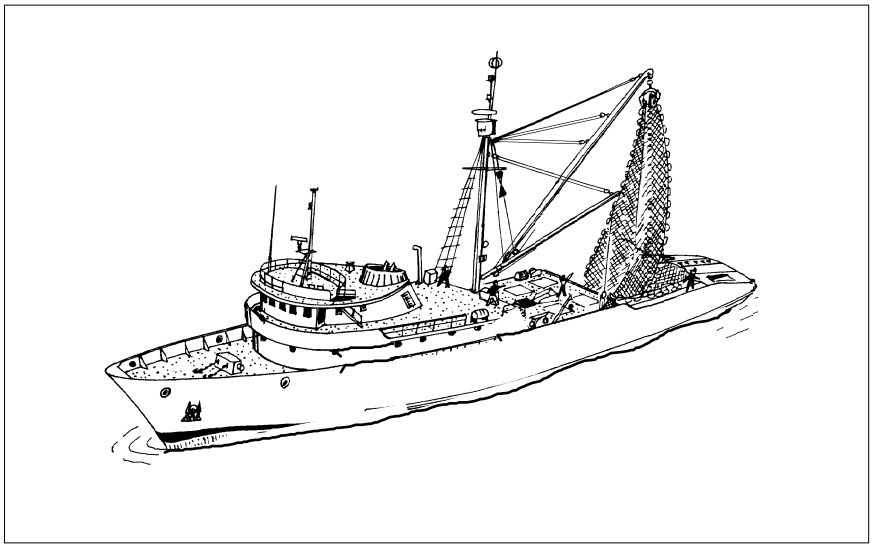
INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA
CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIÓN PESQUERA
GUAYMAS, SONORA

DIAGNOSIS DE LA PESQUERÍA DE PELÁGICOS MENORES DEL GOLFO DE CALIFORNIA DE 1996/97 Y 1997/98



SEMARNAP

INSTITUTO NACIONAL
DE LA PESCA

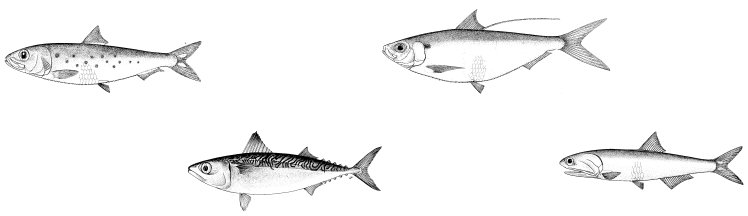
Guaymas, Sonora. Junio del 2000

INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA
CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIÓN PESQUERA
GUAYMAS, SONORA

DIAGNOSIS DE LA PESQUERÍA DE PELÁGICOS MENORES DEL GOLFO DE CALIFORNIA DE 1996/97 Y 1997/98

María de los Ángeles Martínez Zavala, Miguel Ángel Cisneros Mata, Myrna L. Anguiano Carrazco, J. Pablo Santos Molina, Manuel Otilio Nevárez Martínez, Ángel R. Godínez Cota y Gabriela Montemayor López

Guaymas, Sonora. Junio del 2000



AGRADECIMIENTOS

El presente documento se benefició de la colaboración directa e indirecta de un buen número de personas. Aquí deseamos expresar nuestro agradecimiento:

Al Sr. Carlos E. Alvarado Sarabia y a la Biól. Julia Jiménez R., por su participación en ¡os muestreos y en el manejo de la información.

Al Téc. Pesq. Everardo Miranda Mier y al Ing. Pesq. Alejandro Balmori Ramírez, por su participación en los cruceros de prospección.

A la Biól, Aurora Monreal Prado y al Ing. Eric Márquez García, de la Dirección General en Investigación y Evaluación y Mane.jo de Recursos Pesqueros del INP-SEMARNAP, por proporcionarnos las imágenes de satélite.

Al M.C. Gabriel Iván Rivera Parra y M.C. J. Raymundo Torres Jiménez, por su apoyo como directores, en su momento, del CRIP Guaymas.

A la Cámara Nacional de la Industria Pesquera, Sección Sonora, especialmente al Sector Industrial y Armadores Sardineros, por el interés permanente en las investigaciones desarrolladas, así como a su valiosa aportación económica y facilidades otorgadas para la realización de los muestreos.

A Yavaros Industrial, S.A. de C.V., en particular al Ing. Antonio de la Yata e Ing. Luis Quibrera, por su interés y por el acceso a los registros de sus muestreos de las descargas comerciales.

A las Oficinas de Pesca de Guaymas y Huatabampo, por proveernos oportunamente los avisos de arribo de las embarcaciones. A la Estación Mareográfica de la U.N.A.M., en Guaymas, y la Estación del Servicio Meteorológico Nacional de Empalme, por la información ambiental proporcionada.

A todas aquellas personas que de alguna manera participaron y/o apoyaron las actividades de investigación del Programa Pelágico s Menores del Golfo de California del CRIP Guaymas.

CONTENIDO

RESUMEN

1. INTRODUCCION 1

2. MATERIALES Y METODOS 2

3. RESULTADOS 4

3.1. CAPTURA 4

3.2. ESFUERZO DE PESCA 7

3.3. MEDIO AMBIENTE 10

3.4. ANÁLISIS ESPACIAL DE LAS CAPTURAS COMERCIALES 13

3.5. COMPOSICIÓN DE TALLAS DE LA CAPTURA 18

3.6. REPRODUCCIÓN 23

3.7. CRECIMIENTO INDIVIDUAL Y PATRÓN DE RECLUTAMIENTO ESTACIONAL 29

3.8. MORTALIDAD 30

3.9. BIOMASA Y RENDIMIENTO 32

4. DISCUSION 38

5. CONCLUSIONES 42

LITERATURA CITADA 44

ANEXO I 47

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Captura (t) de peces pelágicos menores y de sardina Monterrey en el Golfo de California, temporadas de pesca 1969/70 a 1997/98.	2
2	Significancia de sardina Monterrey en las descargas totales de pelágicos menores del golfo de California.	6
3	Significancia de sardina crinuda en las descargas totales de pelágicos menores del golfo de California.	6
4	Captura mensual de los peces pelágicos menores en el Golfo de California	7
5	Anomalías de la temperatura superficial del agua de mar en la bahía de Guaymas, con respecto al promedio histórico (1969 – 1999).	11
6	Anomalías de la temperatura superficial del agua de mar en Guaymas y captura mensual de pelágicos menores, sardina Monterrey y sardina crinuda, temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98.	11
7	Imágenes de satélite de la temperatura superficial del mar en el golfo de California, temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98.	12
8	Áreas estadísticas de captura en el golfo de California.	13
9	Distribución mensual de frecuencia de tallas de sardina Monterrey, temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98.	20
10	Distribución mensual de frecuencia de tallas de sardina crinuda, temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98.	20
11	Distribución mensual de frecuencia de tallas de macarela, temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98.	22
12	Distribución mensual de frecuencia de tallas de sardina japonesa, temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98.	22
13	Distribución mensual de frecuencia de tallas de anchoveta (a) y sardina bocona (b), temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98.	22
14	Madurez gonádica mensual de sardina Monterrey (a) y sardina crinuda (b), temporadas de pesca 1995/96 a 1997/98.	23
15	Proporción mensual de hembras de sardina Monterrey (a) y sardina crinuda (b), temporadas de pesca 1995/96 a 1997/98.	24

16	Talla promedio de captura y talla crítica de sardina Monterrey (a) y sardina crinuda (b), temporadas de pesca 1972/73 a 1997/98.	24
17	Frecuencia relativa mensual de hembras en desove de sardina Monterrey (a) y sardina crinuda (b), y el promedio mensual de la temperatura superficial del mar, temporadas de pesca 1995/96 a 1997/98.	27
18	Madurez gonádica mensual de macarela (a) y sardina japonesa (b), temporadas de pesca 1995/96 a 1997/98.	28
19	Tasa de explotación por intervalo de talla de sardina Monterrey del golfo de California (análisis de Cohortes), temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98.	33
20	Rendimiento y biomasa media anual de sardina Monterrey, en función de la mortalidad por pesca (F) relativa a la actual, temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98.	33
21	Rendimiento por recluta (Y/R) y biomasa por recluta (B/R) de sardina Monterrey, en función de la mortalidad por pesca relativa a la actual (F=1), temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98.	34
22	Rendimiento y biomasa media anual (a), rendimiento por recluta (Y/R) y biomasa por recluta (B/R) (b) de sardina crinuda, en función de la mortalidad por pesca relativa a la actual (F=1), período 1996/98.	34
23	Rendimiento y biomasa media anual (a), rendimiento por recluta (Y/R) y biomasa por recluta (B/R) (b) de macarela, en función de la mortalidad por pesca relativa a la actual (F=1), período 1996/98.	36
24	Rendimiento y biomasa media anual (a), rendimiento por recluta (Y/R) y biomasa por recluta (B/R) (b) de sardina japonesa, en función de la mortalidad por pesca relativa a la actual (F=1), período 1996/98.	38

LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
1	Captura (t) de peces pelágicos menores desembarcada en los puertos de Guaymas y Yavaros, temporadas de pesca 1995/96 a 1997/98.	5
2	Tasa de cambio anual de pelágicos menores en la descarga de la pesquería del Golfo de California.	6
3	Barcos por categoría de bodega por oscuro que participaron durante la temporada de pesca 1996/97. * Guaymas, ** Yavaros, *** ambos Puertos.	8
4	Operación de la flota de pelágicos menores del golfo de California, temporadas de pesca 1995/96 a 1997/98.	8
5	Barcos por categoría de bodega por oscuro que participaron durante la temporada de pesca 1997/98. *Guaymas, **Yavaros, ***ambos Puertos.	9
6	Temperatura superficial del mar (TSM) en la bahía de Guaymas, anomalía del agua de mar, dirección y velocidad de los vientos dominantes (VD), temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98.	10
7	Áreas de captura de pelágicos menores, temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98. En porcentaje del total de viajes registrado para cada especie por área de pesca (la diagonal separa las dos temporadas).	14
8	Áreas de captura por oscuro para sardina Monterrey, temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98. En porcentaje del total de viajes registrado para cada especie por área de pesca (la diagonal separa las dos temporadas).	14
9	Áreas de captura por oscuro para sardina crinuda, temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98. En porcentaje del total de viajes registrado para cada especie por área de pesca (la diagonal separa las dos temporadas).	15
10	Talla promedio (LP en mm) por oscuro de sardina Monterrey y crinuda, temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98.	18
11	Talla promedio (LP en mm) por oscuro de macarela, sardina japonesa, anchoveta y sardina bocona, temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98.	21
12	Talla promedio (LP en mm) de captura y talla crítica de sardina monterrey, sardina crinuda y anchoveta. Temporadas de pesca 1972/73 a 1997/98.	25

13	Períodos de reproducción de la sardina Monterrey, temporadas de pesca 1972/73 a 1997/98.	26
14	Ritmo de crecimiento individual de sardina Monterrey, temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98. Ritmo de crecimiento individual de sardina crinuda, período 1996/98.	29
15	Ritmo de crecimiento individual de macarela y sardina japonesa, período 1996/98.	30
16	Análisis de cohortes por tallas de sardina Monterrey, temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98. Nt es el número estimado de individuos en el mar.	32
17	Análisis de cohortes por tallas de sardina crinuda, período 1996/98. Nt es el número estimado de individuos en el mar.	35
18	Análisis de cohortes por tallas de macarela, período 1996/98. Nt es el número estimado de individuos en el mar.	36
19	Análisis de cohortes por tallas de sardina japonesa, período 1996/98. Nt es el número estimado de individuos en el mar.	37

1. INTRODUCCIÓN

A dos años de publicada la anterior diagnosis sobre los pelágicos menores del golfo de California (Cisneros Mata *et al*., 1997), el estado que guarda esta actividad es muy diferente al de entonces. El stock de sardina Monterrey (*Sardinops caeruleus*)[1], la especie más preciada en esta pesquería, se recuperó del colapso de inicios de la década originado por el efecto combinado de sobrepesca y ambiente adverso. Cuando todo parecía indicar que la pesquería alcanzaría su nivel de los 80's, el fenómeno El Niño 1997/98 volvió a causar serios problemas de disponibilidad de sardina Monterrey (Figura 1).

Estas altibajas de recurso se traducen en desequilibrio de la economía regional del sur de Sonora, donde la pesca es elemento importante, y eso produce inestabilidad económica e incertidumbre. Quien conoce este tipo de recursos sabe de su alto coeficiente de variación y estará de acuerdo en que es necesario tomarlo en cuenta en los planes de desarrollo. Es aquí donde el manejo pesquero debe entrar en juego: para regular el ingreso, los tiempos, y la magnitud del esfuerzo de pesca, que implica inversión económica y presión social.

El regular la pesca de manera eficiente supone contar con datos de primera mano y de la mejor calidad, tanto históricos como actuales, que permitan emitir juicios bien fundamentados y recomendaciones realistas. La elaboración de este documento tiene esa motivación: ubicar lo acontecido en dos temporadas de pesca, en el contexto de la historia de la pesquería, de manera que se puedan derivar interpretaciones para el futuro de la actividad. El análisis se basa en información de primera mano y la interpretación se matiza con observaciones y apreciaciones derivadas de la cotidiana interacción con los actores sociales de la etapa de producción de esta pesquería.

El documento analiza la pesquería de pelágicos menores del golfo de California en las temporadas de pesca[2] 1996/97 y 1997/98. El propósito es dar a conocer los acontecimientos más relevantes durante ese período de tiempo. La meta es lograr una pesquería perdurable y sana, desde los puntos de vista biológico y económico.

[1] En este documento se emplea el nombre científico propuesto en la más reciente revisión: Whitehead y Rodríguez, 1995.

[2] Una temporada de pesca inicia el primer oscuro lunar del otoño (generalmente fin de septiembre u octubre), e incluye 12 oscuros. Un oscuro lunar abarca de 5 días antes del cuarto menguante, a cinco días después del cuarto creciente.

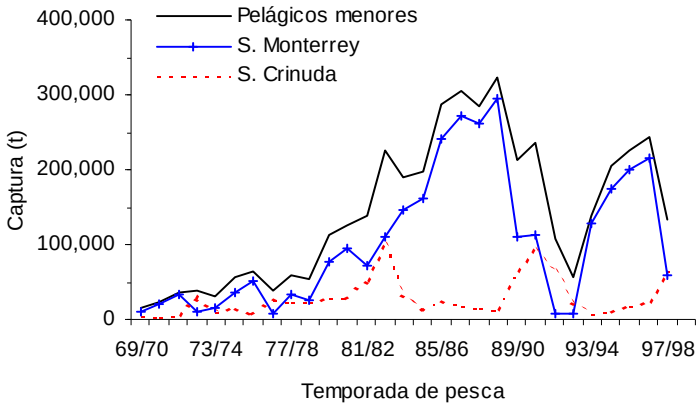


Figura 1. Captura de peces pelágicos menores, sardinas Monterrey y crinuda en el golfo de California, temporadas de pesca 1969/70 a 1997/98.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El documento se basa en la utilización de técnicas estándar en la ciencia pesquera. Los registros de captura (t), esfuerzo (viajes con captura) y áreas de pesca fueron proporcionados por las Oficinas de Pesca de la SEMARNAP en Guaymas y Huatabampo, Son. Cabe señalar que el CRIP llega a realizar muestreos de barcos cuyo aviso de arribo no fue localizado, por lo que el esfuerzo de pesca puede estar ligeramente subestimado. Las especies que sostienen la pesquería en el golfo de California son:

Sardina Monterrey	*Sardinops caeruleus*
Sardina crinuda	*Opisthonema* spp.
Macarela	*Scomber japonicus*
Sardina japonesa	*Etrumeus teres*
Anchoveta	*Engraulis mordax*
Sardina bocona	*Cetengraulis mysticetus*
Sardina piña	*Oligloplites* spp.

La condición del ambiente se interpretó analizando datos de vientos proporcionados por la Estación en Empalme del Servicio Meteorológico Nacional. Asimismo se analizó la temperatura superficial del mar (TSM) registrada diariamente frente al CRIP, y la temperatura superficial del mar del golfo de California a partir de imágenes de satélite proporcionadas por la Dirección de Investigación en Evaluación y Manejo de Recursos Pesqueros del INP-SEMARNAP.

Los datos biológicos se obtuvieron mediante el muestreo continuo de las descargas comerciales en Guaymas y Yavaros[3]. De aquí se obtuvo la estructura de tallas (longitud patrón = LP), peso individual, proporción de sexos y madurez gonadal de los peces. Esta última con base en la escala morfocromática de Nikolsky, modificada por Cisneros-Mata *et al*. (1987).

[3] Parte de la información proviene de los muestreos que realiza Yavaros Industrial, S.A. de C.V de sus descargas comerciales.

Para estimar la talla crítica (50% de reproducción) se consideraron las hembras activas reproductivamente, para ajustar el modelo logístico del paquete electrónico Fishparm:

$$P = 1/\left(1 + e^{-r(X - X50)}\right),$$

donde P = proporción relativa acumulada de hembras de talla X con evidencia de madurez gonadal, y r = constante que modulan la curva.

Para los siguientes análisis se consideraron las temporadas separadas para la sardina Monterrey, para el resto de las especies se consideró un sólo período (1996/98). El patrón de reclutamiento y los parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy se estimaron con el paquete electrónico FISAT (Gayanilo *et al*., 1995):

$$L_t = L_\infty\ (1\text{-}e^{-k\,(t - t_0)}),$$

L_∞ = longitud asintótica (mm) y K = coeficiente de crecimiento (1/año). En el caso de t_0 (parámetro de ajuste del modelo) se utilizó la formulación (Pauly, 1984):

$$Log\left(-t_0\right) = -0.3922 - 0.2752Log\left(Lt\right) - 1.038Log\left(K\right),$$

L_t = longitud total máxima (cm). Los parámetros de la relación longitud-peso ($W = aL^b$) se obtuvieron por la regresión lineal $Ln(W) = Ln(a) + bLn(L)$, W = peso total (gr) y L = longitud patrón (mm). La tasa de mortalidad natural (M) se estimó con la fórmula empírica (Pauly, 1980):

$$Log\left(M\right) = -0.0066 - 0.279Log\left(Lt\right) + 0.6543Log\left(K\right) + 0.4634Log\left(T\right),$$

T = temperatura media anual del hábitat (°C). El valor estimado de M se disminuyó en 40%, ya que la agregación en cardúmenes reduce la mortalidad natural (Pauly 1984, Sparre *et al*., 1989). La tasa de mortalidad total (Z) se estimó mediante la curva de captura linealizada convertida a tallas (Sparre y Venema, 1997). Las tasas de mortalidad por pesca (F) y de explotación (E) fueron:

$$F = Z - M \qquad \text{y} \qquad E = F/Z$$

Para la sardina Monterrey se analizó el rendimiento por recluta (Y/R) y la biomasa por recluta (B/R) en función de F (Sparre y Venema, 1997):

$$\frac{Y}{R} = F\exp\left[-M\left(t_c - t_r\right)\right]W_\infty\left[\frac{1}{Z} - \frac{3S}{Z+K} + \frac{3S^2}{Z+2K} - \frac{S^3}{Z+3K}\right],$$

en donde:

$$S = \exp\left[-K\left(T_c - t_0\right)\right], \qquad \frac{B}{R} = \left(Y/R\right)\Big/F\,.$$

donde W_∞= peso asintótico total (gr), T_c = edad de primera captura (años) y t_r = edad de reclutamiento a la pesquería (años), los parámetros restantes fueron definidos anteriormente.

El impacto de la pesca por intervalo de talla se estimó por análisis de cohortes (Pope, 1972) para tallas (Jones, 1984). Para simular condiciones de equilibrio dinámico, se construyeron distribuciones promedio de talla de captura con datos de las dos temporadas. Para la sardina Monterrey se promediaron las temporadas 1995/96 y 1996/97, debido a que en 1997/98 hubo diferencias sustanciales debido al evento de "El Niño". El modelo es:

$$N_1 = \left(N_2 X_L + C_{1,2} \right) X_L \quad , \qquad X_L = \left[\left(L\infty - L \right)_1 / \left(L\infty - L_2 \right) \right]^{M/2K} ,$$

donde N_1 y N_2 son la cantidad (virtual) en el mar de organismos con longitudes entre L_1 (límite inferior del intervalo) y L_2 (límite superior del intervalo), y $C_{1,2}$ es el número de peces capturados durante el año en el intervalo L_1 a L_2, los parámetros restantes fueron definidos anteriormente.

Para investigar variaciones del rendimiento pesquero se utilizó el modelo de Thompson-Bell (Sparre y Venema, 1997) para diferentes niveles de explotación.

3. RESULTADOS

3.1. CAPTURA

Temporada 1996/97

En este período se descargó un total de 242,938 t: 183,380 t en Guaymas y 59,558 t en Yavaros (Tabla 1). La sardina Monterrey representó el 88% de la captura, la sardina crinuda el 9%, y las especies restantes fueron escasamente pescadas. La captura total fue mayor en 17,079 t (7.6%) con respecto a la temporada anterior y fue la mayor de las descargas realizadas en esta década, este incremento se debió principalmente al aumentó de casi 14,000 t de sardina Monterrey, para esta especie también fue la mayor captura de la década. En Guaymas, el 88% de la captura se destinó a la reducción para harina y el resto para empaque; en Yavaros, la proporción se invirtió, el 58% se destinó a empaque y el porcentaje restante a la reducción.

Temporada 1997/98

En esta temporada se capturaron 134,415 t en total: 93,064 t en Guaymas y 41,351 t en Yavaros (Tabla 1). Las sardinas Monterrey y crinuda registraron las mayores capturas, con el 43.7 y 46.1%, respectivamente; la bocona constituyó 8.4% y las demás especies fueron escasas. La descarga total fue menor en 108,500 t (-44.7%) a la temporada pasada, debido principalmente a la disminución de las capturas de sardina Monterrey (152,000 t menos). En Guaymas se destinó el 86% de la captura total para la elaboración de harina, el porcentaje restante al enlatado; mientras que en Yavaros la relación fue inversa, el 62% para el empaque y el resto para reducción.

Tabla 1. Captura (t) de peces pelágicos menores desembarcada en los puertos de Guaymas y Yavaros, temporadas de pesca 1995/96 a 1997/98.

	S.Monterrey	S. crinuda	Macarela	S. japonesa	Anchoveta	S. bocona	S. piña	Revoltura	Total
Temporada 1995/96									
Guaymas	160,559	9,156	697	159	4,217	856	133	527.9	176,306
Yavaros	40,311	7,739	1,071	83	0	0	309	40.5	49,554
Total	200,870	16,895	1,768	242	4,217	856	442	568.4	225,860
Temporada 1996/97 [4]									
Guaymas	162,733	15,565	2,094	353	0	2,061	275	298	183,380
Yavaros	51,876	6,519	751	202	0	80	131	0	59,558
Total	214,609	22,084	2,845	555	0	2,141	406	298	242,938
Temporada 1997/98									
Guaymas	55,947	30,348	1,383	263	0	4,607	159	357	93,064
Yavaros	2,743	31,634	285	0	0	6,689	0	0	41,351
Total	58,690	61,982	1,668	263	0	11,296	159	357	134,415

Tendencia de la captura

Se compararon los incrementos por especie y por puerto entre temporadas a manera de resumen. En 1996/97 continuó la tendencia de las temporadas precedentes (Cisneros-Mata *et al*., 1997), así las tasas de capturas de sardina Monterrey, crinuda y total siguieron en aumento, pero a un ritmo más lento (Tabla 2). En 1997/98 la captura de sardina Monterrey se redujo en 73%, mientras que las sardinas crinuda y bocona se incrementaron en 181 y 428%, respectivamente, principalmente en Yavaros. No obstante la alta tasa de incremento de la sardina crinuda, ésta no fue suficiente para suplir la ausencia de sardina Monterrey, ocasionando el descenso de la captura total de 45% respecto a la temporada anterior. Esta alteración, en abundancia y disponibilidad, de las sardinas se debió principalmente a la influencia del evento de "El Niño" en 1997-1998.

Tabla 2. Tasa de cambio anual de pelágicos menores en la descarga de la pesquería del golfo de California.

	S.Monterrey	S. crinuda	Macarela	S. japonesa	Anchoveta	S. bocona	S. piña	Revoltura	Total
1994/95 a 1995/96									
Guaymas	24	49	-96	-92	306	-9	IND	780	16
Yavaros	-12	134	-29	137	IND	IND	150	-42	0
Total	15	79	-90	-88	306	-9	258	337	12
1995/96 a 1996/97									
Guaymas	1	70	200	122	-100	141	106	-43	4
Yavaros	29	-16	-30	144	IND	IND	-58	-100	20
Total	7	31	61	130	-100	150	-8	-48	8
1996/97 a 1997/98									
Guaymas	-66	95	-34	-25	IND	123	-42	19	-49
Yavaros	-95	385	-62	-100	IND	8261	-100	IND	-31
Total	-73	181	-41	-53	IND	428	-61	19	-45

IND = Indeterminado

[4] Se consideraron descargas no reportadas oficialmente (12,767 t), proporcionada por Alimentos Concentrados S.A.

Las abundancias relativas de sardinas Monterrey y crinuda en las capturas de la presente década muestran una clara relación inversa (Figura 2). La sardina crinuda es relativamente más frecuente en las descargas de Yavaros, particularmente cuando escasea la sardina Monterrey como en el período 1990 a 1993 y en la temporada 1997/98. Ambos períodos con la presencia del evento de "El Niño".

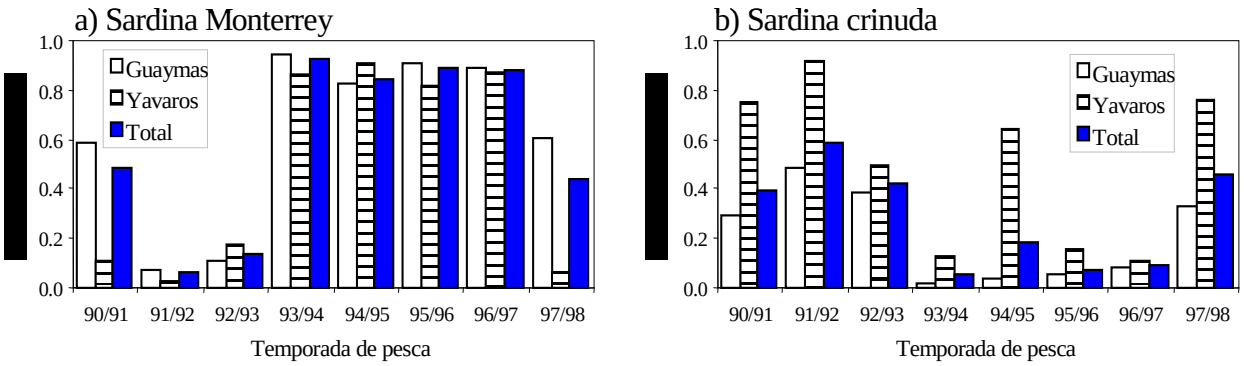


Figura 2. Significancia de la sardina Monterrey (a) y sardina crinuda (b) en las capturas totales de pelágicos menores del golfo de California, temporadas de pesca 1990/91 a 1997/98.

Respecto a la captura por oscuro, en la temporada 1996/97 la mayor parte de los oscuros (noviembre a junio) superaron las 20,000 t, sustentadas principalmente por sardina Monterrey. Mientras que en la temporada 1997/98 sólo en abril y mayo se superó tal cifra, debido al repunte de la sardina Monterrey, en los oscuros restantes las capturas fluctuaron de 10,000 a 18,500 t, sustentadas básicamente por sardina crinuda (Figura 3).

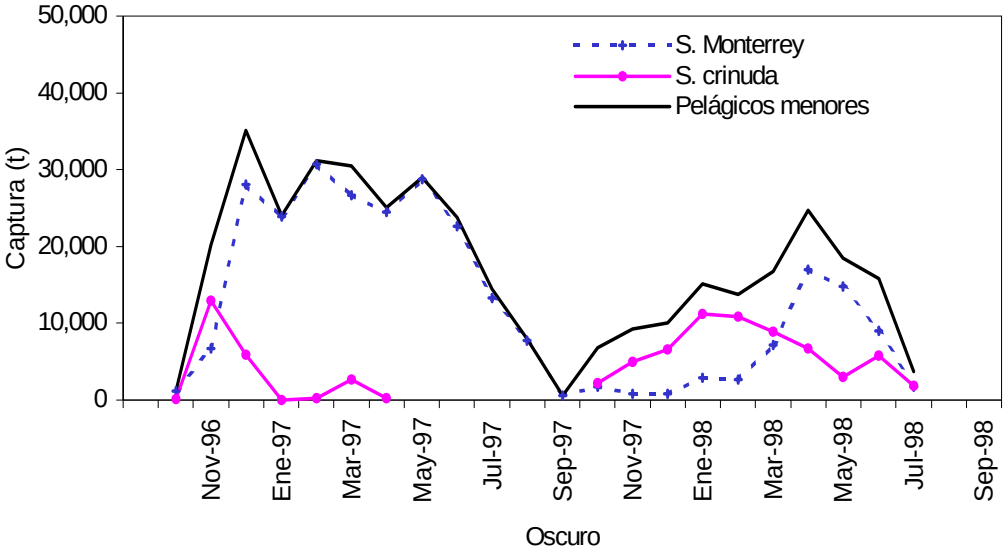


Figura 3. Captura mensual de los peces pelágicos menores en el golfo de California, temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98.

3.2. ESFUERZO DE PESCA

Temporada 1996/97

Durante esta temporada operaron 27 barcos sardineros: 17 descargaron sólo en Guaymas, 1 en Yavaros y 9 en ambos puertos (Tabla 3). La eficiencia promedio (*E*%)[5] de la flota de Guaymas fue de 83.1%, mucho mayor que la de Yavaros (59.2%). El poder de pesca[6] de la flota mostró una relación opuesta a lo anterior: en Guaymas fue de 1.2 y en Yavaros de 1.4. En Guaymas el esfuerzo de pesca nominal (número de viajes) fue de 1,448 viajes, el esfuerzo estandarizado (*f*) de 1,709 viajes y la captura por unidad de esfuerzo estándar (*U)* de 99.8 t/viaje. En Yavaros fueron 542 viajes nominales, que equivalen a 760 viajes estándar y una *U* de 78.4 t/viaje. En resumen, tuvo una disminución del esfuerzo (barcos y viajes), pero con una *E*% (73%) y *U* (97.9 t/viaje) totales mayores a las obtenidas en la temporada pasada y en la presente década (Tabla 4).

Tabla 3. Barcos por categoría (capacidad de bodega) y oscuro, que participaron durante la temporada de pesca 1996/97. * Guaymas, ** Yavaros, *** ambos Puertos.

				Oscuros								
Barcos	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
C (101-120TM)												
ADMIRALTY		**	**	**	**	***	***	***				
TOÑO I					**	**	*	*				
D (121-140TM)												
DP-1S	*	*	*	*	*					*	*	
DP-2S		*	*		*	*		*	*	*		
DP-3S		*	*	*	*	*	*	*	*	*		
G-2S		*	*	*	*	*	*	*	*			
LP-2S		*	*	*	*	*		*	*	*		
M-2S		*	*	*	*	*	*	*		*	*	
PM-2S		*	*	*	*	*	*	*	*	*		
PP-1S		*	*	*	*	*	*	*		*	*	
PP-2S		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
T-3S	***	***	**	**	**	***	**					
BEATRIZ EUGENIA				***	***		*	*	*	*	*	*
DON GUILLERMO E.		*	*	*	*	*	*	*	*	*		
DON JESUS B.		*	*	*	*	*	*	*	*	*		
LIC. J. ECHANIZ		*	*	*	*	*	*	*	*	*		
F (161-180 TM)												
BARDA III		**	**	**	**	**						
SARDINA VI		*	*	*	*	*	*	*	*		*	
SARDINA VII		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
SARDINA IX		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
PMD-1		***	*	***	***	***	*	*		*		
DON MANUEL					*					*	*	
DON OSCAR										*	*	
H (201-220 TM)												
PESCADOR V		***	**	**	**	***	***	***	***	**	***	
PESCADOR IV	**	***	**	**	**	***	***	***	***	**	***	
I (>220TM)												
ZENITH II		**	**	**	**	**	*	*	*	*		
ISLA DE CEDROS		**	**	**	**	**	*	*	*	*		

5 La eficiencia promedio se calcula como la descarga total dividida entre la capacidad de acarreo (viajes * capacidad de bodega).
6 El poder de pesca total considera el poder de pesca las diferentes categarías de bodega en relación a la categoría estándar.

Tabla 4. Operación de la flota de pelágicos menores del golfo de California, temporadas de pesca 1995/96 a 1997/98.

	Barcos activos	Esfuerzo nominal (viajes nominales)	Eficiencia (*E*%)	Poder de Pesca	Esfuerzo estándar [*f*] (viajes efectivos)	CPUE [*U*] (toneladas/viaje efectivo)
1995/96						
Guaymas	20	1,639	71.1	1.2	1,804	97.7
Yavaros	2	502	62.1	1.4	587	84.4
Total *	30	2,141	66.6	1.3	2,391	94.5
1996/97						
Guaymas	17	1,448	83.1	1.2	1,709	99.8
Yavaros	1	542	59.2	1.4	760	78.4
Total *	27	1,990	73.0	1.2	2,469	97.9
1997/98						
Guaymas	19	913	69.1	1.2	1,076	86.5
Yavaros	5	419	57.8	1.3	546	75.8
Total *	30	1,332	64.4	1.2	1,622	86.2

* La columna de barcos activos muestra el número que descargaron sólo en los puertos indicados; la diferencia entre su suma y el Total (*) indica el número de barcos que descargaron en ambos puertos.

Temporada 1997/98

En esta temporada se registraron descargas de 30 barcos, 19 en Guaymas, 5 en Yavaros y 6 en los dos puertos (Tabla 5). La eficiencia promedio de la flota de Guaymas fue de 69.1% y la de Yavaros de 57.8 %. El poder de pesca de la flota de Guaymas fue 1.2 y en Yavaros 1.3. El esfuerzo de pesca nominal en Guaymas fue de 913 viajes, el esfuerzo estandarizado de 1,076 viajes y la U fue de 86.5 t/viaje. En Yavaros fueron 419 viajes nominales y 546 viajes estándar, con una CPUE estándar de 75.8 t/viaje. En total se tuvo un leve incremento de la flota pero con menor número de viajes, con una disminución de la *E*% (64.4%) y *U* (86.2 t/viaje) totales, con respecto a las tres temporada anteriores (Tabla 4).

Tendencia del esfuerzo de pesca

El análisis conjunto de la operación de la flota de Sonora indica buen rendimiento de los barcos en los 90's (Tabla 4). El reordenamiento provocado por la crisis al inicio de la década, resultó en la disminución significativa de barcos (de más de 70 a 32 barcos), y por lo tanto de viajes, pero con un mayor rendimiento (más de 100 t/viaje) (Figura 4a). En 1996/97 se registró el menor número de barcos (27) con la mayor eficiencia promedio (73%) y la mayor CPUE, estándar y nominal; cabe señalar que en esta temporada se registró la mayor captura de la década. Durante l997/98 "El Niño" ocasionó la disminución de la abundancia y baja disponibilidad de sardina Monterrey a la flota, operaron más barcos (30), pero hubo una reducción significativa de los viajes nominales, que pasaron de 2,207 a 1,332 viajes de una a otra temporada, asimismo disminuyó la eficiencia promedio (64.4%) y la CPUE (11.7 t menos por cada viaje nominal).

Tabla 5. Barcos por categoría (capacidad de bodega) y oscuro, que participaron durante la temporada de pesca 1997/98. * Guaymas, ** Yavaros, *** ambos Puertos.

	Oscuros											
Barcos	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
D (121-140TM)												
ADMIRALTY	**	**	**	**	**	**	**	**				
TOÑO I				**	**	**	**					
TORNADO						*	*	*	*			
DON QUIRINO PARRA							*	*	*	*		
D (121-140TM)												
G-2S		*	*	***	*	*	*	*	*			
LP-2S	*											
M-2S	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
PM-2S		*	*	*	*	*	*	*	*	*		
PP-1S		*	*	*	*	*	*	*	*	*		
PP-2S		*	*	*	*	*	*	*	*	*		
DP-1S		*	*	*	*	*	*	*	*	*		
DP-2S			*	*	*							
T-3S					**	**	**	**	**			
BEATRIZ EUGENIA	*		*	*	*	*	*	*	*			
NENE CONDE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
DON JESUS B				*	*	*	*	*	*			
DON GUILLERMO E.						*	*	*	*			
LIC. J. ECHANIZ									*	*		
E (141-160 TM)												
DORADO II				**	**							
F (161-180 TM)												
DON OSCAR	*	*	*	*		*	*	*	*			
SARDINA VI		*	*	*	*	*	*	*	*	*		
SARDINA VII	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
SARDINA IX	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
DON MANUEL			*	*			*	*	*			
PESCADOR II				**	**							
MARIA DEL SOCORRO							*	*				
H (201-220 TM)												
PESCADOR V	***	**	**	**	**	**	**	**	**			
PESCADOR IV	***	**	**	**	**	**	**	**	**			
I (>220TM)												
ZENITH II	**	**				**	**	*	*			
ISLA DE CEDROS	**	**				**	**	*	*			

Al respecto Cisneros-Mata et al. (1991) señalan que, en general, las flotas operan en zonas distintas, aunque con cierto traslape, por ello es de esperarse que esta relación indique cambios en la distribución del recurso, resultado de desplazamientos espaciales; pero cuando en ambas flotas disminuye la CPUE, como en las temporadas 1989/90 y 1997/98, más bien parece reflejar una baja real de recurso en la abundancia o disponibilidad (Figura 4b).

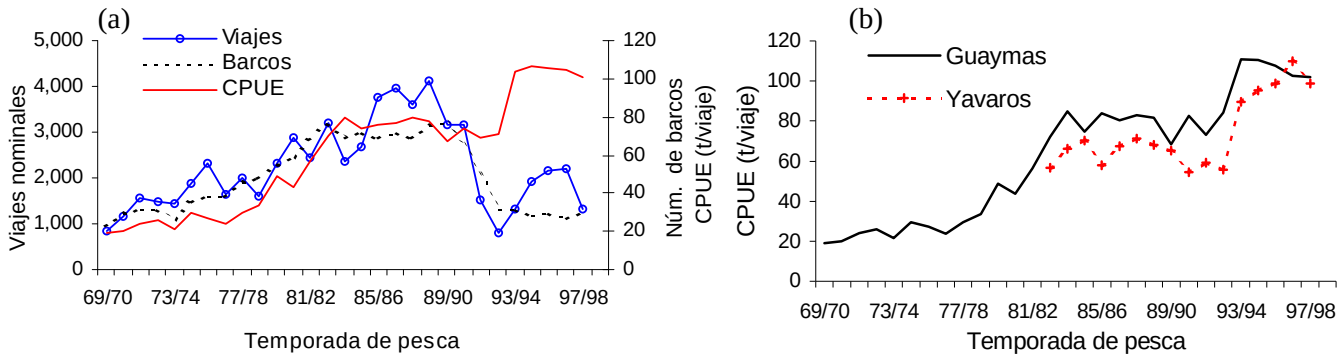


Figura 4. Esfuerzo (viajes y barcos) y CPUE nominal (a) y CPUE nominal de la flota de Guaymas y Yavaros (b), 1969/70 a 1997/98.

3.3. MEDIO AMBIENTE

Durante la temporada 1996/97, de octubre a febrero se presentaron vientos con componente norte con velocidades de 3 a 4 m/s; en los meses restantes dominaron los vientos del sur con fuerza de 3.4 a 4.5 m/s. En la temporada 1997/98 fue más amplio el período en que predominaron los vientos con componente norte (octubre a mayo), pero con menor intensidad que los de la temporada pasada, sólo en dos meses fueron superiores a 3.0 m/s, en los demás meses prevalecieron vientos con componente sur, con velocidades próximas a 3 m/s (Tabla 6).

Tabla 6. Temperatura superficial del mar (TSM) en la bahía de Guaymas, anomalía del agua de mar, dirección y velocidad del viento dominante (VD), temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98.

	Temporada 1996/97				Temporada 1997/98			
Mes	TSM (°C)	Anomalía (°C)	Viento dominante	Velocidad VD (m/s)	TSM (°C)	Anomalía (°C)	Viento dominante	Velocidad VD (m/s)
Oct	26.5	-0.7	NW	3.2	27.2	-0.1	N	3.9
Nov	22.0	0.0	NW	3.1	24.2	+2.1	NNW	2.5
Dic	18.0	-0.3	NW	3.8	19.8	+1.4	NW	2.8
Ene	17.5	+0.3	NW	3.0	19.7	+2.4	NW	2.8
Feb	17.9	-0.3	NW	3.5	19.4	+1.1	NW	2.5
Mar	20.3	+0.3	SSW	3.0	20.5	+0.5	NW	3.4
Abr	22.8	+0.6	SSW	4.1	21.2	-1.0	NW	3.0
May	28.5	+3.1	SSW	3.4	23.8	-1.5	NW	2.3
Jun	30.2	+1.2	SSW	4.1	27.1	-1.9	SSW	2.9
Jul	31.5	+0.1	SSW	4.3	31.8	+0.4	SSW	3.0
Ago	33.1	+1.4	SSW	3.9	32.0	+0.3	SSW	2.9
Sep	32.0	+1.3	SSW	4.5	31.3	+0.5	SSW	2.9

La media mensual de la temperatura superficial del mar muestra la tendencia estacional climática, pero el calentamiento debido a “El Niño” fue notable a partir de mayo de 1997 (Tabla 6). El promedio de temperatura superficial del mar mostró oscilaciones respecto al promedio histórico (1969 - 1999) (Fig. 5); es evidente que después de un período frío, de 1993 a 1996, el ambiente marino cambió radicalmente al registrar predominio de anomalías positivas durante la primavera de 1997 hasta inicios de la primavera de 1998. La anomalía más alta se registró en mayo de 1997 (+3.1°C).

En la figura 6 se observa una relación casi inversa con las descargas comerciales de sardina Monterrey, especie principalmente afectada, con la anomalía de temperatura superficial del mar de las temporadas analizadas; así como el ligero reemplazamiento de ésta por la sardina crinuda en la temporada 1997/98. Es notoria la disponibilidad que tuvo la sardina Monterrey a la flota durante abril-mayo, coincidente con registros de anomalías negativas y vientos del NW (surgencias).

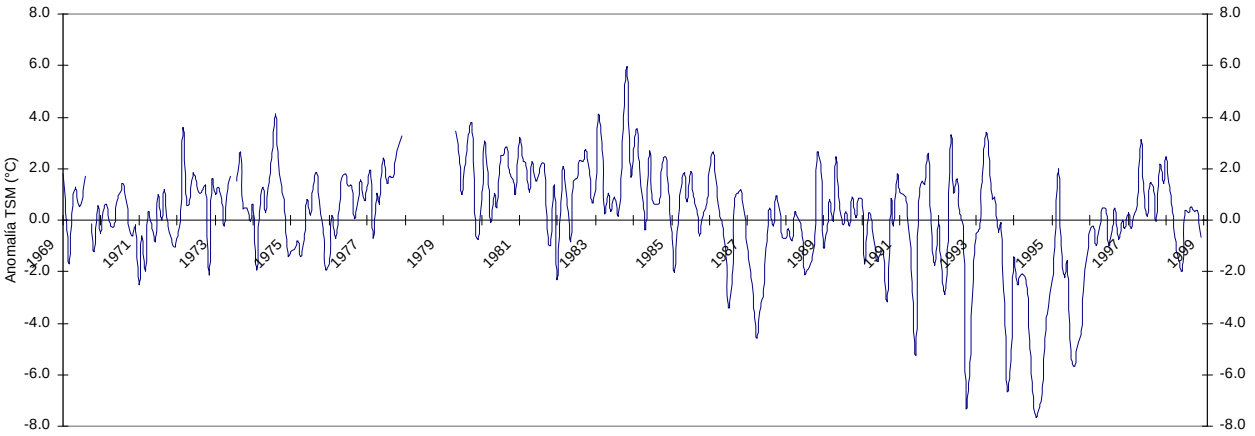


Figura 5. Anomalías de la temperatura superficial del agua de mar en la bahía de Guaymas, con respecto al promedio histórico (1969 - 1999).

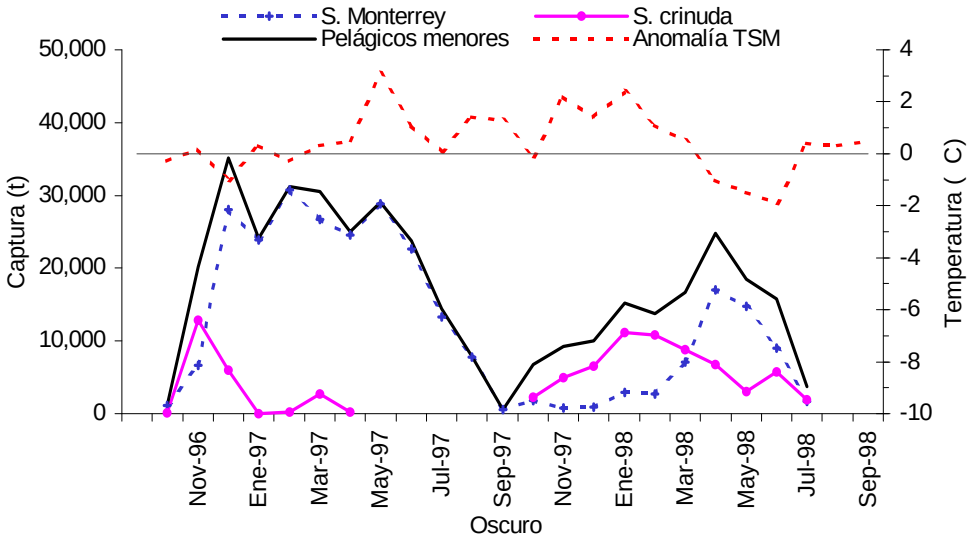


Figura 6. Anomalías de la temperatura superficial del agua de mar en Guaymas y captura mensual de pelágicos menores, sardinas Monterrey y crinuda, temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98.

Los patrones de temperatura superficial del mar de imágenes de satélite (Figura 7) revelaron la típica presencia de surgencias en la costa de Sonora, durante otoño e invierno de 1996. En mayo de 1997 el calentamiento fue evidente, aún así se detectaron surgencias en la costa de Baja California. A finales de otoño e invierno de la temporada 1997/98, con el evento de "El Niño", se registraron temperaturas altas con respecto a temporadas anteriores y una disminución significativa de los procesos de surgencias en la costa de Sonora. Las aguas más frías estuvieron limitadas al norte de la cintura insular del Golfo, principalmente en el canal de Ballenas-Salsipuedes. En el período analizado, el comportamiento de las masas de agua pasó de condiciones frías a un rápido calentamiento,"El Niño, y nuevamente a un enfriamiento paulatino ("La Niña"), este último marcado a partir de la primavera de 1998.

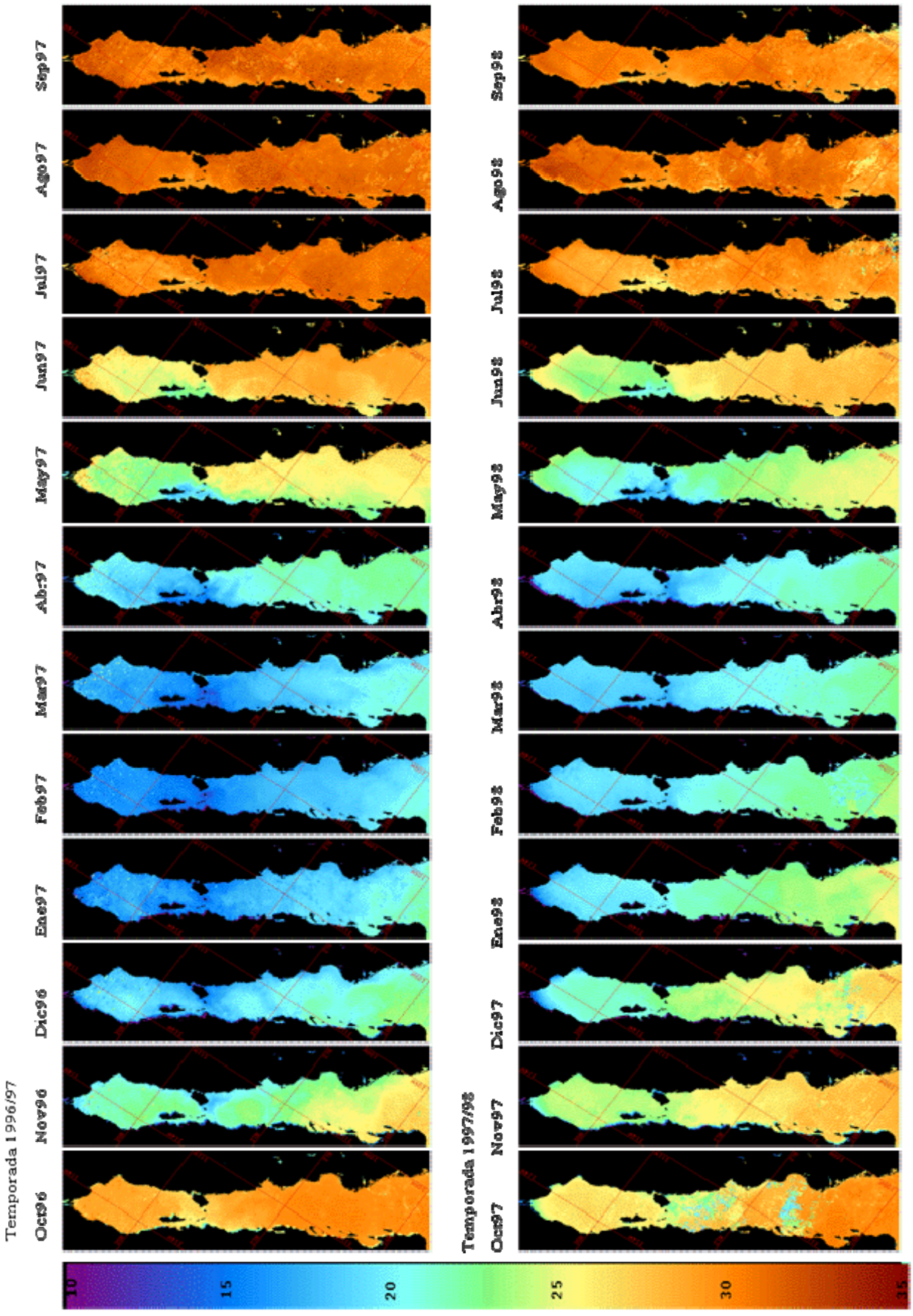


Figura 7. Imágenes de satélite de la temperatura superficial del mar en el golfo de California, temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98.

3.4. ANÁLISIS ESPACIAL DE LAS CAPTURAS COMERCIALES

En la temporada 1996/97 la flota sardinera del estado de Sonora realizó sus capturas en nueve de las once áreas estadísticas de pesca para pelágicos menores del golfo de California (Figura 8). En esta temporada, el área IX (Yavaros) fue la más visitada (38.6%), seguida de las áreas V (17.6%), VII (16.2%), y IV (11.5%). Las áreas con menor incidencia (<6%) fueron la VIII, III, X, VI y I (Tabla 7).

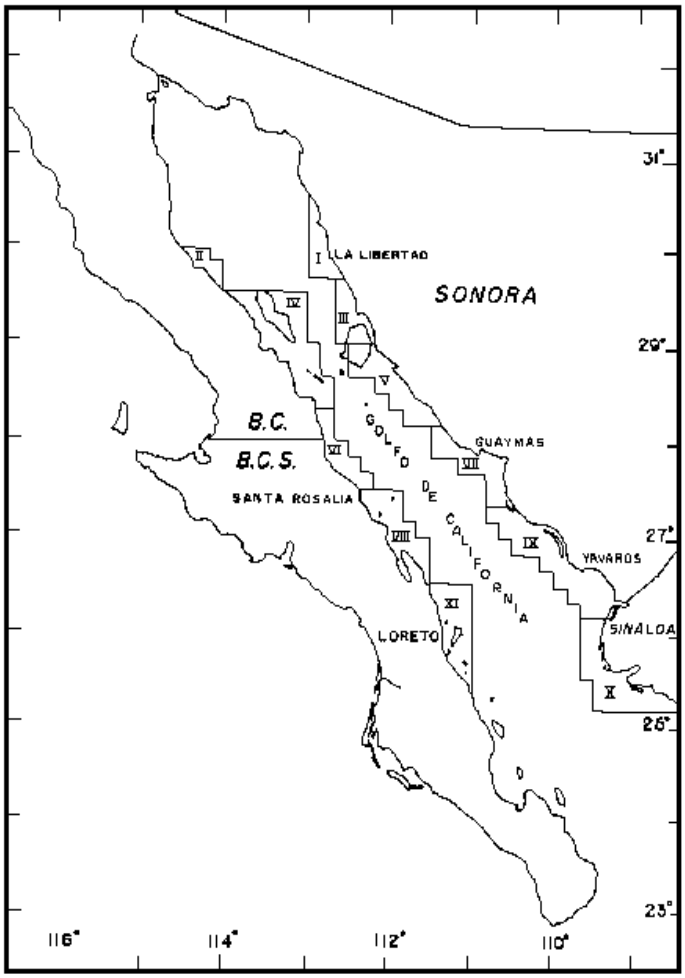


Figura 8. Areas estadísticas de captura en el golfo de California.

Durante la temporada 1997/98, la flota también operó en nueve de las once áreas estadísticas de pesca, sin embargo la importancia de cada área de pesca mostró diferencias significativas. En las áreas III y VII (Isla Patos y Guaymas) se realizaron la mayoría de los viajes, con el 29.0% y 28.8% en cada una, seguidas por el área IX (17.7%) y VIII (13.0%). Las áreas IV, V y X fueron constantes (3.0-4.0 %), mientras que las áreas I y II fueron visitadas con un mínimo de viajes (Tabla 7).

Tabla 7. Áreas de captura de pelágicos menores, temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98. En porcentaje del total de viajes registrado para cada especie por área de pesca (la diagonal separa las dos temporadas).

	Áreas de pesca										Núm. de viajes	
Especie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	1996/97	1997/98
S. Monterrey	1.2 / 0.7	0.0 / 0.4	5.4 / 71.1	17.7 / 17.1	18.9 / 3.4	5.7 / 0.0	15.7 / 3.0	3.2 / 3.4	30.9 / 0.7	1.2 / 0.0	1,443	437
S. crinuda	0.0 / 0.7	0.0 / 0.6	0.0 / 4.0	0.0 / 3.7	27.6 / 8.5	- - -	30.4 / 29.5	0.5 / 4.2	30.9 / 40.2	10.5 / 8.5	181	718
Macarela	- - -	- - -	9.5 / 46.6	38.1 / 0.0	14.3 / 0.0	- - -	9.5 / 40.0	0.0 / 13.3	28.6 / 0.0	- - -	21	15
S. japonesa	- - -	- - -	0.0 / 50.0	25.0 / 0.0	12.5 / 0.0	- - -	25.0 / 16.6	0.0 / 33.3	37.5 / 0.0	- - -	8	6
Anchoveta	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	0	0
S. bocona	- - -	- - -	22.2 / 2.2	0.0 / 3.2	44.4 / 1.1	- - -	22.2 / 17.4	0.0 / 1.1	0.0 / 65.2	11.1 / 9.8	9	92
S. piña	- - -	- - -	- - -	- - -	0.0 / 11.1	- - -	20.0 / 66.6	0.0 / 22.2	80.0 / 0.0	- - -	4	9
Pelágicos m.	0.2 / 0.2	0.0 / 0.2	5.7 / 29.0	11.5 / 4.0	17.6 / 4.0	0.8 / 0.0	16.2 / 28.8	5.9 / 13.0	38.6 / 17.7	3.5 / 3.0	1,666	1,277

Temporada 1996/97

Sardina Monterrey. En octubre la sardina se localizó principalmente en el canal de Ballenas - Salsipuedes (área IV), e inició su desplazamiento hacia Sonora al registrarse algunas capturas en Bahía Kino (V) a finales del oscuro. En noviembre y diciembre las capturas se realizaron de Bahía Kino a Guaymas (V y VII), extendiéndose hasta Yavaros (IX) en el tercer oscuro. En enero y febrero la sardina se concentró en las áreas de pesca VII y IX, llegando hasta Punta Ahome, Sin. (X). Durante marzo y abril la flota pescó en Yavaros (IX) y Bahía Kino (V), alternando su importancia de sur a norte. En los oscuros de mayo y junio las capturas provinieron principalmente del canal de Ballenas a San Francisquito (IV y VI), seguida de Isla de Patos (III). De julio a septiembre el área más importante fue el canal de Ballenas - Salsipuedes (IV). Cabe destacar que en agosto también se tuvieron capturas frecuentes frente a Puerto La Libertad (I) (Tabla 8).

Tabla 8. Áreas de captura por oscuro para sardina Monterrey, temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98. En porcentaje del total de viajes registrado por oscuro (la diagonal separa las dos temporadas).

	Áreas de pesca										Núm. de viajes	
Oscuro	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	1996/97	1997/98
Oct	- - -	- - -	0.0 / 9.0	87.0 / 91.0	13.0 / 0.0	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	8	11
Nov	- - -	- - -	- - -	0.0 / 62.5	46.0 / 25.0	- - -	54.0 / 0.0	- - -	0.0 / 12.5	- - -	48	8
Dic	- - -	- - -	0.5 / 0.0	0.0 / 100.0	17.5 / 0.0	- - -	50.2 / 0.0	- - -	31.8 / 0.0	- - -	233	10
Ene	- - -	- - -	4.5 / 77.7	0.8 / 11.1	4.1 / 5.5	- - -	18.5 / 0.0	15.8 / 0.0	49.1 / 5.5	7.2 / 0.0	222	18
Feb	- - -	- - -	6.1 / 45.0	0.0 / 5.0	11.7 / 50.0	- - -	13.0 / 0.0	0.0 / 0.0	68.7 / 0.0	0.5 / 0.0	230	20
Mar	- - -	0.0 / 3.4	0.0 / 54.2	0.0 / 15.2	37.5 / 1.7	- - -	6.3 / 1.7	3.4 / 23.7	52.8 / 0.0	- - -	176	59
Abr	- - -	- - -	6.5 / 93.0	5.0 / 0.8	73.4 / 0.0	- - -	3.6 / 5.4	1.4 / 0.0	10.1 / 0.8	- - -	139	124
May	- - -	- - -	19.1 / 77.0	46.3 / 18.0	3.7 / 1.0	27.2 / 0.0	0.7 / 3.0	2.2 / 1.0	0.7 / 0.0	- - -	136	100
Jun	0.9 / 2.8	- - -	8.3 / 87.3	48.6 / 7.0	- - -	40.4 / 0.0	0.9 / 2.8	0.9 / 0.0	- - -	- - -	109	71
Jul	0.0 / 6.2	- - -	5.6 / 6.2	92.2 / 87.5	- - -	2.2 / 0.0	- - -	- - -	- - -	- - -	90	16
Ago	28.1 / 0.0	- - -	7.0 / 0.0	61.4 / 0.0	3.5 / 0.0	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	57	0
Sep	- - -	- - -	- - -	100.0 / 0.0	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	5	0
Total	2.4 / 0.9	0.0 / 0.3	4.8 / 45.0	36.8 / 39.8	17.5 / 8.3	5.8 / 0.0	12.3 / 1.3	2.0 / 2.5	17.8 /1.9	0.6 / 0.0	1,443	437

En esta temporada la sardina Monterrey se caracterizó por sus movimientos tempranos hacia el sur del Golfo y su abundante presencia en la costa de Sonora durante los meses de octubre hasta abril. Cabe destacar la presencia constante de sardina en la cintura insular, con predominancia en canal de Ballenas – Salsipuedes en primavera/verano. También resalta su incidencia de San Miguel a Santa Rosalía, B.C.S., en mayo y junio.

Sardina crinuda. Durante octubre las capturas de crinuda fueron mínimas y sólo se realizaron dos descargas, una capturada frente a Guaymas (VII) y la otra en Yavaros (IX). Noviembre y diciembre fueron los oscuros de mayor captura; el recurso se localizó desde Bahía Kino hasta Topolobampo (V, VII, IX y X). En enero no se reportaron capturas de esta especie y en febrero se registró un sólo viaje proveniente de Yavaros (IX). Durante marzo las principales capturas fueron de Guaymas a Yavaros (VII y IX) y escasamente en Bahía Concepción (VIII). En abril únicamente se realizó un viaje con captura en Yavaros (IX) (Tabla 9).

Tabla 9. Áreas de captura por oscuro para sardina crinuda, temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98. En porcentaje del total de viajes registrado por oscuro (la diagonal separa las dos temporadas).

	Áreas de pesca										Núm. de viajes	
Oscuro	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	1996/97	1997/98
Oct	- - -	- - -	- - -	0.0 / 14.2	0.0 / 28.5	- - -	50.0 / 9.5	0.0 / 4.7	50.0 / 33.3	0.0 / 9.5	2	21
Nov	- - -	- - -	- - -	0.0 / 11.1	28.3 / 39.7	- - -	26.5 / 3.1	- - -	29.2 / 44.4	15.9 / 1.6	113	63
Dic	0.0 / 1.0	- - -	0.0 / 1.0	0.0 / 4.9	38.3 / 10.9	- - -	46.8 / 49.5	- - -	12.8 / 32.6	2.1 / 0.0	47	101
Ene	- - -	- - -	0.0 / 3.4	0.0 / 4.0	0.0 / 7.9	- - -	0.0 / 26.2	0.0 / 0.8	0.0 / 50.0	0.0 / 7.9	0	126
Feb	- - -	- - -	0.0 / 11.8	0.0 / 7.5	0.0 / 7.5	- - -	0.0 / 25.8	0.0 / 5.4	100 / 29.0	0.0 / 12.9	1	93
Mar	- - -	0.0 / 4.2	0.0 / 4.2	- - -	0.0 / 1.0	- - -	11.8 / 4.2	6.0 / 13.8	82.2 / 58.5	0.0 / 13.8	17	94
Abr	- - -	- - -	0.0 / 4.3	- - -	0.0	- - -	0.0 / 5.8	0.0 / 7.2	100 / 63.7	0.0 / 18.1	1	69
May	- - -	- - -	0.0 / 2.1	- - -	0.0	- - -	0.0 / 80.8	0.0 / 2.1	- - -	0.0 / 15.0	0	47
Jun	0.0 / 2.6	- - -	0.0 / 2.6	- - -	0.0	- - -	0.0 / 64.5	- - -	0.0 / 27.6	0.0 / 2.6	0	76
Jul	0.0 / 7.1	- - -	0.0 / 10.7	- - -	0.0 / 3.5	- - -	0.0 / 21.4	0.0 / 14.3	0.0 / 39.3	0.0 / 3.5	0	28
Ago	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
Sep	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
Total	0.0 / 1.1	0.0 / 0.4	0.0 / 4.0	0.0 / 4.2	11.1 / 10.0	- - -	22.5 / 29.1	1.0 / 4.8	62.4 / 37.8	3.0 / 8.5	181	718

Temporada 1997/98

Sardina Monterrey. De octubre a diciembre la sardina se concentró principalmente en el canal de Ballenas – Salsipuedes (IV). En noviembre hubo indicios del desplazamiento a Bahía Kino (V), y sólo se detectó un viaje con captura en el área de Yavaros (IX). Sin embargo, en enero las capturas se realizaron principalmente en las áreas del norte (III y IV), con un sólo registro en Yavaros (IX).

Durante febrero la flota operó básicamente en Isla Patos y Bahía Kino (III y V), con pocos viajes en canal de Ballenas – Salsipuedes (IV). De marzo a junio, el grueso de las capturas se realizaron en Isla Patos (III), aunque también hubo registros constantes en el canal de Ballenas – Salsipuedes (IV); en algunos de estos oscuros se presentaron escasos viajes a las áreas V, VII, VIII y IX. En julio se pescó en mayor proporción en el canal de Ballenas - Salsipuedes (IV) y escasamente frente a Puerto La Libertad e Isla Patos (I y III) (Tabla 8).

Durante la temporada de pesca 1997/98, el 93% de las capturas de sardina Monterrey se realizaron en la región de las Grandes Islas, con escaso desplazamiento del recurso hacia el sur del Golfo. Tanto las capturas como los viajes tuvieron una disminución significativa con respecto a la temporada anterior.

Sardina crinuda. En esta temporada la sardina crinuda se capturó principalmente en las costas de Sonora y norte de Sinaloa (áreas V, VII, IX y X), y más frecuentemente de Guaymas a Yavaros. De diciembre a julio se realizaron capturas en las cercanías de Isla Patos (III), aunque en bajos porcentajes. La distribución más norteña fue en Bahía San Luis Gonzaga (I) en diciembre, junio y julio, y frente a Puerto La Libertad (II) en marzo. Frente Bahía Concepción (VIII) se registraron escasas capturas en octubre, enero a mayo y julio (Tabla 12).

Resto de las especies (1996/97-1997/98)

Macarela. En 1996/97, la escasa captura de esta especie se realizó en cinco áreas de pesca. La área del canal de Ballenas - Salsipuedes (IV) fue la más importante, sobre todo en julio y agosto, seguida de Yavaros (IX); con poca frecuencia se pescó en Isla Patos, Bahía Kino y Guaymas (III, V y VII). En la temporada 1997/98 la macarela se capturó en tres áreas: Isla Patos, Guaymas y Bahía Concepción (III, VII y VIII) en ese orden de importancia, pero de marzo a junio las principales capturas fueron en la área VII (Tabla 7).

Sardina japonesa. En 1996/97 los registros provinieron de cuatro áreas de pesca: Yavaros (IX) fue la de mayor importancia, seguida por el Canal de Ballenas - Salsipuedes y Guaymas (IV y VII) y escasamente Bahía Kino (V). En la temporda 1997/98 se capturó en tres áreas: Isla Patos (III) con la mayor incidencia, Bahía Concepción (VIII) y en zonas aledañas a Guaymas (VII) (Tabla 7).

Anchoveta. No se registró captura de esta especie en las dos temporadas analizadas. Sin embargo, en los muestreos del CRIP se detectó un barco que capturó 100 t en canal de Ballenas – Salsipuedes (IV), en mayo de 1998.

Sardina bocona. Durante 1996/97 su captura fue escasa, las pocas descargas provinieron de Bahía Kino (V), secundariamente de Isla Patos, Guaymas y Punta Ahome (III, VII y X). En la temporada 1997/98 sus capturas se incrementaron significativamente, éstas se realizaron principalmente en la costa de Sonora y norte de Sinaloa, sobre todo de Guaymas a Yavaros (VII y IX), y en baja proporción en canal de Ballenas y Bahía Concepción (IV y VIII) (Tabla 7).

Sardina piña. Esta especie fue escasamente capturada. En 1996/97 se pescó en Yavaros (IX) y en la temporada 1997/98 la incidencia mayor fue frente a Guaymas (VII), seguida de Bahía Concepción (VIII) y Bahía Kino (V) (Tabla 7).

Relación entre vientos y temperatura con la distribución del recurso

El análisis de la captura comercial en relación con indicadores ambientales permite hacer algunas interpretaciones respecto a la influencia del medio ambiente en la distribución espacial de los pelágicos menores. Las temperaturas frías del mar en la costa de Sonora (anomalías de 0 a -0.7°C) y fuertes vientos del norte (mayores a 3 m/s), generadores de surgencias, al inicio de la temporada 1996/97, incidieron en la temprana migración de la sardina Monterrey hacia el sur del Golfo, así como en la alta disponibilidad del recurso en esa región de octubre a abril. En mayo y junio los intensos vientos del sur ocasionaron procesos de surgencia en la costa de Baja California, con alta abundancia de sardina al norte de Santa Rosalía, pese a que ya se reportaba “El Niño” en el Golfo, así como la concentración del recurso en la región de las Grandes Islas durante el verano. Es decir, los desplazamientos fueron de acuerdo al patrón migratorio normal de la especie: de norte a sur en otoño-invierno y de sur a norte en primavera-verano. En la temporada 1997/98, la alteración en el patrón migratorio fue marcada, la sardina Monterrey se localizó prácticamente en la región de las grandes islas, con muy escaso desplazamiento hacia el sur del Golfo, coincidente con vientos del norte débiles (menores a 2.8 m/s) y aguas más calientes (anomalías mayores a 1.0°C). Es notoria la mayor disponibilidad que tuvo la sardina Monterrey en abril-mayo con el enfriamiento significativo del mar. La interacción entre los parámetros ambientales con el recurso es evidente, lo cual ha sido continuamente señalado (Cisneros-Mata *et al*., 1997).

3.5. COMPOSICIÓN DE TALLAS DE LA CAPTURA COMERCIAL

Temporada 1996/97

Sardina Monterrey. El intervalo de tallas de esta especie fue de 83 a 208 mm, con el 30% de las sardinas menores a 150 mm, talla mínima de captura (TMC). Los menores promedios mensuales se registraron en noviembre, enero y septiembre con 140.6 (área VII), 148.0 (área VII y VIII) y 136.7 (área IV), respectivamente; en estos oscuros los porcentajes de individuos menores a la TMC fueron del 60 a 95%. En los meses restantes el tamaño medio de la sardina fluctuó entre 151 a 169 mm. La talla promedio para esta temporada fue de 157.4 mm (Tabla 10), menor a la de las tres temporadas pasadas.

Sardina crinuda. Durante esta temporada la sardina crinuda se capturó en tres oscuros (octubre, noviembre y marzo), con un intervalo de tallas de 138 a 198 mm, con promedios de 156.6 a 181.4 mm, y con el 31.8% de las sardinas menores a 160 mm (talla mínima legal). La longitud patrón media fue de 168.9 mm (Tabla 10), que es menor a la obtenida en las dos temporadas pasadas.

Tabla 10. Talla promedio (LP en mm) por oscuro de sardina Monterrey y crinuda, temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98.

	Sardina Monterrey		Sardina crinuda	
Oscuro	1996/97	1997/98	1996/97	1997/98
Oct	163.9	154.5	156.6	166.4
Nov	140.6	---	168.7	166.4
Dic	151.5	149.7	---	168.8
Ene	148.0	135.7	---	167.6
Feb	160.8	141.5	---	168.6
Mar	167.7	151.0	181.4	166.4
Abr	169.1	156.6	---	171.6
May	164.2	153.9	---	164.5
Jun	163.9	139.4	---	167.0
Jul	166.9	153.6	---	---
Ago	155.6	---	---	---
Sep	136.7	---	---	---
Promedio	157.4	149.7	168.9	167.5

Temporada 1997/98

Sardina Monterrey. Las tallas estuvieron entre 88 y 208 mm, con el 51% menores a 150 mm. Las tallas más pequeñas se registraron en los oscuros de diciembre (área IV), enero (área III), febrero (áreas III, IV y V) y junio (área III), con promedios entre 135.7 y 149.7 mm. En estos oscuros fueron altos los porcentajes (>59%) de sardinas menores a la TMC. En los meses restantes la talla media fluctuó entre 151.0 y 156.6 mm. La longitud patrón promedio para la temporada fue de 149.7 mm (Tabla 10**)**, menor a la talla mínima legal y la menor registrada en la última década.

Sardina crinuda. A diferencia de la temporada pasada, esta sardina se capturó en casi todos los oscuros (octubre a junio), con rango de tallas de 113 a 233 mm, con el 28.4% menores a 160 mm. Las longitudes mensuales fueron similares en general y el promedio total fue de 167.5 mm, menor a la talla de las tres temporadas pasadas (Tabla 10).

Tendencia general de la estructura de tamaños

Sardina Monterrey. En las temporadas analizadas hubo diferencias marcadas, entre una temporada típica y una atípica con condiciones “El Niño” (Figura 9). La distribución mensual de tallas de sardina Monterrey en 1996/97, en general con una estructura unimodal, mostró un claro desplazamiento modal, de 138 mm en noviembre a 168 mm a marzo, manteniéndose hasta el final de la temporada. La pesca de juveniles en verano se reflejó en la estructura de tallas bimodales en agosto y septiembre, marcando claramente dos grupos de tallas (edades). Esta es la estructura típica de la población con predominio dos grupos de tallas-edades (1 y 2), muy similar a la temporada 1994/95 (Cisneros-Mata *et al*. 1997). En la temporada 1997/98 fue clara la alteración en la estructura de tallas y el predominio de modas de tallas pequeñas, las tallas-edades predominantes fueron 0 y 1, característico de años con presencia de “El Niño”. La baja disponibilidad y abundancia de la sardina Monterrey fue evidente durante el evento, las escasas capturas estuvieron conformada por altos porcentajes de sardinas menores a 150 mm.

Sardina crinuda. La captura de esta sardina se limitó a tres oscuros en 1996/97, en éstos la distribución de tallas mensual mostró cierto corrimiento modal, con modas de 158, 168 y 178 mm, en octubre, noviembre y marzo, respectivamente (Figura 10). En 1997/98, con mayor disponibilidad y abundancia, la estructura de tallas de oscubre a junio fue uniforme, con moda principal de 168 mm en la mayoría de los oscuros, muy similar a las temporadas 1990/91 y 1991/92, donde también fue más abundante esta sardina.

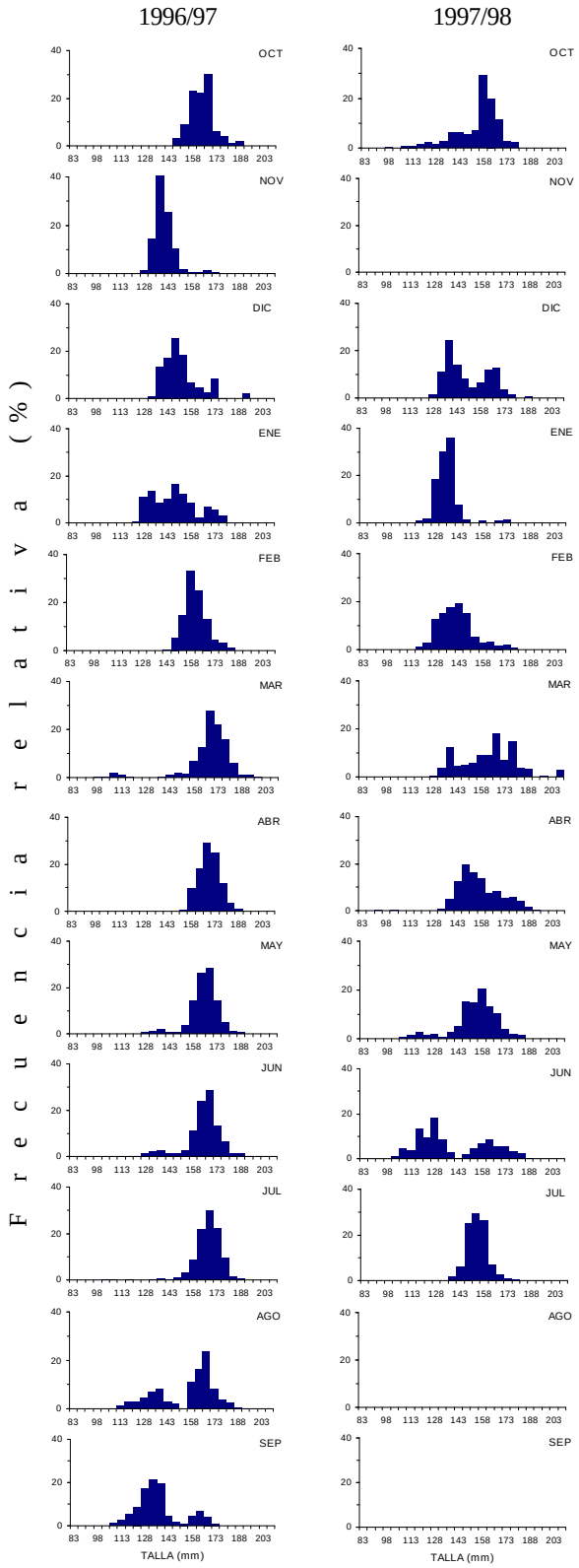


Figura 9. Distribución mensual de frecuencia de tallas de sardina Monterrey, temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98.

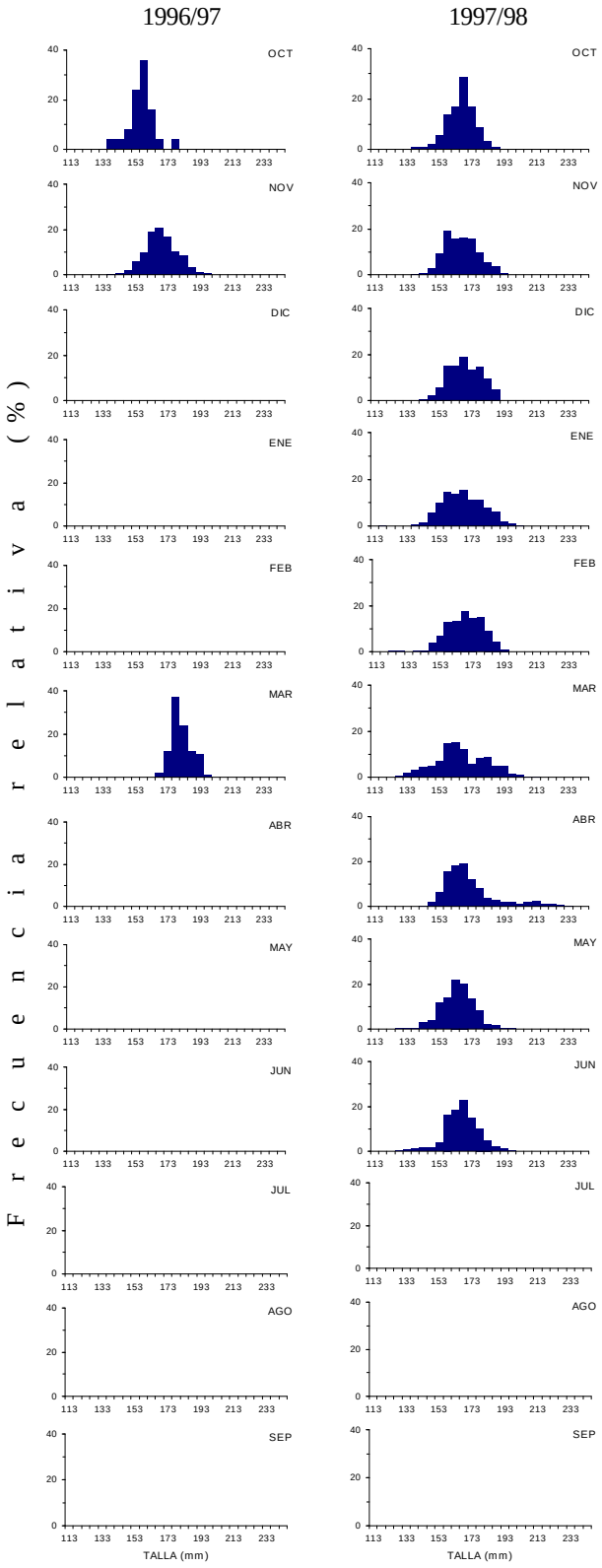


Figura 10. Distribución mensual de frecuencia de tallas de sardina crinuda, temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98.

Resto de las especies

Macarela. Los organismos capturados en 1996/97 midieron de 153 a 288 mm. En general las tallas fueron grandes y, por lo tanto, los promedios también (mayores a 190 mm), el promedio para la temporada fue de 215.8 mm. En 1997/98 únicamente se capturó en abril y mayo con tallas promedio aún mayores, 220.9 y 218.6 mm, respectivamente (Tabla 11). La distribución mensual de tallas se muestra en la figura 11.

Sardina japonesa. Registrada en sólo cuatro oscuros en 1996/97, esta sardina presentó tallas de 168 a 238 mm, con tamaños promedios mayores a 199 mm y un promedio total de 208.2 mm para la temporada. Durante 1997/98 sólo se registró en marzo, con tallas de 128 a 188 mm y promedio de 161.5 mm (Tabla 11). La figura 12 muestra la distribución mensual de tallas.

Anchoveta. Se registraron escasos juveniles de esta especie en mayo de 1998 (área IV), con una distribución uniforme (78 a 93 mm) y talla promedio de 83.1 mm (Figura 13a).

Sardina bocona. En 1996/97 sólo se contó con información en junio, las tallas registradas fueron de 118 a 148 mm, con un promedio de 132.2 mm. En la temporada 1997/98, con datos sólo en octubre, las tallas fueron de 123 a 158 mm y longitud promedio de 135.7 mm (Figura 13b).

Tabla 11. Talla promedio (LP en mm) por oscuro de macarela, sardina japonesa, anchoveta y sardina bocona, temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98.

	Macarela		Sardina japonesa		Anchoveta	Sardina bocona	
Oscuro	1996/97	1997/98	1996/97	1997/98	1996/97	1997/98	1997/98
Oct	---	---	---	---	---	---	135.7
Nov	196.9	---	---	---	---	---	---
Dic	220.4	---	199.2	---	---	---	---
Ene	207.5	---	---	---	---	---	---
Feb	228.4	---		---	---	---	---
Mar	---	---	212.1	161.5	---	---	---
Abr	---	220.9	---	---	---	---	---
May	---	218.6	---	---	83.1	---	---
Jun	193.3	---	207.1	---	---	132.2	---
Jul	248.3	---	214.4	---	---	---	---
Ago	---	---	---	---	---	---	---
Sep	---	---	---	---	---	---	---
Promedio	215.8	219.7	208.2	161.5	83.1	132.2	135.7

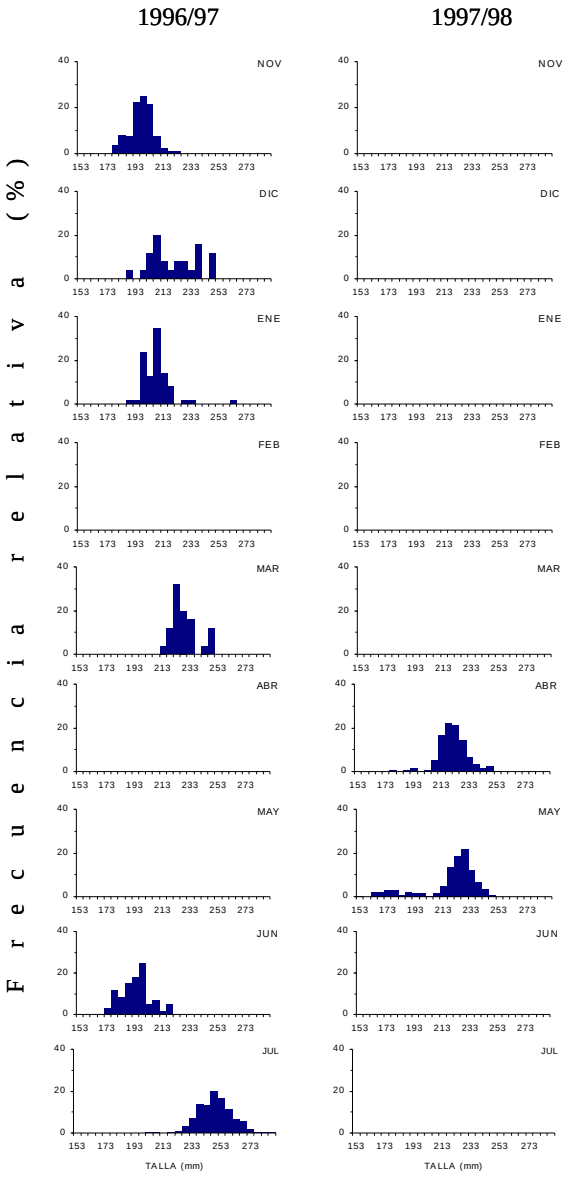


Figura 11. Distribución mensual de frecuencia de tallas de macarela, temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98.

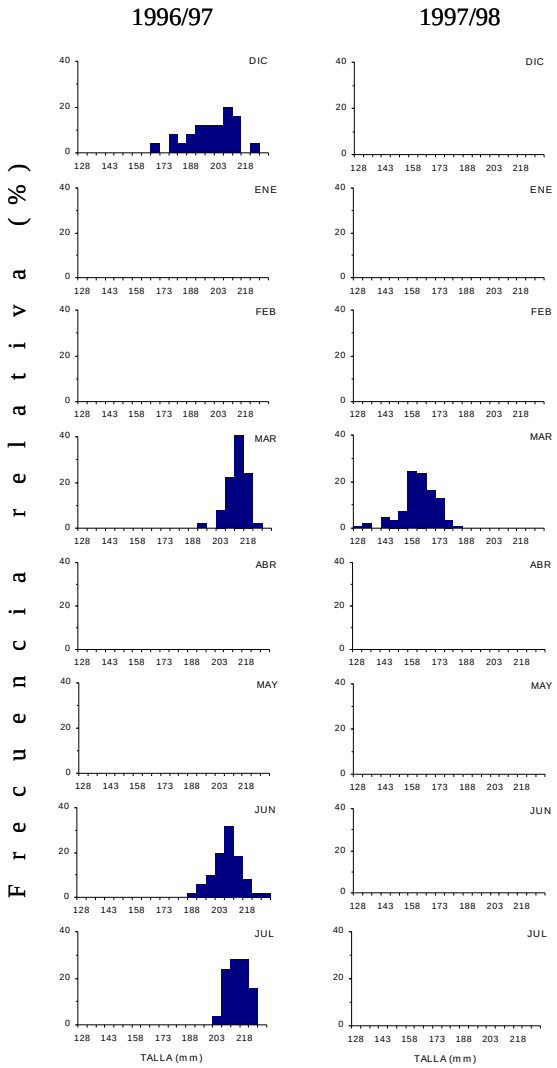


Figura 12. Distribución mensual de frecuencia de tallas de sardina japonesa, temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98.

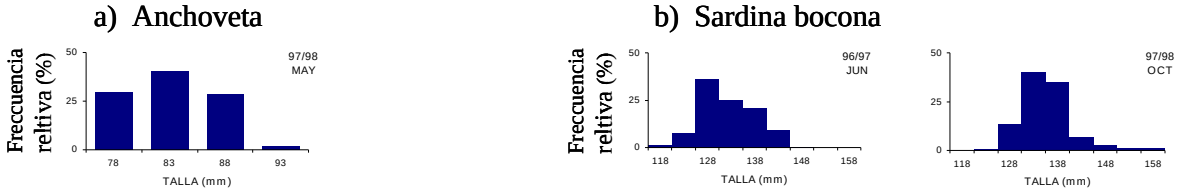


Figura 13. Distribución mensual de frecuencia de tallas de anchoveta (a) y sardina bocona (b), temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98.

3.6. REPRODUCCIÓN

Temporada 1996/97

Sardina Monterrey. La actividad reproductiva de esta especie se observó de octubre a abril, similar a la temporada anterior (1995/96) (Figura 14a). Las hembras en desove (estadío IV) estuvieron presentes en octubre y de diciembre a abril, en diciembre se registró el máximo porcentaje (63%). Las hembras desovadas (V) se observaron de noviembre a abril, con dominancia en noviembre (100%). La zona de reproducción se ubicó de Bahía Kino a Yavaros (áreas V, VII y IX) y de isla San Marcos a Bahía Concepción (área VIII). La proporción de sexos fue de 0.9 machos por cada hembra, mensualmente predominó una mayor proporción de hembras (Figura 15a). La edad de primera reproducción fue de 1.2 años (127 mm). La talla crítica (50% de reproducción) fue de 161 mm, la cual es menor a la estimada en las tres temporadas anteriores y mayor a la talla promedio de captura de esta temporada (Tabla 12).

Sardina crinuda. Sólo se tuvo información biológica en octubre, noviembre y marzo. La actividad reproductiva se detectó en noviembre con el 54.7% de hembras en desove (IV) y 44.6% desovadas (V); en marzo se registraron pocas hembras en desove (Figura 14b). Estos registros fueron de Yavaros y Topolobampo (áreas IX y X). La proporción de sexos fue de 0.7 macho por cada hembra, la proporción mensual de hembras se muestra en la figura 15b. La edad de primera reproducción fue de 1.07 años (144 mm). La talla crítica fue de 168 mm, menor a las estimadas en las últimas tres temporadas y menor a la talla promedio de captura de esta temporada (Tabla 12).

Temporada 1997/98

Sardina Monterrey. Las hembras en desove (IV) se registraron de febrero a abril con mínimos porcentajes, lo que podría inferirse como un período reproductivo bastante reducido y desfasado, en comparación con las dos temporadas anteriores (Figura 14a). Sin embargo, resultados del crucero de noviembre de 1997 (datos no publicados) detectaron hembras en desove, en la región de las Grandes Islas, que indican un desove más amplio. Las hembras desovadas (V) tuvieron un mayor registro, en tiempo y espacio, con el máximo en enero (97%). La zona de reproducción fue en Isla Patos (III), isla San Marcos (VIII) y escasamente en la bahía San Luis Gonzaga (II), zonas muy diferentes a la habitual. La razón de sexos fue de 0.9:1 machos:hembra, la proporción mensual de hembras fue mayor en la mitad de los oscuros (Figura 15a). La edad de primera reproducción fue de 1.33 años (130 mm). La talla crítica fue de 159 mm, menor a la obtenida en los últimos años y fue mayor a la talla promedio de captura (Tabla 12).

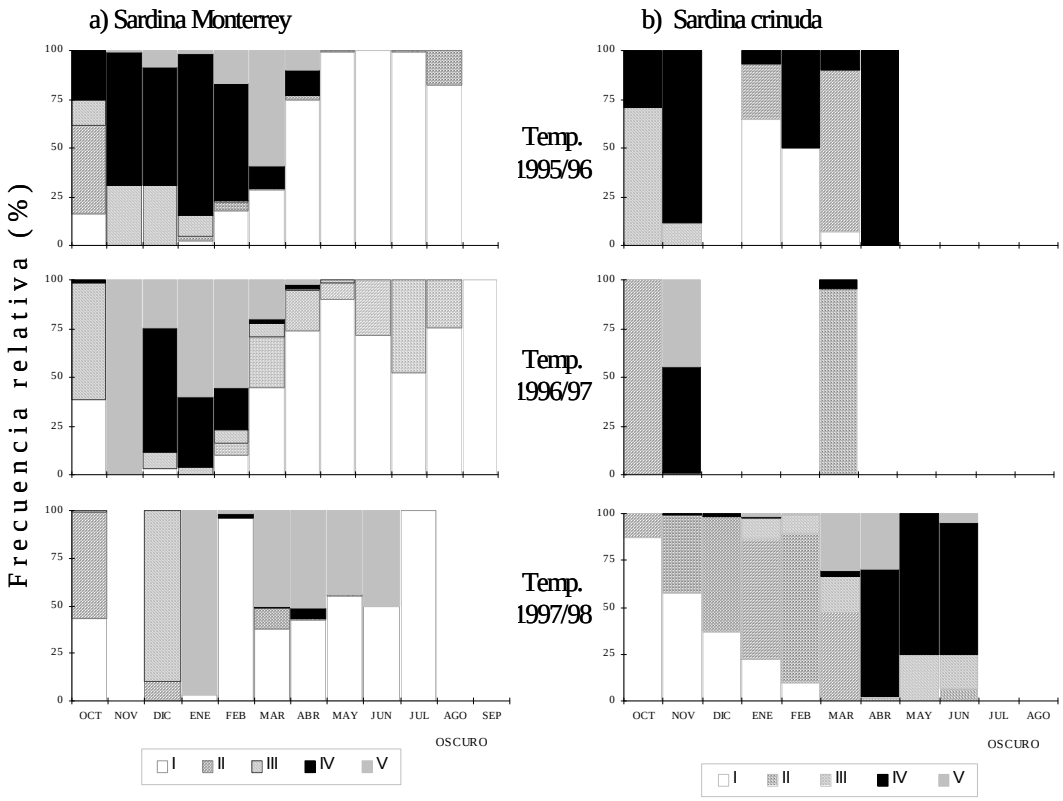


Figura 14. Madurez gonádica mensual de sardina Monterrey (a) y sardina crinuda (b), temporadas de pesca 1995/96 a 1997/98.

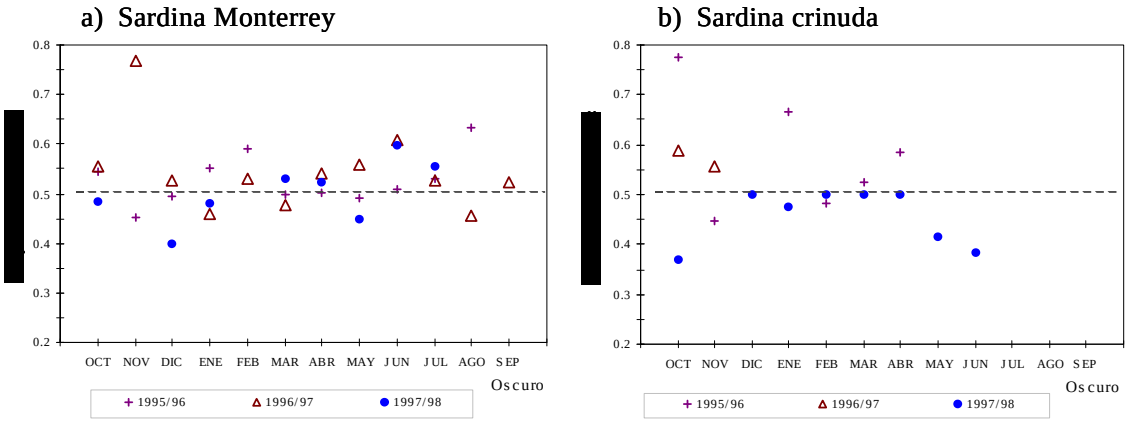


Figura 15. Proporción mensual de hembras de sardina Monterrey (a) y sardina crinuda (b), temporadas de pesca 1995/96 a 1997/98.

Sardina crinuda. El período reproductivo de la especie se registró de marzo a junio (Figura 14b). De abril a junio se registraron más del 70% de las hembras en desove (IV), mientras que el mayor porcentaje (39%) de hembras desovadas (V) fue en marzo y abril (Figura . Aún cuando el máximo desove ocurrió en primavera, de acuerdo al patrón reproductivo de la especie, fue evidente la ausencia de un segundo pulso en otoño-invierno presente en las tres temporadas pasadas. Las principales zonas de desove fueron Guaymas e isla San Marcos (VII y VIII), a diferencia de la

temporada anterior en que estuvieron concentradas en la costa sur de Sonora, particularmente en Yavaros y Topolobampo. La proporción de sexos fue de 1.2 machos por cada hembra, la proporción mensual de hembras se muestra en la figura 15b. La edad de primera reproducción fue de 1.04 años (142 mm). La talla crítica fue de 162 mm, la menor reportada para el golfo y menor a la talla promedio de captura para esta temporada (Tabla 12).

Tabla 12. Talla promedio (LP en mm) de captura y talla crítica de sardina Monterrey, sardina crinuda y anchoveta, temporadas de pesca 1972/73 a 1997/98.

Temporada	Sardina Monterrey		Sardina crinuda		Anchoveta	
	Promedio	Crítica	Promedio	Crítica	Promedio	Crítica
72/73	171	159	164	---	---	---
73/74	160	155	164	---	---	---
74/75	162	158	173	---	---	---
75/76	170	161	154	---	---	---
76/77	169	162	172	---	---	---
77/78	151	145	166	---	---	---
78/79	153	148	152	---	---	---
79/80	158	152	170	---	---	---
80/81	164	156	167	---	---	---
81/82	153	153	170	---	---	---
82/83	144	143	163	---	---	---
83/84	148	150	159	---	---	---
84/85	148	152	151	---	---	---
85/86	150	151	163	165	112	---
86/87	160	163	152	163	---	---
87/88	169	170	---	---	98	---
88/89	159	150	---	---	110	---
89/90	169	174	---	---	105	---
90/91	155	159	166	167	86	95
91/92	158	153	162	171	101	108
92/93	152	156	159	167	109	108*
93/94	159	162	163	175	---	---
94/95	161	168	172	176	84	---
95/96	162	164	173	174	97	113
96/97	157	161	169	168		
97/98	148	159	168	162	83	98**

* talla crítica estimada a partir de muestreos biológicos de cruceros de pesca exploratoria realizados en la temporada 1992/93 (Nevárez-Martínez, 1993).
** talla crítica estimada a partir de muestreos biológicos de cruceros de pesca exploratoria realizados en las temporadas 1996/97 y 1997/98, CRIP Guaymas.

Tendencia general del proceso reproductivo

Los cambios en la temperatura del agua de mar actúan como disparadores o reguladores del desarrollo gonadal y el proceso reproductivo en las especies marinas. En el caso de los pelágicos menores además de los cambios de temperatura, la actividad pesquera también tiene efecto sobre el adelanto o retraso de la actividad reproductiva ya que las poblaciones silvestres poseen características biológicas autorreguladoras que actúan como protectores en caso de un efecto negativo para la población.

El período común de reproducción de la sardina Monterrey es de noviembre a abril (Tabla 13), aunque es posible un segundo pulso en primavera-verano. En la temporada 1996/97 se presentó un período de desove amplio, en tiempo y espacio. Mientras que en 1997/98 se observó una alteración del proceso reproductivo: baja abundancia de hembras en desove, y la aparente reducción del período reproductivo (febrero-abril), ya que en noviembre (•) (datos de crucero: no publicados) se contó con registros de hembras con actividad reproductiva (Figura 14a y 16a).

Tabla 13. Período de reproducción de sardina Monterrey, temporadas de pesca 1972/73 a 1997/98.

	Temporada																											
	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97
Oct													X	X				X					X	X	X	
Nov		X	X	X			X		X	X		X	X	X	X		X	X			X	X	X	X	X	•
Dic	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	
Ene	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Feb	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mar	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X
Abr	X	X	X	X		X		X	X		X	X	X	X	X					X	X		X	X	X	X
May	X										X	X	X													
Jun																										

En las temporadas analizadas el desove de la sardina Monterrey ocurrió en aguas con temperaturas (TSM) de 17.5 a 26.5°C, la mayor proporción se relaciona con registros menores a 20°C (Figura 16a). Es notable el escaso registro, en tiempo y espacio, de hembras en desove en la temporada 1997/98, coincidente con aguas más cálidas en el Golfo (registros mayores a 20°C). Resultados del crucero de noviembre de 1997 (datos no publicados) las hembras reproductivas se encontraron en aguas de 21.5°C. El período reproductivo de la sardina crinuda, en 1997/98, se ajustó al patrón típico (primavera-verano), el desove ocurrió en aguas entre los 20 y 30°C (Figura 16b). A diferencia de las tres temporadas anteriores, con actividad reproductiva en otoño-invierno, dentro de un amplio rango de temperatura del mar: 15 a 28°C (Cisneros-Mata et al., 1997).

La talla crítica de la sardina Monterrey ha mostrado una variación paralela con la talla de captura promedio, en los 70's mostró una tendencia decreciente con estimaciones menores al promedio de captura, invirtiendo este comportamiento en los 80's con tendencia ascendente y tallas mayores al promedio de captura (Figura 17a). Cisneros-Mata *et al.* (1991) señalan este complejo comportamiento, indicando que la tendencia creciente a fines de los 80's indicaría cierta recuperación de la población, sin embargo las capturas y tasas de explotación mostraban lo contrario. En los 90's la talla crítica no muestra una tendencia definida y las estimaciones continúan siendo mayores a la talla de captura y a la talla mínima de captura (150 mm LP). Para la sardina crinuda se tienen pocas estimaciones de la talla crítica, básicamente en la década de los 90's, y fueron mayores que la talla promedio de captura (Figura 17b).

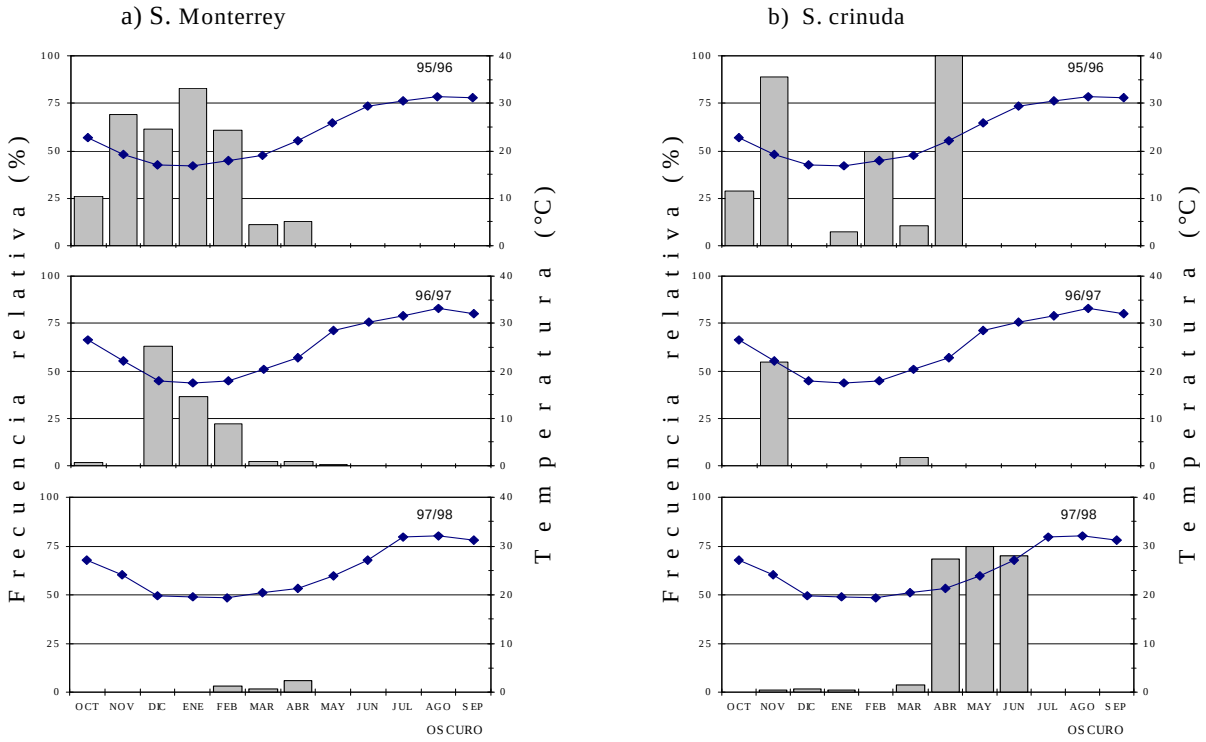


Figura 16. Frecuencia relativa mensual de hembras en desove de sardina Monterrey (a) y sardina crinuda (b), y promedio mensual de la temperatura superficial del mar (Bahía de Guaymas), temporadas de pesca 1995/96 a 1997/98.

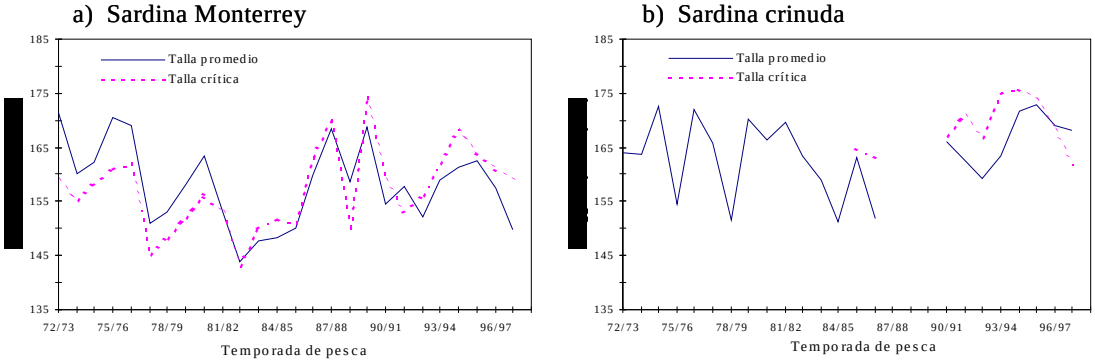


Figura 17. Talla promedio de captura y talla crítica de sardina Monterrey (a) y sardina crinuda (b), temporadas de pesca 1972/73 a 1997/98.

Resto de las especies

Macarela. Para esta especie se ha tenido escasa información. En 1996/97 se registró en cinco oscuros, tres de ellos con actividad reproductiva: noviembre con el 100% de las hembras muestreadas en desove (IV), diciembre y enero con hembras en desove y desovadas (V), éstas últimas en más del 50% (Figura 18a). La proporción de macho:hembra fue 1.0:1.0. En 1997/98 sólo se tuvieron muestras en abril y mayo, con la mayor parte de las hembras en reproducción (IV y V), con una razón de sexos de 1.3 machos por cada hembra. En ambos casos la actividad

reproductiva está dentro del patrón reportado para la especie (otoño - primavera) (Cisneros-Mata *et al*., 1997). La menor talla de hembras con evidencia de reproducción fue de 155 mm, por lo que la edad de primera reproducción fue de 0.85 años. Guaymas (área VII) fue zona de reproducción de la especie.

Sardina japonesa. Las bajas capturas de esta especie limitaron su registro biológico. En la temporada 1996/97 se contó con datos de cuatro oscuros, tres de ellos con actividad reproductiva: diciembre y marzo con la mayoría de las hembras desovadas (V) y en menor proporción en desove (IV), y junio con una tercera parte de hembras en IV y V (Figura 18b). La proporción de macho:hembra fue de 0.8:1.0. En 1997/98 sólo se tuvieron muestreos biológicos en marzo, donde el 71.4% de las hembras estuvieron desovadas (V), con una proporción de 0.8 machos por cada hembra. La actividad reproductiva se presentó dentro del ciclo reproductivo descrito para la especie, que es de otoño a primavera (Cisneros-Mata *et al*., 1997).). La menor talla de hembra con evidencia de reproducción fue de 139 mm, por lo que la edad de primera reproducción fue de 1.19 años. La zona de reproducción fue Yavaros (área IX).

Sardina bocona. En 1997/98 sólo se tuvieron muestreos de organismos capturados octubre, en la bahía de Guaymas, registrando el 25.3% de las hembras en desove (IV) y el 58.8% desovadas (V), con una proporción de 1.2 machos por cada hembra.

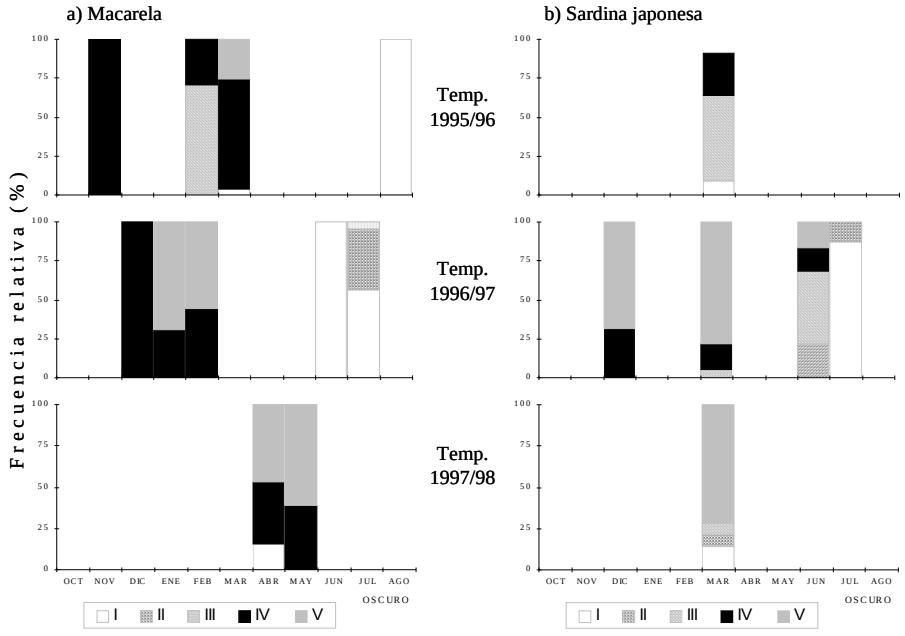


Figura 18. Madurez gonádica mensual de macarela (a) y sardina japonesa (b), temporadas de pesca 1995/96 y 1997/98.

3.7. CRECIMIENTO INDIVIDUAL Y PATRÓN DE RECLUTAMIENTO ESTACIONAL

Sardina Monterrey. El siguiente cuadro muestra los estimados de los parámetros de crecimiento individual, los valores de la relación talla-peso y el mes de máximo reclutamiento (*R*) basado en cierto número de meses (*N*) de cada temporada.

Temporada	*K*	L_∞	t_0	W_∞	*a* (*10^{-6})	*b*	*R* (%)	*N*
1996/97	0.55	227.0	-0.299	240.7	3.347	3.335	May-Jun, 17.0	11
1997/98	0.53	224.0	-0.312	209.3	3.122	3.33	Jul, 17.5	11

El ritmo de crecimiento de esta sardina es acelerado en los dos primeros años de vida, en la temporada 1996/97 alcanzó el 73% y 35% de la talla y peso asintótico (L_∞ y W_∞), respectivamente, este ritmo disminuyó ligeramente en 1997/98 (Tabla 14). En la temporada 1996/97 hubo un pulso de reclutamiento bastante amplio a finales de primavera-verano, el máximo reclutamiento estuvo centrado en mayo-junio. En 1997/98 se presentó un sólo pulso de reclutamiento un poco más reducido, con el mayor reclutamiento en julio. En la temporada 1996/97, la menor talla de captura fue de 83 mm, con edad de reclutamiento pesquero de 0.53 años, indicando que los máximos desoves de la sardina estuvieron centrados en diciembre y enero. Para 1997/98, la menor talla capturada fue de 88 mm, con edad de reclutamiento pesquero de 0.63 años, indicando que el máximo reproductivo estuvo centrado en enero. La talla promedio de primera captura (L_c) para 1996/97 fue de 156.2 mm, con una edad de primera captura (T_c) de 1.8 años. Para 1997/98 se estimó una L_c de 147.2 mm, con T_c de 1.7 años.

Tabla 14. Ritmo de crecimiento individual de sardina Monterrey y sardina crinuda.

	Sardina Monterrey				Sardina crinuda	
	1996/97		1997/98		1996/98	
Edad (años)	Lp (mm)	Wt (gr)	Lp (mm)	Wt (gr)	Lp (mm)	Wt (gr)
0.5	81.0	7.7	78.6	6.4	96.2	18.9
1.0	116.1	25.7	112.4	21.1	138.9	56.7
1.5	142.7	51.2	138.4	42.1	169.7	103.3
2.0	163.0	79.8	158.3	65.9	192.0	149.3
2.5	178.4	107.8	173.6	89.6	208.1	190.0
3.0	190.1	133.2	185.3	111.4	219.7	223.5
3.5	199.0	155.0	194.3	130.4	228.1	250.1
4.0	205.7	173.3	201.2	146.5	234.2	270.5
4.5	210.8	188.1	206.5	159.7	238.6	286.0
5.0	214.7	199.9	210.6	170.5	241.7	297.5
5.5	217.7	209.2	213.7	179.0	244.0	306.0
6.0	219.9	216.5	216.1	185.8	245.7	312.2
6.5	221.6	222.2	218.0	191.1	246.9	316.8
7.0	222.9	226.5	219.4	195.2	247.8	320.1

Sardina crinuda. La estimación de los parámetros de crecimiento individual, los estimados de la relación talla-peso y mes de máximo reclutamiento se muestran en el siguiente cuadro:

Temporada	K	L_∞	t_0	W_∞	a (*10^{-5})	b	R (%)	N
1996/98	0.65	250.0	-0.247	329.0	2.228	2.9897	Jul, 20.3	12

El ritmo de crecimiento individual de esta sardina es rápido en los dos primeros años de vida, alcanzado el 72% y 47% de la mayor talla y peso (L_∞ y W_∞), respectivamente (Tabla 14). Se presentó un pulso de máximo reclutamiento centrado en el oscuro de julio. La menor talla de captura fue de 113 mm, con una edad de reclutamiento pesquero de 0.68 años. Para este período se calculó una L_c de 168.2 mm y T_c de 1.47 años.

Resto de las especies

Sólo para la macarela y la sardina japonesa se tuvo información suficiente de para estimar los parámetros de crecimiento individual, la relación talla-peso y reclutamiento, se presentan en el siguiente cuadro. El ritmo de crecimiento individual de ambas especies se muestra en la tabla 15.

Especie	K	L_∞	t_0	W_∞	a (*10^{-6})	b	R (%)	N
Macarela	0.73	287.0	-0.21	444.5	6.9719	3.1757	Mar, 17.4	8
S. japonesa	0.55	249.5	-0.29	316.5	5.0401	3.2531	Dic, 15.7	5

Tabla 15. Ritmo de crecimiento individual de macarela y sardina japonesa, período 1996/98

Edad (años)	Macarela		Sardina japonesa	
	Lp (mm)	Wt (gr)	Lp (mm)	Wt (gr)
0.5	116.2	25.2	88.3	10.8
1.0	168.4	82.0	127.1	35.2
1.5	204.7	152.3	156.5	69.4
2.0	229.9	220.1	178.9	107.2
2.5	247.3	277.8	195.8	144.0
3.0	259.5	323.4	208.7	177.2
3.5	267.9	357.9	218.5	205.7
4.0	273.7	383.3	226.0	229.4
4.5	277.8	401.7	231.6	248.6
5.0	280.6	414.7	235.9	263.9
5.5	282.6	424.0	239.2	275.9
6.0	283.9	430.5	241.7	285.3
6.5	284.9	435.0	243.6	292.6
7.0	285.5	438.2	245.0	298.2

Para la macarela se presenta un ritmo acelerado de crecimiento individual alcanzando, en los primeros dos primeros años, el 81% y 50% de la L_∞ y W_∞, respectivamente (Tabla 15). Para esta especie se detectaron dos pulsos de reclutamiento, el mayor centrado en marzo y el menor en octubre. La menor talla de captura fue de 153 mm, representando una edad de reclutamiento pesquero de 0.83 años. Para este período se calculó una L_c de 215.8 mm, con T_c de 1.70 años. La sardina japonesa presentó un ritmo de crecimiento rápido en los dos primeros años de vida, alcanzando el 73% de la L_∞ y 36% de W_∞. Se registraron dos pulsos de reclutamiento, el mayor centrado en diciembre y el menor en julio. La menor talla de captura fue de 128 mm, correspondiendo a una edad de reclutamiento pesquero de 1.02 años. Se estimó una L_c de 182.5 mm y T_c de 2.10 años para este período.

3.8. MORTALIDAD

Sardina Monterrey. Las estimaciones de las tasas de mortalidades (Z, *M* y *F*) promedio anual y tasa de explotación (*E*), para cada temporada , se presentan en el siguiente cuadro:

Temporada	*Z*/año	*M*/año	*F*/año	*E*
1996/97	3.43	0.65	2.76	0.81
1997/98	3.44	0.67	2.78	0.81

Sardina crinuda. Los valores obtenidos de las tasas de mortalidad (*Z*, *M* y *F*) promedio anual y tasa de explotación (*E*), para el período1996/97-1997/98, se muestran en el siguiente cuadro:

Período	*Z*/año	*M*/año	*F*/año	*E*
1996/98	3.82	0.71	3.11	0.81

Resto de las especies

Solamente se tuvo información suficiente para el análisis para la macarela y sardina japonesa, la cual procesó como un sólo período (1996/97-1997/98). Las tasas de mortalidad (*Z*, *M* y *F*) promedio anual, tasa de explotación (*E*) obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Especie	*Z*/año	*M*/año	*F*/año	*E*
Macarela	2.50	0.74	1.76	0.70
S. japonesa	1.44	0.64	0.80	0.56

3.9. BIOMASA Y RENDIMIENTO.

Sardina Monterrey. En 1996/97, de acuerdo al análisis de cohortes, las tallas más afectadas por la pesca fueron a partir del intervalo de 136-140 mm, con tasa de explotación (*E*) mayor a 0.5 y de mortalidad por pesca (*F*) de 0.8. Para la temporada 1997/98, fueron todavía menores las tallas (126-130 mm) a partir de las cuales la tasa de explotación fue >0.5 y de mortalidad por pesca fue >0.9 (Tabla 16, figura 19). Los estimados de la tasa de explotación (E_{actual}) y de mortalidad por pesca (F_{actual}) actuales (promedios ponderados por los números virtuales por intervalo de talla), rendimiento, biomasa y reclutamiento promedio anual se muestra en el siguiente cuadro:

Temporada	E_{actual}/año	F_{actual}/año	Rendimiento actual (t) promedio anual	Biomasa actual (t) promedio anual	Reclutamiento (millones de individuos)
1996/97	0.40	0.44	257,036	234,208	5,998
1997/98	0.47	0.60	58,869	44,777	2,085

Tabla 16. Análisis de cohortes por tallas de sardina Monterrey, temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98. N_t es el número estimado de individuos en el mar.

	Temporada 1996/97				Temporada 1997/98			
Talla (mm)	C_t (núm. individuos)	N_t (núm. individuos)	F (anual)	$E = F/Z$ (anual)	C_t (núm. individuos)	N_t (núm. individuos)	F (anual)	$E = F/Z$ (anual)
81 - 85	154,573	5,998,156,133	0.0005	0.0008	- - -	- - -	- -	- -
86 - 90	1	5,803,107,118	0.0000	0.0000	371,483	2,084,937,753	0.0033	0.0049
91 - 95	133,228	5,607,879,592	0.0004	0.0007	492,120	2,008,917,232	0.0043	0.0065
96 -100	934,366	5,412,172,636	0.0031	0.0047	288,551	1,932,807,443	0.0025	0.0038
101-105	3,066,865	5,215,321,567	0.0102	0.0154	4,004,985	1,856,932,133	0.0353	0.0504
106-110	9,386,717	5,016,036,268	0.0313	0.0456	18,409,776	1,777,444,855	0.1635	0.1971
111-115	6,754,814	4,810,282,831	0.0225	0.0332	17,513,472	1,684,048,435	0.1573	0.1910
116-120	11,696,901	4,607,079,928	0.0389	0.0562	52,653,655	1,592,361,239	0.4836	0.4206
121-125	12,978,326	4,398,900,814	0.0432	0.0620	39,555,761	1,467,186,994	0.3749	0.3602
126-130	64,682,093	4,189,542,822	0.2169	0.2491	92,694,531	1,357,364,791	0.9234	0.5810
131-135	104,325,007	3,929,846,102	0.3566	0.3529	85,026,888	1,197,814,950	0.9125	0.5781
136-140	220,087,339	3,634,197,595	0.7850	0.5455	113,576,227	1,050,726,805	1.3414	0.6682
141-145	269,101,572	3,230,762,040	1.0330	0.6123	84,182,946	880,760,452	1.1117	0.6254
146-150	287,134,415	2,791,287,275	1.2146	0.6500	120,046,762	746,145,542	1.8230	0.7324
151-155	189,500,432	2,349,539,434	0.8833	0.5746	106,361,687	582,242,463	1.9620	0.7466
156-160	291,978,220	2,019,733,121	1.5316	0.7008	127,024,707	439,776,259	3.0751	0.8220
161-165	395,307,507	1,603,077,559	2.5742	0.7974	81,703,733	285,240,690	2.8237	0.8092
166-170	476,421,685	1,107,339,915	4.6526	0.8768	74,568,998	184,266,558	3.9568	0.8559
171-175	258,627,562	563,949,372	4.6441	0.8766	32,420,295	97,146,319	2.8551	0.8109
176-180	140,264,804	268,900,544	5.0294	0.8849	25,796,554	57,163,478	3.7774	0.8501
181-185	54,075,864	110,396,281	4.1746	0.8646	15,374,527	26,818,736	4.6931	0.8757
186-190	28,318,298	47,848,776	4.8462	0.8811	6,241,572	9,262,417	5.2827	0.8880
191-195	9,770,566	15,708,862	4.5899	0.8753	1,122,782	2,233,956	3.0243	0.8195
196-200	3,233,016	4,546,115	4.8746	0.8817	742,616	863,918	5.9171	0.8988
201-205	603,604	879,345	3.8950	0.8562	1	37,717	0.0001	0.0001
206-210	87,195	174,390	0.6540	0.5000	14,833	29,666	0.6660	0.5000

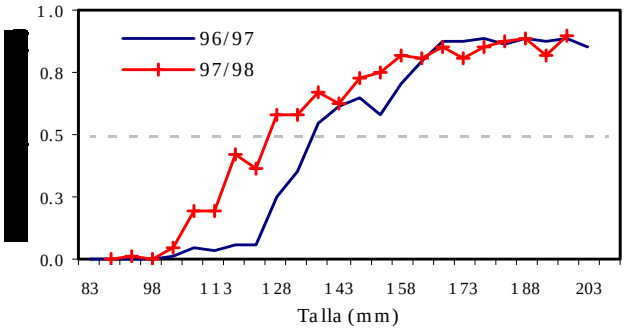


Figura 19. Tasa de explotación por intervalo de talla de sardina Monterrey del golfo de California (Análisis de cohortes), temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98.

Los resultados de la simulación del rendimiento y la biomasa media, en función de la mortalidad relativa a la actual (F_{actual}= 1) se muestran en la figura 20. El análisis estimó un rendimiento máximo sostenible (*RMS*) de 257,495 t en 1996/97 y de 60,554 t en 1997/98, ambos se obtendrían con una disminución de la mortalidad por pesca de 20 y 40%, respectivamente. Los *RMS* obtenidos tuvieron asociada una biomasa media (*B*) de 253,107 y 58,807 t, que representan el 28.0 y el 25.3% de la biomasa media sin explotación (*Bv*), respectivamente. Estimados más altos (2.9 y 6.0%) de lo que representa la biomasa media actual.

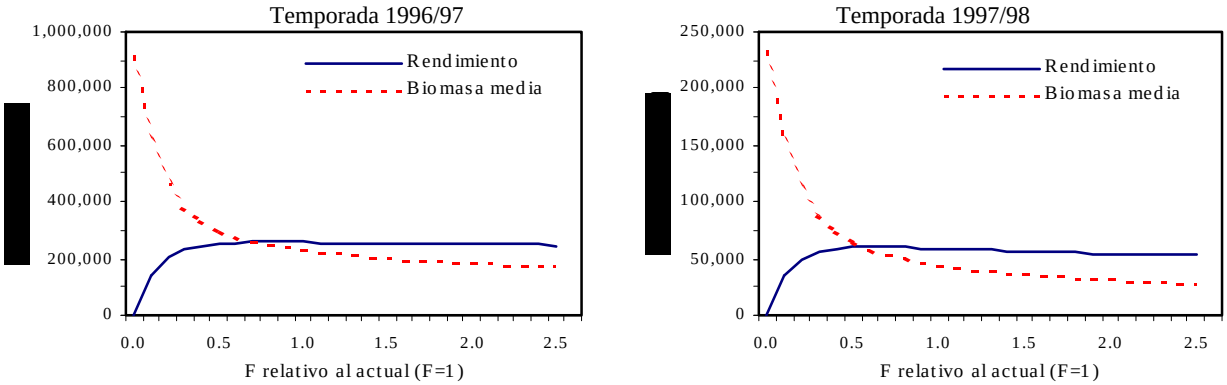


Figura 20. Rendimiento y biomasa media anual de sardina Monterrey, en función de la mortalidad por pesca relativa a la actual (*F*=1), temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98.

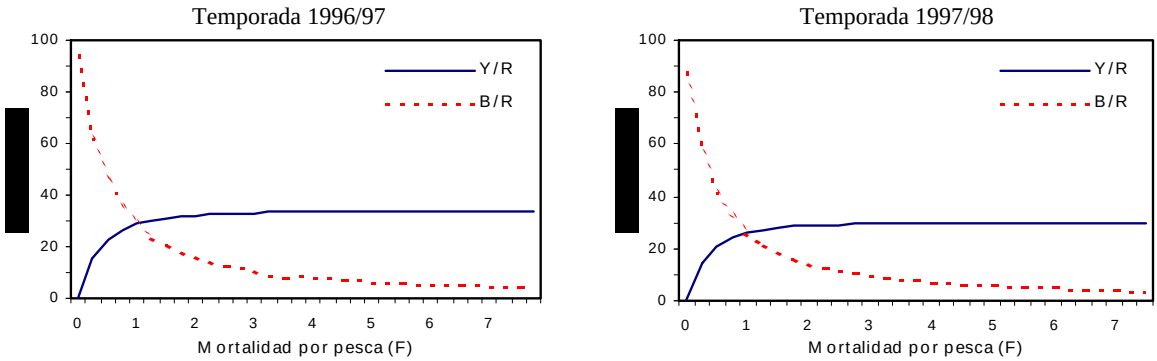


Figura 21. Rendimiento por recluta (*Y/R*) y biomasa por recluta (*B/R*) de sardina Monterrey, en función de la mortalidad por pesca (*F*), temporadas de pesca 1996/97 y 1997/98.

El rendimiento y biomasa por recluta, en función de la mortalidad, *F* de las dos temporadas analizadas se muestra en la figura 21. Los resultados esperados, con *Tc* actual, del rendimiento por recluta (*Y/R*), rendimiento máximo sostenible por recluta (*YMS/R*), la biomasa por recluta (*B/R*) asociada a los rendimientos, y el porcentaje que representa la *B/R* de la biomasa virgen por recluta (*Bv/R*), se muestran en el siguiente cuadro:

Temporada	T_c (años)	*Y/R* (grs)	*B/R* (grs)	*Bv/R* (%)		*YMS/R* (grs)	*B/R* (grs)	*Bv/R* (%)	*YMS (t)*
1996/97	1.82	33.0	11.6	12.8	-	37.7	6.1	6.5	202,288
1997/98	1.71	29.4	10.6	12.1	-	29.7	5.2	5.9	62,007

Si, para la temporada 1996/97, se reduce *Tc* a 1.44 años el Y/R disminuye a 32.6 gr con una reducción menor (1.67 años), el rendimiento es muy similar (33.1 gr); con YMS de 195,650 y 200,966 t, respectivamente, ambos menores al obtenido con la *Tc* actual. Para 1997/98, la reducción de la *Tc* a 1.43 años tendría un menor Y/R (28.8 gr) y si se aumenta a 1.91 años el rendimiento es ligeramente menor (29.1 gr); con YMS de 59,963 y 62,258 t, éste último mayor al obtenido con la *Tc* actual.

Sardina crinuda.

De acuerdo a el análisis de cohortes, se observó que las tallas más afectadas por la pesca fueron a partir del intervalo de 151-155 mm, con tasa de explotación y de mortalidad por pesca altas (E>0.5 y F>1.0) (Tabla 17). Los estimados de tasa de mortalidad por pesca y de explotación actuales, rendimiento, biomasa y reclutamiento promedio anual se muestra en el siguiente cuadro:

Período	E_{actual}/año	F_{actual}/año	Rendimiento actual (t) promedio anual	Biomasa actual (t) promedio anual	Reclutamiento (millones de individuos)
1996/98	0.58	0.97	40,850	22,803	656.18

Los resultados de la simulación del rendimiento y la biomasa media, en función de la mortalidad relativa a la actual (F_{actual}= 1) se muestran en la figura 22a. Se obtuvo un *RMS* de 41,186 t, con una disminución del 30% de la mortalidad por pesca, la biomasa media asociada fue de 27,504 t, que representa el 20.2% de la *Bv* (3.4% más de lo que representa la biomasa media actual). El rendimiento y biomasa por recluta, en función de la mortalidad *F*, se muestra en la figura 22b. Los resultados esperados, con *Tc* = 1.47 años, del *Y/R*, *YMS/R*, *B/R* asociada a los rendimientos, y el porcentaje que representa la *B/R* de la *Bv/R*, se muestran en el siguiente cuadro:

Período	*Y/R* (grs)	*B/R* (grs)	*Bv/R* (%)		*YMS/R* (grs)	*B/R* (grs)	*Bv/R* (%)	*YMS (t)*
1996/98	57.5	18.5	11.9	-	58.0	10.2	6.6	38,063

Si se reduce *Tc* a 1.16 años disminuye el Y/R a 55.0 gr, si la disminución es a 1.32 años el Y/R es también menor (56.8 gr); los YMS esperados fueron de 36,164 y 37,318 t, ambos menores al obtenido con la *Tc* actual.

Tabla 17. Análisis de cohortes por tallas de sardina crinuda, período 1996/98.
N_t es el número estimado de individuos en el mar.

Talla (mm)	C_t (núm. individuos)	N_t (núm. individuos)	F (anual)	$E = F/Z$ (anual)
111-115	6,894	656,182,713	0.0002	0.0003
116-120	154,146	635,520,466	0.0053	0.0074
121-125	77,880	614,618,432	0.0027	0.0037
126-130	466,271	593,697,280	0.0159	0.0218
131-135	800,146	572,293,614	0.0271	0.0367
136-140	2,519,077	550,470,789	0.0851	0.1068
141-145	4,939,492	526,879,202	0.1671	0.1901
146-150	13,986,609	500,898,033	0.4795	0.4025
151-155	31,452,352	466,144,908	1.1260	0.6126
156-160	63,468,741	414,804,676	2.5385	0.7810
161-165	68,592,330	333,534,509	3.3272	0.8237
166-170	70,312,817	250,263,674	4.4819	0.8629
171-175	50,279,305	168,780,910	4.5159	0.8638
176-180	42,042,391	110,574,229	5.6805	0.8886
181-185	27,180,319	63,262,192	6.1804	0.8967
186-190	14,740,471	32,950,621	6.0419	0.8946
191-195	6,519,854	16,473,089	4.7691	0.8701
196-200	2,511,863	8,979,859	2.8739	0.8014
201-205	819,473	5,845,684	1.2073	0.6290
206-210	951,427	4,542,925	1.6852	0.7030
211-215	1,138,461	3,189,520	2.7854	0.7964
216-220	542,031	1,760,049	2.0357	0.7409
221-225	464,598	1,028,435	2.8023	0.7974
226-230	232,299	445,793	2.8211	0.7985
231-235	77,433	154,866	0.7120	0.5000

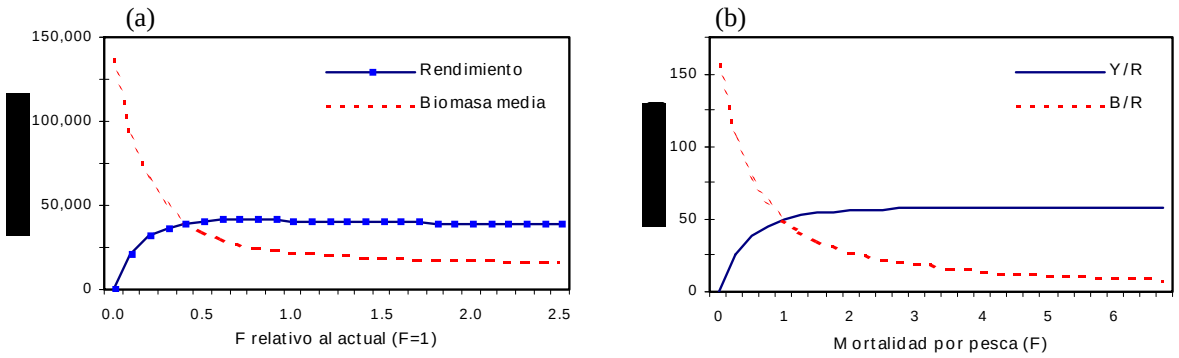


Figura 22. Rendimiento y biomasa media anual (a), rendimiento por recluta (*Y/R*) y biomasa por recluta (*B/R*) (b) de sardina crinuda, en función de la mortalidad por pesca (*F*), período 1996/98.

Resto de las especies

Macarela. Los resultados del análisis de cohortes señalan que las tallas más afectadas por la pesca fueron a partir del intervalo de 191-195 mm (E>0.5 y F>1) (Tabla 18). Los estimados de tasa de mortalidad por pesca y de explotación actuales, rendimiento, biomasa y reclutamiento promedio anual se muestra en el siguiente cuadro:

Período	E_{actual}/año	F_{actual}/año	Rendimiento anual (t) promedio anual	Biomasa anual (t) promedio anual	Reclutamiento (millones de individuos)
1996/98	0.48	0.67	2,294	1,994	23.29

Tabla 18. Análisis de cohortes por tallas de macarela, período 1996/98.
N_t es el número estimado de individuos en el mar.

Talla (mm)	C_t (núm. individuos)	N_t (núm. individuos)	F (anual)	$E = F/Z$ (anual)
151-155	6,111	23,286,845	0.0065	0.0087
156-160	1	22,587,600	0.0000	0.0000
161-165	30,557	21,889,531	0.0321	0.0417
166-170	30,557	21,156,135	0.0319	0.0414
171-175	107,263	20,418,240	0.1115	0.1311
176-180	474,857	19,600,261	0.4970	0.4021
181-185	645,059	18,419,282	0.6898	0.4828
186-190	436,246	17,083,189	0.4770	0.3923
191-195	1,173,381	15,971,042	1.3372	0.6441
196-200	1,259,547	14,149,179	1.5485	0.6769
201-205	1,022,755	12,288,530	1.3641	0.6486
206-210	731,144	10,711,699	1.0455	0.5859
211-215	311,685	9,463,730	0.4647	0.3861
216-220	704,294	8,656,393	1.1000	0.5982
221-225	1,113,519	7,478,949	1.9408	0.7242
226-230	1,041,749	5,941,434	2.1439	0.7437
231-235	714,506	4,540,598	1.7491	0.7030
236-240	657,782	3,524,218	1.9211	0.7222
241-245	461,260	2,613,398	1.6296	0.6880
246-250	616,946	1,942,969	2.8400	0.7935
251-255	347,649	1,165,485	2.3170	0.7582
256-260	248,229	706,955	2.4296	0.7668
261-265	120,169	383,223	1.7803	0.7067
266-270	113,509	213,172	2.8397	0.7935
271-275	35,062	70,124	0.7390	0.5000

La simulación del rendimiento y la biomasa media se muestran en la figura 23a. El análisis estimó un *RMS* de 2,494 t, pero duplicando el esfuerzo pesquero ($F_{relativa}$=2.0), con una biomasa media asociada de 1,680 t, aunque esto implicaría una disminución de la biomasa media del 40.5 al 28.8 % de la *Bv*.

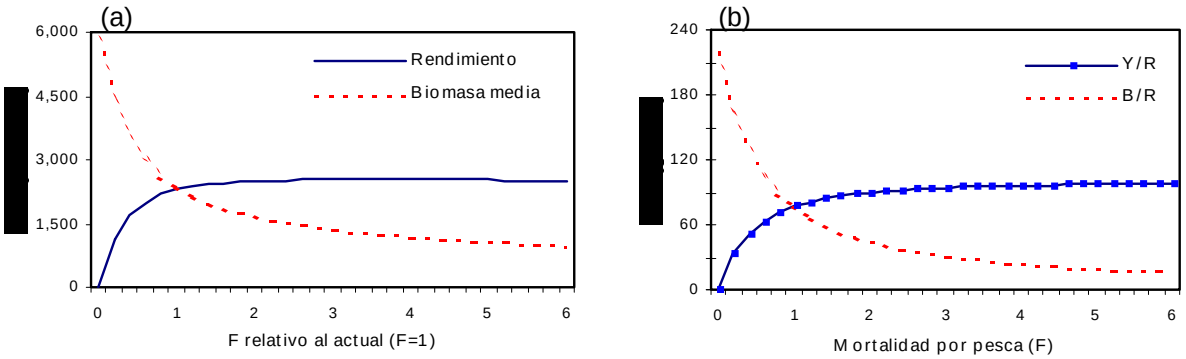


Figura 23. Rendimiento y biomasa media anual (a), rendimiento por recluta (*Y/R*) y biomasa por recluta (*B/R*) (b) de macarela, en función de la mortalidad por pesca (*F*), período 1996/98.

El rendimiento y biomasa por recluta, en función de la mortalidad *F*, se muestra en la figura 23b. Los resultados esperados, con *Tc* = 1.70 años, del *Y/R*, *YMS/R*, *B/R* asociada a los rendimientos, y el porcentaje que representa la *B/R* de la *Bv/R*, se muestran en el siguiente cuadro:

Período	*Y/R* (grs)	*B/R* (grs)	*Bv/R* (%)		*YMS/R* (grs)	*B/R* (grs)	*Bv/R* (%)	*YMS (t)*
1996/98	88.0	49.7	20.7	-	97.7	16.8	7.1	2,275

Si se reduce la *Tc* a 0.91 años tendría un Y/R de 88.1 gr, si es de 1.35 años el rendimiento es ligeramente mayor (92.7 gr); con YMS de 2,054 y 2,273 t.

Sardina japonesa. El análisis de cohortes mostró que las tallas más afectadas por la pesca están en el grupo de tallas de 156-170 mm, con tasas de explotación muy cercanas a 0.5 (Tabla 17). Los estimados de tasa de mortalidad por pesca y de explotación actuales, rendimiento, biomasa y reclutamiento promedio anual se muestra en el siguiente cuadro:

Período	E_{actual}/año	F_{actual}/año	Rendimiento anual (t) promedio anual	Biomasa anual (t) promedio anual	Reclutamiento (millones de individuos)
1996/98	0.41	0.44	448	618	7.83

Los resultados de la simulación del rendimiento y la biomasa media, en función de la mortalidad relativa a la actual (F_{actual} = 1) se muestran en la figura 24a. Se obtuvo un *RMS* de 503 t, pero con un incremento del esfuerzo pesquero (*F* relativa = 2.2), la biomasa media asociada fue de 520 t, pero se tendría una disminución de 49.1 a 34.8% respecto a la *Bv*.

Tabla 19. Análisis de cohortes por tallas de sardina japonesa, período 1996/98. N_t es el número estimado de individuos en el mar.

Talla (mm)	C_t (núm. individuos)	N_t (núm. individuos)	F (anual)	$E = F/Z$ (anual)
126-130	16,591	7,834,305	0.0361	0.0535
131-135	33,181	7,524,005	0.0722	0.1015
136-140	1	7,197,220	0.0000	0.0000
141-145	82,953	6,903,377	0.1809	0.2206
146-150	66,362	6,527,420	0.1459	0.1859
151-155	132,725	6,170,397	0.2955	0.3162
156-160	447,947	5,750,676	1.0462	0.6208
161-165	431,356	5,029,137	1.0952	0.6315
166-170	316,369	4,346,106	0.8712	0.5769
171-175	232,269	3,797,695	0.6842	0.5171
176-180	101,838	3,348,490	0.3136	0.3292
181-185	34,328	3,039,138	0.1075	0.1440
186-190	43,796	2,800,793	0.1383	0.1780
191-195	89,029	2,554,709	0.2870	0.3099
196-200	94,814	2,267,466	0.3163	0.3311
201-205	192,876	1,981,091	0.6881	0.5185
206-210	419,458	1,609,091	1.8143	0.7395
211-215	465,075	1,041,899	3.0968	0.8290
216-120	254,823	480,860	3.3997	0.8418
221-225	89,071	178,141	0.7858	0.5515
226-230	8,320	16,640	0.6390	0.5000

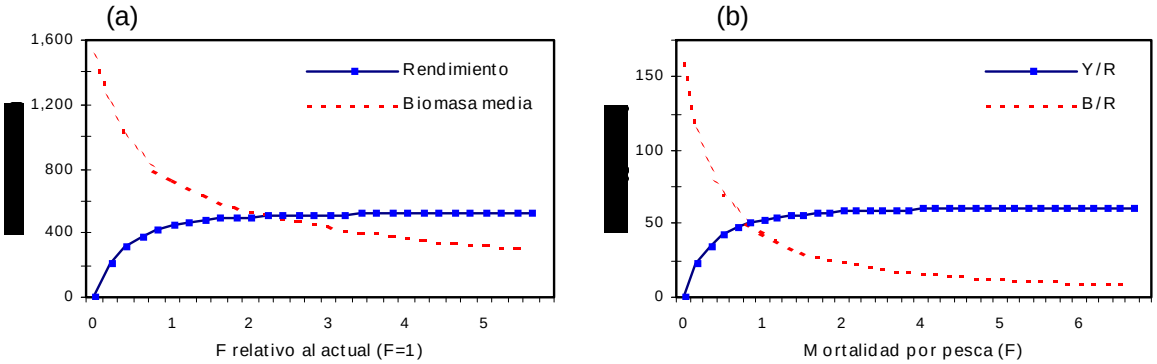


Figura 24. Rendimiento y biomasa media anual (a), rendimiento por recluta (*Y/R*) y biomasa por recluta (*B/R*) (b) de sardina japonesa, en función de la mortalidad por pesca (*F*), período 1996/98.

El rendimiento y biomasa por recluta, en función de la mortalidad *F*, se muestra en la figura 24b. Los resultados esperados, con *Tc* =2.1 años, del *Y/R*, *YMS/R*, *B/R* asociada a los rendimientos, y el porcentaje que representa la *B/R* de la */R*, se muestran en el siguiente cuadro:

Período	*Y/R* (grs)	*B/R* (grs)	*Bv/R* (%)		*YMS/R* (grs)	*B/R* (grs)	*Bv/R* (%)	*YMS (t)*
1996/98	46.8	58.5	36.8	-	61.0	10.2	6.4	478

Si se disminuye *Tc* a 1.38 años se tendría un mayor Y/R de 52.4 gr, si se aumenta a 2.65 años el rendimiento sería de 39.2 gr; con YMS de 460 y 432 t, menores al obtenido con la *Tc* actual.

4. DISCUSIÓN

En el golfo de California, las capturas de peces pelágicos menores han mostrado gran variabilidad, en tiempo y espacio. La sardina Monterrey, especie objetivo, sustenta principalmente la pesquería y por lo tanto determina el comportamiento de la misma. A inicios de los 90's las capturas disminuyeron drásticamente, sugiriéndose que fue resultado de una combinación de pesca excesiva y cambios ambientales (Cisneros-Mata *et al*., 1991, 1997), ya que la tendencia decreciente de las capturas de sardina Monterrey se inició antes de "El Niño" 1991/92 (Cisneros-Mata *et al*., 1995), planteándose que la pesquería estuvo impactando fuertemente el recurso, lo cual se agudizó con la presencia del calentamiento anómalo (Cisneros-Mata *et al*., 1991, 1997). Esta crisis fue seguida por una franca recuperación en las temporadas 1993/94 a 1996/97, éste resurgimiento fue favorecido por las condiciones ambientales del Golfo, un período frío del ambiente marino y vientos del noroeste, en otoño-invierno, generadores de surgencias (Cisneros-Mata *et al*., 1997; Nevárez-Martínez, 2000). Es por ello que, en la temporada 1996/97, la sardina Monterrey se caracterizó por sus movimientos tempranos hacia el sur del Golfo y su abundante presencia en la costa de Sonora de octubre a abril, y un amplio período reproductivo. Asimismo se registró la mayor captura, el menor número de barcos (27) y la mayor eficiencia promedio de la década.

En la temporada 1997/98, es posible considerar que la disminución de las capturas de sardina Monterrey fue consecuencia inmediata de "El Niño", el cual alteró su distribución, abundancia y disponibilidad, así como la estructura de tallas-edad y procesos reproductivos. La interacción entre los parámetros ambientales (temperatura del mar y vientos) con el recurso es marcada y determina en gran medida la biología y dinámica del recurso (Lluch-Belda *et al*., 1986, 1991; Hammann *et al*., 1988; Nevárez-Martínez, 1990, 2000; De Anda *et al*., 1994; Cisneros-Mata *et al*., 1997). Por ello el contraste entre las dos temporadas analizadas es notorio. La pesquería fue sostenida por el resto de las especies, particularmente la sardina crinuda, pero sin llegar a suplir completamente la baja disponibilidad de la Monterrey. Esta mayor disponibilidad y extensión espacial de la sardina crinuda en el Golfo se anticipó, debido una mayor afinidad de la especie a condiciones cálidas (Estrada-García *et al*., 1986; Cisneros-Mata *et al*., 1987, 1997; Hammann *et al*., 1988; López-Martínez *et al*., 1999). Partiendo de esta relación, Cisneros-Mata (CRIP Guaymas-INP, datos no publicados) realizó un pronóstico de 52,000 t de rendimiento de la sardina crinuda, estimción muy cercana a la captura obtenida (61,982 t) para la temporada 1997/98.

Durante la temporada 1997/98 operaron más barcos (30), pero la eficiencia promedio y CPUE fueron menores, descenso atribuido a la baja disponibilidad de sardina Monterrey. Sin embargo, el rendimiento fue mayor a los obtenidos antes y durante la crisis al inicio de los 90's (Ponce y Lluch-Belda, 1990; Nevárez-Martínez *et al*., 1993; Cisneros-Mata *et al*., 1995, 1997). Es decir, el reordenamiento actual de la flota es adecuado, desde el punto de vista biológico-pesquero, puesto que aún con la disminución de las capturas los rendimientos no se desploman, aunque es bien cierto que la baja del recurso ocasionó un desequilibrio socioeconómico en la región. Situación que se vio agravada por impactos económicos en la industria, que tienen que ver con la oferta y demanda de productos derivados de los pelágicos menores.

Se ha hecho énfasis en la relación del calentamiento anómalo y la captura de sardina Monterrey (Lluch-Belda *et al*., 1986; Cisneros-Mata *et al*., 1996, 1997; Nevárez-Martínez, 2000). Hay un efecto inmediato que se refleja en la disminución de las capturas, como sucedió en la temporada 1997/98, pero podrían esperarse consecuencias, a corto y mediano plazo, que afectaran los niveles de reclutamiento y, consecuentemente, la biomasa de la población. Hay indicios de que "El Niño", en el golfo de California, puede repercutir en: (1) viabilidad de gónadas: durante el período típico de desove, en la temporada 1997/98, se observó atrofia gonadal en la sardina (Castro-Longoria, DICTUS-UNISON, com. pers.); (2) calidad y cantidad de alimento: durante "El Niño" se detectaron alteraciones en la estructura de las comunidades planctónicas, aumento en el micro y nanoplancton (Valdéz-Holguín y Lara-Lara, 1987), lo cual podría implicar desventaja alimenticia para la sardina (López-Martínez *et al*., 1999); (3) sobrevivencia de huevecillos y larvas: se ha sugerido la hipótesis de que la compresión del hábitat del desove, en la cintura insular del Golfo durante un evento cálido, incrementa las posibilidades de canibalismo en la sardina (Hamman *et al*., 1988, 1998), y durante el evento (noviembre y marzo) fueron escasas las larvas de sardina en el Golfo (Sánchez-Velazco CICIMAR-IPN, com. pers.). Cisneros-Mata *et al*. (1996) mencionan que los factores involucrados parecen complementarse: la expansión del hábitat del desove para la sardina, durante años fríos, resulta en bajos niveles de canibalismo, incremento de la probabilidad de sobrevivencia y buenos reclutamientos, contrariamente a lo que sucede en años cálidos ("Niño"). Estos aspectos son de suma importancia, por lo que se debe profundizar en ellos, ya que inciden en los procesos dinámicos de este recurso, lo que permitirá tener mayores elementos que contribuyan en el conocimiento de los peces pelágicos menores y la pesquería.

El reclutamiento en los peces pelágicos menores es muy variable, y es reconocida su estrecha relación con el ambiente (Huato-Soberanis y Lluch-Belda, 1987; De Anda *et al*., 1994; Morales-Bojorquez, 1996). En la sardina del golfo de California, Cisneros-Mata *et al*. (1995) señalan evidencias que sugieren sobrecompensación, como un mecanismo estabilizador: el índice de reclutamiento se incrementa cuando el tamaño de la población es bajo y decrece cuando es alto (Shepherd y Cushing, 1982). Al respecto, Huato-Soberanis (1987) hace el planteamiento de que ocurren mayores reclutamientos asociados al evento de "El Niño" en la sardina del Golfo; recientes estimaciones del índice de reclutamiento parecen apoyar esta hipótesis (Martínez-Zavala, CRIP Guaymas-INP, datos no publicados). También se deben considerar los cambios climáticos a escala global, como un factor dominante en los cambios de abundancia de las poblaciones de pelágicos menores, el problema del régimen, como ha sido propuesto por Lluch-Belda *et al*. (1989, 1996). Bakun (1995) señala la necesidad de entender la naturaleza del régimen, así como sus connotaciones en el manejo pesquero, y el problema crucial que representa en la ciencia pesquera.

El evento de "El Niño" se detectó a partir de mayo del 1997, provocando una disminución en disponibilidad de la sardina adulta en la mayor parte del Golfo. Sin embargo en ese verano fue mayor la pesca de sardina chica concentrada en la región de las Grandes Islas. Es decir, ante la baja disponibilidad de sardina Monterrey adulta, parte de la flota dirigió el esfuerzo sobre cardúmenes de sardina chica; en la temporada 1997/98 el 51% de la captura estuvo constituida por sardinas menores a la talla mínima de captura (150 mm LP). Se ha insistido en la importancia de respetar esta reglamentación, pues permite el desove de los individuos, por lo menos una vez antes de ser capturados, contribuyendo así a la renovación poblacional. Al respecto, Cisneros-Mata *et al*. (1998) señalan que habría un fuerte impacto negativo pescando más del 20% por año de sardinas menores a 150 mm LP, y el impacto es mayor si ocurre la pesca antes de que se efectúe la reproducción, implicando la disminución de la biomasa media anual y de la tasa de crecimiento poblacional. Sin embargo hay que considerar que al relajarse el evento de "El Niño" se presentó un evento anómalo frío ("La Niña") en el Golfo, esta gran variabilidad de ambiente en un corto período de tiempo, tiene implicaciones en la dinámica de los peces pelágicos menores. Considerando que, en la temporada siguiente (1998/99) continuaron las alteraciones en la distribución, abundancia y disponibilidad de sardina Monterrey y por consiguiente bajas capturas (51,300 t). Es muy probable que, en esta situación, la pesca de altos porcentajes de sardina chica durante "El Niño" 1997/98, haya magnificado el impacto debido a estos eventos anómalos.

Las estimaciones de talla crítica de la sardina Monterrey fueron altas y mayores a la talla promedio de captura, lo cual ha sido característico en los últimos años, debido a la presencia de mayores porcentajes de sardina pequeña y pocos representantes de tallas y edades más longevos. Estrada-García *et al*. (1986) señalan esta condición como indicativo de un estado deteriorado de la pesquería. Históricamente ambas tallas (captura y crítica) han variado conjuntamente, presentando un comportamiento oscilatorio y quasiperiódico, con alteraciones en 1987/88 - 1989/90, reflejo de variaciones del reclutamiento como respuesta a la variabilidad ambiental y al esfuerzo pesquero (Cisneros-Mata *et al*., 1991, 1997). Esta variabilidad dificulta un manejo dinámico, ya que en la práctica es poco factible variar la talla reglamentaria, debido a lo largo del proceso que implica una modificación a las Normas Oficiales Mexicanas (NOM). Sin embargo, es importante insistir en el cumplimiento total de las medidas de regulación, principalmente la talla mínima de captura (150 mm LP) de esta especie y limitación del tamaño de la flota (36 embarcaciones). Es común que ante un aumento de la abundancia y capturas de sardina, exista presión para el ingreso de nuevas embarcaciones a la pesquería. Por ello es recomendable continuar con un esfuerzo (número de barcos) controlado.

Las estimaciones de las tasas de mortalidad y de explotación, por intervalo de talla, fueron altas (E>0.5) para las sardinas Monterrey. La explotación severa para sardina Monterrey fue a partir de 136 mm (1996/97) y 126 mm (1997/98), es decir la pesquería afectó la fracción de reproductores de la población. Esta situación podría llevar a una sobrepesca de reclutamiento, principalmente en la temporada 1997/98, ya que la talla de primera reproducción fue de 127 y 130 mm respectivamente. Hubo importantes variaciones entre temporadas en los rendimientos y biomasa media de la sardina Monterrey, asociadas a la presencia de “El Niño” 1997/98; los estimados actuales estarían muy cercanos a los valores óptimos. Sin embargo, los niveles de explotación actuales están por encima de los óptimos. Asimismo, el actual esfuerzo sobrepasa al que produce el máximo rendimiento sostenible, por lo que la población presenta sobrepesca de crecimiento, ya que la reducción del esfuerzo aplicado produciría un rendimiento más alto. Se detectaron bajos niveles de biomasa media, en relación con la biomasa virgen, muy cercanos a lo recomendable 25% de Bv (Sparre *et al*., 1989). La situación de sobrespesca de la sardina Monterrey en el Golfo ya ha sido mencionada por otros autores (Cisneros-Mata *et al*., 1990, 1997; Nevárez-Martínez *et al*., 1993, 1998). Sin embargo, Nevárez-Martínez *et al*. (1998) señalan el bajo poder predictivo de

los métodos utilizados para este tipo de poblaciones, particularmente en un período de transición, cuando los supuestos de estabilidad no se cumplen. Asimismo estos autores, refieren la relevancia de contar con información adicional, en este caso de cruceros de pesca exploratoria, independiente de la pesquería.

La sardina crinuda también muestra indicios de sobrepesca, principalmente de reclutamiento, los niveles de explotación actuales han rebasado el óptimo recomendado y la magnitud poblacional actual, en relación con la Bv, es baja, situación anteriormente reportada por Cisneros-Mata *et al*. (1990). Ruiz y Lyle (1992) señalan que, si bien las fluctuaciones ambientales de océano influyen directamente sobre la abundancia de sardina crinuda, incidiendo sobre la producción de alimento y otros procesos biológicos, también la magnitud del esfuerzo pesquero puede alterar la aparente periodicidad de la producción de sardina crinuda en el Golfo. En lo que respecta a la macarela y sardina japonesa, ambas especies muestran signos de subexplotación; por lo que es recomendable el aumento moderado de su pesca, ya que si se incrementara el esfuerzo en demasía, la biomasa media, en relación con la Bv, se reduciría significativamente.

En lo que respecta a los rendimientos por recluta de sardina Monterrey, los resultados indican que los mejores rendimientos se obtienen de capturas de sardina de más de 1.8 años (mayor a 150 mm LP), lo que apoya la talla mínima de captura actual (150 mm LP). Para la sardina crinuda también los mayores rendimientos por recluta se logran con tallas mayores a la talla mínima de captura (160 mm LP). Consideraciones que deben tenerse en cuenta en el manejo de la pesquería.

Las actividades de investigación que realiza el INP responden a la demanda de resultados a corto y mediano plazo, permitiendo establecer el marco para las recomendaciones de carácter administrativo. El propósito es realizar un manejo adecuado para lograr una pesquería sana y perdurable. El funcionamiento de un Comité Técnico local, integrado por investigadores del CRIP en Guaymas, administradores (locales y federales) y usuarios del recurso, ha permitido no sólo mantener informados a los interesados, sino también involucrar cada vez más a los sectores relacionados. Y aún cuando se tiene cierto nivel de concertación, relacionados al manejo local del recurso, todavía los compromisos y responsabilidades están sujetos a intereses particulares, por ello la insistencia de formalizar dicho comité, lo que permitiría instrumentar formas específicas para reducir la incertidumbre en la investigación y garantizar el cumplimiento de las

reglamentaciones existentes y de los acuerdos tomados. Insistiendo en un enfoque moderno de uso responsable de los recursos. El actual esquema precautorio de manejo, requiere de una mayor consolidación de grupos de investigación, interinstitucionales e interdisciplinarios, para abordar de manera más completa y oportuna las investigaciones que se realizan. Es necesario considerar la realización sistemática de cruceros de investigación, para ello es indispensable contar con apoyo directo y constante, ya que la información obtenida es valiosa y necesaria para el mejor entendimiento de la dinámica de los peces pelágicos menores y para la pesquería misma. Urgente es la adopción de técnicas hidroacústicas, que de alguna manera ya han sido abordadas, pero no de manera suficiente y formal. Todo ello permitirá adoptar estrategias más dinámicas para el manejo pesquero de los peces pelágicos menores del golfo de California.

5. CONCLUSIONES

- La interacción entre los parámetros ambientales (temperatura del mar y vientos) con los peces pelágicos menores es marcada e influye, en gran medida, en la biología y dinámica del recurso.

- Durante la temporada 1996/97 prevalecieron condiciones favorables para la sardina Monterrey: ambiente oceánico frío y patrón de vientos típico. Así, la temporada se caracterizó por la alta abundancia y disponibilidad de sardina Monterrey, por consiguiente altas capturas y rendimientos.

- En la temporada 1997/98, con incrementos de la temperatura superficial del mar y disminución en la intensidad de vientos del noroeste (reducción de surgencias), se tuvieron alteraciones en la distribución, abundancia y disponibilidad de los pelágicos menores, principalmente de la sardina Monterrey. Consecuentemente se registró una disminución en las capturas, esfuerzo y rendimiento.

- Durante "El Niño" 1997/98, fue evidente la contracción espacial de la población de sardina Monterrey en la región de las Grandes Islas y la expansión de la población de sardina crinuda hasta las áreas de pesca más norteñas. Con ello presentó mayor disponibilidad de la sardina crinuda a la flota, sustentando la pesquería.

- En 1996/97, el período de reproducción de la sardina Monterrey fue típico (octubre-abril). En 1997/98, fueron manifiestas las alteraciones en el proceso reproductivo, en tiempo y espacio, con indicios de una reducción significativa del período (noviembre y febrero-abril) y baja abundancia de hembras reproductivas. Para el resto de especies de pelágicos menores la reproducción ocurrió dentro del patrón establecido.

- Hubo importantes variaciones, entre temporadas, en los niveles de reclutamiento, rendimiento y biomasa media de la sardina Monterrey, asociadas a la presencia de "El Niño" 1997/98.

- La población de sardina Monterrey está sometida a fuerte explotación pesquera ($E>0.5$), con indicios de sobrespesca (crecimiento y reclutamiento). La talla promedio menor a la talla crítica (50% de reproducción), los altos porcentajes de sardina pequeña y las alteraciones en la estructura talla-edad (disminución) apoyan esta situación.

6. RECOMENDACIONES

- Respetar la talla mínima de captura vigente de los peces pelágicos menores del golfo de California: sardina Monterrey 150 mm LP, sardina crinuda 160 mm LP y anchoveta 100 mm LP.

- Realizar un control efectivo del número de embarcaciones (36) reglamentado, no autorizando nuevos ingresos de embarcaciones, permitir únicamente sustitución de las ya existentes por otras de iguales características (capacidad de bodega y sistema de refrigeración).

- Incrementar el esfuerzo pesquero hacia el resto de peces pelágicos menores: macarela, sardina japonesa, sardina bocona y anchoveta. Sobre todo cuando hay baja disponibilidad y abundancia de sardina monterrey de talla grande.

- Continuar las investigaciones biológico-pesqueras de los peces pelágicos menores en el golfo de California.

- La información basada exclusivamente en la pesquería es insuficiente para investigar la pesquería y la dinámica de las poblaciones de peces pelágicos menores, por lo que se requiere de información auxiliar obtenida a través de cruceros de investigación. Para ello es necesario contar con un apoyo constante y directo, por parte del INP para la realización de los mismos.

7. LITERATURA CITADA

Bakum, A. 1995. A dynamic scenario for simultaneous “regime-Scale” marine population shifts in widely separated CME on the Pacific. In: The large marine ecosystems of the Pacific. A Report of symposium, IUCN, Gland (Switzerland): 47-72.

Cisneros-Mata, M. A. 1987. Biología reproductiva de sardina Monterrey en la costa occidental de Baja California sur y costa de Sonora. En: M. Ramírez R. (ed.) Memorias del Simposium sobre Investigación en Biología y Oceanografía Pesquera en México. SEP, CICIMAR, CONACyT, La Paz, BCS: 48-54.

Cisneros-Mata, M.A., J.P. Santos-Molina, J.A. De Anda, A. Sánchez-Palafox y J.J. Estrada-García. 1987. Pesquería de sardina en el noroeste de México (1985/1986). SEPESCA, Instituto Nacional de la Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera (Guaymas, Sonora, México). 79 p.

Cisneros-Mata, M.A., J.A. De Anda-Montañez, J.J. Estrada-García y F. Páez-Barrera. 1990. Evaluación de las pesquerías de sardinas Monterrey y crinuda del golfo de California. *Inv. Mar. CICIMAR* 5(1): 19-26.

Cisneros-Mata, M.A., M.O. Nevárez-Martínez, G. Montemayor-López, J.P. Santos-Molina y R. Morales-Azpeitia. 1991. Pesquerías de sardina en el golfo de California 1988/89 - 1989/90. SEPESCA, Instituto Nacional de la Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera (Guaymas, Sonora, México). 80 p.

Cisneros-Mata, M.A., M.O. Nevárez-Martínez y M.G. Hammann. 1995. The rise and fall of the Pacific sardine, *Sardinops sagax caeruleus* Girard, in the Gulf of California, Mexico. *CalCOFI Rep*. 36: 136-143.

Cisneros-Mata, M.A., G. Montemayor-López y M.O. Nevárez-Martínez. 1996. Modeling deterministic effects of age structure, density dependence, environmental forcing, and fishing on the population dynamics of *Sardinops sagax caeruleus* in the Gulf of California. *CalCOFI Rep*. 37: 201-208.

Cisneros-Mata, M.A., M.O. Nevárez-Martínez, M.A, Martínez-Zavala, M.L. Anguiano-Carrazco, J.P. Santos-Molina, A.R. Godínez-Cota y G. Montemayor-López 1997. Diagnosis 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, Sonora, México). 59 p.

Cisneros-Mata, M.A., M.A. Martínez-Zavala, C.E. Cotero-Altamirano, W. García-Franco y J.F. Páez-Barrera. 1998. Recomendaciones para el manejo de las pesquerías de pelágicos menores del noroeste de México. Dictamen Técnico. SEMARNAP, Instituto Nacional de la Pesca. 19 p.

De Anda, J.A., J.C. Seijo y S. Martínez. 1994. Reclutamiento y variabilidad ambiental en la pesquería de sardina Monterrey (*Sardinops sagax*) del Golfo de California, México. Invest. Pesq. (Chile) 38: 23-36.

Estrada-García, J.J., M.A. Cisneros-Mata, F. Páez-B. y J.P. Santos-Molina. 1986. Informe de la temporada de pesca 1984/85 del recurso sardina del Golfo de California. SEPESCA, Instituto Nacional de la Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera (Guaymas, Sonora, México). 160 p.

Gayanilo, Jr., F.C., M. Soriano y D. Pauly. 1988. A draft guide to the complete ELEFAN. ICLARM Software, 2: 65 p.

Gayanillo Jr., F.C., P. Sparre y D. Pauly. 1995. The FAO ICLARM *s*tock assessment tools (FiSAT) User' Guide. FAO Computerized Information series (Fisheries), 8: 186 p.

Hammann, M.G., T. Baumgartner and A. Badan-Dangon. 1988. Coupling of the Pacific sardine (*Sardinops sagax caeruleus*) life cycle with the Gulf of California pelagic environment. *CalCOFI Rep*., 29: 102-109.

Hamman, M.G., M.O. Nevárez-Martínez and Y. Green-Ruíz. 1998. Spawning habitat of the pacific sardine (*Sardinops sagax*) in the gulf of California: egg and larval distribution 1956-1957 and 1971-1991. *CalCOFI Rep*., 39:169-179.

Huato-Soberanis, L. 1988. Fluctuaciones espacio-temporales en la estructura de tallas de *Sardinops sagax* en el golfo de California. Tesis de Maestría. CICIMAR. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, BCS., México. 64 p.

Jones, R. 1984. Assessing the effects in exploitation pattern using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis). *FAO Fish. Tech. Pap*. 256: 118 p.

Lluch-Belda, D., F.J. Magallón y R. A. Schwartzlose. 1986. Large fluctuations in the sardine fishery in the Gulf of California: possible causes. *CalCOFI Rep*., 27: 136-140.

Lluch-Belda, D., D.B. Lluch-Cota, S. Hernández-Vázquez y C.A. Salinas-Zavala. 1991. Sardine and anchovy spawning as related to temperature and upwelling in the California current system. *CalCOFI Rep*., 32: 105-111.

Lluch-Belda, D, R.J.M. Crawford, T. Kawasaki, A.D. MacCall, R. Parrish, R.A. Schwartzlose and P.E. Smith. 1989. World-wide fluctuations of sardine and anchovy stocks: The regime problem. *S. Afr. J. Mar. Sci*. 8: 195-205.

Lluch-Belda, D., J. Arvizu, S. Hernández-Vázquez, D.B. Lluch-Cota, C.A. Salinas-Zavala, T. Baumgartner, G. Hammann, A. Cota-Villavicencio, C.E. Cotero-A., W. García-Franco, O. Pedrín-Osuna, Y. Green-Ruíz, S. Lizárraga-Saucedo, M.Á. Martínez-Zavala, R. Morales-Azpeitia, M.O. Nevárez-Martínez, J.P. Santos-Molina, R.I. Ochoa-Báez, R. Rodríguez-Sánchez J.R. Torres-Villegas y F. Páez-Barrera. 1996. La pesquería de sardina y anchoveta. En: Pesquerías relevantes de México. Tomo II. SEPESCA, Instituto Nacional de la Pesca. México. 1100 p

López-Martínez, **J., M.O. Nevárez-Martínez, R.E. Molina-Ocampo y F.A. Manrique-Colchado.** 1999. Traslapo en el tipo y tamaño de las presas que forman la dieta de la sardina monterrey *Sardinops caeruleus* (Girard, 1856), la sardina crinuda *Opisthonema libertate* (Gunther, 1867) y la anchoveta norteña *Engraulis mordax* (Girar, 1856) en el golfo de California. *Ciencias Marinas* 25(4): 541-556.

Morales Bojorquez, E. 1996. Simulación de las fluctuaciones de sardina Monterrey (*Sardinops caeruleus*) con base en la relación existente ente el stock, el reclutamiento y la variabilidad ambiental. Tesis de Maestría, CICIMAR, La Paz, B.C.S., México. 65 p.

Nevárez-Martínez, M.O. 1990. Producción de huevos de la sardina Monterrey (*Sardinops sagax caeruleus*) en el golfo de California: una evaluación y crítica. Tesis de Maestría, CICESE. Ensenada, B.C., México. 144 p.

Nevárez-Martínez, M.O. 1993. Tallas críticas y propuesta de talla mínima de captura para la anchoveta (*Engraulis mordax*), la sardina Monterrey (*Sardinops sagax caeruleus*) y la sardina crinuda (*Opisthonema* spp.) del golfo de California. SEPESCA, Instituto Nacional de la Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera (Guaymas, Sonora, México). 8 p.

Nevárez-Martínez, M.O, R. Morales-Azpeitia, M. de los A. Martínez-Zavala, J.P. Santos-Molina y M.A. Cisneros-Mata. 1993. Pesquería de pelágicos menores en el golfo de California. Temporada 1990/91. SEPESCA, Instituto Nacional de la Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera (Guaymas, Sonora, México). 70 p.

Nevárez-Martínez, M.O. 2000. Variabilidad de la Población de Sardina Monterrey (*Sardinops caeruleus*) en el Golfo de California, México. Tesis de Doctorado. CICIMAR. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, BCS., México. 281 p.

Nevárez-Martínez, M.O, M.A. Cisneros-Mata, M.A. Martínez-Zavala y 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. *Oceánides*, 13(1): 31-39.

Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. int. Explor. Mer*. 39(2): 175-192.

Pauly, D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators. Manila, Filipinas, ICLARM Studies and Reviews 8, 325 p.

Ponce-Días G. y D. Lluch-Belda. 1990. Análisis de la flota sardinera-anchovetera del noroeste de México. *Inv. Mar. CICIMAR*. 5 (2): 123-135.

Ruíz, A. y L. P. Lylee. 1992. Fluctuaciones periódicas en las capturas de (*Opisthonema* spp.) en el golfo de California, 19772-1990. *CalCOFI Rep.*, 33: 124-129.

Shepherd, J.G. and D.H Cushing. **1990.** Regulation in fish populations: myth or mirage? *Phil. Trans-R. Soc. Land. B.* 330: 151-164.

Sparre, P., E. Ursin y S.C. Venema. 1989. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. *FAO Fish. Tech. Pap.* (306): 337 p.

Sparre, P. y S.C. Venema. 1997. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Documento Técnico de Pesca. 306.1: 420 p.

Torres-Villegas, J.R., M.A. Reinecke-R. y R. Rodríguez-S. 1986. Ciclo reproductor de *Sardinops sagax* (sardina Monterrey) en el golfo de California. *Inv. Mar. CICIMAR* 3(1):52-68 p.

Valdéz-Holguín, J.E. y J.R. Lara-Lara. 1987. Productividad primaria en el golfo de California, efectos del evento El niño 1982-1983. *Ciencias Marinas*, 13(2): 34-50.

Whitehead, P.J.P. y R. Rodríguez-Sánchez. 1995. Clupeidae, p. 1015-1026. En: Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Vertebrados - Parte 1. Roma, FAO. II: 647-1200 p.

ANEXO I.

Tabla A1. Descarga, por temporada y por especie, de pelágicos menores en Sonora.

Temporada	T o t a l	S.Monterrey	S. crinuda	Macarela	S. japonesa	Anchoveta	S. bocona	S. piña	Revoltura
1969/70	15,992	11,287	4,705						
1970/71	23,194	19,558	3,617	19					
1971/72	37,163	32,617	4,166	226	36				118
1972/73	38,605	9,924	27,291	150	1,240				
1973/74	31,239	16,180	10,812	2,721	1,526				
1974/75	55,350	36,648	15,193	1,326	2,183				
1975/76	63,094	51,263	8,357	2,893	581				
1976/77	38,352	8,802	26,016	1,442	2,092				
1977/78	58,691	32,600	22,224	1,508	1,837				522
1978/79	54,447	24,627	22,650	3,320	1,862				1,988
1979/80	112,637	77,566	28,856	5,704	371				140
1980/81	126,121	93,989	27,652	1,642	2,833				5
1981/82	137,813	71,425	51,626	5,645	6,304				2,813
1982/83	226,304	111,526	98,966	766	3,380				11,666
1983/84	189,518	146,467	33,999	2,381	2,437				4,234
1984/85	197,803	160,391	13,276	12,110	4,038				7,988
1985/86	287,357	240,226	25,997	5,918	10,364	2,081			2,771
1986/87	304,872	272,574	16,967	6,975	2,919	39			5,398
1987/88	284,934	261,363	15,851	3,421	673	777			2,849
1988/89	321,799	294,095	13,255	2,074	366	7,706			4,303
1989/90	212,857	109,942	63,784	12,935	2,243	18,493	490		4,970
1990/91	235,043	113,631	92,935	8,014	1,790	12,768	4,035		1,871
1991/92	106,606	6,858	62,867	12,058	1,750	5,168	16,864	803	237
1992/93	55,927	7,549	23,728	6,951	2,868	1,606	11,624	682	919
1993/94	138,454	127,486	7,219	3,538	156		55		
1994/95	205,776	174,951	9,454	17,057	2,085	1,039	936	123	130
1995/96	225,860	200,870	16,895	1,768	242	4,217	856		1,011
1996/97*	242,938	214,609	22,084	2,845	555		2,141	405	298
1997/98	134,415	58,690	61,982	1,668	263		11,296	159	357

* En la temporada 1996/97 se consideraron descargas no reportadas oficialmente (12,767 t) en Guaymas, proporcionada por Alimentos Concentrados S.A.

Tabla A2. Descarga, por temporada, por especie y por puerto (Guaymas y Yavaros) de pelágicos menores en Sonora.

G u a y m a s

Temporada	Total	S.Monterrey	S. crinuda	Macarela	S. japonesa	Anchoveta	S. bocona	S. piña	Revoltura
1969/70	15,992	11,287	4,705						
1970/71	23,194	19,558	3,617	19					
1971/72	37,163	32,617	4,166	226	36				118
1972/73	38,605	9,924	27,291	150	1,240				
1973/74	31,239	16,180	10,812	2,721	1,526				
1974/75	55,350	36,648	15,193	1,326	2,183				
1975/76	63,094	51,263	8,357	2,893	581				
1976/77	38,352	8,802	26,016	1,442	2,092				
1977/78	58,691	32,600	22,224	1,508	1,837				522
1978/79	54,447	24,627	22,650	3,320	1,862				1,988
1979/80	112,637	77,566	28,856	5,704	371				140
1980/81	126,121	93,989	27,652	1,642	2,833				5
1981/82	137,813	71,425	51,626	5,645	6,304				2,813
1982/83	205,971	108,246	82,584	766	3,380				10,995
1983/84	146,026	123,170	16,152	1,435	2,437				2,832
1984/85	147,407	125,584	7,516	9,565	4,038				704
1985/86	221,948	181,876	23,063	3,461	10,364	2,012			1,172
1986/87	237,049	214,360	12,367	6,437	2,540	39			1,306
1987/88	204,104	190,949	7,141	2,211	664	777			2,362
1988/89	244,571	227,845	6,618	891	346	7,706			1,165
1989/90	141,866	89,596	26,912	5,445	1,102	15,936	490		2,385
1990/91	182,839	107,896	53,594	3,435	1,690	12,768	2,384		1,072
1991/92	81,902	6,167	40,093	11,482	1,169	5,168	16,864	796	164
1992/93	36,588	4,116	14,107	3,643	1,543	1,606	11,340	228	6
1993/94	99,843	94,448	2,234	2,950	156	0	55	0	0
1994/95	155,082	129,312	6,142	15,543	2,050	1,039	936	0	60
1995/96	176,306	160,559	9,156	697	159	4,217	856		661
1996/97*	183,380	162,733	15,565	2,094	353	0	2,061	275	298
1997/98	93,064	55,947	30,348	1,383	263	0	4,607	159	357

Y a v a r o s

Temporada	Total	S.Monterrey	S. crinuda	Macarela	S. japonesa	Anchoveta	S. bocona	S. piña	Revoltura
1982/83	20,333	3,280	16,382						671
1983/84	43,492	23,297	17,847	946					1,402
1984/85	50,396	34,807	5,760	2,545					7,284
1985/86	65,409	58,350	2,934	2,457		69			1,599
1986/87	67,823	58,214	4,600	538	379				4,092
1987/88	80,830	70,414	8,710	1,210	9				487
1988/89	77,228	66,250	6,637	1,183	20				3,138
1989/90	70,991	20,346	36,872	7,490	1,141	2,557			2,585
1990/91	52,204	5,735	39,341	4,579	99		1,651		799
1991/92	24,703	691	22,774	576	581	0	0	7	73
1992/93	19,338	3,433	9,621	3,308	1,326	0	283	453	913
1993/94	38,610	33,038	4,985	588	0	0	0	0	0
1994/95	50,694	45,639	3,313	1,514	35	0	0	123	70
1995/96	49,554	40,311	7,740	1,071	83				350
1996/97	59,558	51,876	6,519	751	202	0	80	131	0
1997/98	41,351	2,743	31,634	285	0	0	6,689	0	0

* En la temporada 1996/97 se consideraron descargas no reportadas oficialmente (12,767 t) en Guaymas, proporcionada por Alimentos Concentrados S.A.

ANEXO II

Medidas de regulación instrumentadas (Cisneros-Mata, et al, 1998; Norma Oficial Mexicana (NOM-003-1993)**.**

- Para el Golfo de California, en diciembre de 1983 se establecieron tallas mínimas de captura de 150 mm de longitud patrón para la sardina Monterrey y 170 mm para las especies de crinuda, con 20% de captura en número como límite de tolerancia.

- En 1985 se decretó zona de veda la costa occidental del Golfo del 8 de agosto al 21 de septiembre y se prohibió la operación de barcos sin refrigeración en la bodega más allá de 40 millas náuticas de su puerto base. Con esta medida se pretende proteger a los organismos en estadios juveniles.

- En 1987 se ratifican los acuerdos de 1983 relativos a las tallas de sardinas crinuda y Monterrey con un límite máximo de 30% de la captura total por debajo de esta talla como pesca incidental, y se establece mantener el tamaño de la flota de Sonora y su capacidad de acarreo en las mismas condiciones que en la temporada 1985/86.

- En el Golfo de California, de 1987 a 1990 se establecen vedas zonales durante el verano, concertadas entre el sector productivo y la entonces Secretaría de Pesca.

- La norma más reciente se estableció en 1993, NOM-003 (Norma Oficial Mexicana):
  Que regula el aprovechamiento de la sardina Monterrey, crinuda, japonesa, bocona y piña, y de las especies de anchoveta y macarela con embarcaciones de cerco:

  – Talla mínima de captura permitida:

Sardina Monterrey	Sardinops sagax caerulea	150 mm de longitud patrón
Sardina crinuda	Opisthonema spp.	160 mm de longitud patrón
Anchoveta norteña	Engraulis mordax	100 mm de longitud patrón

  – Con base en los resultados de los monitoreos biológicos que realice el INP, se ordenará las vedas temporales sardinero-anchoveteras, cuando se detecte que la mayor proporción de los organismos muestreados se encuentran en proceso de desove. Dado el dinamismo y variabilidad que registra el proceso de desove de estas especies en cada temporada.

  – El esfuerzo pesquero aplicable a la captura de todas las especies de sardina, anchoveta y macarela, no podrá incrementarse en las aguas de jurisdicción federal del Océano Pacífico comprendidas al norte del paralelo de los 20 grados latitud norte, incluido el golfo de California.

  – Sólo se podrá autorizar la incorporación de nuevas embarcaciones en la pesquería de sardina, anchoveta y macarela, dentro del área señalada en el punto anterior, si tales unidades cuentan con sistemas adecuados de refrigeración y substituyen a embarcaciones actualmente permitidas que se hubieran mantenido activas en estas pesquerías.

  – Todas las embarcaciones sardinero-anchoveteras que tengan sistema de refrigeración a bordo, deberán mantenerlo en condiciones adecuadas de funcionamiento para la conservación de las capturas. Las embarcaciones que no dispongan de sistema de refrigeración, sólo podrán operar en un radio de 40 millas náuticas contadas a partir de su puerto base de operaciones.

  – El tamaño máximo de las redes de cerco autorizadas para la captura de las especies de sardina, anchoveta y macarela debe ser en función de los diferentes rangos de capacidad de bodega:

Rango de capacidad de la bodega del barco (t)	Longitud de la red (m)
menor de 80	366
81 - 120	549
121 - 150	585
151 - 200	604
más de 200	64