sonora: Isla de Patos (III-28.0%), Agiabampo (IX-25.0%); le siguieron en importancia las áreas del norte de Sinaloa (X-18.2%), Bahía de Kino (V-15.2%) y Guaymas (VII-10.5%); las áreas restantes fueron escasamente visitadas: San Rafael (IV-1.7%) y Mulegé. (VIII-1.4)(Tabla 6).

En **junio**, se mantuvo la operación de la flota en áreas de la costa centro-sur de Sonora: Bahía de Kino (V-31.3%), Sur de Lobos (IX-27.1%) y Guaymas (VII-16.7%); le siguieron en las áreas de El Desemboque (III-13.2%) y Punta Ahome (X-11.1%) y escasamente en Mulegé (VIII-0.7%) (Tabla 6).

Durante **julio**, la mayor frecuencia de viajes se registró en la costa sur de Sonora, en Agiabampo (IX-43.6%), le siguieron en importancia las áreas el norte de Sinaloa (X-27.7%) y Guaymas (VII-16.8%) y, en menor proporción, el Desemboque (III-8.9%); otras áreas con muy baja frecuencia de visita fueron: Puerto Lobos (I), Tastiota (V) y Mulegé (VIII), con 1% en cada una (Tabla 6).

En el oscuro de **agosto** y de **septiembre**, como ha sucedido en las últimas seis temporadas, la flota no realizó actividades durante estos dos oscuros, debido a la suspensión de pesca acordada con el Programa Pelágicos Menores del CRIP-Guaymas del INAPESCA.

Tabla 6. Distribución de la captura (distribución porcentual de viajes realizados) de pelágicos menores, en áreas de captura del Golfo de California, temporada de pesca 2014/15.

Áreas	oct-14	nov-14	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15
I	20.5	7.0	6.0	1.1	---	---	1.5	---	---	1.0	---	---
II	---	---	---	2.5	---	---	---	---	---	---	---	---
III	23.8	13.1	0.8	23.0	0.8	---	6.7	28.0	13.2	8.9	---	---
IV	---	---	---	0.4	---	---	8.2	1.7	---	---	---	---
V	6.0	35.2	50.6	2.5	---	3.7	11.2	15.2	31.3	1.0	---	---
VI	---	---	---	---	---	---	9.3	---	---	---	---	---
VII	---	8.7	17.0	16.3	4.7	23.4	24.6	10.5	16.7	16.8	---	---
VIII	---	---	---	2.8	4.7	6.2	4.9	1.4	0.7	1.0	---	---
IX	27.8	31.5	13.6	35.3	36.3	52.0	19.0	25.0	27.1	43.6	---	---
X	21.9	4.4	12.1	16.3	53.6	14.7	14.6	18.2	11.1	27.7	---	---
XI	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	---	---

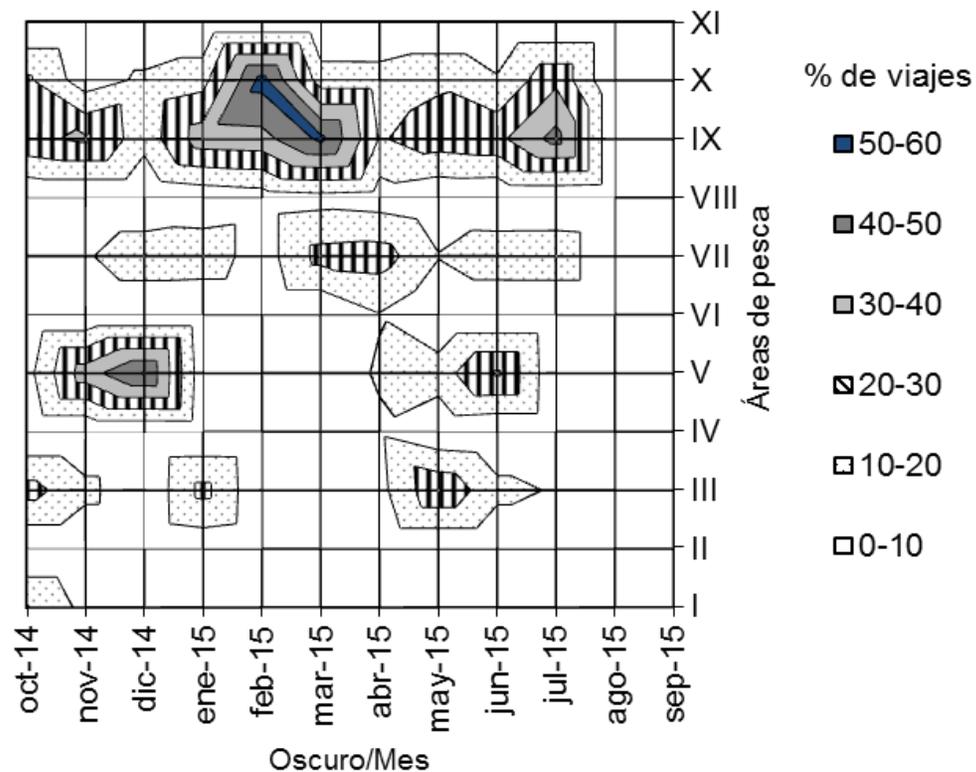


Fig. 9. Distribución (frecuencia relativa) de viajes en las áreas de pesca en el Golfo de California, temporada de pesca 2014/15.

Composición de tallas

Sardina monterrey. Se registraron tallas entre 93 y 193 mm de longitud patrón (LP), con una estructura bimodal, una moda principal de 158 mm LP y una secundaria de 123 mm LP (Fig. 10a). El peso promedio fue de 65.2 gr. Debido a la suspensión de pesca de esta sardina, solo se tienen muestreos en tres oscuros: en febrero y marzo con modas de 153 y 158 mm LP, respectivamente; y en abril con moda de 123 mm LP (Fig. 11a). Por lo que se cuantificaron dos tallas medias: 157.7 y 121.9 mm LP.

Sardina crinuda. Las tallas de crinuda estuvieron entre 83 y 238 mm de LP, presentando una moda de 168 mm LP (Fig. 10b). La talla promedio fue de 163.1 mm LP. El peso promedio fue de 103.0 gr. La talla promedio mensual varió entre 137.8 mm (octubre) y 174.2 mm (julio). La estructura de tallas por oscuro muestra registro de fracciones poblacionales (juveniles y adultos) en octubre, diciembre y febrero, por lo que el corrimiento modal fue más notorio la primera mitad de la temporada (Fig. 11b).

Tabla 7. Talla promedio (longitud patrón en mm) de las sardinas crinuda y monterrey, temporada de pesca 2014/15.

Mes	Sardina crinuda		Sardina monterrey	
	Talla promedio	Talla modal	Talla promedio	Talla modal
Oct-14	137.8	163, 118, 93	---	---
Nov-14	162.7	158	---	---
Dic-14	156.4	118, 138, 193	---	---
Ene-15	173.6	173	---	---
Feb-15	159.1	163, 113	153.9	153
Mar-15	167.8	153	161.5	158
Abr-15	166.7	178	121.9	123
May-15	168.7	168	---	---
Jun-15	164.3	168	---	---
Jul-15	174.2	193, 163	---	---
Promedio	163.1	168	157.7 y 121.9	158 y 123

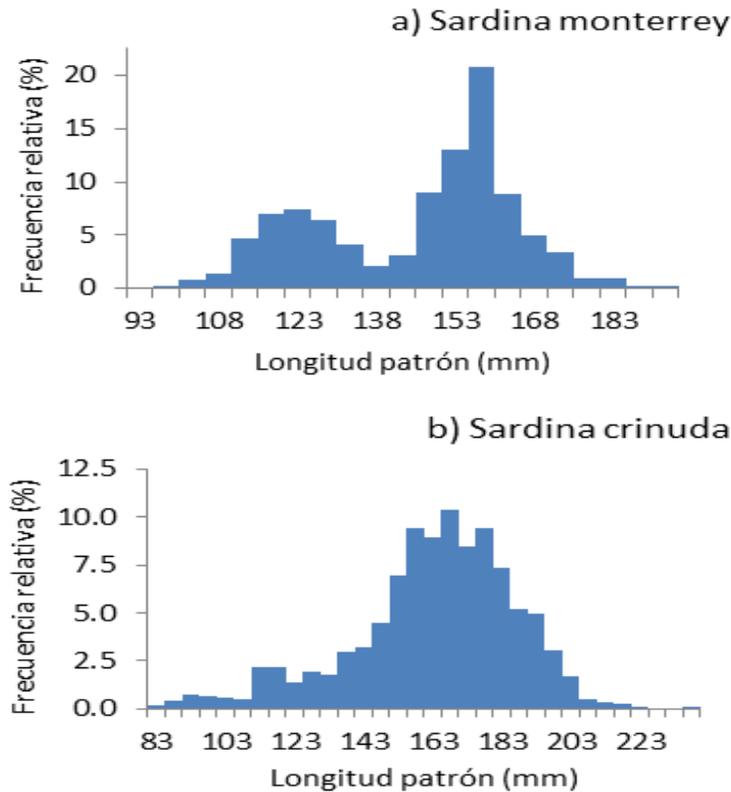
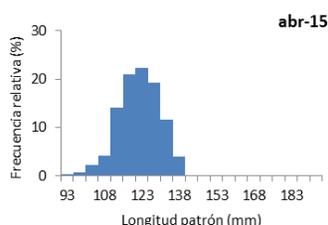
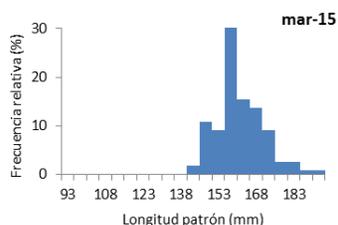
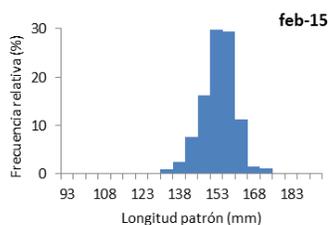


Figura 10. Distribución de frecuencia de tallas anual de sardina monterrey (a) y sardina crinuda (b), temporada de pesca 2014/15.

Macarela. Las tallas estuvieron entre 83 y 278 mm LP, con moda principal de 218 mm LP y una secundaria de 163 mm LP (Fig. 12a). La talla promedio para el ciclo fue de 199.9 mm LP. El peso promedio para el ciclo fue de 163.6 gr. Se tuvo información biológica en cuatro oscuros, las tallas promedio fueron: 215.0 mm (enero), 215.1 mm (febrero), 155.2 mm (marzo) y 189.3 mm (abril); esta diferencia de tallas se reflejó en una estructura bimodal de la distribución de tallas total (Fig. 12a).

Sardina bocona, se tuvo muestreos en sólo tres oscuros, con registros de tallas entre 38 y 118 mm LP, con longitud promedio de 79.3 mm LP, con una estructura que refleja las modas de cada uno de los oscuro: 68, 78 y 98 mm LP (Fig. 12b); las tallas promedio por oscuro fueron 75.5 mm (diciembre), 68.5 mm (enero) y 93.9 mm (febrero).

a) Sardina monterrey



b) Sardina crinuda

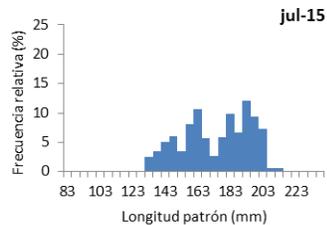
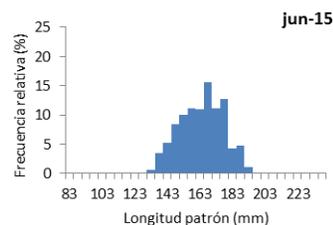
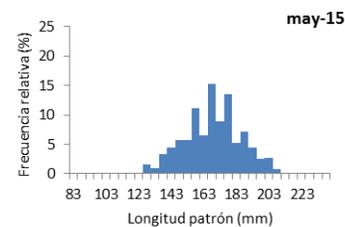
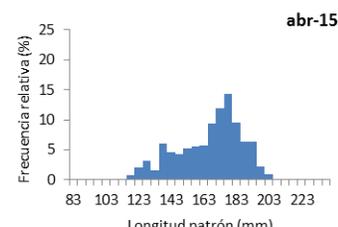
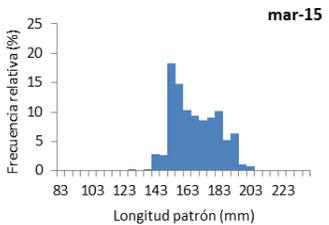
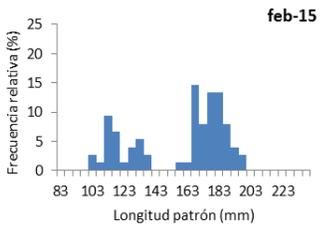
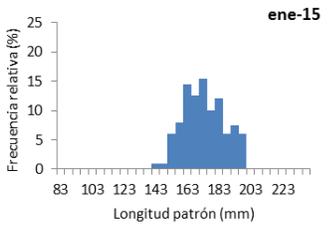
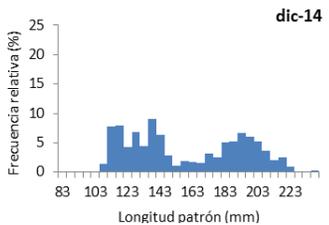
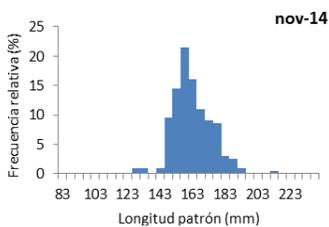
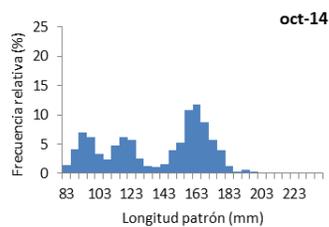


Figura 11. Distribución de frecuencia de tallas de sardina monterrey (a) y sardina crinuda (b), temporada de pesca 2014/15.

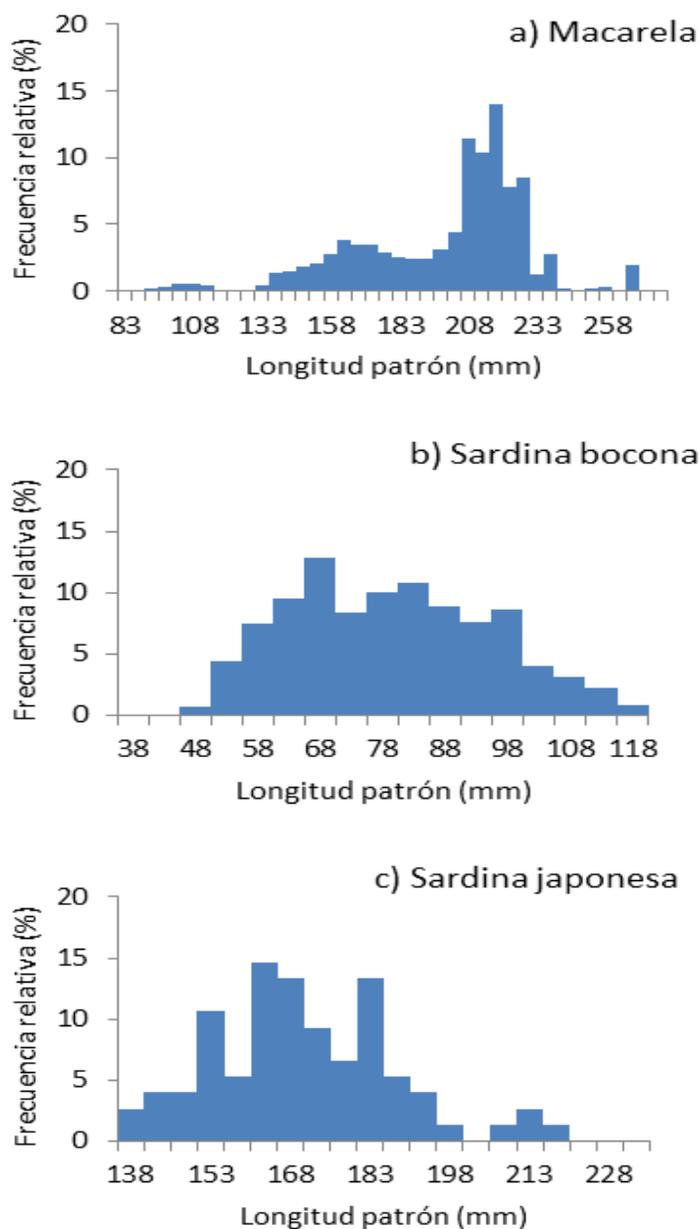


Figura 12. Distribución de frecuencia de tallas de macarela (a), sardina bocona (b), y sardina japonesa (c), temporada de pesca 2014/15.

Sardina japonesa. Las tallas estuvieron entre 138 y 233 mm LP, con talla promedio de 182.5 mm LP, con una estructura de tallas multimodal, con modas 168, 183 y 153 mm LP; las tallas promedio por oscuro fueron 194.4 mm (enero) y 170.5 mm (febrero). Y los pesos promedio de 127.7 gr (enero) y 113.8 gr (febrero).

Anchoveta. Sólo se contó con muestreos en marzo, con registro de tallas entre 63 y 88 mm LP, con un promedio de 73.7 mm LP, con moda de 73 mm LP, con la totalidad de los individuos menores a la talla mínima de captura (100 mm LP).

Sardina piña. Para esta sardina sólo se tuvieron muestreos en el oscuro de abril, con tallas entre 163 y 208 mm LP, la talla promedio de 186.2 mm LP y una moda principal de 133 mm LP.

Charro. Se tuvieron muestreos en dos oscuros, cada uno con estructuras diferente: en diciembre las tallas estuvieron entre 143 y 183 mm LP, con tallas promedio y modal de 207.7 y 213 mm LP, respectivamente; y en febrero, las tallas fueron de 183 a 228 mm, con talla promedio de 156.4 mm y moda de 158 mm LP.

Anchoa. Esta especie se registró en tres oscuros, sus longitudes estuvieron entre 58 y 118 mm LP, la talla media fue de 82.8 mm LP, con dos modas de 73 y 103 mm LP; las tallas promedio por oscuro fueron 68.8 mm (febrero), 101.8 mm (marzo) y 78.0 mm (abril).

Tabla 8. Tallas promedio y modales (longitud patrón en mm), y peso total (gr) de pelágicos menores, temporada de pesca 2014/15.

Especie	Talla promedio (mm LP)	Talla modal (mm LP)	Peso total (gr)
Macarela	199.9	218 y 163	173.1
Sardina bocona	79.3	68, 78 y 98	---
Sardina japonesa	182.5	168, 183 y 153	113.8
Anchoveta	73.7	73	---
Sardina piña	186.2	133	---
Charro	207.7	213	---
Anchoa	82.8	73 y 103	---

Ciclo reproductivo

Sardina monterrey. Debido a las dos suspensiones de pesca de esta sardina, sólo se tuvo información biológica en los oscuros de febrero y marzo, con más del 50% de las hembras con actividad reproductiva (estadios IV y V); el resto registró gónadas en desarrollo y maduración (estadios II y III), con una baja proporción inmaduras (estadios I), lo cual está dentro del periodo reproductivo de esta sardina (Fig. 13a). La proporción de sexos mostró una similar relación (H:M = 1:1.08).

Sardina crinuda. El período reproductivo de esta sardina se anticipó, ya que se empezaron a observar hembras reproductivas (estadio IV y V) desde marzo. El período reproductivo típico ocurre en el verano y finaliza en otoño, que puede iniciarse de manera incipiente en invierno-primavera (Fig. 13b). La proporción de sexos mostró una gran dominancia de hembras (H:M = 1:0.76).

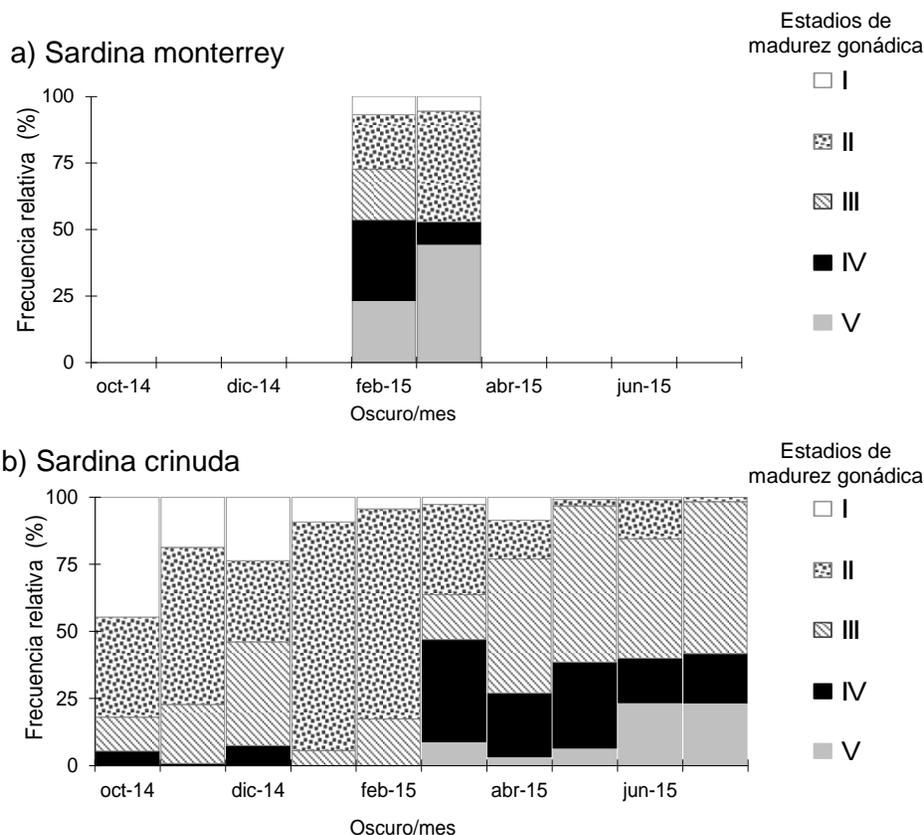


Figura 13. Madurez gonádica sardina monterrey (a) y sardina crinuda (b), temporada de pesca 2014/15.

Macarela. Se contó con muestreos biológicos en cinco oscuros, en los cuales en diciembre-febrero se registró actividad reproductiva (estadios IV y V) en más del 50% de las hembras, y una baja proporción en abril, ajustándose dentro del período reproductivo típico de esta especie (Fig. 14a). La proporción de sexos mostró una relación hembras:macho similar (H:M = 1:1.07).

Sardina japonesa. Los tres oscuros con información biológica registraron hembras en desove (estadio IV): en diciembre 100%, en enero 36.4% y en febrero 17.6%; en este último oscuro con el 14.7 de hembras desovadas (Fig. 14b). Lo cual se ubica dentro del período reproductivo de la especie. La relación H:M mostró una ligera dominancia de hembras (H:M = 1:0.86).

Charro. Esta especie contó con muestreos en tres oscuros; en diciembre mostró gran proporción de hembras en desove (estadio IV-93.8%); en febrero y marzo las hembras estuvieron en maduración y en desarrollo (Fig. 14c). La relación H:M mostró gran dominancia de machos (H:M = 1:1.34).

Sardina bocona y Anchoveta. Debido a que los muestreos realizados a estas dos especies fueron de animales jóvenes, no presentaron una diferenciación gonádica, por lo que no se tuvieron registros de madurez.

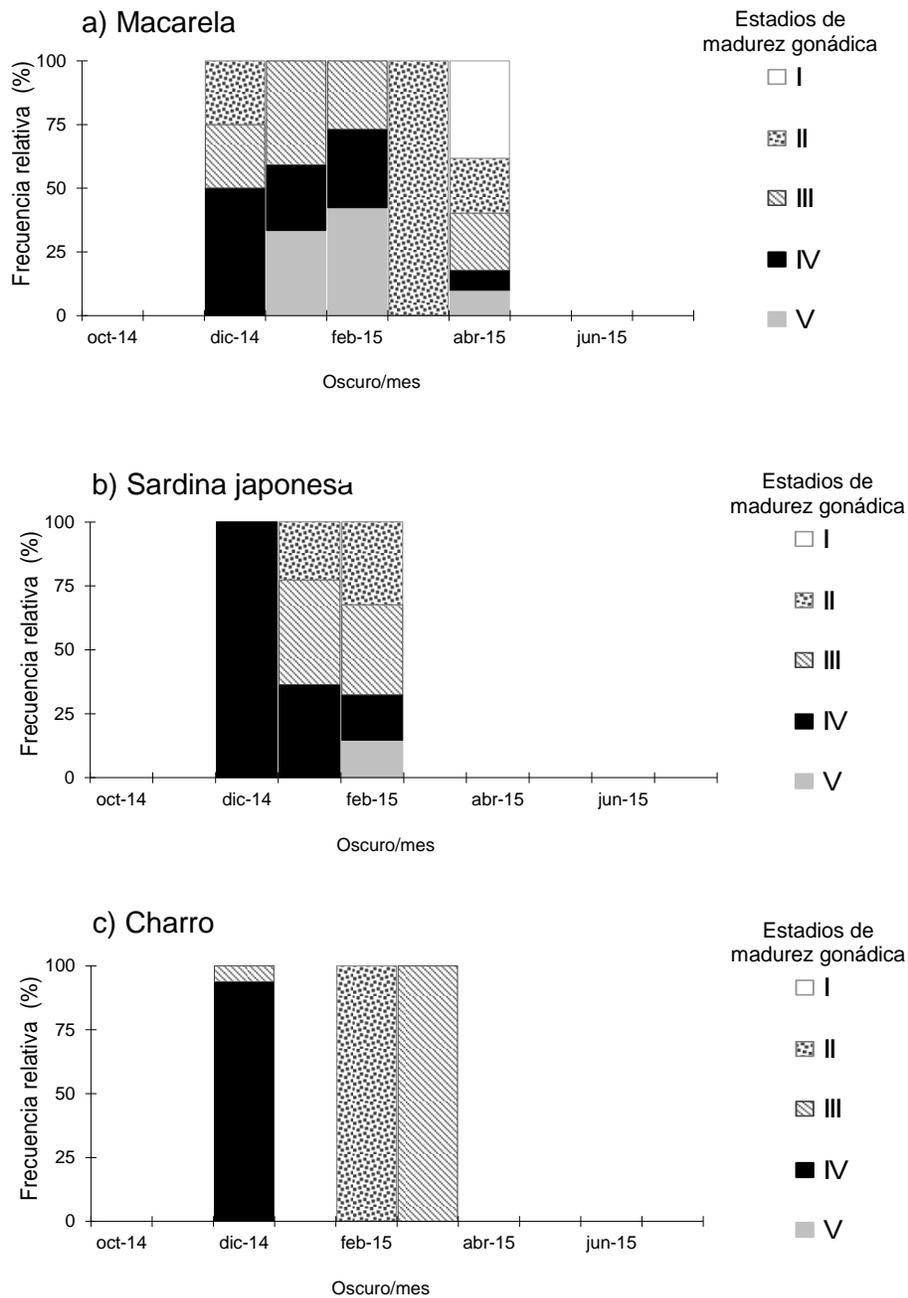


Figura 14. Madurez gonádica macarela (a), sardina japonesa (b) y charro (c), temporada de pesca 2014/15.

Crecimiento

Los parámetros de crecimiento de la sardina crinuda, ajustados a la función de crecimiento de von Bertalanffy fueron: $L_{\infty} = 232$ cm (LP), $K = 0.60/\text{año}$ y $t_0 = -0.2695$ años. Estos parámetros son representativos para sardinas mayores de 80 mm de longitud patrón. En este caso, C fue igual a 0 y cuando eso sucede la ecuación se reduce a la función ordinaria de von Bertalanffy, lo cual implica que no hubo estacionalidad en el crecimiento de la sardina crinuda (Fig. 16). La relación Peso total (gr) – Longitud patrón (mm) estimada fue la siguiente: $P = 0.00003739 * L^{2.8981}$. El estimado de la tasa de mortalidad natural fue de $M = 0.90/\text{año}$.

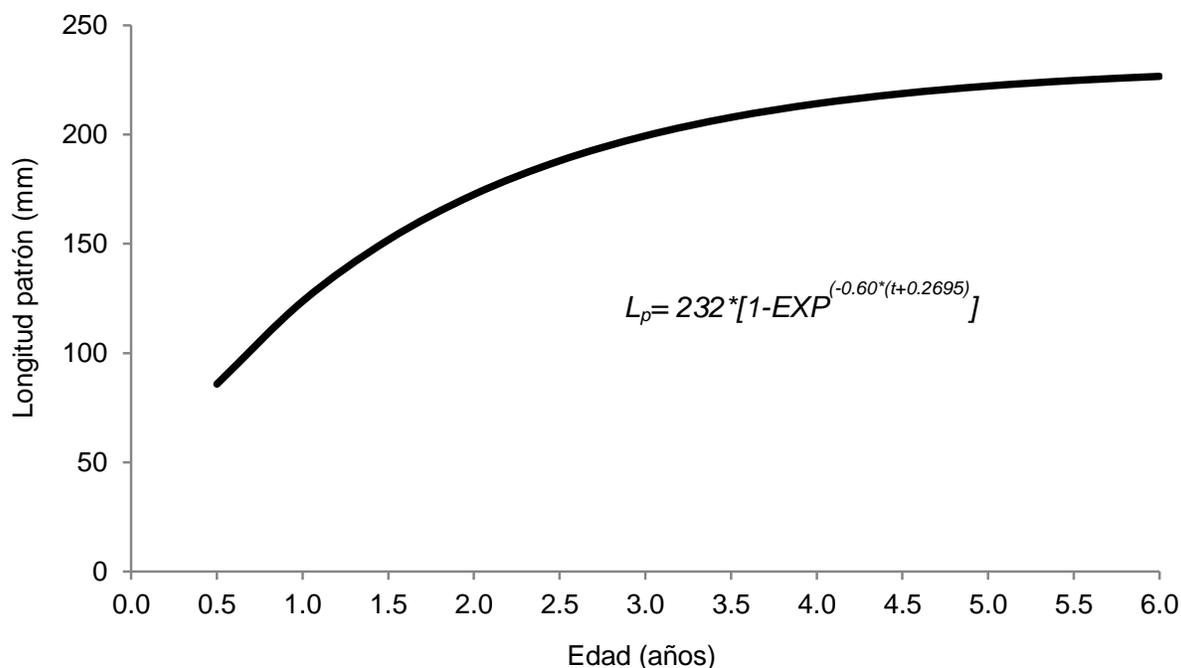


Figura 15. Modelo de crecimiento de von Bertalanffy ajustado a longitudes de la sardina crinuda desembarcada en Sonora, durante la temporada de pesca 2014/15.

Análisis de cohortes

El análisis de cohortes para la sardina crinuda indicó que los valores más altos de mortalidad por pesca ($F > 0.70$) y de la tasa de explotación por talla ($E > 0.43$), se concentraron en tallas mayores a 160 mm (Fig. 16). La mortalidad por pesca promedio anual (\bar{F}) fue de 0.255/año, mientras que la de la tasa de explotación promedio anual (E_a) fue de 0.169/año. El rendimiento anual (Y_a) y la biomasa media (B_m), fueron $Y_a = 126,131$ t y $B_m = 210,368$ t. El reclutamiento anual (R), para sardina crinuda fue de 4,694 millones de individuos.

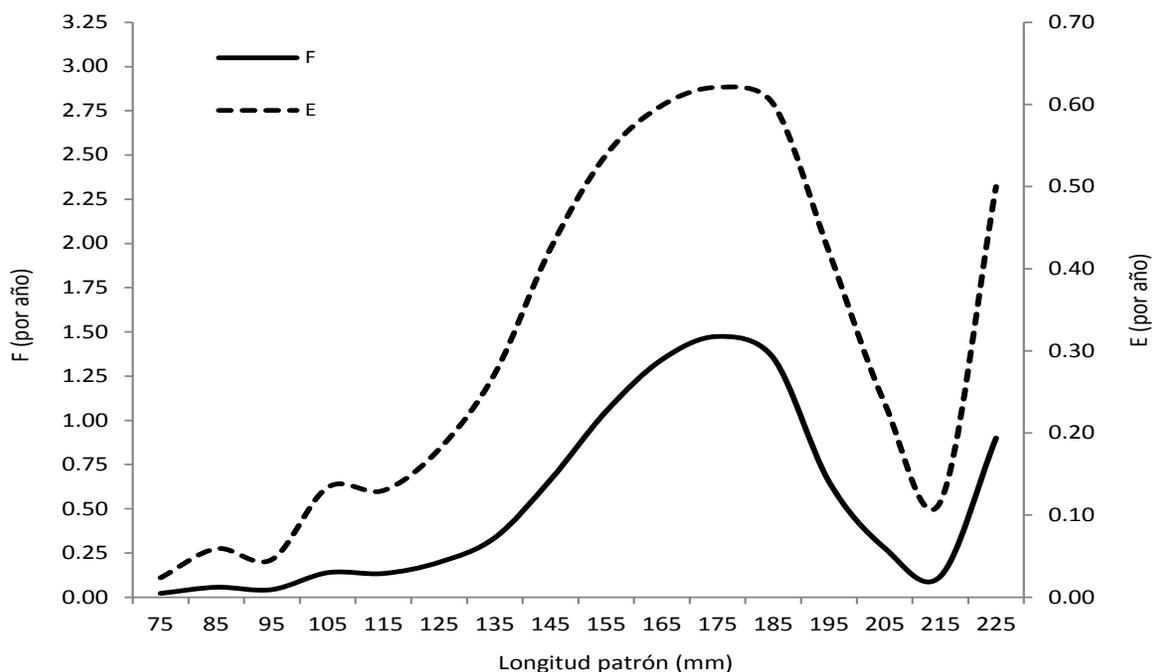


Figura 16. Mortalidad por pesca y tasa de explotación por intervalo de talla de la sardina crinuda, durante la temporada de pesca 2014/15.

La figura 17 muestra los resultados de la simulación del rendimiento y la biomasa media anual de la sardina crinuda, el eje "x" contiene los valores de F en relación con la mortalidad promedio anual (\bar{F}) (la estimada para 2013/14), que se representa en la gráfica como la unidad. Así, un valor de 1.5 en el eje "x" indicaría un incremento del 50% con respecto a \bar{F} o un valor de 0.5 indicaría una reducción del 50% en relación

con \bar{F} . El análisis indicó que el rendimiento máximo sostenible (*RMS*) sería de 145,676 t, el cual podría ser obtenido si la mortalidad por pesca se incrementa el 220%. La biomasa media anual asociada a ese *RMS* se estimó en 127,600 t, que en términos porcentuales representa el 29.1% de la biomasa media virgen (*B_v*), es decir, aquella biomasa que habría si *F* fuera igual a cero (Fig. 17).

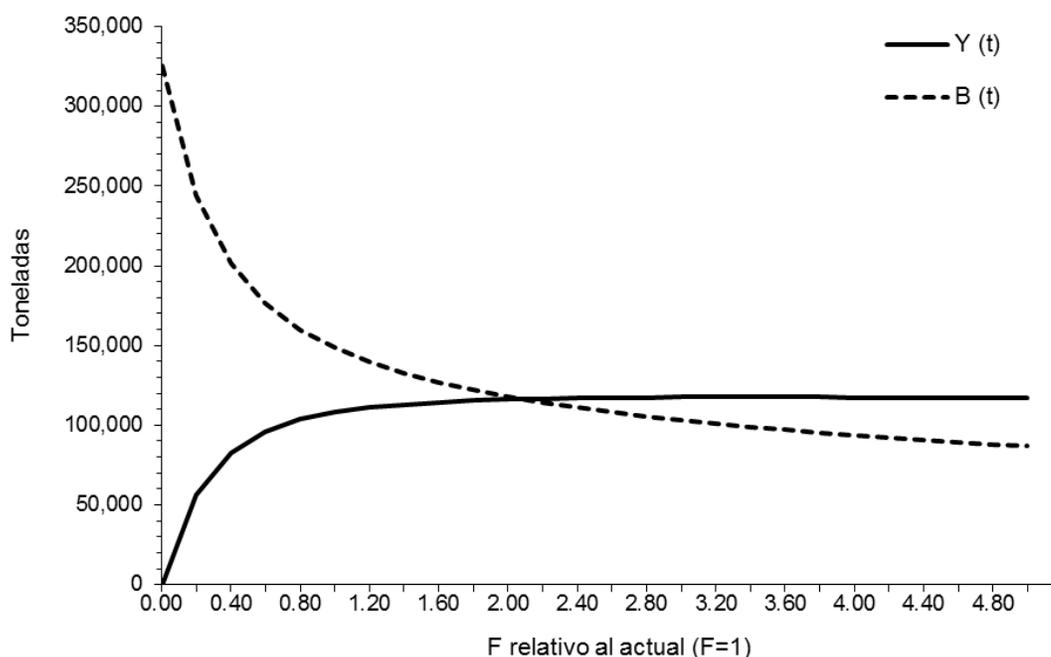


Figura 17. Rendimiento y biomasa media anual, como una función de la mortalidad por pesca (*F*), para la sardina crinuda, durante la temporada de pesca 2014/15.

En términos económicos, la captura desembarcada de la sardina monterrey en la temporada de pesca 2014/15, representaron, considerando que en promedio se pagó (precio de playa) a \$1200.0 la tonelada, un valor de \$5,346,000 pesos. Para el caso de la sardina crinuda, el valor de la captura desembarcada fue de \$120,919,000 pesos (a un precio medio por tonelada de \$1,000). El valor de la producción de estas dos especies fue del orden de los 126.25 millones de pesos. A lo anterior se le debe de adicionar el valor de las otras especies capturadas, que estuvo alrededor de los 107 millones de pesos (se pagó a un precio medio por tonelada de \$900,00) para un gran total de 233 millones de pesos.

VIII. Discusión:

Durante la temporada de pesca 2014/15 se descargaron **244,465 t** de pelágicos menores, que fue una cifra superior al promedio histórico (1969/70-2013/14: 218,000 t) en la pesquería del Golfo, aunque fue inferior al promedio de los años 2000/01-2013/14 (378,000 t). Cabe señalar que las excepcionales capturas de las temporadas 2007/08 y 2008/09 (+500,000 t) incrementan este promedio. La captura registrada representó un decremento en 49,221 t, con respecto a la temporada 2013/14, atribuible a que se mantuvieron bajos los volúmenes de capturas de sardina monterrey y de anchoveta. Similar a las temporadas pasadas, la composición específica fue bastante atípica, ya que la captura estuvo sustentada principalmente por la sardina crinuda que aportó 49.5% (120,919 t), con cifras cercanas al récord histórico (2013/14: 133,452 t); seguida por la sardina bocona con 27.8% (67,960 t) y la macarela con 14.5% (35,503 t); mientras que la sardina monterrey mantuvo bajas capturas, ya que sólo aportó 1.8% (4,455 t), pero que corresponde a la pesca en tres oscuros, debido a que hubo dos acuerdos de suspensión de pesca de esta sardina. En una composición específica típica de la captura, la sardina monterrey contabiliza más del 70%, seguida por la sardina crinuda, ambas sardinas eran el aporte principal en la pesquería; pero este comportamiento ha cambiado, y otras especies han registrado incrementos en su importancia, como en esta temporada, la sardina crinuda, macarela y bocona sustentaron 91.8% de la captura total.

En la temporada 2014/15 se realizaron 2,223 viajes que, con respecto a los realizados en la temporada anterior (2013/14: 2,658 viajes), representan una disminución del 16.4 % del esfuerzo ejercido; la captura total tuvo un similar decremento (16.8%), con respecto a la misma temporada. Asimismo, el rendimiento de la flota prácticamente fue el mismo al de la temporada previa, ya que se registró 110.0 t/viaje, apenas 0.5 t/viaje menos. Aunque se puede considerar un buen rendimiento en t, la duración de días de viaje aumento (con respecto a la temporada de pesca 2012/2013), sobre todo para la flota de Guaymas, que llegó a tener una duración promedio de cinco días por viaje, lo que indudablemente repercute negativamente en el rendimiento económico.

En esta temporada de pesca operaron 50 barcos, una embarcación más que la temporada anterior y los cuales realizaron al menos una descarga en Sonora. En este ciclo hubo cinco barcos que sólo trabajaron de tres a cinco oscuros, y otros barcos nueve trabajaron en seis o siete oscuros; por lo que fueron 36 barcos los que trabajaron de ocho a diez oscuros; de estos 36 fueron 20 los barcos que trabajaron toda la temporada, comportamiento que generalmente ocurre en la pesquería del Golfo. Es importante mencionar que se ha estado recomendando que, para mantener el número adecuado de embarcaciones por Puerto de desembarco (tomando en cuenta las fluctuaciones de baja y alta abundancia y de disponibilidad del recurso), así como los viajes nominales en el rango actual, no se debe permitir el movimiento de las flotas entre regiones, es decir, de la península de Baja California y las del Golfo de California (Sonora-Sinaloa). Además, se ha recomendado que solo debiera permitirse el movimiento de embarcaciones, cuando por razones operacionales y de mantenimiento, algunas unidades de pesca dejen de operar y permitiéndose la movilización de otros barcos para ocupar temporalmente el esfuerzo no utilizado, mediante autorización expresa de la autoridad pesquera solamente por el tiempo de inactividad de las unidades sustituidas temporalmente.

La captura registrada en la temporada de pesca 2014/15, de casi 245,000 t, estuvo por abajo del límite inferior del intervalo de confianza estimado por el modelo de pronóstico (331,482 y 479,240 t) (Martínez-Zavala, 2015). Por lo que se mantiene la tendencia de bajas capturas de las últimas temporadas, y se invirtió el comportamiento de que la captura observada se mantenía cercana al límite superior del intervalo estimado. Sin embargo, se puede seguir considerando que el modelo utilizado tiene valor predictivo, pero debe considerarse con cautela, ya que este modelo no incluye factores climáticos, y el comportamiento de las capturas de pelágicos menores generalmente refleja las variaciones inherentes al ambiente. Es importante mencionar que las diferentes variaciones en la composición específica de la captura pueden influir en el resultado obtenido, ya que el modelo sólo considera las principales especies (monterrey y crinuda), que eran el sustento básico de la pesquería. Por ello el pronóstico se debe

considerar como un indicador de la tendencia de la captura, como en este caso la tendencia indicaba que la captura fuera similar a la de la temporada pasada.

Como ocurrió en la temporada pasada (2013/14), las condiciones del Golfo fueron más cálidas, debido a la presencia de "El Niño", por lo que en gran parte de la temporada predominaron anomalías positivas de la temperatura del mar (en la Bahía de Guaymas hasta de +2.1 °C). Esto se conjugó con alteraciones del típico patrón de vientos, como la variabilidad de los vientos que evita una dominancia clara, aunado a la reducción de frecuencia vientos del NW en invierno, lo cual evitó que se diera una adecuada frecuencia y continuidad de los mismos. Se ha reiterado la importancia de estos vientos (Nevárez-Martínez *et al.*, 2001, 2012), ya que debe de haber cierta frecuencia/continuidad para la generación de surgencias, las cuales propician condiciones óptimas para la alimentación y reproducción de la sardina monterrey, al enriquecer con nutrientes las aguas costeras, y por consiguiente constituyen zonas ricas en alimento (tamaño y calidad) (López-Martínez *et al.*, 1999). Asimismo, se registró una disminución de la frecuencia de vientos del SW en verano, importantes para la generación de surgencias en las costas peninsulares en esa época del año. Por lo que las condiciones del Golfo no fueron adecuadas para que la sardina monterrey se desplazara en las áreas de pesca habituales, repercutiendo con ello en su disponibilidad a la flota sardinera.

Debido a la situación de baja disponibilidad y abundancia de la sardina monterrey, así como de las condiciones adversas para esta sardina en el Golfo, se acordó una suspensión de la pesca de sardina monterrey durante los oscuros de noviembre, diciembre y enero. Esto con el propósito de proteger los adultos reproductores de sardina monterrey durante su máxima actividad reproductiva, y así promover una mayor frecuencia de desoves, que podrá incrementar el reclutamiento y la renovación poblacional de esta especie. Durante este periodo, la flota dirigió su esfuerzo al resto de las especies de pelágicos menores (sardina crinuda, sardina bocona, macarela, anchoveta, sardina japonesa, sardina piña y especies denominadas como revoltura). Asimismo, se acordó una segunda suspensión a partir de junio hasta finalizar la

temporada de pesca, esto con base en los resultados de crucero de mayo del 2015, que mostraron que hay disponibilidad de sardina juvenil (moda 108 mm LP), y que los cardúmenes de sardina adulta continúan siendo escasos y muy dispersos.

La composición específica de la captura fue bastante atípica, debido a las alteraciones en la disponibilidad y abundancia de la sardina monterrey. Las capturas de sardina monterrey se mantuvieron bajas ya que se conjugó la baja disponibilidad y abundancia y las dos suspensiones de pesca acordadas (CRIP), por lo que sólo se registraron capturas de febrero a mayo, contabilizando 4,455 t, cifra que fue ligeramente mayor a la obtenida en la temporada pasada (2013/14: 3,571 t), por lo que fue ampliamente desplazada por las especies restantes.

Como es lo habitual, la flota que descarga en Guaymas tuvo la distribución más amplia en su operación, con un mayor componente específico en sus capturas, pero su mayor frecuencia se realizó en la costa centro-sur de Sonora (áreas III, V, VII y IX) y norte de Sinaloa (área X); mientras que la flota que descarga en Yavaros mantuvo la mayor proporción de su flota en áreas aledañas a ese puerto.

Los muestreos de sardina monterrey fueron pocos debido a la escasez de sus capturas y a la suspensión de pesca de esta especie, por lo que no fue posible el seguimiento de su estructura de tallas y del periodo reproductivo; sin embargo, es importante el registro de dos fracciones poblacionales: sardina pequeña (123 mm LP) y sardina grande (153-158 mm LP), y se registraron indicios de proceso reproductivo y su finalización (abril). Mientras que en el crucero de mayo se registró un predominio de juveniles modas (58 y 108 mm LP), aunque también hubo sardina adulta. La predominancia de jóvenes reclutas durante el verano es típica, en este caso se acordó la suspensión de pesca de sardina monterrey a partir del oscuro de junio, como ya se mencionó, a la cual se integró la suspensión total de pesca, durante los oscuros de agosto y septiembre, para reforzar el propósito de proteger la fracción de jóvenes reclutas que pudieran presentar mayor disponibilidad y abundancia a la flota en esta época del año. Por lo que, como ha sucedido en las últimas temporadas, la flota no realizó actividades en el oscuro de

agosto y septiembre, debido a la suspensión de actividades de pesca propuesta por el CRIP-Guaymas y aceptado por el sector sardinero de Sonora. La importancia de proteger la fracción de jóvenes reclutas radica en que éstos conformarán el stock pesquero para la próxima temporada 2015/2016.

Los parámetros de crecimiento aquí estimados para sardina crinuda, indican que el crecimiento de esta especie es acelerado, ya que alcanzan alrededor de 74.7% de la longitud máxima teórica (L_{∞}) en los primeros dos años de vida, característica que ha sido encontrada en otros trabajos (Cisneros-Mata et al. 1997; Martínez-Zavala et al. 2000, 2006; Nevárez-Martínez et al. 1996, 1998, 2009, 2010, 2012, 2013). El valor anual de mortalidad natural (M) estimado por el método de Jensen (1996), también fue mayor que los estimados obtenidos en otros trabajos para la sardina crinuda (Cisneros-Mata et al. 1997; Martínez-Zavala et al. 2000, 2006); sin embargo el estimado de M para crinuda es un 10% menor que el estimado para la temporada 2009/2010, aunque es similar al estimado en las pasadas temporadas 2011/2012, 2012/13 y 2013/14 (Nevárez-Martínez et al. 2012a, 2013; Martínez-Zavala et al. 2014). Ya que los parámetros de crecimiento y mortalidad natural son básicos en varios modelos de evaluación pesquera, no considerar las variaciones entre temporadas, así como las imprecisiones e inexactitudes, pudieran resultar en medidas de manejo erróneas (Nevárez-Martínez et al. 2006).

La evaluación del impacto de la pesca, a través del modelo de Thompson-Bell, indicó que la mortalidad por pesca anual observada (\bar{F}) está por debajo de la F_{RMS} (asociada al Rendimiento Máximo Sostenible), lo cual indicaría (Csirke y Sharp, 1985; Sparre y Venema, 1995) que la sardina crinuda no está siendo sobreexplotada. Lo anterior se refuerza, si además se considera la biomasa media de la población, pues en el caso de la sardina crinuda el RMS está asociado a una biomasa media del 29.1% de la B_v de la población de sardina, mientras que la biomasa media actual es de 48.0% de B_v . Los resultados indicaron que el nivel de biomasa media de la sardina crinuda estuvo alrededor de las 210,368 toneladas, que es mayor al estimado de las dos temporadas

pasadas (117,000 y 148,400 t), y supera en mucho las estimaciones realizadas anteriormente (Martínez-Zavala et al. 2000, 2006).

Los resultados de los cruceros de investigación indican que existe una importante cantidad de biomasa en el Golfo, pero continúan siendo escasos y dispersos los cardúmenes de sardina monterrey, esto se debe a la presencia de condiciones ambientales poco favorables, que alteran su distribución y abundancia, lo que provoca que este recurso en particular sea poco accesible o disponible.

IX. Conclusiones:

- La captura total de peces pelágicos menores durante la temporada de pesca 2014/15 fue de 244,465 toneladas, que es superior al promedio histórico.
- La captura total registrada para 2014/15, fue menor del pronóstico estimado, y también menor al límite inferior; sin embargo, el modelo permite considerar la tendencia esperada o probable de la captura total en la pesquería de pelágicos menores del Golfo de California.
- Durante 2014/15, a diferencia de las temporadas 2007/08 y 2008/2009, pero muy parecido a lo observado en las últimas cuatro temporadas, las capturas totales no fueron dominadas por la sardina monterrey, ya que esta especie aportó menos del 2%.
- La captura por unidad de esfuerzo nominal (CPUE110.0 t/viaje) estimada para 2014/15, fue similar a la obtenida en la temporada pasada, pero menor a lo observado en las últimas temporada que les precedieron.
- Durante la mayor parte de la temporada de pesca 2014/15 la temperatura superficial del agua estuvo por arriba del promedio histórico, con anomalías positivas hasta de +2.1°C.
- El comportamiento de los vientos en el invierno, así como los patrones térmicos de la superficie del mar observados en imágenes de satélite, indican que durante este periodo del año hubo surgencias poco importantes a lo largo de la costa de Sonora.

- Al igual que en las tres temporadas pasadas, las capturas de pelágicos menores se realizaron en las once áreas de pesca, aunque en mayor medida fueron realizadas en la costa centro sur de Sonora y norte de Sinaloa.
- La estructura de tallas de la sardina monterrey y crinuda, presentaron un amplio intervalo de tallas, la escasa sardina monterrey mostró dos fracciones poblacionales bien definidas, la crinuda registró longitud media anual ligeramente menor a la observada en las dos temporadas previas (2012/13 y 2013/14).
- Los parámetros de crecimiento ajustados a la función de crecimiento de von Bertalanffy para la sardina crinuda, indican que el crecimiento de esta especie es acelerado, pues alcanza alrededor del 74.7% de la longitud máxima teórica (L_{∞}) en los primeros dos años de vida.
- El valor de mortalidad natural anual (M) estimado para la sardina crinuda fue similar a los obtenidos en las últimas temporadas de pesca.
- El análisis de Thompson-Bell, indicó que el rendimiento máximo sostenible (RMS) para la crinuda, se podría obtener si la mortalidad por pesca actual se incrementará en más 220%, indicando que estas especies no se encuentran sobreexplotados.
- De acuerdo al análisis de Thompson-Bell, la biomasa media anual asociada al RMS, que en términos porcentuales representa el 29.1% de la biomasa media virgen (B_v) de la sardina crinuda, es menor en 40% del valor asociado a la biomasa media actual.
- En general, los resultados indicaron que sardina crinuda, durante la temporada de pesca 2014/15, fue explotada por debajo de los niveles asociados al RMS, y sobre todo por debajo del punto de referencia anotado en la Carta Nacional Pesquera.
- En términos económicos, las capturas totales de pelágicos menores desembarcadas en la temporada de pesca 2014/15, representaron un valor de 233 millones de pesos.
- Se espera que continúe la baja disponibilidad y abundancia de sardina monterrey; mientras que el resto de las especies de pelágicos menores es más probable que mantenga su disponibilidad a la flota comercial, particularmente la sardina crinuda y bocona.

X. Recomendaciones:

- En general, considerando los resultados aquí obtenidos para la temporada de pesca 2014/15, así como lo observado en las últimas temporadas, se recomienda mantener el seguimiento de la pesquería, procurando que se realicen los estudios considerando tanto la variabilidad ambiental como los niveles de pesca ejercidos, pues todos ellos impactan la forma en que está siendo explotado y por lo tanto la forma en que debería ser administrada la pesquería de pelágicos menores.

XI. Bibliografía:

1. Alvarado-Castillo R. y R. Félix-Uraga. 1997 Modelo de la distribución anual de la sardina del Pacífico *Sardinops caeruleus* en la costa oeste de la península de Baja California. Informe técnico del Taller de pelágicos menores 22-24 noviembre de 1995. CIBNOR La Paz B.C.S.
2. Anónimo. 1990. Anuario Estadístico de Pesca 1988. SePesca, Dir. Gral. de Programación e Informática. México, D.F. 350 p.
3. Anonymous 1998. Improving fish stock assessments. 1998. Committee on Fish Stock Assessment Methods, Ocean Studies Board, Commission on Geosciences, Environment, and Resources, National Research Council. National Academy Press. Washington, D.C. 1-177.
4. Baumgartner, T. R., A. Soutar y V. Ferreira-Bartrina. 1992. Reconstruction of the history of Pacific sardine and Northern anchovy populations over the past two millennia from sediments of Santa Barbara Basin, California. CalCOFI Rep. 33:24-40.
5. Bray, N. A. 1988. Thermohaline circulation in the Gulf of California. J. Geophys. Research 93: 4993-5020.
6. Cisneros-Mata M.A., J.P Santos-Molina, JA De Anda M., A. Sánchez-Palafox y J. Estrada G. 1987. Pesquería de sardina en el noroeste de México (1985/86). SEPESCA, Instituto Nacional de la Pesca, Centro Regional de Investigaciones Pesqueras-Guaymas. 79p.
7. Cisneros-Mata, M.A., J.A. De Anda-Montañez, J.J. Estrada-García, F. Páez-Barrera y A. Quiroz-Solís. 1988. Pesquería de sardina del Golfo de California y costa de Sinaloa: Informe 1986/87 y diagnóstico. SEPESCA, Instituto Nacional de la Pesca, Centro Regional de Investigaciones Pesqueras-Guaymas. 68 pp.
8. Cisneros-Mata, M. A., M. O, Nevárez-Martínez and G. Hammann. 1995. The rise and fall of the Pacific sardine, *Sardinops sagax caeruleus* Girard, in the Gulf of California, México. CalCOFI Rep. 36: 136-143
9. Cisneros-Mata M., M. Nevárez-Martínez, G. Montemayor-López, P. Santos-Molina, R. Morales. 1991. Pesquería de sardina en el Golfo de California 1988/89 – 1989/90. SEPESCA. Instituto Nacional de La Pesca. 80 p.
10. Cisneros Mata M., M. O. Nevárez-Martínez, M. A. 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. SEMARNAP, Instituto Nacional de La Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera Guaymas, Guaymas, Son. México. 59 p.
11. Clark, I. N. y J. C. Marr. 1955. Population dynamics of the Pacific sardine. CalCOFI Progress. Rep. 4-52.
12. Climate Prediction Center/NCEP/NOAA. "El Niño / Southern Oscillation (ENSO): Diagnostic Advisory". 2015. (www.cpc.ncep.noaa.gov).
13. Cochran, W. G. 1984. Técnica de Muestreo. Ed. Continental S. A. de C. V. cuarta reimpresión 513 p.

14. Estrada G. J., M. A. Cisneros M., F. Páez B. y J. P. Santos M. 1986. Informe de la temporada de pesca 1984/85 del recurso sardina del Golfo de California. SePesca, Instituto Nacional de la Pesca. Guaymas, Sonora. 160 p.
15. Félix-Uraga R. 1986. Edad, crecimiento y estructura poblacional de *Sardinops sagax* en Bahía Magdalena durante 1981 a 1984. Tesis de maestría, CICIMAR- IPN La Paz, B.C.S. 103p.
16. Félix-Uraga, R. 1992. Composición por edades de la sardina monterrey *Sardinops caeruleus* capturada en Bahía Magdalena, B.C.S., México, de 1981 a 1991. Invest. Mar. CICIMAR. Vol. 7 No 1. p. 9-13.
17. Gallanilo, F. C., Soriano, M. y D. Pauly. 1989. A Guide Complete ELEFAN. ICLARM Software project 2. 65 p Metro Manila, Philippines.
18. Grant, J. (Compilador). 1987. Review of some California fisheries for 1986. CalCOFI Rep. 28: 11-20.
19. Gulland, J.A. 1983. Fish stock assessment. A manual of basic methods. FAO Wiley Service on Food and Agriculture. Vol. 1: 54 – 58.
20. Hayasi, S. 1983. Some explanation for changes in abundance of major neritic-pelagic stocks in the northwestern Pacific ocean. FAO Fish. Rep. 291(2):37-55.
21. Holmgren-Urba, D. y T.R. Baumgartner. 1993. A 250-year history of pelagic fish abundance from anaerobic sediments of the central Gulf of California. CalCOFI Rep. 34: 136-140.
22. Jones, R., 1984. Assessing the effects of changes in exploitation pattern using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis). FAO Fish. Tech. Pap. 256: 1-118.
23. Kawasaki, T. 1983. Why do some pelagic fishes have wide fluctuations in their numbers? Biological basis of fluctuation from the viewpoint of evolutionary ecology. FAO Fish. Rep. 291(2): 1065-1080.
24. Kawasaki, T. and M. Omori. 1988. Fluctuations in the three major sardine stocks in the Pacific and the global trend in temperature. En: Long-Term Changes in Marine Fish Populations, (T. Wyatt and M.G. Larrañeta, Eds.) Vigo, España: Instituto de Investigaciones Marinas de Vigo. pp. 37-53.
25. Kondo, K. 1980. The recovery of the Japanese sardine -the biological basis of stock-size fluctuations. Rapp. P.-v. Rèun. Cons. int. Explor. Mer. 177: 332-354.
26. Lluch-Belda, D., F. J. Magallon and R.A. Schwartzlose. 1986. Large fluctuations in the sardine fishery in the Gulf of California: Possible causes. CalCOFI Rep. 27: 136-140.
27. Lluch-Belda, D., J. M. Crawford, T. Kawasaki, A. D. MacCall, R. H. Parrish, R. H. Schwartzlose, and P. E. Smith. 1989. Worldwide fluctuations of sardine and anchovy stocks: the regime problem. S. Afr. J. Mar. Sci. 8: 195-205.
28. Lluch-Belda, D., R. A. Schwartzlose, R. Serra, R. Parrish, T. Kawasaki, D. Hedgecock, and J. M. Crawford. 1992. Sardine and anchovy regime fluctuations of abundance in four regions of the world oceans: a workshop report. Fish. Oceanogr. 1(4): 339-347.
29. Lluch Belda, D. et al. 1995. Estado actual de la pesquería de sardina y anchoveta. Tomo III. Peces. En: Pesquerías Relevantes de México. SePesca, Instituto Nacional de la Pesca. México, D.F. Versión en disco compacto.

30. Lluch-Cota, S.E., D.B. Lluch-Cota, D. Lluch-Belda, M.O. Nevárez-Martínez, A. Parés-Sierra and S. Hernández-Vázquez. 1999. Variability of sardine catch as related to enrichment, concentration, and retention processes in the central Gulf of California. CALCOFI Rep. 40: 184-190.
31. Martínez-Zavala M.A. 2015. Perspectivas de la pesquería de pelágicos menores en el golfo de California, temporada de pesca 2014/2015: Pronóstico de captura total. CRIP Guaymas, INAPESCA-SAGARPA. Febrero del 2015. 10 p.
32. Martínez-Zavala M. A., M. A. Cisneros-Mata, M. Anguiano-Carrasco, J. P. Santos-Molina, M. O. Nevárez-Martínez, A. Godínez-Cota y G. Montemayor-López. 2000. Diagnóstico de la pesquería de pelágicos menores del golfo de California de 1996/97 a 1997/98. SEMARNAP, Instituto Nacional de La Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera Guaymas, Guaymas, Son. México. 52 p.
33. Martínez-Zavala M. A., M. O. Nevárez-Martínez, M. Anguiano-Carrasco, J. P. Santos-Molina, y A. Godínez-Cota. 2001. pesquería de pelágicos menores del golfo de California, Oscuros 9 (julio) a 12 (septiembre). Temporada de pesca 2000-01. SAGARPA, Instituto Nacional de La Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera Guaymas, Guaymas, Son. México. 12 p.
34. Martínez-Zavala M. A., M. O. Nevárez-Martínez, M. Anguiano-Carrasco, J. P. Santos-Molina y A. Godínez-Cota. 2006. Diagnóstico de la pesquería de pelágicos menores en el golfo de California, temporadas de pesca 1998/99 a 2002/03. SAGARPA, Instituto Nacional de La Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera Guaymas, Guaymas, Son. México. 94 p.
35. Martínez-Zavala M. A., M. O. Nevárez-Martínez, M.E. González Corona, J.P. Santos Molina, A.E. López-Lagunas, A. Valdez-Pelayo, V.E. González-Máynez, E. Álvarez-Trasviña, D.I. Arizmendi Rodríguez, C. Enciso-Enciso y H. Villalobos-Ortiz. 2015. La pesquería de pelágicos menores, su variabilidad y su relación con la variabilidad ambiental y la pesca. SAGARPA, Instituto Nacional de Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas, Sonora, México. 66 p.
36. Martínez-Zavala M. A., M. O. Nevárez-Martínez, J. P. Santos Molina, A. Valdez Pelayo, M.E. González Corona V.E. González Máñez, H. Villalobos Ortiz, y D.I. Arizmendi Rodríguez. 2014. La pesquería de pelágicos menores, su variabilidad y su relación con la variabilidad ambiental y la pesca. SAGARPA, Instituto Nacional de Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas, Sonora, México. 64 p.
37. Nevárez-Martínez, M.O. 2000. Variabilidad de la población de sardina monterrey (*Sardinops caeruleus*) en el Golfo de California. Tesis Doctoral, CICIMAR-IPN. 103 pp + 2 Anexos.
38. Nevárez-Martínez, M.O., M.A. Cisneros-Mata, M.A. Martínez-Zavala and J.P. Santos-Molina. 1998. Aplicación de dos métodos para determinar el rendimiento óptimo de la sardina monterrey (*Sardinops caeruleus*) del Golfo de California: el uso de información auxiliar. *Oceanides* 13(1): 31-39.
39. Nevárez-Martínez, M. O., E. A. Chávez, M.A. Cisneros-Mata y D. Lluch-Belda. 1999. Modeling of the Pacific sardine *Sardinops caeruleus* fishery of the Gulf of California, Mexico. *Fisheries Research* 41:273-383.
40. Nevárez-Martínez, M.O., D. Lluch-Belda, M.A. Cisneros-Mata, J.P. Santos-Molina, M.A. Martínez-Zavala and S. E. Lluch-Cota. 2001. Distribution and abundance of the Pacific

sardine (*Sardinops sagax*) in the Gulf of California and their relation with the environment. Progress in Oceanography 49: 565-580.

41. Nevárez Martínez, M. O., Ma. de los A. Martínez Zavala, C. E. Coteró Altamirano, M. L. Jacob Cervantes, Y. A. Green Ruiz, G. Gluyas- Millán, Alfredo Cota Villavicencio y J. P. Santos Molina. 2004. La pesquería de pelágicos menores (sardinias, anchovetas, macarela y afines): recomendaciones para su manejo. Dictamen Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
42. Nevárez-Martínez, M. O., Ma. de los A. Martínez Zavala, C. E. Coteró Altamirano, M. L. Jacob Cervantes, Y. A. Green Ruiz, G. Gluyas- Millán, Alfredo Cota Villavicencio y J. P. Santos Molina. 2006. Peces Pelágicos Menores. En: Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo. INP-SAGARPA. pp. 264-301.
43. Nevárez-Martínez, M. O., Ma. de los A. Martínez Zavala, J. P. Santos Molina, M. Anguiano-Carrasco, A. Godínez-Cota y C. Cervantes-Valle. 2009. La pesquería de pelágicos menores, su variabilidad y su relación con la variabilidad ambiental y la pesca. SAGARPA, Instituto Nacional de Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas, Sonora, México. 56 p.
44. Nevárez-Martínez, M. O., Ma. de los A. Martínez Zavala, J. P. Santos Molina, M. Anguiano-Carrasco, A. Godínez-Cota y C. Cervantes-Valle. 2010. La pesquería de pelágicos menores, su variabilidad y su relación con la variabilidad ambiental y la pesca. SAGARPA, Instituto Nacional de Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas, Sonora, México. 58 p.
45. Nevárez-Martínez, M. O., Ma. de los A. Martínez Zavala, J. P. Santos Molina, E. Velarde Romero y V.E. González Máynez. 2012a. La pesquería de pelágicos menores, su variabilidad y su relación con la variabilidad ambiental y la pesca. SAGARPA, Instituto Nacional de Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas, Sonora, México. 65 p.
46. Nevárez Martínez, M. O., H. Villalobos, J. P. Santos Molina, V. E. González Máynez, Ma. de los A. Martínez Zavala, 2012b. Evaluación acústica de sardina monterrey en el Golfo de California durante la primavera de los años 2008 a 2012. Instituto Nacional de Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas, Sonora, México. 14 p.
47. Nevárez-Martínez, M. O., Ma. de los A. Martínez Zavala, J. P. Santos Molina, A. Valdez Pelayo, V.E. González Máynez, H. Villalobos Ortiz, M.E. González Corona y D.I. Arizmendi Rodríguez. 2013. La pesquería de pelágicos menores, su variabilidad y su relación con la variabilidad ambiental y la pesca. SAGARPA, Instituto Nacional de Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas, Sonora, México. 65 p.
48. Nevárez-Martínez, M. O., Ma. de los A. Martínez Zavala, M. L. Jacob Cervantes, C. E. Coteró Altamirano, J. P. Santos Molina y Alejandro Valdez-Pelayo. 2014. Peces Pelágicos Menores (*Sardinops sagax*, *Opisthonema* spp., *Scomber japonicus*, *Engraulis mordax*, *Cetengraulis mysticetus*, *Etrumeus teres*, *Trachurus symmetricus*, *Oligoplites* spp.). En: Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo. INAPESCA-SAGARPA. pp. 83-137.
49. Pedrín, O. A. 1978. Informe sobre la pesquería de sardina monterrey en el Golfo de California en la temporada 1977-1978 y recomendaciones para la reglamentación. I.N.P Serie Informativa. México: 1-23.

50. Pedrín, O. A. y A. Ancheita A. 1976. Estadística básica de la explotación de sardina en el noroeste de México. Serie Información. INP/SI i76: 52 p.
51. Pedrín, O. A, V. A. Sokolov y 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. Prog. de Invest. y Fom. Pesq., México/PNUD/FAO. Contribuciones al Estudio de las Pesquerías de México. CEPM (3): 23 p.
52. Pope, J. P. 1972. An investigation of accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. Res. Bull. of the Int. Comm. for the Northw. Atl. Fisheries. 9: 65-74.
53. Radovich, J. 1982. The collapse of the california sardine fisheries: what have we learned?. CalCOFI Rep. 23: 56-78.
54. Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Can. 191: 382 p.
55. Serra, R. 1983. Changes in the abundance of pelagic resources along the Chilean coast. FAO Fish. Rep. 291(2): 255-284.
56. Shannon, L. V., R. J. M. Crawford, G. B. Brundrit y L. G. Underhill. 1988. Responses of fish populations in the Benguela ecosystem to environmental change. J. Cons. perm. int. Explor. Mer. 45(1): 5-12.
57. Zuta, S., I. Tsukayama, y R. Villanueva. 1983. El ambiente marino y las fluctuaciones de las principales poblaciones pelágicas de la costa peruana. FAO Fish. Rep. 291(2): 179-253.