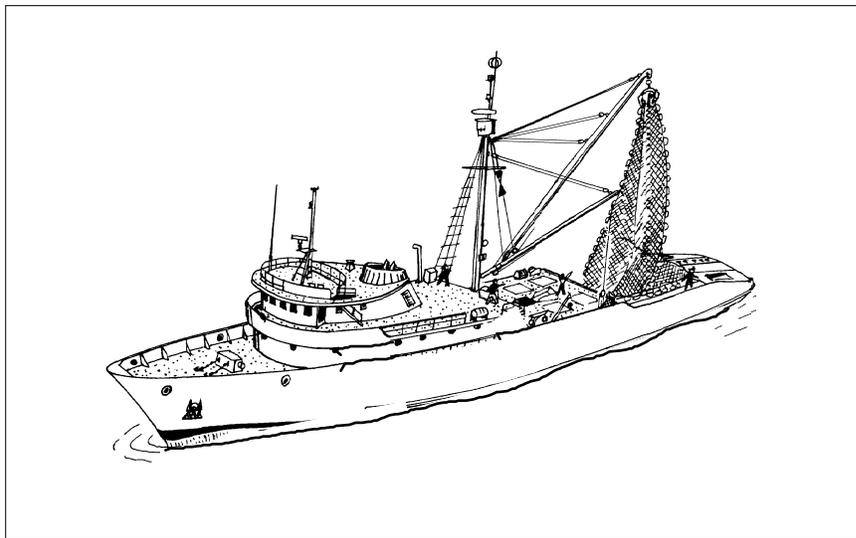


INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA  
CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIÓN PESQUERA  
GUAYMAS, SONORA

**DIAGNOSIS DE LA PESQUERÍA DE PELÁGICOS MENORES  
DEL GOLFO DE CALIFORNIA DE 1991/92 A 1995/96**



INSTITUTO NACIONAL  
DE LA PESCA

Guaymas, Son. Diciembre de 1997

**DIAGNOSIS DE LA PESQUERÍA DE PELÁGICOS MENORES  
DEL GOLFO DE CALIFORNIA DE 1991/92 A 1995/96**

Miguel A. Cisneros Mata, Manuel O. Nevárez Martínez, Ma. Ángeles Martínez  
Zavala, Myrna L. Anguiano Carrazco, J. Pablo Santos Molina, Ángel R. Godínez Cota  
y Gabriela Montemayor López

PROGRAMA PELÁGICOS MENORES

INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA

CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIÓN PESQUERA DE GUAYMAS

Guaymas, Son. Diciembre de 1997

## AGRADECIMIENTOS

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

Al Biól. Pesq. Rufino Morales A., Biól. Julia Jiménez R., P. Ing. Carlos Fimbres A., por su participación en los muestreos y en el manejo de la información. Al Ing. Pesq. Alejandro Balmori R., por su apoyo logístico. Al Ing. Hugo Montiel A., M.C. Fernando Rosales J., y M.C. Gabriel Iván Rivera Parra, 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. A Yavaros Industrial, S.A. de C.V., en particular al Ing. Luis Quibrera e Ing. Antonio de la Yata, 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.

## CONTENIDO

RESUMEN	1
1. INTRODUCCION	2
2. MATERIALES Y METODOS	3
3. RESULTADOS	6
3.1. CAPTURA	6
3.2. ESFUERZO DE PESCA	10
3.3. MEDIO AMBIENTE	15
3.4. ANÁLISIS ESPACIAL DE LAS CAPTURAS COMERCIALES	18
3.5. COMPOSICIÓN POR TAMAÑOS DE LAS ESPECIES EN LA CAPTURA	24
3.6. REPRODUCCIÓN	32
3.7. CRECIMIENTO INDIVIDUAL Y PATRÓN DE RECLUTAMIENTO ESTACIONAL	43
3.8. MORTALIDAD	44
3.9. BIOMASA Y RENDIMIENTO	46
4. DISCUSION	53
5. CONCLUSIONES	57
LITERATURA CITADA	58

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Descargas totales de pelágicos menores y de sardina Monterrey capturadas en el Golfo de California, Temporada de pesca 1969/70 a 1995/96.	2
2	Golfo de California con las áreas estadísticas de captura.	3
3	Significancia de sardina Monterrey en las descargas totales de pelágicos menores del golfo de California.	9
4	Significancia de sardina crinuda en las descargas totales de pelágicos menores del golfo de California.	9
5	Anomalías de la temperatura superficial del agua de mar, en Guaymas, con respecto al promedio histórico de 1952 a 1995.	16
6	Imágenes de satélite que muestran la temperatura superficial del mar en el golfo de California en invierno (febrero): a) 1992, b) 1993, c) 1995.	17
7	Zonas de captura de sardina Monterrey en el golfo de California.	19
8	Zonas de captura de sardina crinuda en el golfo de California.	20
9	Distribución mensual de frecuencia de tallas de sardina Monterrey, temporadas de pesca 1991/92 a 1995/96.	27
10	Distribución mensual de frecuencia de tallas de sardina crinuda, temporadas de pesca 1991/92 a 1995/96.	28
11	Distribución mensual de frecuencia de tallas de macarela, temporadas de pesca 1991/92 a 1995/96.	30
12	Distribución mensual de frecuencia de tallas de sardina japonesa, temporadas de pesca 1991/92 a 1995/96.	31
13	Distribución mensual de frecuencia de tallas de anchoveta, temporadas de pesca 1991/92 a 1995/96.	31
14	Distribución mensual de frecuencia de tallas de sardina bocona (a)	31

	y piña (b), temporadas de pesca 1991/92 a 1995/96.	
15	Madurez gonádica mensual de sardina Monterrey (a) y sardina crinuda (b), temporadas de pesca 1991/92 a 1995/96.	33
16	Talla promedio de captura y talla crítica de sardina Monterrey, temporadas de pesca 1972/73 a 1995/96.	33
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 1990/91 a 1995/96.	34
18	Madurez gonádica mensual de macarela (a), sardina japonesa (b) y anchoveta (c), temporadas de pesca 1991/92 a 1995/96.	39
19	Rendimiento y biomasa media anual de sardina Monterrey, en función de la mortalidad por pesca ( $F$ ), período 1991/93 (a) 1993/96 (b).	41
20	Rendimiento por recluta ( $Y/R$ ) y biomasa por recluta ( $B/R$ ) para sardina Monterrey, período 1991/93 (a) y 1993/96 (b).	48
21	Rendimiento y biomasa media anual para macarela, en función de la mortalidad de pesca ( $F$ ), período 1991/93 (a) y 1993/96 (b)	48
22	Rendimiento por recluta ( $Y/R$ ) y biomasa por recluta ( $B/R$ ) para macarela, período 1991/93 (a) y 1993/96 (b)	51
23	Rendimiento por recluta ( $Y/R$ ) y biomasa por recluta ( $B/R$ ) para macarela, período 1991/93 (a) y 1993/96 (b).	51

## LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
1	Captura (t) de peces pelágicos menores desembarcada en los puertos de Guaymas (GYM) y Yavaros (YAV), temporadas de pesca 1990/91 - 1995/96.	7
2	Tasa de cambio anual de pelágicos menores en la descarga de la pesquería del Golfo de California. Tasa per cápita (%) = $(\text{capt } t_2 \text{ cap } t_1) / \text{capt } t_1 * 100$ .	9
3	Barcos por categoría de bodega por oscuro que participaron durante la temporada de pesca 1991/92, * Guaymas; ** Yavaros; *** ambos puertos.	11
4	Operación de la flota de pelágicos menores del golfo de California en la década de 1990.	10
5	Barcos por categoría de bodega por oscuro que participaron durante la temporada de pesca 1992/93, *Guaymas; **Yavaros; ***ambos puertos.	13
6	Barcos por categoría de bodega por oscuro que participaron durante la temporada de pesca 1993/94, *Guaymas; **Yavaros; ***ambos puertos.	13
7	Barcos por categoría de bodega por oscuro que participaron durante la temporada de pesca 1994/95, *Guaymas; **Yavaros; ***ambos puertos.	14
8	Barcos por categoría de bodega por oscuro que participaron durante la temporada de pesca 1995/96, *Guaymas; **Yavaros; ***ambos puertos.	14
9	Dirección y velocidad de los vientos dominantes (V.D.), temporadas de pesca 1991/92 a 1995/96.	15

10	Temperatura superficial y anomalía del agua de mar, temporadas de pesca 1991/92 a 1995/96.	16
11	Tallas promedio (LP) de captura de pelágicos menores del Golfo de California, temporadas de pesca 1991/92 - 1995/96.	24
12	Razón de macho por cada hembra, por oscuro, de sardina monterrey, temporadas de pesca 1991/92 - 1995/96.	32
13	Talla promedio de captura y talla crítica de sardina monterrey, sardina crinuda y anchoveta. Temporadas de pesca 1972/73 a 1995/96. Razón de macho por cada hembra, por oscuro, de sardina Monterrey, temporadas de pesca 1991/92 a 1995/96.	34
14	Razón de macho por cada hembra, por oscuro, de sardina crinuda, temporadas de pesca 1991/92 - 1995/96.	35
15	Períodos de reproducción de la sardina Monterrey, temporadas de pesca 1972/73 a 1995/96.	38
16	Razón de sexos (macho:hembra) de macarela, sardina japonesa y anchoveta, temporadas de pesca 1991/92 a 1995/96.	42
17	Análisis de cohortes por tallas de sardina Monterrey, período 91/93. Nt es el número estimado de individuos en el mar.	47
18	Análisis de cohortes por tallas de sardina Monterrey, período 93/96. Nt es el número estimado de individuos en el mar.	47
19	Análisis de cohortes por tallas para macarela, período 1991/93. Nt es el número estimado de individuos en el mar.	50
20	Análisis de cohortes por tallas para macarela, período 1993/96. Nt es el número estimado de individuos en el mar.	50

## **Diagnosis de la pesquería de pelágicos menores del golfo de California de 1991/92 a 1995/96.**

### **RESUMEN**

En el inicio de la década de 1990 ocurrió la súbita caída y recuperación de las descargas de pelágicos menores del golfo de California. De 235,000 t en la temporada 1990/91, la producción bajó a 56,000 t en 1992/93, y luego subió a 226,000 t en 1995/96. Esta enorme variabilidad reflejó problemas de disponibilidad y posiblemente de abundancia de sardina Monterrey (*Sardinops caeruleus*), y la pesquería fue sostenida por el resto de las especies, particularmente sardina crinuda (*Opisthonema libertate*). Los cambios de disponibilidad de sardina Monterrey parecen haberse derivado de excesivo esfuerzo de pesca, impacto de El Niño 1991/92, y tal vez cambio de régimen. El presente documento es una sinopsis de lo ocurrido en la pesquería durante cinco temporadas de pesca, de 1991/92 a 1995/96. Se muestran cálculos de parámetros individuales, tasas de mortalidad, y aproximaciones a la biomasa promedio y el rendimiento óptimo por especie y total. El Niño 1991/92 causó alteraciones en los vientos y depresión de las surgencias de otoño - invierno en la costa de Sonora. En las dos primeras temporadas se evidenciaron anomalías en la distribución y reproducción de la sardina Monterrey. En 1991/92 y 1992/93 el desove se registró desde finales de otoño a primavera, y tan al norte como el Canal de Ballenas y Bahía San Luis Gonzaga, y cerca de Bahía Concepción. En 1993/94 el desove fue más parecido a lo comúnmente observado, y en 1994/95 y 1995/96 la reproducción se adelantó. La biomasa promedio anual para todos los pelágicos menores es de cerca de 204,000 t y el rendimiento óptimo es de 254,000 t. Se incluye una discusión sobre las implicaciones para la investigación y el manejo de los cambios observados en la pesquería. Se recomienda mantener el tamaño de la flota del golfo de California en cerca de 30 embarcaciones activas.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los peces pelágicos menores constituyen los recursos masivos más importantes de México; en algunos años han rebasado el 35% del total desembarcado (Anónimo 1990). Más del 75% de las capturas de sardina se realizan en el golfo de California y se descargan en Guaymas y Yavaros, Son. Los pelágicos menores capturados comercialmente en el golfo incluyen ocho especies, pero la sardina Monterrey *Sardinops caeruleus* (Girard, 1856)<sup>1</sup> representa cerca del 85% del total (Cisneros-Mata et al. 1991).

La pesquería de sardina Monterrey en el golfo ha registrado fuertes variaciones, particularmente en los últimos años (Cisneros-Mata et al. 1995, 1996). Las más reducidas capturas en la historia de la pesquería, de casi 7 mil toneladas métricas (t), se obtuvieron en las temporadas de pesca<sup>2</sup> 1991/92 y 1992/93, pero 3 años más tarde se alcanzaron 201 mil t (**figura 1**). Esta variabilidad caracteriza a los pelágicos menores en otras regiones, y aún se debate si el esfuerzo pesquero puede combinarse con cambios ambientales como agente causante.

El presente documento es un análisis de la pesquería de pelágicos menores del golfo de California en las temporadas 1991/92 a 1995/96. El objetivo es informar al interesado sobre los acontecimientos en ese período; la meta es contribuir al manejo adecuado de esta pesquería.

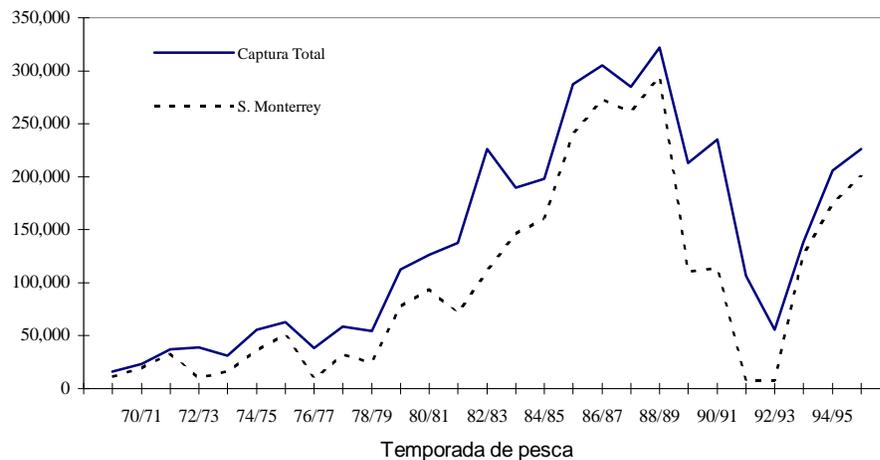


Figura 1. Descargas totales de pelágicos menores y sardina Monterrey capturadas en el golfo de California. Temporadas de pesca 1969/70 a 1995/96.

<sup>1</sup> En este documento se emplea el nombre científico propuesto en la más reciente revisión: 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. Vol. II.

<sup>2</sup> 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 creciente.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

Los análisis incluidos en este reporte se realizaron usando técnicas estándar, muchas de estas basadas en registros de longitudes. Se analizaron datos de captura, esfuerzo, áreas de pesca, e información biológica de las descargas comerciales de pelágicos menores del golfo de California (**figura 2**). Los registros de captura (t), esfuerzo (viajes con captura) y áreas de pesca, fueron proporcionados por las Oficinas de Pesca de Guaymas y Huatabampo, Son. Los datos biológicos se obtuvieron mediante el muestreo continuo de las descargas comerciales en Guaymas y Yavaros<sup>3</sup>. 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).

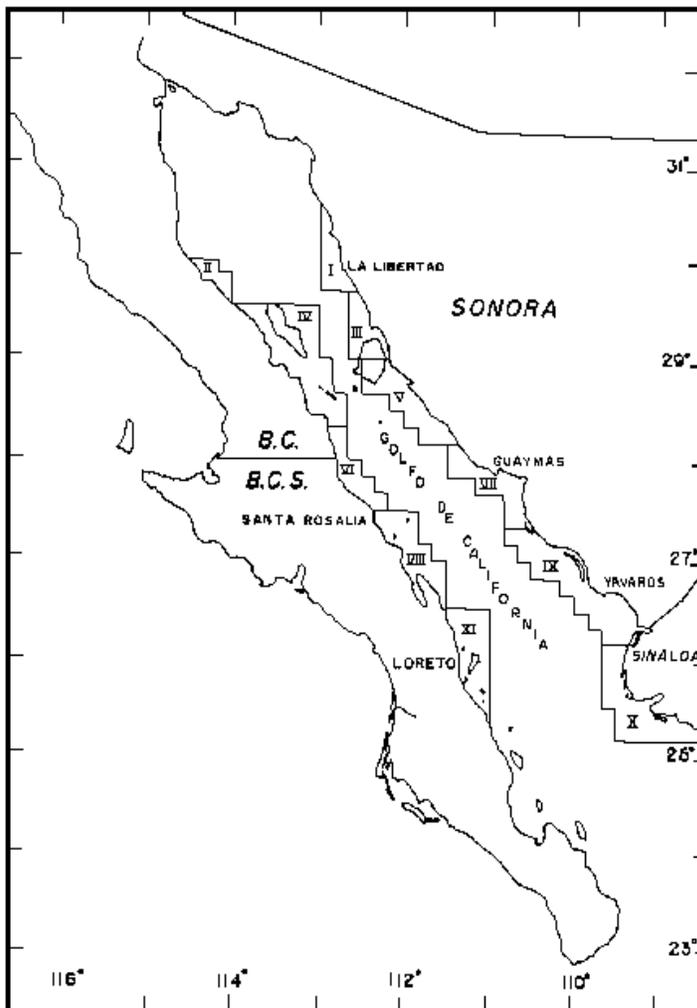


Figura 2. Golfo de California con las áreas estadísticas de captura.

<sup>3</sup> Parte de la información proviene de los muestreos que realiza Yavaros Industrial, S.A. de C.V de sus descargas comerciales.

Con el análisis de distribuciones de frecuencias de tallas se calcularon los parámetros de crecimiento individual del modelo de von Bertalanffy, patrones de reclutamiento, coeficientes de mortalidad y tasas de explotación. A través de un análisis de la probabilidad de captura, con el paquete electrónico ELEFAN (Gayanilo et al. 1988), se estimó la talla de primera captura ( $L_c$ ). El paquete utiliza la ecuación general de von Bertalanffy con oscilación estacional (Pauly y Gaschutz 1979):

$$L_t = L_\infty \left[ 1 - \exp \left( -K(t-t_0) - \frac{CK}{2\pi} (\sin 2\pi(t-t_s) - \sin 2\pi(t_0-t_s)) \right) \right],$$

en donde  $L_\infty$  = longitud asintótica (mm, LP),  $K$  = constante de crecimiento (por año),  $t_0$  = parámetro de ajuste (años),  $C$  = amplitud de la oscilación, y  $t_s = WP + 0.5$ ,  $WP$  = punto de invierno. Si  $C$  es igual a cero, el modelo se reduce al modelo original de von Bertalanffy. Ya que con ELEFAN no se puede calcular  $t_0$ , pues los análisis se basan en edades relativas a partir de tallas, se utilizó la relación (Pauly 1984):

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

en donde  $L_\infty$  se expresa en longitud total (cm).

Con la segunda parte del paquete, ELEFAN II, se estimaron tasas de mortalidad total  $Z$  por los métodos de curva de captura modificado para frecuencias de tallas (Pauly 1984, Sparre et al. 1989). Para calcular la tasa de mortalidad natural  $M$  se utilizó la fórmula empírica de Pauly (1980, 1984):

$$\text{Log}(M) = -0.0066 - 0.279\text{Log}(L_\infty) + 0.6543\text{Log}(K) + 0.4634\text{Log}(T),$$

donde  $T$  es la temperatura media anual del hábitat (en °C). El valor obtenido se disminuyó en 40%, tomando en cuenta que la agregación en cardúmenes de los pelágicos menores disminuye su mortalidad natural (Pauly 1984, Sparre et al. 1989). Las tasas de mortalidad por pesca  $F$  y de explotación  $E$  se estimaron como:

$$F = Z - M,$$

$$E = F / Z.$$

Los parámetros de la relación longitud peso ( $W = aL^b$ ) se obtuvieron por regresión lineal del modelo:

$$\text{Ln}(W) = \text{Ln}(a) + b\text{Ln}(L),$$

en donde  $W$  es el peso total (gr.) y  $L$  es la LP (mm).

Se realizaron estimaciones de rendimiento por recluta ( $Y/R$ ) y biomasa por recluta ( $B/R$ ) para diferentes niveles de  $F$  con los siguientes modelos (Sparre et al. 1989):

$$\frac{Y}{R} = F \exp[-M(t_c - t_r)] W_\infty [A - B + C - D],$$

en donde:

$$A = \frac{1}{(F + M)},$$

$$B = \frac{3 \exp[-K(t_c - t_0)]}{(F + M + K)},$$

$$C = \frac{3 \exp[-2K(t_c - t_0)]}{(F + M + 2K)},$$

$$D = \frac{\exp[-3K(t_c - t_0)]}{(F + M + 3K)},$$

$$\frac{B}{R} = \frac{(Y/R)}{F}.$$

Aquí,  $W_\infty$  es el peso asintótico total (g),  $t_c$  es la edad de primera captura (años) y  $t_r$  es la edad de reclutamiento a la pesquería (años). El resto de los parámetros fueron definidos arriba.

El impacto pesquero por intervalo de talla se estimó mediante análisis de cohortes (Pope 1972) para capturas por tamaño (Jones 1984). Para simular condiciones de equilibrio dinámico, se construyeron distribuciones promedio con datos de varias temporadas. Para sardina Monterrey se promediaron dos períodos: 1991/92 - 1992/93, y 1993/94 - 1995/96. Esto se hizo porque las capturas mostraron diferencias importantes entre esos períodos. El modelo es (Jones 1984):

$$N_1 = (N_2 X_L + C_{1,2}) X_L,$$

$$X_L = \left[ \frac{(L_\infty - L_1)}{(L_\infty - L_2)} \right]^{M/2K},$$

en donde  $N_1$  y  $N_2$  representan 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  $L_\infty$ ,  $M$  y  $K$  ya fueron definidos anteriormente.

Las estimaciones de  $E$  y  $F$  se obtuvieron usando (Jones 1984):

$$E = \frac{C_{1,2}}{(N_1 - N_2)},$$

$$Z = \frac{M}{(1 - E)},$$

$$F = Z - M,$$

y el número promedio de organismos en el mar:

$$\bar{N} = \frac{(N_1 - N_2)}{Z}$$

Para investigar variaciones del rendimiento pesquero se utilizó el modelo de Thompson-Bell (Sparre et al. 1989) para diferentes niveles de explotación.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. CAPTURA

##### Temporada 1991/92

Durante esa temporada se capturaron en el golfo de California 106,606 t; 81,902 t en Guaymas y 24,703 t en Yavaros (**tabla 1**). Las especies más abundantes en las capturas fueron la sardina crinuda (Opisthonema libertate) con 59%, la sardina bocona (Cetengraulis mysticetus) con 15.8% y la macarela (Scomber japonicus) con 11.3%. La sardina Monterrey, otrora la especie dominante en las capturas del golfo, representó sólo 6.4%; la anchoveta norteña (Engraulis mordax) 4.9% y la sardina japonesa (Etrumeus teres) 1.6%.

Con respecto al año anterior, las descargas de esta temporada significaron una disminución de 128,455 t del total, cerca de 101,000 t en Guaymas y 27,500 t en Yavaros (**tabla 1**). Esta reducción se debió a la escasez de sardina Monterrey, que de una a otra temporada disminuyó de 113,631 t a 6,858 t capturadas. También bajó la captura de sardina crinuda en cerca de 30,000 t, y de anchoveta en casi 7,500 t; las únicas especies para las que se presentaron incrementos fueron la macarela y la sardina bocona. La captura por oscuro y especie muestra algunas singularidades. Sobresale la preponderancia de sardina crinuda, particularmente de noviembre a abril. El aspecto más notable es la gran disponibilidad de bocona en enero y febrero, con capturas de casi 6,000 t por mes, y de macarela en mayo y junio, con cerca de 8,000 y 2,000 t, respectivamente.

Tabla 1. Captura (t) de peces pelágicos menores desembarcada en los puertos de Guaymas (GYM) y Yavaros (YAV), temporadas de pesca 1990/91 a 1995/96.

	S. Monterrey	S. crinuda	Macarela	S. japonesa	Anchoveta	S. bocona	Piña	Revoltura	Total
Temporada 90/91									
GYM	107,896.05	53,594.17	3,435.49	1,689.59	12,767.75	2,383.60	235.60	836.84	182,839.10
YAV	5,735.12	39,340.79	4,578.94	98.40	0.00	1,651.20	238.90	560.24	52,203.59
TOTAL	113,631.17	92,934.96	8,014.434	1,787.99	12,767.75	4,034.80	474.50	1,397.08	235,042.68
Temporada 91/92									
GYM	6,166.92	40,092.71	11,482.31	1,169.15	5,169.15	16,864.00	795.74	163.90	81,902.28
YAV	690.85	22,774.43	576.08	581.10	0.00	0.00	7.39	73.45	24,703.30
TOTAL	6,857.77	62,867.14	12,058.39	1,750.25	5,169.15	16,864.00	803.13	237.35	106,605.58
Temporada 92/93									
GYM	4,115.82	14,106.86	3,642.92	1,542.81	1,605.60	11,340.32	228.35	5.60	36,588.28
YAV	3,433.39	9,621.26	3,308.34	1,325.54	0.00	283.27	453.35	913.31	19,338.46
TOTAL	7,549.21	23,728.13	6,951.26	2,868.35	1,605.60	11,625.59	681.70	918.91	55,926.74
Temporada 93/94									
GYM	94,448.29	2,234.15	2,950.23	156.00	0.00	54.50	0.00	0.00	99,843.17
YAV	33,037.61	4,984.91	587.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	38,610.37
TOTAL	127,485.90	7,219.06	3,538.08	156.00	0.00	54.50	0.00	0.00	138,453.54
Temporada 94/95									
GYM	129,312.09	6,414.64	15,543.00	2,049.92	1,039.00	936.00	0.00	60.00	155,081.65
YAV	45,638.85	3,312.74	1,514.10	34.90	0.00	0.00	123.40	70.00	50,693.99
TOTAL	174,950.94	9,545.38	17,057.10	2,084.82	1,039.00	936.00	123.40	130.00	205,775.64
Temporada 95/96									
GYM	160,559.17	9,155.59	697.31	159.10	4,217.38	856.00	133.20	527.90	176,305.65
YAV	40,311.06	7,739.58	1,070.80	82.80	0.00	0.00	309.11	40.50	49,553.85
TOTAL	200,870.23	16,895.17	1,768.11	241.90	4,217.38	856.00	442.31	568.40	225,859.50

### Temporada 1992/93

En la temporada 1992/93 la descarga alcanzó apenas las 55,927 t, de las cuales 36,588 t correspondieron a Guaymas y 19,339 t a Yavaros. Las especies más abundantes fueron la sardina crinuda con 42.4%, la bocona con 20.8%, la Monterrey con 13.5% y la macarela con 12.4% (**tabla 1**).

En comparación con los dos ciclos anteriores, las capturas de 1992/93 se redujeron en alrededor de 179,000 y 51,000 t, respectivamente (**tabla 1**). Se reflejó nuevamente la poca disponibilidad de sardinas Monterrey y crinuda y, en general, de todas las especies de pelágicos menores. La descarga de crinuda disminuyó en aproximadamente 39,000 t, y la macarela, la bocona y la anchoveta en conjunto disminuyeron casi 14,000 t.

### Temporada 1993/94

La pesquería mostró una recuperación importante en esta temporada (**figura 1**). En Guaymas se descargaron 99,843 t y en Yavaros 38,610 t para un total de a 138,453 t; ello representó un aumento superior al 110% respecto a un año antes (**tabla 1**). Este fenómeno se debió a la disponibilidad de sardina Monterrey, que totalizó 127,500 t, es decir, 120,000 t más que en 1992/93. La captura del resto de las especies se redujo sensiblemente: de sardina crinuda se capturó casi 70% menos, de macarela 50% menos, y del resto se capturó muy poco.

### Temporada 1994/95

De nueva cuenta se observó un importante incremento en la pesquería de pelágicos menores (**figura 1**). En Guaymas se registraron 155,000 t y en Yavaros 50,694 t. La descarga total en Sonora aumentó en 46% en relación al ciclo anterior; en particular la descarga de sardina Monterrey creció en 34% y la de macarela aumentó más de 5 veces (**tabla 1**).

### Temporada 1995/96

En este período continuó el incremento en las capturas, ascendiendo a 225,860 t, 176,306 t descargadas en Guaymas y 49,554 t en Yavaros. La captura de sardina Monterrey incrementó en 15% en relación al ciclo anterior, y la crinuda en 79%, aunque la macarela disminuyó en casi 10 veces (**tabla 1**).

### Tendencia de la captura en los 1990s

Una manera de resumir lo ocurrido en la pesquería en las 5 temporadas analizadas es comparando los incrementos relativos por especie y por puerto de una temporada a la siguiente. Este sencillo análisis (**tabla 2**) muestra, por un lado, que el descenso de la pesquería de 1990/91 a 1991/92 se debió a una caída en 94% de sardina Monterrey y de 32% de sardina crinuda, las dos especies principales de la pesquería. Por otro lado, las tasas negativas de crecimiento de la captura de sardina crinuda de 1990/91 a 1993/94 son indicativas de la escasez de esa especie al inicio de la década. Es también evidente que la recuperación de la pesquería en 1993/94 se debió a la abundancia de sardina Monterrey. Las tasas de captura total muestran que, si bien la pesquería siguió ascendiendo hasta 1995/96, el ritmo de crecimiento se redujo de 148% a 10% por temporada.

Tabla 2. Tasa de cambio anual de pelágicos menores en la descarga de la pesquería del golfo de California. Tasa per cápita (%) =  $(\text{capt } t_2 - \text{capt } t_1) / \text{capt } t_1 * 100$ .

	S.	S. crinuda	Macarela	S. japonesa	Anchoveta	S. bocona	Piña	Revoltura	Total
90/91 a 91/92									
Guaymas	-94	-25	234	-31	-60	608	238	-80	-55
Yavaros	-88	-42	-87	329	IND	-100	-97	-87	-53
Total	-94	-32	50	-4	-60	318	69	-83	-55
91/92 a 92/93									
Guaymas	-33	-65	-68	32	-69	-33	-71	-97	-55
Yavaros	397	-58	474	128	IND	IND	6027	1143	-22
Total	10	-62	-42	64	-69	-31	-15	287	-47
92/93 a 93/94									
Guaymas	2195	-84	-19	-90	-100	-100	-100	-100	173
Yavaros	862	-48	-82	-100	IND	-100	-100	-100	100
Total	1589	-70	-49	-95	-100	-100	-100	-100	148
93/94 a 94/95									
Guaymas	37	175	427	1214	IND	1617	IND	IND	55
Yavaros	38	-34	158	IND	IND	IND	IND	IND	31
Total	37	31	382	1236	IND	1617	IND	IND	49
94/95 a 95/96									
Guaymas	24	49	-96	-92	306	-9	IND	780	13
Yavaros	-12	134	-29	137	IND	IND	150	-42	-2
Total	15	79	-90	-88	306	-9	258	337	10

IND = Indeterminado

Las abundancias relativas de sardinas Monterrey y crinuda en las descargas de la presente década muestran una clara relación inversa (**figura 3 y 4**). También es posible advertir que en Yavaros la sardina crinuda es relativamente más frecuente, situación que se agudizó en el período de 1990 a 1993.

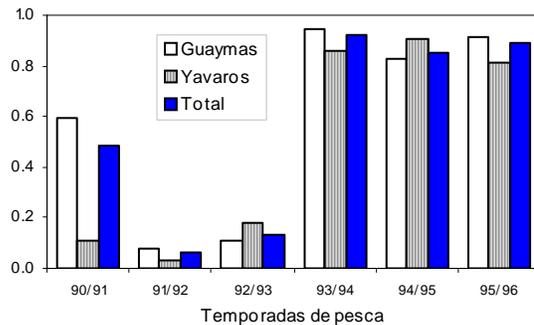


Figura 3. Significancia de la sardina Monterrey en las descargas totales de pelágicos menores del golfo de California.

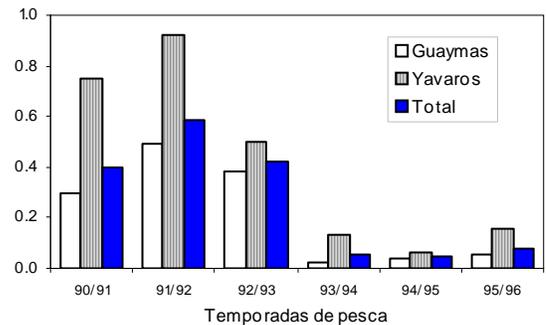


Figura 4. Significancia de la sardina crinuda en las descargas totales de pelágicos menores del golfo de California.

### 3.2. ESFUERZO DE PESCA

#### Temporada 1991/92

En esta temporada operaron en el golfo 50 barcos sardineros; 21 descargaron sólo en Guaymas, 14 en Yavaros y 15 en ambos puertos (**tabla 3**). La eficiencia promedio ( $E\%$ )<sup>4</sup> de la flota de Guaymas fue de 52.4%, mucho mayor que la de Yavaros (33%). El poder de pesca de la flota mostró una relación opuesta a lo anterior: en Guaymas fue de 1.07 y en Yavaros de 1.11 (**tabla 4**). Esto se explica porque la captura promedio por viaje de los barcos de la categoría estándar que descargaron en Yavaros fue menor que la de aquellos barcos de la misma categoría que descargaron en Guaymas. Es por ello que se calculó por separado el poder relativo de pesca para los barcos de ambos puertos.

El esfuerzo de pesca nominal (número de descargas) en Guaymas fue de 1,120 viajes y el esfuerzo de pesca estándar  $f$  de 1,194 viajes. La captura por unidad de esfuerzo estándar  $U$  fue de 68.6 t/viaje. En Yavaros fueron 418 viajes nominales, que equivalen a 490 viajes estándar y una  $U$  de 50.4 t/viaje (**tabla 4**).

Tabla 4. Operación de la flota de pelágicos menores del golfo de California en la década de 1990.

	Barcos activos	Viajes nominales	Eficiencia (%)	Poder de pesca	Viajes efectivos	Toneladas por viaje efectivo
92/93						
Guaymas	21	1,120	52.4	1.07	1,194	68.6
Yavaros	14	418	33.0	1.11	490	50.4
Total	50	1,538	42.7	1.09	1,684	63.3
93/94						
Guaymas	13	435	53.9	1.55	675	54.2
Yavaros	10	347	29.6	1.33	461	41.9
Total	32	782	41.8	1.44	1,136	49.2
94/95						
Guaymas	16	900	72.2	1.46	1,062	94
Yavaros	9	431	51.4	1.46	675	58.3
Total	32	1,331	61.8	1.46	1,737	79.7
95/96						
Guaymas	16	1,404	73.9	1.16	1,632	92.8
Yavaros	4	532	66.8	1.35	528	100.8
Total	29	1,936	70.4	1.26	2,160	95.3
95/96						
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

\* 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.

<sup>4</sup> La eficiencia promedio se calcula como la descarga total dividida entre la capacidad de acarreo (= viajes \* capacidad de bodega).

Tabla 3. Barcos por categoría de bodega por oscuro que participaron durante la temporada de pesca 1991/92, \* Guaymas; \*\* Yavaros; \*\*\* ambos puertos.

Barcos	O s c u r o s										
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
<b>A (10-60 TM)</b>											
SER-MAR			**		**	**	**				
BACATETE		*									
SAN JUAN					**	**					
SENADOR			**	*	*	*	*				
LUEBBERT VII				*	*	*					
<b>B (61-100 TM)</b>											
DELFIN			**	**	**	**					
ROSH II			*	*	*	*	*	*			
<b>C (101-120TM)</b>											
ADMIRALTY			**		**	**	**				
L-VII				*							
TOÑO I						**					
DON QUIRINO PARRA		*	*	*	*	*	*		*	*	
<b>D (121-140TM)</b>											
G-2S		*	*	*	*	*	*	*			
G-4S		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
PM-2S	*	*	***	**	***	*	*	*	*	*	*
PM-1S		*	***	*	*	*	*	*	*		
DP-1S		*	*	*	*	*					
DP-2S		*									
LP-1S	*	*	**	***	**	**	*	*	*		
LP-2S	*	*									
M-2S	*	*	***	*	*	*	*	*	*	*	
IC-3S									*		
PP-1S	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
PP-2S	*	*	*		*	*	*	*			
PP-4S			*	*	*	*	*	*	*		
T-1S			**	**	**	**	**				
T-2S									*		
T-3S			**	**	**	**					
DON JESUS	*	*	***	*	*	*	*	*	*		
LIC. J. ECHANIZ	*	*	***	*	*	*	*	*	*		
DON GUILLERMO		*	***	*							
<b>E (141-160TM)</b>											
DORADO II					**	**					
L. CARDENAS III					*	*	*	*			
UNID. DE LA COSTA			*	*	*	*	*	*			
<b>F (161-180 TM)</b>											
PLAYA CEDEIRA		*	*	*	*						
BARDA III			**	**	**	**					
SARDINA VI	*	*	***	*	***	***	*	*	*	*	*
SARDINA VII		*	***	*	*	*	*	*	*	*	
SARDINA VIII			**	**	**		**				
SARDINA IX	*	*	***	*		*	*	*		*	
DON MANUEL	*	*	*			*	*	*	*	*	*
DON OSCAR		*	*		*	*	*	*	*	*	*
<b>H (201-220 TM)</b>											
PESCADOR I		*	***	*	*	*	*	*	*		
PESCADOR II				*	**	**	**				
PESCADOR III			**	**	**	**					
PESCADOR IV			**	**	**	**	**	**			
PESCADOR V							**	**			
PESCADOR VII		***	*	*	*	*	*	*	*	*	*
MARIOLI	*	*	*		*		*	*			
<b>I (&gt;220TM)</b>											
ZENIT II			**	**	**	**	**	*	*		
ISLA DE CEDROS			**	**		**					

### Temporada 1992/93

En esta temporada registraron descargas 32 barcos, 13 en Guaymas, 10 en Yavaros y 9 en los dos puertos (**tabla 5**). La eficiencia promedio de la flota de Guaymas fue de 53.9% y la de Yavaros de 29.6%. Una situación similar se presentó con el poder de pesca, ya que en Guaymas fue de 1.55 mientras que en Yavaros fue de 1.33. En Guaymas se realizaron 435 descargas, que resultan en 675 viajes estándar, y  $U$  de 54.2 t/viaje. En Yavaros fueron 347 descargas y 461 viajes estándar para una  $U$  de 41.9 t/viaje (**tabla 4**).

### Temporada 1993/94

Durante este ciclo operaron 32 barcos sardineros en el golfo: 16 descargaron en Guaymas, 9 en Yavaros y 7 en ambos puertos (**tabla 6**). El llenado promedio de bodegas de los barcos que descargaron en Guaymas fue de 72.2% y de 51.4% en Yavaros. El poder relativo de pesca fue igual (1.46) para los barcos que descargaron en ambos puertos. En Guaymas se reportaron 900 descargas, que representan 1,062 viajes efectivos de pesca ( $U = 94.01$  t/viaje); en Yavaros las cifras correspondientes fueron 431 y 657 ( $U = 58.3$  t/viaje) (**tabla 4**).

### Temporada 1994/95

El número total de barcos activos en la pesquería en esta temporada fue de 29, de los cuales 16 descargaron sólo en Guaymas, 4 sólo en Yavaros y 9 en ambos puertos (**tabla 7**). En Guaymas se registraron 1,404 viajes de pesca positivos ( $f = 1,632$  viajes estándar,  $U = 92.8$  t/viaje) y en Yavaros 532 ( $f = 528$  viajes estándar,  $U = 100.8$  t/viaje). La eficiencia media de los barcos fue de 73.9% en Guaymas y de 66.8% en Yavaros; el poder relativo de pesca de los barcos que descargaron fue de 1.16 y 1.35, respectivamente (**tabla 4**).

### Temporada 1995/96

En esta temporada pescaron pelágicos menores en el golfo 30 barcos; 20 descargaron en Guaymas, 2 en Yavaros y 8 en los dos puertos (**tabla 8**). En Guaymas se registraron 1,639 descargas ( $f = 1804$  viajes estándar,  $U = 97.7$  t/viaje) y en Yavaros 502 ( $f = 587$  viajes estándar,  $U = 84.4$  t/viaje). El llenado promedio de las bodegas de los barcos con descarga en Guaymas fue de 71.1% y en Yavaros 62.1%; el poder de pesca respectivo fue de 1.13 y 1.38 (**tabla 4**).



Tabla 7. Barcos por categoría de bodega por oscuro que participaron durante la temporada de pesca 1994/95. \* Guaymas; \*\* Yavaros; \*\*\* ambos puertos.

Barco*	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
B (61-100 TM)			**	**	**	**	**	**				
DELFIN												
SENADOR												
C (101-120 TM)			**	**	**	**	**	**	**			*
ADMIRALTY			**	**	**	**	**	**	**			
TORO I												
D (121-140 TM)		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
IC-3S		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
G4-S		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
G-2S		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
PP-2S		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
PM-2S		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
M-2S		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
PP-1S	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
LP-1S		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
DP-3S		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
DP-2S		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
BEATRIZ EUGENIA		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
DON GUILLERMO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
DON JESUS		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
E (141-160 TM)		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
DORADO II		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
F (161-180 TM)		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SARDINA VI		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
DON MANUEL		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SARDINA IX		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SARDINA VI		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SARDINA VI		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
BARDA III		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
DON OSCAR		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
H (201-220 TM)	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
PESCADOR IV	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
PESCADOR V	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
PESCADOR II	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
I (P-220TM)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
ZENITH II	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
ISLA DE CEDROS	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Tabla 8. Barcos por categoría de bodega por oscuro que participaron durante la temporada de pesca 1995/96. \* Guaymas; \*\* Yavaros; \*\*\* ambos puertos.

Barco*	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
A (61-100 TM)			**	**	**	**	**	**				
SEN.MAR												
B (61-100TM)		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
DELFIN												
C (101-120 TM)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
ADMIRALTY	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
TORO I												
D (121-140 TM)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
IC-3S	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
G4-S	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
G3-S	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
G-2S	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
PP-2S	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
PM-2S	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
M-2S	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
PP-1S	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
LP-2S	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
DP-3S	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
DP-1S	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
BEATRIZ EUGENIA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
L.C. JORGE ECHANZ	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
DON GUILLERMO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
DON JESUS	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
F (161-180 TM)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
DON MANUEL	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SARDINA VII	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SARDINA IX	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SARDINA VI	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SARDINA VI	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
MARIA DEL SOCORRO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
BARDA III	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
DON OSCAR	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
H (201-220 TM)	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
PESCADOR IV	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
PESCADOR V	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
PESCADOR II	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
I (P-220TM)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
ZENITH II	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
ISLA DE CEDROS	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

### Tendencia del esfuerzo de pesca en los 1990s

El análisis conjunto de la operación de la flota de pelágicos menores del golfo en la década de 1990 revela un mejor desempeño de los barcos después de la crisis (**tabla 4**). En la temporada 1990/91, con 65 barcos operando, el llenado promedio de los barcos era de menos de la mitad de las bodegas y se capturaban casi 70 t/viaje efectivo. Ambos indicadores disminuyeron gradualmente hasta la temporada 1992/93, cuando se registró el mínimo en las descargas de la presente década. En ese ciclo de la pesquería, 32 barcos capturaron menos de 50 t/viaje con una eficiencia promedio de 42%. A partir de entonces se incrementó notablemente la captura por viaje hasta casi 95 t/viaje y el llenado promedio a 67% con tan sólo 30 barcos en la temporada 1995/96.

### **3.3. MEDIO AMBIENTE**

De acuerdo con información meteorológica correspondiente a la temporada 1991/92 (octubre a septiembre), de noviembre a enero los vientos dominantes con componente norte, favorables para las surgencias en la costa sur de Sonora, fueron débiles (menos de 3 m/s). En el resto de los meses prevalecieron vientos con componente sur, causantes de surgencias en la costa de Baja California, con velocidad media mayor a 3 m/s (**tabla 9**). Durante la temporada 1992/93, los vientos con componente norte se presentaron de octubre a febrero con velocidades mayores de 3 m/s y el resto de los meses dominaron los vientos del sur con fuerza mayor a 3 m/s.

En las temporadas 1993/94, 1994/95 y 1995/96 los vientos con componente norte dominaron de octubre a marzo con velocidades de más de 3 m/s, a excepción de noviembre de 1995 a enero de 1996, en que la velocidad varió entre 2.5 y 2.8 m/s. De abril a septiembre dominaron los vientos con componente sur con velocidades mayores a los 3 m/s.

Tabla 9. Dirección y velocidad de los vientos dominantes (V.D.), temporadas de pesca 1991/92 a 1995/96.

Temporada	91/92		92/93		93/94		94/95		95/96	
Mes	V.D.	Vm (m/s)	V.D.	Vm (m/s)	V.D.	Vm (m/s)	V.D.	Vm (m/s)	V.D.	Vm (m/s)
Oct	SW	3.3	N	3.4	N	3.6	W	3.2	W	3.8
Nov	N	4.5	N	4.2	N	3.5	N	4.2	N	2.8
Dic	N	2.7	NW	4.1	N	3.2	N	3.2	N	2.5
Ene	NW	2.3	NW	3.6	N	3.4	N	3.6	N	2.6
Feb	SW	1.5	N	3.1	N	3.6	N	2.2	N	3.1
Mar	SW	1.6	S	3.8	N	3.3	N	3.2	N	4.1
Abr	SW	3.3	S	3.0	S	3.5	SW	3.6	N - S	3.1 - 5.1
May	S	4.1	S	3.8	SW	3.6	SSW	3.0	SSW	5.0
Jun	S	3.4	S	3.8	SSW	3.5	S-SSW	3.0	SSW - S	5.3 - 4.1
Jul	SSW	4.1	S	4.1	SSW	3.7	SSW-S	3.1	SSW	4.4
Ago	SSW	3.5	S	3.6	SSW	3.6	SSE	3.7	SW-NE	5.0-3.1
Sep	SW-SSW	3.8	S	3.1	--	--	SSW	2.6	SW	4.1

El registro de temperatura superficial del mar indicó oscilaciones interanuales en la media mensual, respecto al promedio histórico de 1952 a 1995 (**tabla 10, figura 5**). Se detectaron anomalías positivas y negativas para el período de 1991 a mediados de 1993, pero de finales de 1993 hasta 1996 predominaron anomalías negativas.

Tabla 10. Temperatura superficial y anomalía del agua de mar, temporadas de pesca 1991/92 a 1995/96.

Temporada	91/92		92/93		93/94		94/95		95/96	
Mes	Temp. (°C)	Anomalía (°C)								
Oct	29.80	2.5	20.10	-7.2	23.60	-3.7	20.50	-6.8	22.80	-4.5
Nov	21.90	-0.1	16.20	-5.8	15.40	-6.6	18.00	-4.0	19.30	-2.7
Dic	16.60	-1.7	15.30	-3.0	12.90	-5.4	15.00	-3.3	17.00	-1.3
Ene	17.10	-0.1	16.70	-0.5	15.70	-1.5	14.90	-2.3	16.80	-0.4
Feb	16.60	-1.6	17.90	-0.3	15.70	-2.5	17.20	-1.0	18.00	-0.2
Mar	17.10	-2.9	21.70	1.7	17.80	-2.2	22.00	2.0	19.00	-1.0
Abr	20.60	-1.6	25.60	3.4	20.10	-2.1	21.20	-1.0	22.00	-0.2
May	28.60	3.3	28.10	2.8	22.70	-2.6	23.10	-2.2	25.80	0.5
Jun	30.10	1.1	29.80	0.8	24.30	-4.7	27.40	-1.6	29.40	0.4
Jul	33.00	1.6	32.30	0.9	24.30	-7.1	26.00	-5.4	30.40	-1.0
Ago	31.90	0.3	31.20	-0.4	24.00	-7.6	26.00	-5.6	31.30	-0.3
Sep	30.50	-0.4	30.60	-0.3	--	--	25.80	-5.1	31.20	0.3

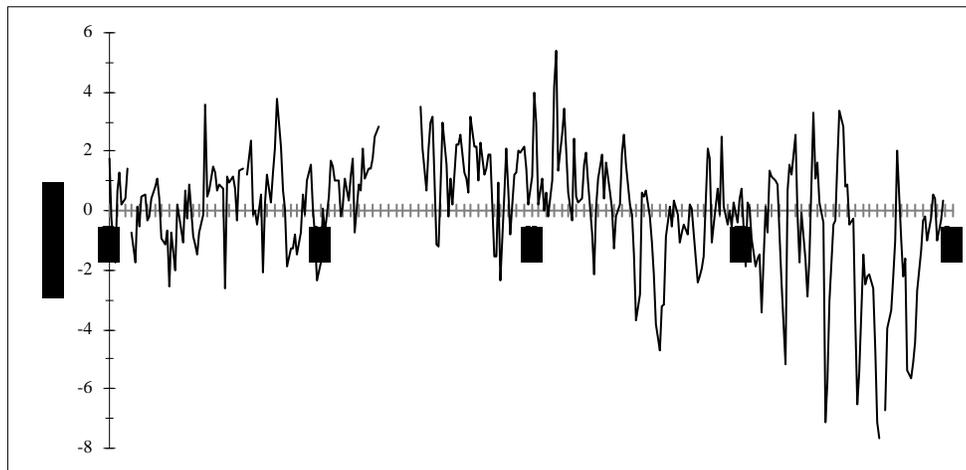


Figura 5. Anomalías de temperatura superficial del agua de mar en Guaymas, con respecto al promedio histórico de 1952 a 1995.

Las imágenes de satélite también revelaron aspectos importantes en la dinámica oceanográfica del golfo. Los patrones de temperatura superficial del agua sugieren que en el período de 1991/92 hubo surgencias (**figura 6a**). En los años siguientes, particularmente en 1994/95 y 1995/96, este tipo de eventos físicos se empezaron a desarrollar en la costa de Sonora y de la península de Baja California (**figuras 6b,c**).

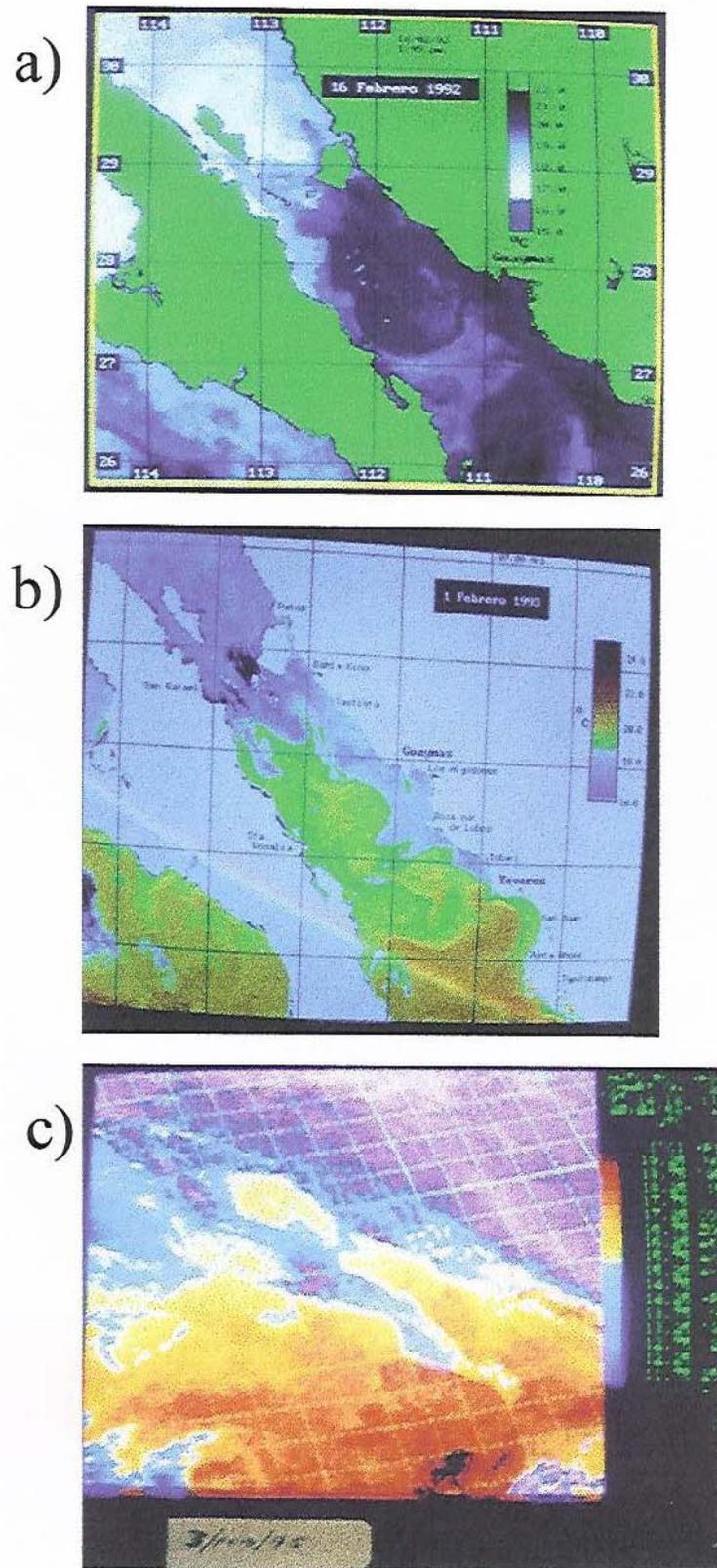


Figura 6. Imágenes de satélite que muestran la temperatura superficial del mar en el golfo de California en invierno (febrero): a) 1992, b) 1993, c) 1995.

### 3.4. ANÁLISIS ESPACIAL DE LAS CAPTURAS COMERCIALES

#### Temporada 1991/92

*Sardina Monterrey*. De acuerdo con los registros de captura comercial, en esta temporada se detectaron diferencias en la distribución de la sardina Monterrey con respecto al patrón normal (**figura 7a**). En otoño, la sardina se pescó en la región de las grandes islas (áreas III y IV; ver **mapa**); en invierno, en la costa de Sonora, desde el norte de Isla Tiburón hasta Guaymas (área VII) y en la costa de Baja California, cerca de Santa Rosalía y Bahía Concepción (área VIII). En primavera se capturó a la especie frente a Guaymas (área VII), cerca de Bahía Kino (área V), al norte de Isla Tiburón (áreas I y III), y hasta el norte de Bahía San Luis Gonzaga (área II). En verano la captura se restringió al canal de Ballenas-Salsipuedes (área IV).

La descripción anterior se puede interpretar como sigue: durante toda la temporada de pesca, parte de la población de sardina Monterrey permaneció en la cintura insular y en primavera se movió más al norte, hasta Bahía San Luis Gonzaga. Es notorio también que, por un lado, el desplazamiento estacional de sur a norte inició más temprano, en primavera, y no en otoño como es común y, por otro lado, la sardina no llegó tan al sur como Agiabampo.

*Sardina crinuda*. La temporada se caracterizó por la amplia distribución de la sardina crinuda (**figura 8a**). En otoño se capturó al norte de Isla Tiburón (área III) y frente a Guaymas, y posteriormente en el canal de Ballenas, frente a Bahía Kino y Tastiota (área V), y al sur de Sonora y norte de Sinaloa (áreas IX y X). En invierno la distribución fue similar a la estación anterior, salvo registros más norteños (áreas I y II), y en Bahía Concepción (área VIII), las áreas de mayores capturas fueron la IV, VII y IX. Al inicio de la primavera se mantuvo el mismo patrón y al final de esa estación sólo se capturó en las áreas III, VII (principalmente) y IX. Durante el verano la principal área de captura fue frente a Guaymas.

#### Temporada 1992/93

*Sardina Monterrey*. La distribución de sardina volvió a reflejar algunas singularidades en esta temporada (**figura 7b**). En otoño las capturas ocurrieron entre Bahía Kino y Agiabampo. En invierno la sardina alcanzó su límite más sureño, frente a Yavaros, y aún en el norte de Sinaloa (áreas IX y X); en esa estación también se capturó sardina Monterrey frente a la península de Baja

Figura 7. Localidades de captura de sardina Monterrey en el golfo de California.

★ = Otoño, ◆ = Invierno, ▣ = Primavera, ● = Verano

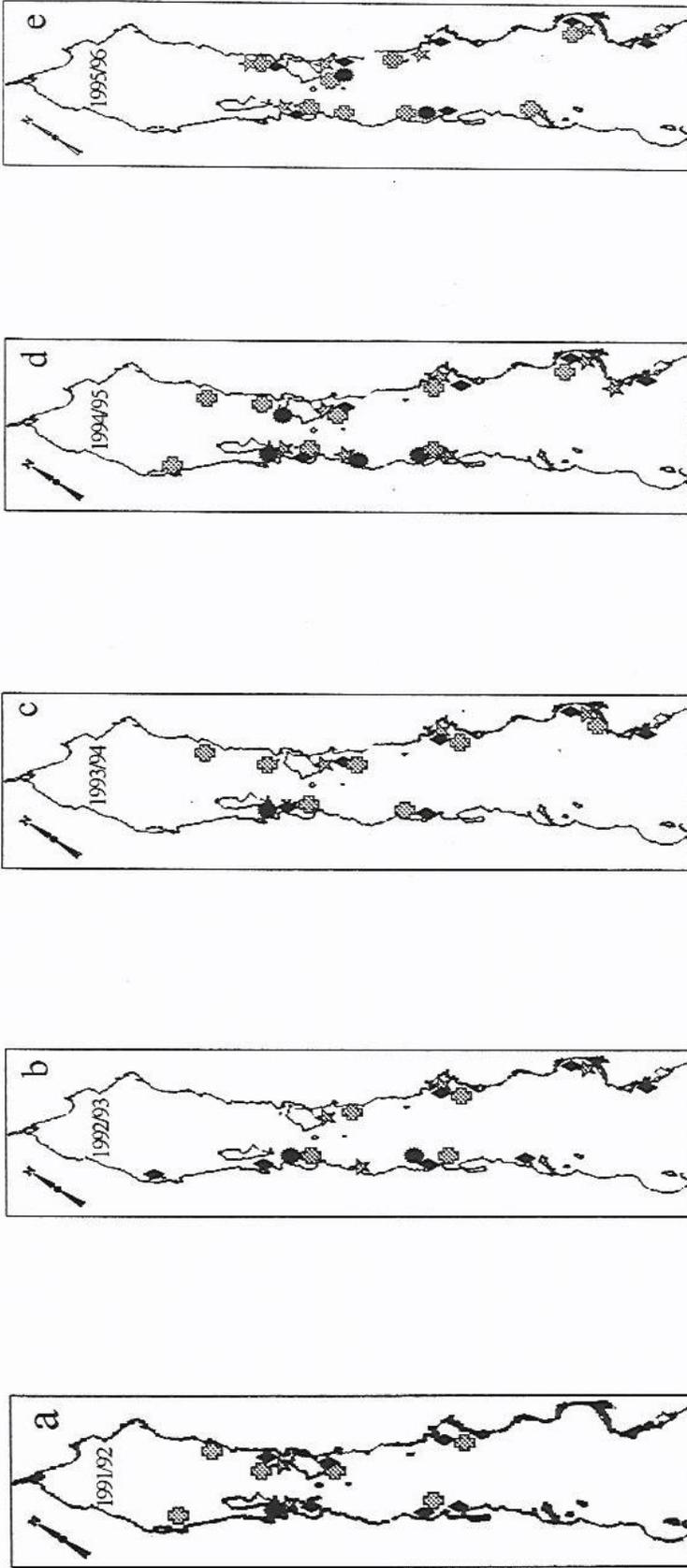
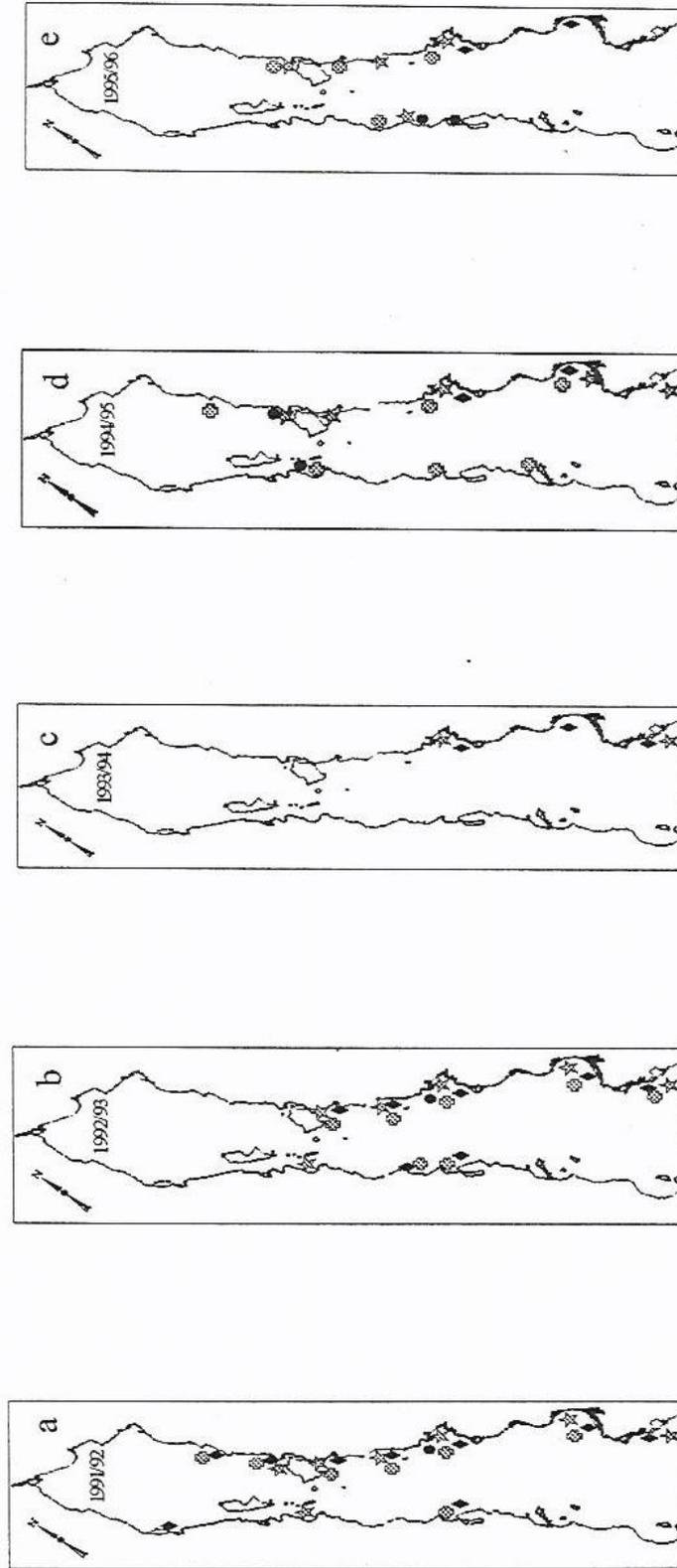


Figura 8. Localidades de captura de sardina crinuda en el golfo de California.

★ = Otoño, ◆ = Invierno, ▣ = Primavera, ● = Verano



California, desde Bahía San Luis Gonzaga hasta Isla del Carmen. En primavera y verano se capturó sardina en el oriente del golfo, entre Bahía Kino y Guaymas, y en el poniente, de Bahía San Rafael a Santa Rosalía. Destaca en esa temporada la constante presencia de sardina Monterrey en el canal de Ballenas. También se pudo inferir un temprano inicio del desplazamiento norte a sur, y un inicio tardío del movimiento en sentido inverso.

*Sardina crinuda*. La distribución de esta especie fue más restringida en relación al ciclo anterior (**figura 8b**). En otoño se capturó desde Bahía Kino hasta el norte de Sinaloa, además del canal de Ballenas. En invierno la distribución fue parecida al otoño, con la diferencia de registros adicionales frente a Santa Rosalía y Bahía Concepción. Al inicio de la primavera se mantuvo el patrón, pero al final las capturas se restringieron a las áreas X y VIII. En verano, igual al año anterior, se capturó a esta especie sólo frente a Guaymas.

#### Temporada 1993/94

*Sardina Monterrey*. En esa temporada el movimiento aparente de la sardina mostró una tendencia a la normalidad (**figura 7c**). Del final del otoño a la primera mitad de la primavera las capturas de sardina se realizaron de Bahía Kino a Agiabampo, con registros también cerca de Santa Rosalía en enero y abril. Al final de la primavera se capturó principalmente en la región de las grandes islas, y en verano en el canal de Ballenas. Se pudiera concluir que en esa temporada el grueso de la población realizó su movimiento siguiendo la costa de Sonora, y por la península de Baja California, hasta Santa Rosalía.

*Sardina crinuda*. La extensión espacial y temporal de esta especie se contrajo en comparación con los dos ciclos anteriores (**figura 8c**). En otoño se capturó primordialmente frente a Guaymas y en la costa norte de Sinaloa. Al inicio del invierno se registraron capturas en las áreas IX y X, y al final de la estación en las áreas VII y IX.

#### Temporada 1994/95

*Sardina Monterrey*. En esa temporada continuó la tendencia a la normalidad de la distribución de sardina (**figura 7d**). A principios del otoño la sardina se concentró en el canal de Ballenas, y posteriormente, hasta final del invierno, de Bahía Kino a Agiabampo. Al iniciar la primavera, de nuevo se capturó esta especie en el canal de Ballenas. Al final de la primavera e inicio del verano

se capturó principalmente al norte de Isla Tiburón (área III) y en el canal de Ballenas. El resto del verano las capturas se realizaron casi completamente en la área de Santa Rosalía.

*Sardina crinuda*. En este ciclo se volvió a extender la distribución espacial y temporal de esta especie (**figura 8d**). A mediados del otoño las capturas se realizaron entre Bahía Kino y Guaymas, con pocos registros al norte de Isla Tiburón y en Agiabampo. Al final de esa estación se capturó desde Bahía Kino hasta el norte de Sinaloa. En invierno y al inicio de la primavera las capturas más importantes ocurrieron de Guaymas a Agiabampo. Al final de la primavera se capturó en varias zonas: Cabo Lobos (área I), San Rafael, frente a Santa Rosalía, y cerca de Isla del Carmen (área XI). Al inicio del verano se registraron capturas en las zonas de Isla Patos y Bahía San Rafael.

#### Temporada 1995/96

*Sardina Monterrey*. La distribución de sardina observada en el ciclo anterior se repitió en el presente, pero con algunas diferencias (**figura 7e**). En otoño la sardina fue capturada sobretudo en la región de las grandes islas, al final de esta estación entre Bahía Kino y Agiabampo, y en invierno sólo disminuyó la captura en la región de las Islas. Al inicio de la primavera las capturas se realizaron en ambas costas del golfo al norte de Guaymas y Santa Rosalía. Al final de la primavera y en el verano se capturó casi exclusivamente en la área de Santa Rosalía. Sobresalió la gran cantidad de sardina capturada frente a Santa Rosalía hacia el final de la temporada. Esto ya había ocurrido, con menor intensidad, durante el ciclo anterior.

*Sardina crinuda*. En esta temporada también se detectó una distribución temporal amplia de crinuda (**figura 8e**). Al inicio del otoño se capturó principalmente cerca de Guaymas y también en la zona de Isla Patos. Hacia la mitad del otoño fueron más frecuentes las capturas frente a Santa Rosalía, y al final de esa estación en la zona de Tastiota. En invierno las capturas se hicieron sobre todo frente a Yavaros y en menor proporción frente a Guaymas. Al inicio de la primavera se capturó entre Bahía Kino y Guaymas y al norte de Santa Rosalía (área VI); al final de la estación fue en Bahía Kino y en la zona de Isla Patos. En verano sólo hubo capturas en la zona de Santa Rosalía y Bahía Concepción.

### Resto de las especies (1991/92-1995/96)

*Macarela*. La distribución de esta especie fue más amplia que la de japonesa, sobre todo en primavera. Otoño: Cabo Lobos, Isla Patos, y de Bahía Kino hasta Agiabampo, además del sur de canal de Ballenas. Invierno: desde Bahía Kino hasta el norte de Sinaloa, y en el canal de Ballenas y frente a Bahía Concepción. Primavera: Puerto Lobos, Guaymas y norte de Sinaloa, y Bahía San Luis Gonzaga, San Rafael, y Bahía Concepción. Verano: Isla Patos y Bahía San Rafael, Santa Rosalía y fuera de Bahía Concepción.

*Sardina japonesa*. Durante este período se observó el siguiente patrón general de distribución espacial de las capturas de japonesa en las cinco temporadas que nos ocupan. Otoño: en la costa de Sonora, desde el norte de Isla Tiburón hasta frente a Yavaros. Invierno: en el canal de Ballenas, y desde Bahía Kino hasta el sur de Sonora, además de en la boca de Bahía Concepción. Primavera: igual a la estación anterior, además de al norte de Isla Tiburón. Verano: alrededor de Isla Patos, sur del canal de Ballenas y Bahía Concepción.

*Anchoveta*. Las capturas de anchoveta se han realizado desde finales del otoño (diciembre) hasta mediados de la primavera (mayo). Las zonas de pesca son: canal de Ballenas, Bahía Kino y Guaymas, y con menor frecuencia frente a Bahía Concepción.

### Relación entre vientos y temperatura con la distribución del recurso

El análisis conjunto de indicadores ambientales y captura comercial permite hacer algunas interpretaciones respecto a la influencia del medio ambiente en la distribución espacial de los pelágicos menores. En primera instancia hay una coincidencia entre falta de surgencias debido a vientos débiles del norte y escasez de sardina Monterrey en la temporada 1991/92. En verano de las temporadas 1994/95 y 1995/96 coinciden fuertes vientos del sur con surgencias en la costa frente a Santa Rosalía, y capturas sostenidas.

### 3.5. COMPOSICIÓN POR TAMAÑOS DE LAS ESPECIES EN LA CAPTURA

#### Temporada 1991/92

*Sardina Monterrey*. La especie presentó tallas de 118-218 mm, con 30% de organismos menores a 150 mm (talla mínima legal). Las tallas promedio más pequeñas se registraron en febrero y abril (área VIII), con 137.1 y 143.6 mm, respectivamente, y las mayores (>170 mm) en la área II de abril a junio. La longitud patrón promedio para la temporada fue de 157.7 mm, un poco mayor que la correspondiente a la temporada anterior (**tabla 11**).

*Sardina crinuda*. Las tallas registradas en la temporada fueron de 88 a 218 mm, con la mayor parte de individuos capturados (72%) por abajo de la talla mínima legal (170 mm LP) y, por consiguiente, los promedios mensuales no superaron la talla reglamentaria. La talla media más pequeña se observó en julio (141.2 mm), cuando también se capturó la mayor proporción de juveniles. El promedio general para la temporada fue de 162.4 mm, menor al de la temporada pasada (**tabla 11**).

Tabla 11. Tallas promedio (LP) de captura de pelágicos menores del golfo de California, temporadas de pesca 1990/91 a 1995/96.

Temporada	S. Monterrey	S. c rinuda	Macarela	S. japonesa	Anchoveta	S. bocona	Piña
90/91	152.5	166.0	206.8	199.1	85.5	132.3	---
91/92	157.7	162.4	210.4	185.2	100.5	136.0	170.6
92/93	152.3	159.4	203.3	182.4	109.2	112.8	---
93/94	158.9	163.4	213.9	---	---	---	---
94/95	161.4	171.7	230.1	187.6	84.0	---	---
95/96	162.4	172.8	247.0	191.6	96.9	114.3	---

#### Temporada 1992/93

*Sardina Monterrey*. En esta temporada los organismos capturados tuvieron tallas de 118-188 mm, con 45% menores a 150 mm. Las sardinas más pequeñas se registraron en noviembre (área III), diciembre (área VII), junio (área IV) y julio (área VIII), con promedios de 139.7 a 148.7 mm. Las capturadas en los meses restantes tuvieron talla de 156.5 a 162.3 mm. La longitud promedio de temporada fue de 152.3 mm, menor a la de las dos temporadas pasadas (**tabla 11**).

*Sardina crinuda*. De manera similar a la temporada pasada, se registró una gran proporción (81%) de sardina crinuda menor a la talla mínima legal. Las longitudes medias mensuales variaron de

152.1 a 163.5 mm. La talla promedio para la temporada de 159.4 mm, menor a las de dos temporadas pasadas (**tabla 11**). Con datos de esa temporada (Nevárez-Martínez et al. 1993), se estableció una talla mínima de captura de 160 mm LP (Diario Oficial de la Federación, diciembre 31 de 1993), anulando la anterior de 170 mm LP.

#### Temporada 1993/94

*Sardina Monterrey*. Las tallas registradas fueron de 108 a 188 mm, con 36% de sardinas menores a 150 mm. En noviembre y diciembre (áreas VII y IX) se presentaron los porcentajes más altos de individuos de talla pequeña (142.0 y 145.5 mm, respectivamente). Los valores para los oscuros restantes fueron de 153.2 a 169.7 mm. La talla promedio para la temporada fue de 159.0 mm, mayor a la registrada en las últimas tres temporadas (**tabla 11**).

*Sardina crinuda*. Durante esta temporada se registraron tallas de 88 a 198 mm, con el 35% menores a la talla reglamentaria (160 mm). Las longitudes medias mensuales fluctuaron entre 148.2 y 175.7 mm. La talla promedio total para la temporada fue de 163.4 mm, mayor a las tres temporadas anteriores (**tabla 11**).

#### Temporada 1994/95

*Sardina Monterrey*. El intervalo de tallas fue de 108 a 203 mm, con 23% de sardinas por abajo de la talla mínima legal. Las menores tallas se registraron en diciembre y enero, de sardina capturada en las áreas VII y IX, con promedio de 144.3 y 147.7 mm, mientras que en la mayoría de los meses restantes las sardinas capturadas fueron grandes (> 165 mm). La talla media para la temporada fue de 161.4 mm, continuando así con tendencia creciente (**tabla 11**).

*Sardina crinuda*. La longitud de la sardina crinuda muestreada osciló entre 143 y 203 mm, con 11% menores a 160 mm. Las medias mensuales estuvieron alrededor de 169 mm, a excepción de diciembre, cuando fue de 178.5 mm. La talla promedio de la temporada fue de 171.65 mm, mucho mayor que en las últimas cuatro temporadas (**tabla 11**).

#### Temporada 1995/96

*Sardina Monterrey*. El tamaño varió entre 93 y 203 mm y los organismos menores a 150 mm representaron el 20% del total capturado. En noviembre y diciembre, principalmente en las áreas

V y VII, las tallas fueron ligeramente por abajo de 150 mm. En el resto de la temporada se pescó sardina grande, de 155.6 a 175.6 mm. La talla promedio general fue de 162.4 mm, la mayor de las últimas seis temporadas (**tabla 11**).

*Sardina crinuda*. El intervalo de tamaño fue de 133 a 203 mm, con 10% menores a 160 mm. En cuatro de los cinco oscuros se registraron tallas promedio cercanas a los 175 mm. La longitud patrón media para la temporada fue de 172.8 mm, la mayor de todo el período analizado. con lo cual continúa la tendencia creciente de las últimas temporadas (**tabla 11**).

#### Tendencia general de la estructura de tamaños

*Sardina Monterrey*. En la distribución de frecuencias de tallas mensual de sardina Monterrey se aprecian diferencias marcadas entre los períodos 1991/92-1992/93 y 1993/94-1995/96 (**figura 9**). En el primer período predominaron distribuciones unimodales, con variación interanual y desplazamiento de las modas hacia tallas menores en lugar de lo opuesto. De 1993 a 1996 se observó un claro corrimiento: de alrededor de 140 mm al inicio de la temporada, la moda se desplazó hasta 168 mm a mitad de la misma. Cabe señalar que la pesca de juveniles en verano se reflejó en la estructura de tallas. En las últimas dos temporadas analizadas se observan dos ó tres grupos de edad, característico de una estructura poblacional normal en ésta pesquería.

*Sardina crinuda*. La distribución mensual de frecuencias de tallas de sardina crinuda (**figura 10**) mostró importantes variaciones interanuales. La moda principal en casi todo el período de estudio fue de 168 mm, salvo en la última temporada, cuando se registró la talla modal más alta (183 mm), misma que luego se desplazó hacia tallas menores. Las distribuciones con varios grupos de edad fueron más frecuentes en las temporadas 1992/93 y 1993/94, cuando se capturó gran proporción de sardina chica.

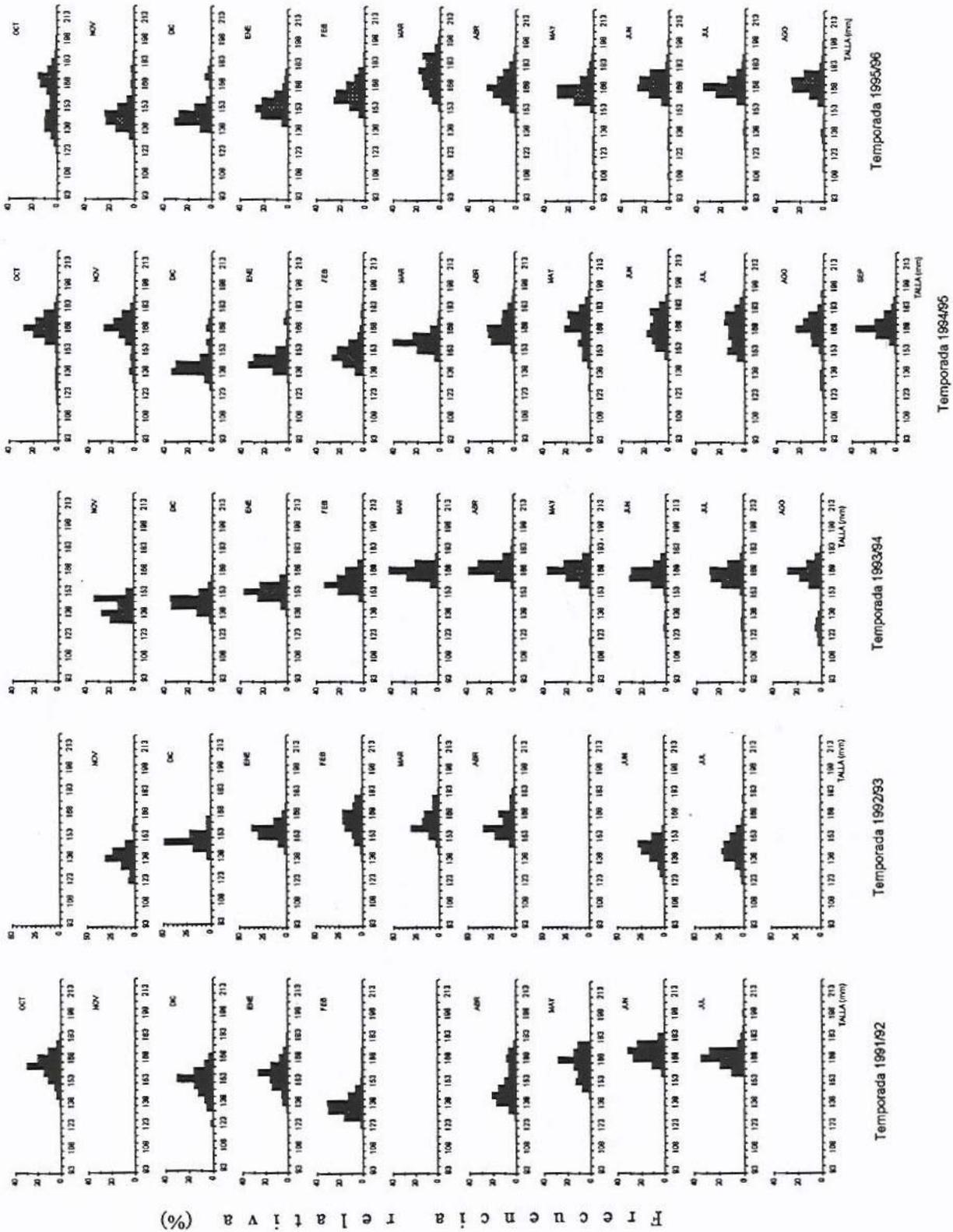


Figura. 9. Distribución mensual de frecuencia de tallas de sardina Monterrey, temporadas de pesca 1991/92 a 1995/96.

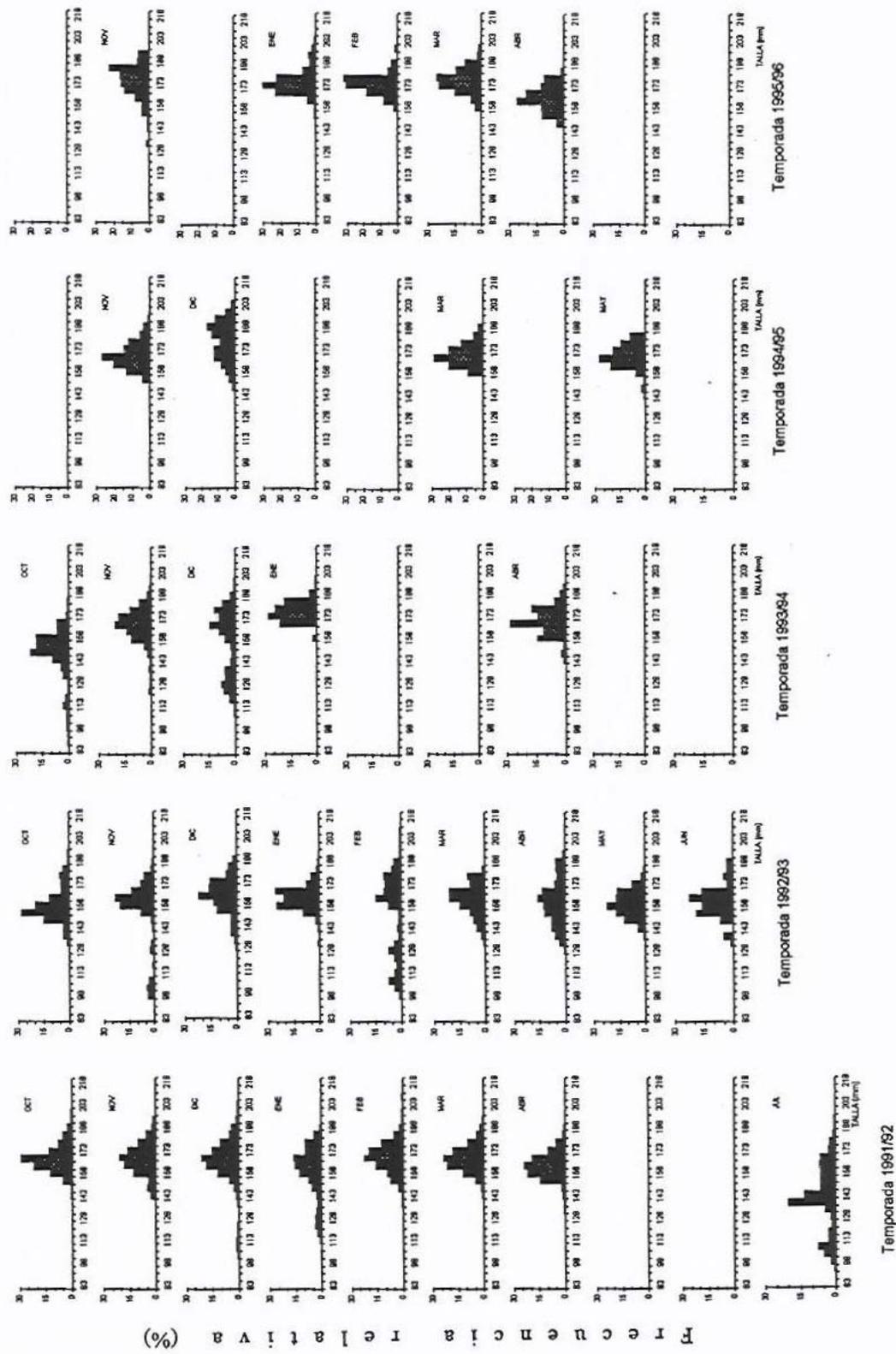


Figura 10. Distribución mensual de frecuencia de tallas de sardina crinuda, temporadas de pesca 1991/92 a 1995/96.

*Macarela*. Las tallas fueron de 143 a 258 mm en 1991/92, con promedio general de 210.4 mm (**tabla 11**). En 1992/93 se amplió el rango (123-313 mm), para una media total de 203 mm. En 1993/94 se capturaron individuos de 173 a 298 mm, con promedio de 213.9 mm. En esas tres temporadas las tallas chicas fueron características, sobre todo en 1992/93, con medias mensuales de 166 y 172.3 mm. En 1994/95 y 1995/96 las macarelas capturadas fueron grandes, con tallas promedio de 230.1 y 247.0 mm, respectivamente. El rango de tallas pasó de 153 a 273 mm y de 218 a 273 mm de una temporada a otra y todas las medias mensuales fueron mayores a 217 mm. La distribución de tallas mensuales de (**figura 11**) presentó gran variabilidad interanual, pero con corrimientos modales como se esperaría, notorio en particular cuando se tuvo mayor continuidad.

*Sardina japonesa*. Para esta sardina se cuenta con información parcial, ya que lo escaso de sus capturas limita el monitoreo, sobre todo en las temporadas recientes (**figura 12, tabla 11**). Durante 1991/92 y 1992/93 se registró un intervalo de tallas similar (138 a 223-243 mm), con longitud media de 185.2 y 182.4 mm, respectivamente. La información más completa se tuvo en 1992/93 y fue entonces más evidente la diferencia de tallas mensuales: la menor talla promedio se registró en marzo (162.3 mm) y la mayor en diciembre (193.5 mm). En las siguientes tres temporadas, la sardina japonesa fue escasamente capturada, por lo que únicamente se tuvieron muestreos en diciembre (1994/95) y marzo (1995/96) con tallas promedio de 187.6 y 191.6 mm.

*Anchoveta*. En la temporada 1991/92 se contó con información de cuatro meses (**figura 13, tabla 11**). El análisis conjunto revela una composición uniforme de tallas, con rango de 78 a 128 mm; la longitud media total fue de 100.5 mm. En 1992/93 el rango de tallas fue similar al observado en la anterior temporada, aunque sólo se contó con muestras en abril (117.0 mm) y junio (99.8 mm). En 1994/95 sólo se capturó en mayo, y principalmente juveniles (84.0 mm): más del 80% menores a la talla mínima legal (100 mm LP). En 1995/96 se observó una distribución uniforme de tallas de noviembre a enero (83 a 118 mm); en marzo y abril se presentó una composición similar, pero con un rango más amplio (73 - 118 mm). La talla media total fue de 96.9 mm.

*Sardina Bocona*. Esta especie es escasamente capturada, por lo que la estructura de talla registrada es mínima (**figura 14a**). La longitud patrón media estimada por temporada es: 136 mm (1991/92), 112.8 mm (1992/93) y 114.3 mm (1995/96).

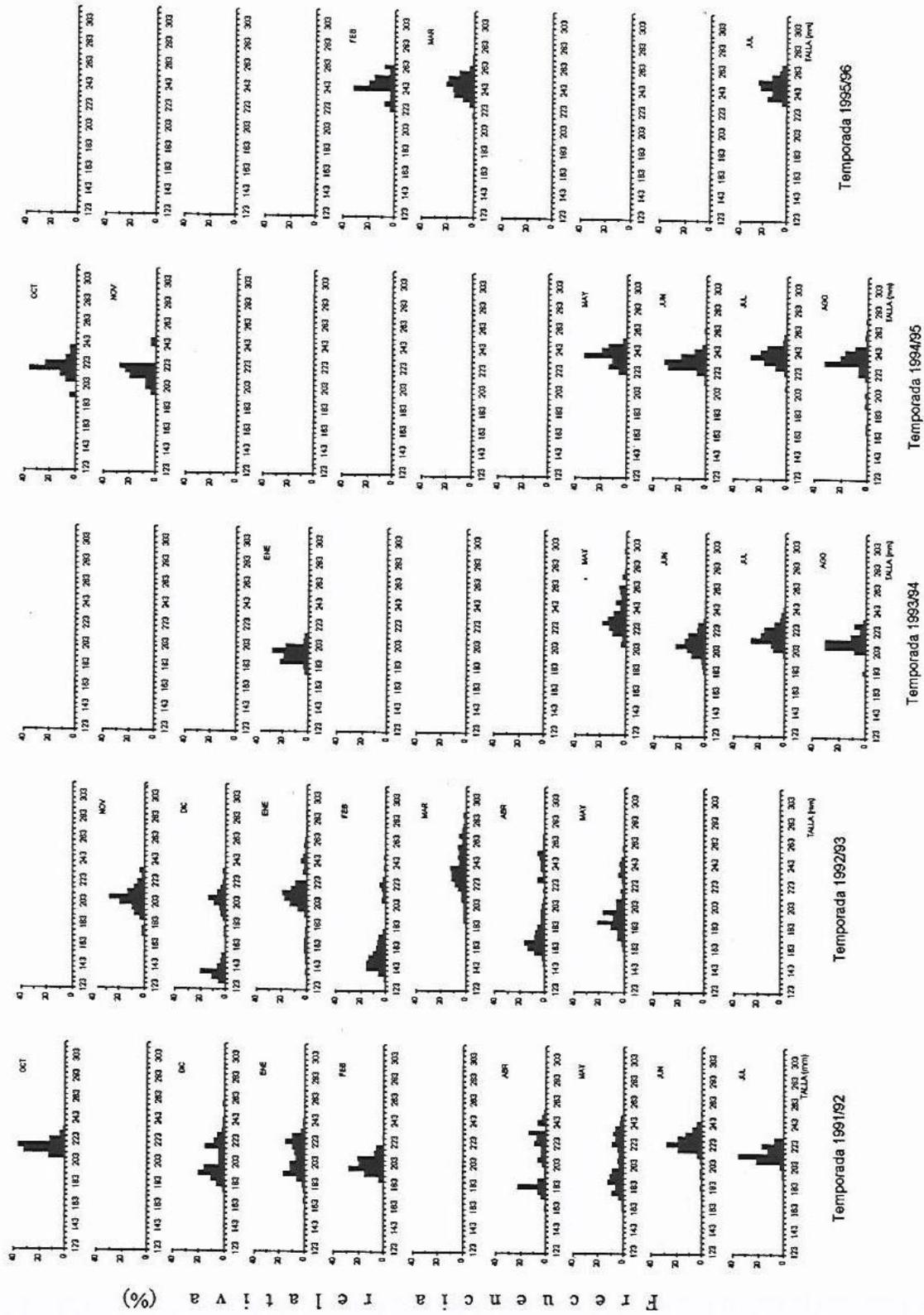


Figura 11. Distribución mensual de frecuencia de tallas de macarela, temporadas de pesca 1991/92 a 1995/96.

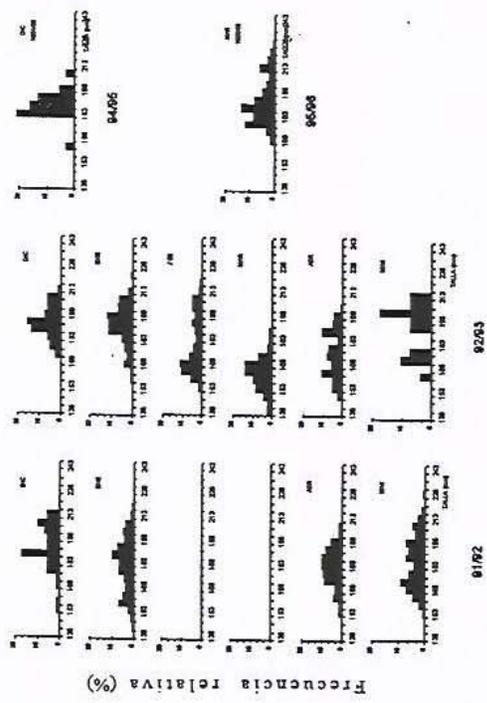


Figura 12. Distribución mensual de frecuencia de tallas de sardina japonesa, temporadas de pesca 1991/92 a 1995/96.

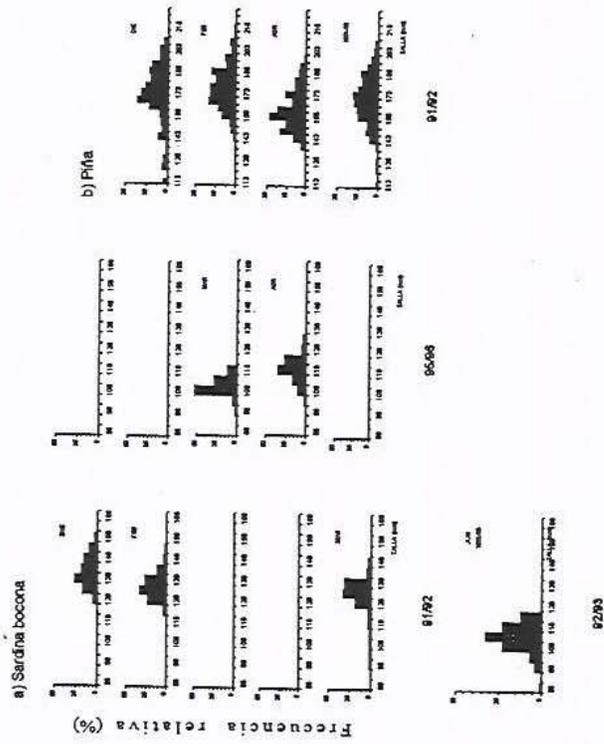


Figura 14. Distribución mensual de frecuencia de tallas de sardina bocona (a) y piña (b) temporadas de pesca 1991/92 a 1995/96.

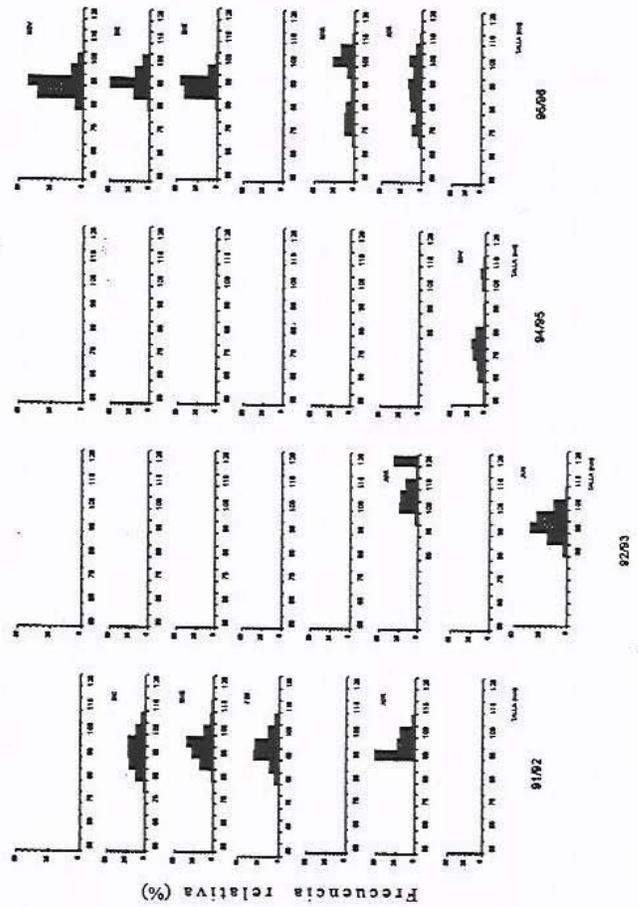


Figura 13. Distribución mensual de frecuencia de tallas de anchoveta, temporadas de pesca 1991/92 a 1995/96.

*Sardina piña*. Sólo en 1991/92 (diciembre, febrero y abril) hubo muestras de esta especie (**figura 14b**). El intervalo de tallas de captura fue de 112 a 228 mm, con longitud patrón total de 170.6 mm.

### 3.6. REPRODUCCIÓN

#### Temporada 1991/92

*Sardina Monterrey*. A diferencia de la temporada anterior (1990/91), cuando el desove ocurrió en enero y febrero (Nevárez-Martínez et al. 1993), la reproducción se registró desde finales de otoño a primavera, con máximo en diciembre - febrero (**figura 15a**), y un pequeño pulso de primavera (abril). Las hembras en desove (estadío IV) se capturaron de diciembre a abril, con los mayores porcentajes en diciembre (88%) y febrero (86%). Las hembras desovadas (estadío V) se presentaron de diciembre a mayo, con máxima frecuencia en abril y mayo (> 45%). Las principales áreas de reproducción fueron la VII (Guaymas) y la VIII (I. San Marcos - B. Concepción), y en menor grado las áreas IV (Canal de Ballenas - Salsipuedes) y II (B. San Luis Gonzaga). La razón mensual de sexos y proporción de hembras se muestra en la **tabla 12** y **figura 16**; la razón total para la temporada fue de 1.10 machos por cada hembra, con una proporción de hembras de 48%. La talla crítica fue de 152.6 mm, menor a la estimada en la temporada anterior, y por abajo de la talla promedio (**figura 17**, **tabla 13**).

Tabla 12. Razón de macho por cada hembra, por oscuro, de sardina Monterrey temporadas de pesca 1991/92 a 1995/96.

Oscuro	T e m p o r a d a				
	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96
Oct	1.25	---	---	0.94	0.84
Nov	---	1.50	1.14	1.11	1.22
Dic	0.88	0.29	0.72	0.80	1.02
Ene	1.42	0.99	0.76	0.80	0.81
Feb	1.71	1.00	0.58	1.04	0.69
Mar	---	0.52	0.45	1.16	1.01
Abr	0.85	1.67	0.99	---	0.99
May	0.58	---	0.85	1.19	1.04
Jun	1.11	0.69	0.77	0.89	0.97
Jul	1.00	0.85	0.81	0.92	0.89
Ago	---	---	0.65	0.98	0.58
Sep	---	---	---	0.99	---
Promedio	1.10	0.94	0.77	0.98	0.91

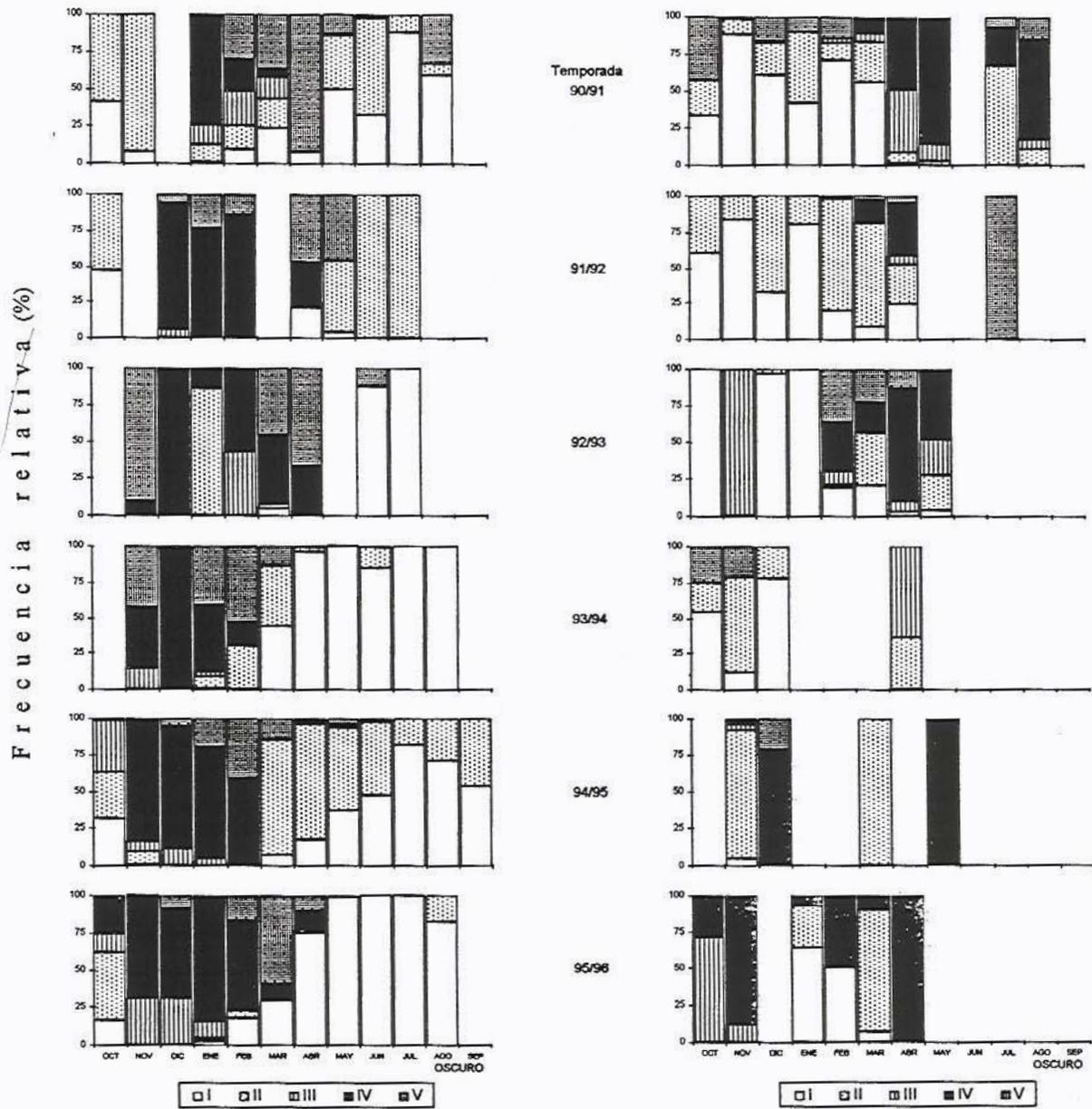


Figura 15. Madurez gonádica mensual de sardina Monterrey (a) y sardina crinuda (b), temporadas de pesca 1991/1992 a 1995/96.

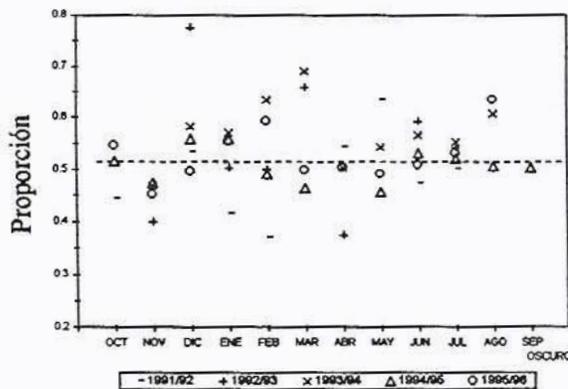


Figura 16. Proporción mensual de hembras de sardina Monterrey, temporadas de pesca 1991/92 a 1995/96.

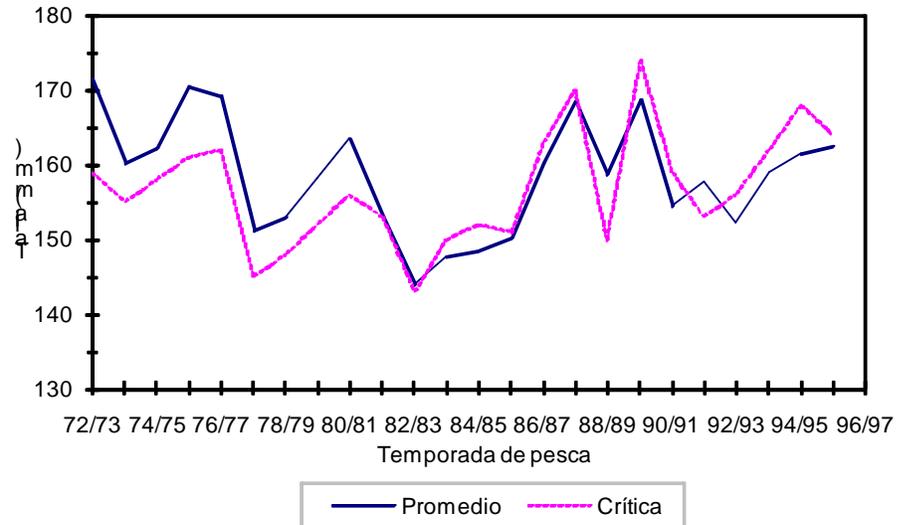


Figura 17. Talla promedio de captura y talla crítica de sardina Monterrey, temporadas de pesca 1992/73 a 1995/96.

Tabla 13. Talla promedio de captura y talla crítica de sardina Monterrey, sardina crinuda y anchoveta, temporadas de pesca 1992/73 a 1995/96.

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	---	165	112	---
86/87	160	163	---	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

\* talla crítica estimada a partir de muestreos biológicos de cruceros de pesca exploratoria realizados en la temporada 1992/93 (Nevárez-Martínez *et al.*, 1993).

*Sardina crinuda*. La actividad reproductiva de esta especie inició, de forma incipiente, en invierno y finalizó en verano (**figura 15b**), de manera similar a la temporada anterior. Las hembras en desove (IV) se observaron en febrero (2%), para incrementarse en los dos oscuros siguientes hasta 36%. No obstante que se careció de información en mayo y junio, se considera que el desove se prolongó hasta estos oscuros, al registrarse en julio la totalidad de las hembras desovadas (V). La principal zona de desove fue la costa sur de Sonora, de Guaymas a Topolobampo (áreas VII, IX y X). La razón mensual de sexos se muestra en la **tabla 14**, la total fue de 1.11 machos por cada hembra, con una proporción de 0.47 hembras (47%). La talla crítica fue de 170.9 mm, mayor a la talla promedio y a la talla crítica del año anterior (**tabla 13**).

Tabla 14. Razón de macho por cada hembra, por oscuro, de sardina crinuda temporadas de pesca 1991/92 a 1995/96.

Oscuro	T e m p o r a d a				
	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96
Oct	1.36	4.00	1.05	---	0.29
Nov	0.75	3.75	1.26	0.26	1.23
Dic	1.42	0.99	0.82	1.07	---
Ene	1.50	1.17	---	---	0.50
Feb	0.88	0.47	---	---	1.08
Mar	0.88	0.48	---	0.77	0.91
Abr	0.91	0.71	0.82	---	0.71
May	---	---	---	1.70	---
Jun	---	1.17	---	---	---
Jul	1.17	---	---	---	---
Ago	---	---	---	---	---
Sep	---	---	---	---	---
Promedio	1.11	1.59	0.99	0.95	0.79

### Temporada 1992/93

*Sardina Monterrey*. En esta temporada se presentó un ligero adelanto en la reproducción, con respecto a las dos anteriores temporadas, ya que se detectaron hembras en desove y un alto porcentaje ya desovadas en noviembre (**figura 15a**). Las hembras en desove se registraron de noviembre a abril, con la mayor proporción en diciembre (100%). El estadio V presentó su más alto porcentaje en noviembre (90%) y su mínimo en enero - febrero (< 3%), para volver a incrementarse en marzo - abril con porcentajes mayores al 45% y de 12.5% en junio. Esto último puede considerarse como evidencia de la prolongación del desove hasta fines de la primavera. Las áreas de reproducción fueron la VII (Guaymas), VIII (I. San Marcos - B. Concepción) y la IX

(Yavaros). De manera similar a la temporada pasada se detectaron hembras en desove al Noroeste del golfo (áreas II y IV) aunque en menor proporción, en tanto se observa un corrimiento espacial hacia el sur de la costa de Sonora, que es lo típico. La razón total de sexos fue de 0.94:1.0 (macho:hembra) que representan el 52% de hembras, los estimados mensuales se presenta en la **tabla 12** y **figura 16**. La talla crítica fue de 155.6 mm, mayor a la estimada en la anterior temporada, y mayor a la talla promedio (**figura 17, tabla 13**).

*Sardina crinuda*. La reproducción incluyó invierno y primavera, con máximo en abril (**figura 15b**), muy similar a lo observado en la temporada anterior. En noviembre, el 100% de las hembras se encontraban en estadio III. Las hembras en desove se presentaron de febrero a mayo, con 20-78%, con el máximo en abril. El estadio V se registró de febrero a abril con valores menores a 36%. La principal zona de reproducción fue, igual que la temporada pasada, la costa sur de Sonora (Guaymas - Topolobampo). La razón total de machos por cada hembra fue de 1.59, ó sea una proporción de 39% hembras, los valores mensuales se muestran en la **tabla 14**. La talla crítica fue de 166.8 mm, menor a la anterior temporada y mayor a la talla promedio (**tabla 13**).

#### Temporada 1993/94

*Sardina Monterrey*. Al igual que en la temporada pasada, en noviembre se registró a gran parte de las hembras en desove y desovadas: el proceso reproductivo inició en otoño y finalizó en invierno, con máximo en diciembre (**figura 15a**). No se detectó claramente el pulso de primavera como ocurrió en las dos temporadas previas. Las hembras en IV se presentaron de noviembre a febrero, con máximo en diciembre (98%) y mínimo en febrero (17%). El estadio V abarcó principalmente de noviembre a marzo, con 2 a 43%. Se detectaron pocas hembras desovadas de abril a junio (< 1%), pero no es seguro considerar una prolongación del evento. El desove ocurrió básicamente en las áreas VII y IX, lo que indica que se limitó aún más la reproducción a las costas sureñas de sonora en comparación con las pasadas temporadas, cuando la sardina desovó también en la costa oriental de Baja California (áreas II, IV y VIII). La razón de sexos y proporción de hembras por oscuro se muestra en la **tabla 12** y **figura 16**, el promedio para la temporada fue de 0.77:1.0 (macho:hembra), con una proporción de 56% hembras. La talla crítica fue de 161.7 mm, mayor a la estimada en las tres anteriores temporadas y mayor a la talla promedio de captura (**figura 17, tabla 13**).

*Sardina crinuda*. En datos de cuatro oscuros se aprecia que los estadíos predominantes fueron I (octubre y diciembre), II (noviembre) y III (abril), y sólo en octubre (25%) y noviembre (20%) se presentaron hembras desovadas (**figura 15b**), en las áreas V, VII y IX. La razón de sexos fue 0.99 machos por cada hembra, lo que representa una proporción de sexos similar, los valores mensuales se muestran en la **tabla 14**. La talla crítica fue de 174.8 mm, mayor a las anteriormente reportadas y más grande que la talla promedio (**tabla 13**).

#### Temporada 1994/95

*Sardina Monterrey*. El período reproductivo se presentó de finales del otoño a inicios de la primavera, con máximo en noviembre - enero (**figura 15a**). Aunque se prolongó un poco la reproducción, son pocas las hembras en desove y desovadas en marzo y abril en comparación con las temporadas 1991/92 y 1992/93. Las hembras en desove se observaron de octubre a abril, con los mayores porcentajes de noviembre a enero. La costa de Sonora fue la principal zona de reproducción (áreas V, VII y IX), y en menor grado las áreas III y IV. La razón de sexos fue de 0.98 machos por hembra, la **tabla 12** y **figura 16** muestra los valores mensuales. La talla crítica fue de 168.4 mm, la mayor en los últimos cinco años, y mayor a la talla promedio (**figura 17**, **tabla 13**).

*Sardina crinuda*. Sólo se contó con información biológica de cuatro oscuros. Los estadíos I y III se presentaron escasamente (< 5%) en noviembre; el estadío II en noviembre y marzo (> 87%); las hembras en desove en noviembre (4%) diciembre (77%) y mayo (100%), y el estadío V en diciembre (21%) (**figura 15b**). La razón de sexos fue de 0.95:1.0 (machos:hembra), con una proporción muy similar, la **tabla 14** muestra los valores mensuales. La talla crítica fue de 175.7 mm, la mayor estimación registrada, y fue mayor a la talla promedio (**tabla 13**).

#### Temporada 1995/96

*Sardina Monterrey*. El período reproductivo se registró de otoño a primavera, con máximo en enero (**figura 15a**). Las hembras en desarrollo aparecieron a partir de abril (> 75%), y el estadío III de octubre a abril (> 30%). La mayor proporción de hembras en desove ocurrió de noviembre a febrero (> 60%). Las principales áreas de reproducción fueron la VII, IX, V y III (costa de Sonora, de El Desemboque a Agiabampo). También se detectó escasa actividad reproductiva en las áreas IV y X (Pta. Ahome, Sin.). La razón de sexos fue de 0.91 machos por hembra, la razón y



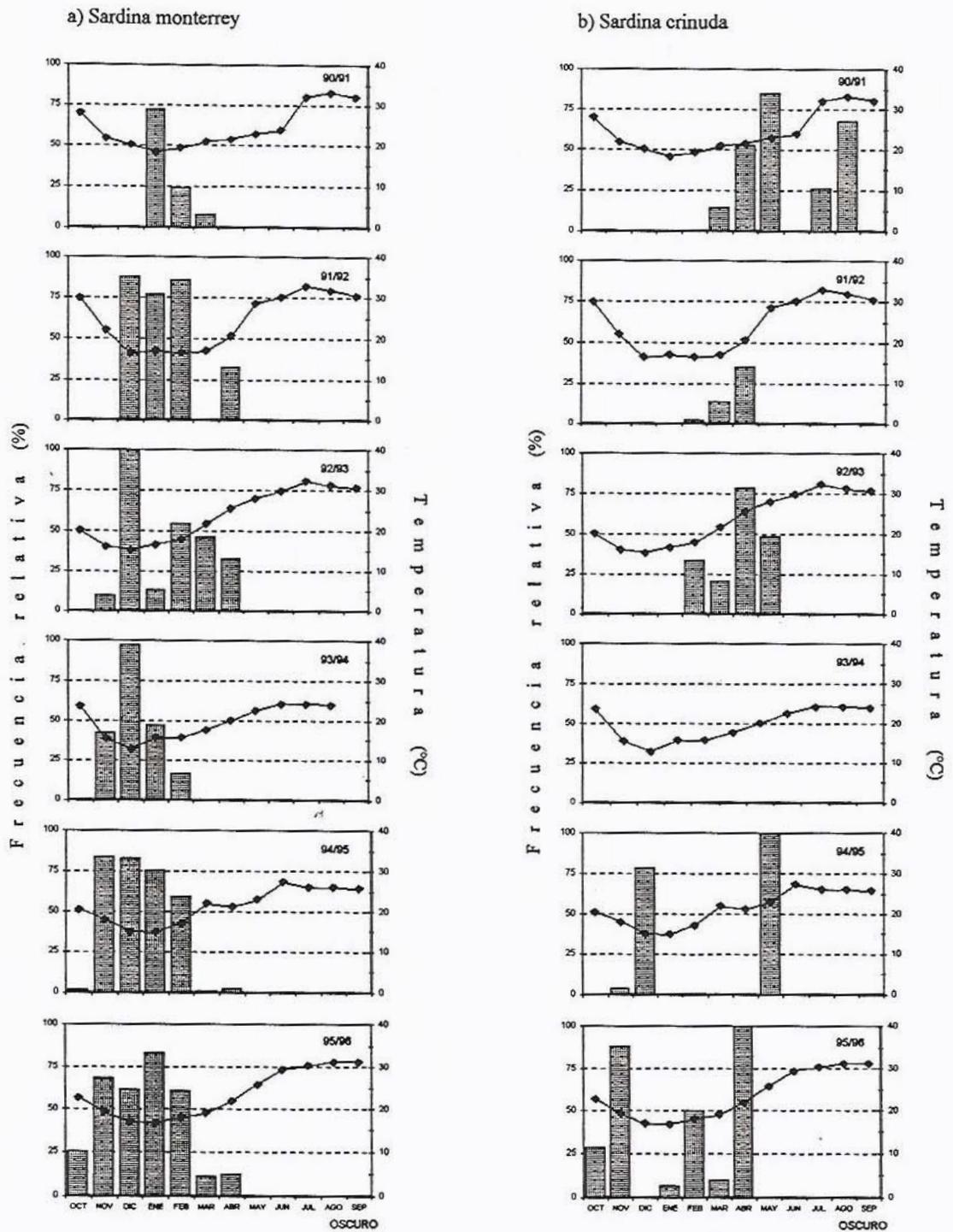


Figura 18. Frecuencia relativa mensual de hembras en desove de sardina Monterrey (a) y sardina crinuda (b), y promedio mensual de la temperatura superficial del mar, temporadas de pesca 1990/91 a 1995/96.

En las temporadas analizadas el desove ocurrió en aguas con temperaturas de 12.9 a 25.6°C, pero con mayor proporción en aguas de menos de 20°C (**figura 18a**). En particular, en 1991/92, con un evento de El Niño, se registró el agua de mar más cálida y disminución de surgencias en la costa de Sonora, área típica de reproducción, lo que ocasionó cambios espaciales en el comportamiento reproductivo. En ese período se presentaron desoves en el noroeste del golfo, tal vez en busca de condiciones más adecuadas (aguas frescas). Aunque muy moderadamente esta tendencia también se presentó en 1992/93.

*Sardina crinuda*. El período de máxima reproducción en 1991/92 y 1992/93 fue similar a lo reportado anteriormente, pero en las siguientes temporadas se detectaron alteraciones significativas del patrón estacional. Los altos porcentajes de hembras en actividad reproductiva en otoño e invierno pueden representar un adelanto considerable del proceso. No es clara la causa de este comportamiento, y no hay evidencia de estar ligado con la temperatura superficial del mar, ya que el desove ocurrió en un intervalo amplio (15 a 28°C), que se incrementa al considerar la temporada 1990/91 (hasta 33.6°C). Al parecer los máximos están asociados a 20-25°C, aunque hubo desoves en más del 50% de las hembras en temperaturas fuera de este intervalo (**figura 18b**).

#### Resto de las especies

*Macarela*. En 1991/92 la reproducción se detectó del final de otoño a primavera (**figura 19a**), coincidiendo con lo encontrado en temporadas anteriores (Estrada et al. 1986, Cisneros-Mata et al. 1991, Nevárez-Martínez et al. 1993). La principal área de desove fue la VII y escasamente las III y V. En 1992/93 la información estuvo limitada a cinco oscuros. Las hembras en desove se presentaron de enero a abril y, con excepción de marzo (72%), no sobrepasaron el 20%. El desove ocurrió en las áreas VII, VIII y IX. Para 1993/94 sólo se contó con muestreos de cuatro oscuros, dos evidenciaron actividad reproductiva: enero con 60% de las hembras en desove y 40% desovadas, y mayo con 100% desovadas. El desove se realizó principalmente en la área VII. En 1994/95 también se tuvo información limitada. La reproducción inició en noviembre con registro del estadio IV (60%) y V (40%), y terminó en mayo con 100% de las hembras desovadas. En noviembre la macarela estuvo localizada en la área IV y en mayo en la III. En 1995/96 se tuvo información en cuatro oscuros, tres con registro de actividad reproductiva:

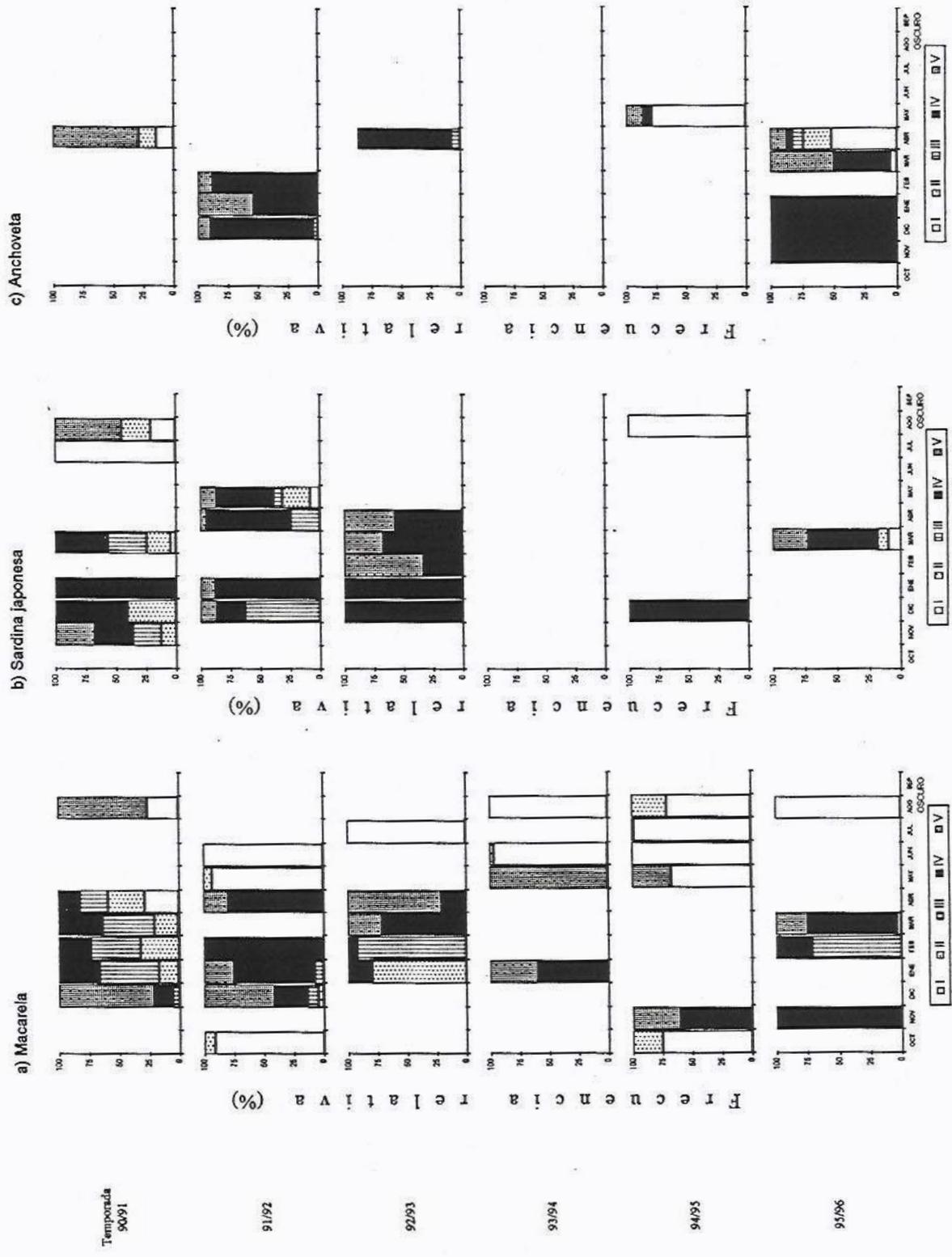


Figura 19. Madurez gonádica mensual de macarela (a), sardina japonesa (b) y anchoveta (c), temporadas de pesca 1991/1992 a 1995/96.

noviembre con 100% en IV, febrero con 29% en IV y 71% en III y marzo con 71% en IV y 26% en V. Las áreas de desove fueron la VII y la IX. La razón y proporción de sexos de la especie, por temporada, se muestra en la **tabla 16**.

Tabla 16. Razón de sexos (macho:hembra) de macarela, sardina japonesa y anchoveta, temporadas de pesca 1991/92 a 1995/96.

Temporada	Macarela	S. japonesa	Anchoveta
91/92	1.13 : 1.0	1.02 : 1.0	1.05 : 1.0
92/93	0.83 : 1.0	1.34 : 1.0	0.07 : 1.0
93/94	0.67 : 1.0	---	---
94/95	0.80 : 1.0	0.52 : 1.0	0.36 : 1.0
95/96	0.96 : 1.0	0.72 : 1.0	0.55 : 1.0

*Sardina japonesa*. Durante 1991/92 la reproducción se presentó en otoño - primavera, con máximo en enero (**figura 19b**). Las hembras en desove fueron más comunes en enero (88%) y abril (70%) y las desovadas no pasaron del 14%. La actividad reproductiva se realizó principalmente en la área VII, y en menor proporción en las VIII y IX. En 1992/93 se registró actividad reproductiva en todos los oscuros muestreados, con 100% de las hembras en IV en diciembre y enero, y el resto con de 33 - 67% ; las hembras desovadas se observaron en febrero - abril (> 30%) y el desove se realizó en las áreas VIII, IX y V. En las siguientes temporadas fueron bajas las capturas de esta especie y escasa la información; sólo se tuvo registro para diciembre (100% de las hembras en IV) y agosto (100% en I) de la temporada 1994/95, y en marzo (área VII) de la temporada 1995/96, con 55% en IV, el 27% en V y el 9% en I y en II. La razón y proporción de sexos de la especie, por temporada, se muestra en la **tabla 16**.

*Anchoveta*. Para 1991/92 sólo se contó con información de diciembre, enero y febrero. La mayor parte de las hembras (> 53%) estuvieron en desove y en menor proporción (10 - 46%) desovadas; únicamente en diciembre se presentó el estadio III (2%) (**figura 19c**). La área de pesca fue la VII. Durante 1992/93 se tuvo información biológica para el mes de abril, del área IX. El 90% de las hembras se encontraron en desove. En 1994/95 se contó con información de mayo (área de pesca VII), con hembras en desove (7%) y desovadas (14%). En 1995/96 se tuvieron muestreos de cinco oscuros, todos con hembras en desove (noviembre - diciembre el 100%, marzo 46% y abril 4%) en la área VII. La razón y proporción de sexos de la especie, por temporada, se muestra en la **tabla**

16. La talla crítica para 1991/92 fue de 107.6 mm, y en 1995/96 de 113.1 mm, mayores a la obtenida en 1990/91 y a las respectivas tallas promedio (**tabla 13**).

### 3.7. CRECIMIENTO INDIVIDUAL Y PATRÓN DE RECLUTAMIENTO ESTACIONAL

#### Temporada 1991/92

*Sardina Monterrey*. Para estimar los parámetros de crecimiento individual de esta especie se analizaron los datos de dos períodos similares entre sí. El siguiente cuadro muestra los valores estimados, el mes de máximo reclutamiento ( $R$ ), basado en cierto número de meses ( $N$ ) cada temporada:

Temporada	$K$	$L_{\infty}$	$t_0$	$W_{\infty}$	$a (*10^5)$	$b$	$R(\%)$	$N$
91/92 - 92/93	0.54	247.0	-0.30	277.3	0.7805	3.1557	Jul, 23.6	11
93/94 - 94/95	0.54	246.0	-0.30	285.7	0.4206	3.2727	Ago, 20.8	11

En el período 1991/93 se presentaron dos pulsos de reclutamiento, el más importante centrado en julio y otro menor centrado en noviembre - diciembre. En el período 1993/96 hubo un sólo pulso de reclutamiento que abarcó casi todo el año, centrado en agosto. Las tallas más pequeñas registradas en las capturas fueron de 118 mm (1991/93) y 93 mm (1993/96); con las ecuaciones de crecimiento de cada período se calculó que la edad de reclutamiento pesquero de la sardina Monterrey en el período 1991/93 fue de 0.9 años y en 1993/96 de 0.6 años.

*Sardina crinuda*. Los datos de sardina crinuda fueron analizados para cada temporada. El coeficiente de crecimiento ( $K$ ), la longitud infinita, el parámetro de ajuste ( $t_0$ ), el mes de máximo reclutamiento ( $R$ ), basado en cierto número de meses ( $N$ ) cada temporada, se muestran en el siguiente cuadro:

Temporada	$K$	$L_{\infty}$	$t_0$	$W_{\infty}$	$a (*10^5)$	$b$	$R(\%)$	$N$
91/92	0.65	245.5	-0.139	267.0	5.1860	2.8082	Mar, 18.8	8
92/93	0.35	240.0	-0.267	262.7	6.6148	2.7724	Mar, 23.1	9
93/94	0.55	240.0	-0.167	300.7	0.8972	3.1616	Dic, 15.2	5
94/95	0.65	240.0	-0.140	272.7	5.3515	2.8179	Jun, 14.5	4
95/96	0.40	240.0	-0.232	289.4	6.4634	2.7943	Ene, 19.2	5

*Macarela*. Para esta especie también se analizaron los datos agrupados en dos períodos. Los valores estimados de los parámetros fueron los siguientes:

Temporada	$K$	$L_{\infty}$	$t_0$	$W_{\infty}$	$a (*10^5)$	$b$	$R(\%)$	$N$
91/92 - 92/93	0.58	316.0	-0.261	474.14	5.300	2.781	Abr, 21.4	11
93/94 - 94/95	0.54	316.0	-0.281	526.13	4.646	2.822	Oct, 14.52	11

En 1991/93 se presentaron dos pulsos de reclutamiento, el mayor centrado en abril y otro en julio y agosto. En 1993/96 también se detectaron dos pulsos, centrados en junio y octubre. Las macarelas más pequeñas en la captura fueron de 120 mm (1991/93) y 150 mm (1993/96); las edades calculadas de reclutamiento son de 0.6 años y de 0.9 años, respectivamente.

*Sardina japonesa*. En el período de análisis considerado hubo pocos muestreos de sardina japonesa y se agruparon los datos de las cinco temporadas ( $N = 12$  meses). Los parámetros del modelo de crecimiento individual son:  $K = 0.8/\text{año}$ ,  $L_{\infty} = 246$  mm,  $t_0 = -0.112$  años,  $W_{\infty} = 298.7$  gr, los coeficientes de la relación longitud - peso fueron:  $a = 0.4172 * 10^{-5}$ , y  $b = 3.2797$ .

*Anchoveta*. Para esta especie se analizaron datos de tres temporadas, calculando los parámetros en cada una, pero también para todo el período:

Temporada	$K$	$L_{\infty}$	$t_0$	$W_{\infty}$	$a (*10^5)$	$b$	$R(\%)$	$N$
91/92	0.50	150.0	-0.210	30.0	1.7720	2.8625	May, 16.0	4
92/93	0.86	150.0	-0.119	30.0	1.7720	2.8625	N.D.	2
95/96	0.80	150.0	-0.129	40.2	0.6024	3.1358	Dic, 28.4	5
91/96	0.75	160.0	-0.135	36.1	1.7720	2.8625	Ene, 19.2	11

*Sardina bocona*. La disponibilidad de muestras de esta especie fue realmente pobre en las cinco temporadas, y se optó por hacer un análisis conjunto de los datos para obtener lo siguiente:  $K = 0.45/\text{año}$ ,  $L_{\infty} = 180$  mm, y  $t_0 = -0.222$  años ( $N = 6$  meses).

### 3.8. MORTALIDAD

*Sardina Monterrey*. Para estimar la tasa de mortalidad natural de esta especie se utilizó una temperatura media de 21.5 °C para el período 1991/93 (Cisneros-Mata et al. 1989) y de 20 °C para

1993/96. Las estimaciones de  $M$ ,  $Z$ ,  $F$ ,  $E$  y  $L_c$  para ambos períodos se presentan en el siguiente cuadro.

Temporada	$M/año$	$Z_{BH}$	$Z_{CC}$	$F_{BH}$	$F_{CC}$	$E_{BH}$	$E_{CC}$	$L_c(mm)$
91/92 - 92/93	0.632	4.16	5.47	3.53	4.84	0.85	0.88	150.3
93/94 - 95/96	0.621	3.41	4.72	2.80	4.11	0.82	0.87	155.5

*Sardina crinuda*. Para estimar la tasa intrínseca de mortalidad natural anualizada ( $M$ ) se consideró una temperatura media de 26°C. Para estimar la tasa de mortalidad total ( $Z$ ) se utilizó el método de Beverton y Holt basado en la talla promedio de los organismos reclutados ( $L_{med}$ ), la talla de reclutamiento pesquero ( $L'$ ) y la talla media de captura ( $L_{prom}$ ):

Temporada	$M/año$	$L_{med}$	$L'$	$L_{prom}$	$Z_{BH}$
91/92	0.83	168.8	155	155.5	3.6
92/93	0.55	161.6	153	152.5	3.2
93/94	0.74	171.0	165	160.3	6.3
94/95	0.83	176.1	165	171.6	3.7
95/96	0.61	176.2	173	178.6	7.9

*Macarela*. En el siguiente cuadro se presentan los valores de  $M$ ,  $Z$ ,  $F$  y  $E$ , así como la talla de primera captura para ambos períodos.

Temporada	$M/año$	$Z_{BH}$	$Z_{CC}$	$F_{BH}$	$F_{CC}$	$E_{BH}$	$E_{CC}$	$L_c(mm)$
91/92 - 92/93	0.62	2.75	2.95	2.13	2.33	0.77	0.79	109.4
93/94 - 95/96	0.59	2.22	3.25	1.63	2.66	0.73	0.82	217.2

*Sardina japonesa*. Para estimar la mortalidad natural de esta especie se consideró una temperatura media del hábitat de 22 °C y, en vista de la escasez de muestreos, se agruparon los datos de las cinco temporadas ( $N = 12$  meses). El valor calculado de la tasa de mortalidad natural fue 0.85/año y de la mortalidad total 4.26/año (método de Beverton y Holt, con  $L_{med} = 195.2$  mm,  $L' = 190$  mm, y  $L_{prom} = 185.1$  mm).

*Anchoveta*. Para esta especie se asumió una temperatura media de 22 °C en la estimación de  $M$  y se utilizó el método de curva de captura para calcular la tasa de mortalidad total:

Temporada	$M$	$Z$	$N$
91/92	0.70	5.4	4
92/93	1.00	4.8	2
95/96	0.95	5.5	5

*Sardina bocona*. Como ya se mencionó, se agruparon datos de seis meses de muestreo del período 1991/96. Para estimar  $M$  ( $= 0.45/\text{año}$ ) se consideró una temperatura promedio del hábitat de 26 °C y se usó también la curva de captura por longitudes para estimar  $Z$  ( $= 2.1/\text{año}$ ).

### 3.9. BIOMASA Y RENDIMIENTO.

*Sardina Monterrey*. De acuerdo con los resultados del análisis de cohortes, para el período 1991/93, la mortalidad por pesca y la tasa de explotación fueron altas ( $F > 1$  y  $E > 0.5$ ) a partir del intervalo de talla 136-140 mm (**tabla 17**). La mortalidad por pesca y la tasa de explotación actuales (promedios ponderados por los números virtuales por intervalo de talla) fueron de  $F_{\text{actual}} = 1.39/\text{año}$  y  $E_{\text{actual}} = 0.69/\text{año}$ . El rendimiento promedio del período fue de 7,297 t, con biomasa media anual de 3,472 t. El reclutamiento promedio anual fue del orden de 159 millones de organismos.

Para el período 1993/96 las mortalidades por pesca y las tasas de explotación fueron altas a partir de 141-145 mm (**tabla 18**). Las  $F_{\text{actual}}$  y  $E_{\text{actual}}$  fueron 0.7/año y 0.53/año. El rendimiento y la biomasa media en este período fueron de 160,548 t y 100,261 t, mientras que el reclutamiento promedio anual estimado fue de 3,956 millones de organismos.

Los resultados de la simulación del rendimiento y la biomasa media por período se muestran en las **figuras 20a,b**. El eje horizontal indica la  $F$ , relativa a la  $F_{\text{actual}}$ , que se representa por 1 (v.g., Cisneros-Mata et al. 1990). El análisis sugiere que el rendimiento máximo sostenible ( $RMS$ ) en el primer período era de 7,590 t y en el segundo de 168,040 t, que requerirían de una disminución del 50% de la mortalidad por pesca en ambos períodos. La biomasa media asociada a cada uno de esos  $RMS$  fue de 5,258 t y 134,779 t que, con respecto a la biomasa media sin explotación ( $B_v$ ), representan alrededor de 18.3% y 22.8%, respectivamente (**figuras 20a,b**). Esos estimados son alrededor de 5.8 y 6.2% más altos que la biomasa media actual para los períodos de 1991/93 y 1993/96, respectivamente.

Tabla 17. Análisis de cohortes por tallas de sardina Monterrey, período 91/93.  
Nt es el número estimado de individuos en el mar.

Intervalo de talla (mm)		Captura (núm. de individuos)	Nt (núm. de individuos)	F (anual)	E= F/Z (anual)
116	120	132,114	159,374,844	0.0147	0.0227
121	125	637,016	153,564,548	0.0709	0.1009
126	130	1,753,705	147,249,381	0.1963	0.2370
131	135	4,365,165	139,848,961	0.4981	0.4408
136	140	9,216,388	129,945,292	1.1058	0.6363
141	145	11,085,474	115,461,221	1.4487	0.6963
146	150	14,387,140	99,539,723	2.1335	0.7715
151	155	16,267,030	80,890,749	2.9121	0.8217
156	160	16,445,577	61,093,343	3.8437	0.8588
161	165	12,960,826	41,943,702	4.2711	0.8711
166	170	11,858,031	27,065,048	6.1869	0.9073
171	175	6,958,024	13,995,704	6.8551	0.9156
176	180	4,243,039	6,396,190	9.6419	0.9385
181	185	1,582,464	1,875,031	13.2552	0.9545
186	190	65,960	217,117	2.9773	0.8249
191	195	15,283	137,156	0.8988	0.5872
196	200	14,122	111,127	0.9422	0.5985
201	205	35,512	87,533	3.2063	0.8353
206	210	1	45,022	0.0001	0.0002
211	215	15,283	39,924	2.3426	0.7875
216	220	10,259	20,518	0.6320	0.5000

Tabla 18. Análisis de cohortes por tallas de sardina Monterrey, período 93/96.  
Nt es el número estimado de individuos en el mar.

Intervalo de talla (mm)		Captura (núm. de individuos)	Nt (núm. de individuos)	F (anual)	E= F/Z (anual)
91	95	85,575	3,955,947,979	0.0005	0.0007
96	100	205,886	3,840,363,375	0.0011	0.0018
101	105	1,206,331	3,724,304,249	0.0064	0.0103
106	110	2,837,135	3,606,894,739	0.0149	0.0238
111	115	2,569,351	3,487,533,467	0.0135	0.0215
116	120	5,972,470	3,368,128,643	0.0312	0.0485
121	125	7,672,503	3,245,051,423	0.0400	0.0614
126	130	16,165,129	3,120,085,253	0.0843	0.1211
131	135	30,305,601	2,986,622,314	0.1587	0.2059
136	140	118,285,990	2,839,460,895	0.6335	0.5086
141	145	207,967,048	2,606,898,369	1.1814	0.6587
146	150	246,807,184	2,291,195,761	1.5422	0.7159
151	155	216,355,298	1,946,445,007	1.5148	0.7122
156	160	290,782,091	1,642,680,906	2.3697	0.7947
161	165	333,540,033	1,276,800,209	3.4661	0.8499
166	170	406,800,812	884,367,957	6.5019	0.9140
171	175	213,650,179	439,276,444	6.5632	0.9147
176	180	115,139,937	205,703,905	7.4218	0.9238
181	185	45,913,081	81,069,608	7.0117	0.9197
186	190	21,321,274	31,149,134	8.5546	0.9332
191	195	5,518,836	8,302,529	7.5092	0.9246
196	200	1,851,473	2,333,911	9.0644	0.9368
201	205	178,716	357,432	0.6120	0.5000

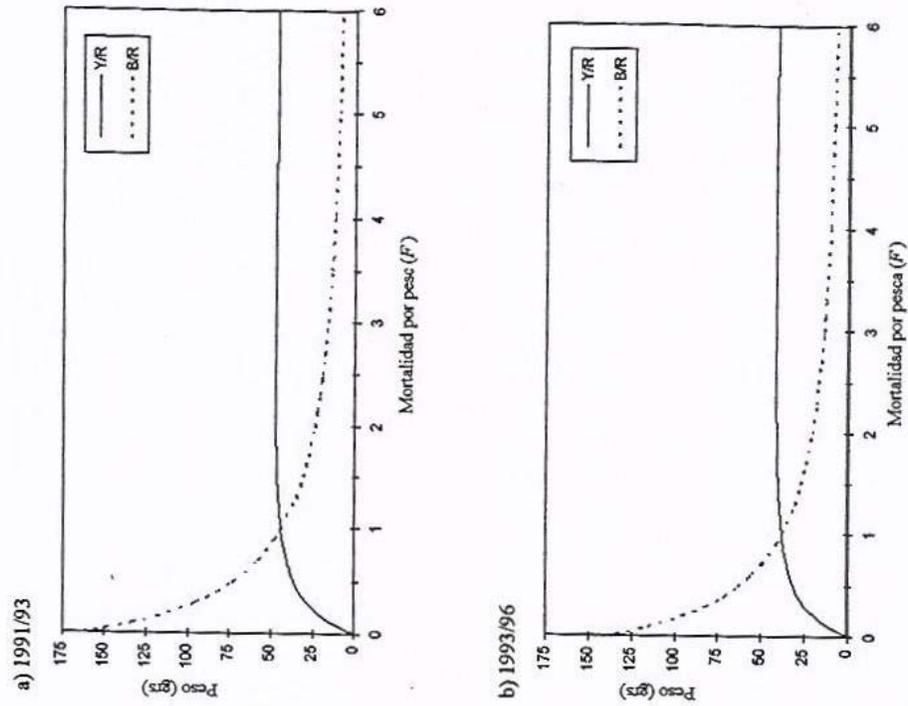


Figura 21. Rendimiento por recluta (Y/R) y biomasa por recluta (B/R) para sardina Monterrey, periodo 1991/93 (a) y 1993/96 (b).

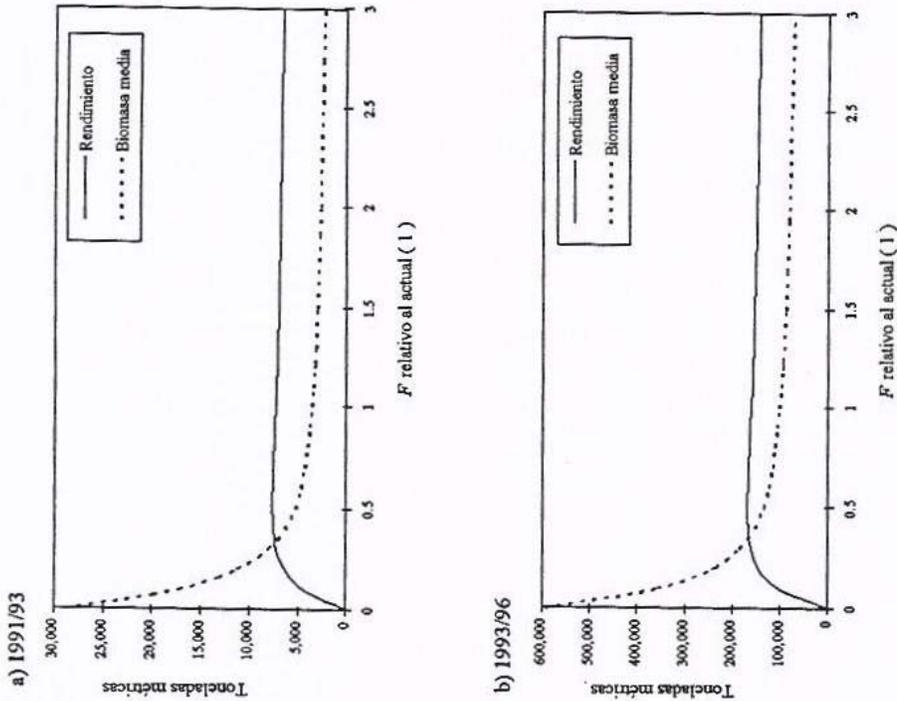


Figura 20. Rendimiento y biomasa media anual de sardina Monterrey, en función de la mortalidad por pesca ( $F$ ), periodo 1991/93 (a) y 1993/96 (b).

El análisis de rendimiento por recluta ( $Y/R$ ) del período 1991/93 (**figura 21a**), mostró que con los valores actuales de  $t_c$  (= 1.44 años) y  $F$  (= 3.65), el  $Y/R$  esperado es de 47.4gr., y con  $t_c$  = 1.58 años  $Y/R$  se incrementaría ligeramente a 48.5 gr.; si se reduce  $t_c$  a 1.29 años el  $Y/R$  disminuye a 45.6 gr.. El análisis de biomasa por recluta ( $B/R$ ) para la  $t_c$  actual (**figura 21a**) indicó que con  $F$  = 2.7, correspondiente al rendimiento máximo sostenible por recluta ( $RMS/R$  = 47.51 gr.) resultaría en  $B/R$  = 17.6 gr., menor al 11% de la biomasa virgen por recluta ( $B_v/R$  = 162.7 gr.); con la  $F$  actual la  $B/R$  es del 8% de  $B_v/R$ .

Para el período 1993/96 los resultados indicaron que el  $Y/R$  esperado con los valores actuales de  $t_c$  = 1.55 años y  $F$  = 3.65 es de 41.6 gr. (**figura 21b**). Si  $t_c$  aumenta a 1.7 años  $Y/R$  se incrementa a 42.3 gr., mientras que si  $t_c$  disminuye a 1.39 años  $Y/R$  disminuye a 40.3 gr. Asimismo en la **figura 21b** se muestra que la  $B/R$ , para la  $t_c$  actual se incrementaría de 11.39 gr. (para la  $F$  actual) a 13.21 gr. para una  $F$  = 3.15, correspondiente al  $RMS/R$  (= 41.62 gr.); estos dos estimados de  $B/R$  corresponderían al 8.1% y 9.4% de la  $B_v/R$ , respectivamente.

*Macarela.* El análisis de cohortes para macarela en el período 1991/93 (**tabla 19**) mostró que a partir del intervalo 166-170 mm la mortalidad por pesca rebasa el 50% de la mortalidad total. El efecto de la pesca era mayor en el intervalo de tallas de 236 a 250 mm ( $F > 4.6$  y  $E > 0.88$ ). La  $F_{\text{actual}}$  y la  $E_{\text{actual}}$  fue de 1.97/año y 0.69/año, respectivamente. El rendimiento promedio para el período 1991/93 fue de 9,890 t, con biomasa media anual de 7,013 t y reclutamiento de 116.78 millones de organismos.

Para 1993/96 las tasas de mortalidad por pesca y de explotación más altas se presentaron a partir del intervalo de talla 196-200 mm, con el mayor efecto de la pesca en el intervalo de 236 a 250 mm ( $F > 5$  y  $E \approx 0.9$ ). La  $F_{\text{actual}}$  y la  $E_{\text{actual}}$  fueron 2.6 y 0.74/año (**tabla 20**). El rendimiento promedio y la biomasa media de este período fueron de 11,243 y 10,228 t, con reclutamiento medio de 97.14 millones de organismos por año.

La simulación de rendimiento y biomasa media en función de cambios de  $F$  para cada período se muestran en las **figuras 22a, b**. El análisis indicó que el  $RMS$  del primer período era de 10,039 t y para el segundo de 11,243 t, que corresponderían a disminuciones de 29% y 2% de la  $F_{\text{actual}}$  respectivamente. La biomasa media que produciría ese  $RMS$  de cada período eran de 8,742 t en 1991/93 y 10,307 t en 1993/96 y, respecto a la biomasa media virgen ( $B_v$ ) representan el 22.5% y 25.7% (**figuras 22a, b**). Esos estimados son 4.5% y 0.2% más altos que la biomasa media relativa a la actual.

Tabla 19. Análisis de cohortes por tallas para macarela, período 1991/93.  
Nt es el número estimado de individuos en el mar.

Intervalo de talla (mm)		Captura (núm. de individuos)	Nt (núm. de individuos)	F (anual)	E= F/Z (anual)
121	125	37,631	116,782,333	0.0091	0.0145
126	130	64,860	114,190,277	0.0157	0.0247
131	135	155,790	111,562,323	0.0375	0.0571
136	140	625,852	108,835,869	0.1506	0.1957
141	145	1,163,649	105,638,217	0.2813	0.3124
146	150	1,236,133	101,913,884	0.3011	0.3272
151	155	1,276,736	98,136,180	0.3136	0.3362
156	160	1,742,287	94,339,111	0.4329	0.4115
161	165	2,181,533	90,105,271	0.5513	0.4711
166	170	2,810,707	85,474,480	0.7279	0.5404
171	175	3,344,591	80,273,637	0.8956	0.5913
176	180	3,518,134	74,617,465	0.9814	0.6132
181	185	4,577,473	68,880,257	1.3473	0.6852
186	190	5,016,751	62,199,727	1.5865	0.7193
191	195	4,178,873	55,225,554	1.4275	0.6975
196	200	4,675,387	49,234,582	1.7374	0.7373
201	205	2,166,873	42,893,493	0.8654	0.5830
206	210	2,441,730	39,176,785	1.0277	0.6241
211	215	3,563,708	35,264,322	1.6235	0.7240
216	220	4,457,702	30,341,837	2.3043	0.7883
221	225	4,704,066	24,686,672	2.9089	0.8245
226	230	3,999,827	18,981,617	3.0828	0.8328
231	235	4,001,116	14,178,668	4.0645	0.8678
236	240	3,286,652	9,568,202	4.8328	0.8865
241	245	2,115,189	5,860,582	4.8135	0.8861
246	250	1,294,443	3,473,386	4.6748	0.8831
251	255	486,821	2,007,545	2.6125	0.8084
256	260	314,700	1,405,377	2.2039	0.7807
261	265	143,935	1,002,290	1.2389	0.6668
266	270	311,548	786,439	3.6112	0.8537
271	275	107,852	421,489	1.9275	0.7569
276	280	65,841	279,002	1.5631	0.7163
281	285	34,864	187,087	1.0506	0.6292
286	290	65,841	131,682	0.6190	0.5000

Tabla 20. Análisis de cohortes por tallas para macarela, período 1993/96.  
Nt es el número estimado de individuos en el mar.

Intervalo de talla (mm)		Captura (núm. de individuos)	Nt (núm. de individuos)	F (anual)	E= F/Z (anual)
151	155	3,954	97,142,712	0.0009	0.0015
156	160	0	94,568,693	0.0000	0.0000
161	165	3,954	91,988,579	0.0009	0.0015
166	170	82,272	89,394,100	0.0187	0.0307
171	175	122,312	86,711,707	0.0277	0.0448
176	180	662,275	83,981,084	0.1498	0.2025
181	185	944,519	80,711,080	0.2148	0.2669
186	190	1,891,857	77,172,702	0.4362	0.4251
191	195	2,007,542	72,722,191	0.4731	0.4450
196	200	2,669,113	68,211,223	0.6477	0.5233
201	205	3,554,154	63,110,725	0.9014	0.6044
206	210	5,003,101	57,230,140	1.3605	0.6975
211	215	6,272,387	50,057,343	1.8996	0.7630
216	220	4,303,716	41,836,844	1.4677	0.7133
221	225	3,666,237	35,803,046	1.3878	0.7017
226	230	5,511,551	30,578,135	2.4149	0.8037
231	235	5,594,268	23,720,016	3.0804	0.8393
236	240	6,415,604	17,054,241	5.0322	0.8951
241	245	4,293,507	9,886,439	5.6543	0.9055
246	250	2,545,864	5,144,928	6.2633	0.9139
251	255	751,814	2,359,245	3.3470	0.8501
256	260	635,688	1,474,902	4.4874	0.8838
261	265	294,035	755,636	3.6176	0.8598
266	270	32,799	413,646	0.5600	0.4869
271	275	173,145	346,289	0.5900	0.5000

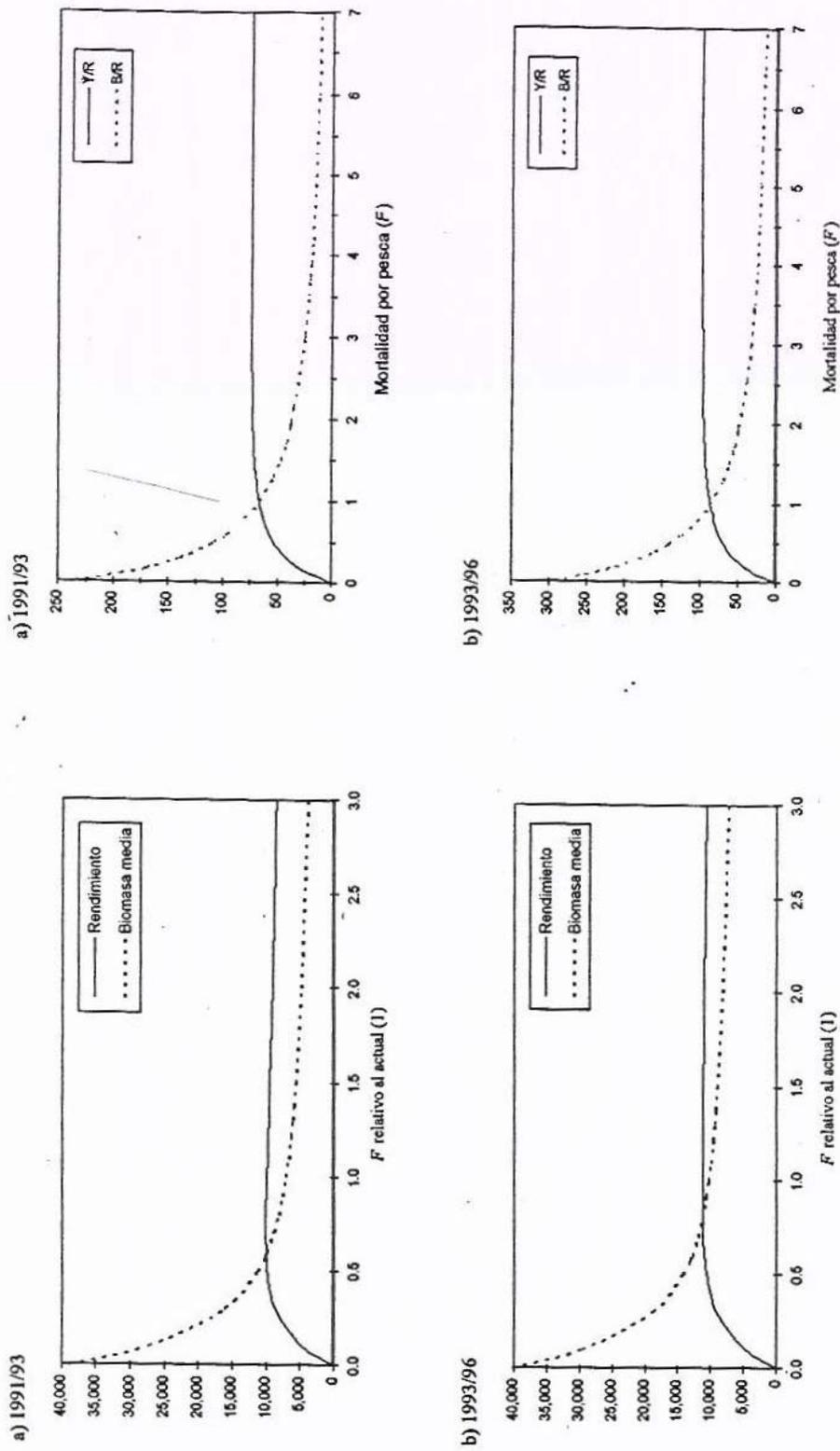


Figura 22. Rendimiento y biomasa media anual para macarela, en función de la mortalidad por pesca ( $F$ ), período 1991/93 (a) y 1993/96 (b).

Figura 23. Rendimiento por recluta (Y/R) y biomasa por recluta (B/R) para macarela, período 1991/93 (a) y 1993/96 (b).

El análisis de  $Y/R$  del período 1991/93 (**figura 23a**) indicó que con los valores actuales de  $t_c$  (= 1.62 años) y  $F$  (= 1.97) el  $Y/R$  esperado es de 72.73 gr.; si  $t_c$  se incrementa a 1.77 años  $Y/R$  disminuiría a 72.5 gr., mientras que si  $t_c$  disminuye a 1.29 años  $Y/R$  disminuiría a 72 gr. El comportamiento de  $B/R$  para la  $t_c$  actual (**figura 23a**) indica que con  $F = 4/\text{año}$ , correspondiente  $RMS/R = 74.2$  gr., se tendría  $B/R = 18.54$  gr., que equivaldría al 7.9% de  $B_V/R$  (= 234.54 gr.); con la  $F$  actual  $B/R$ , que es de 36.9 gr. equivale al 15.7% de  $B_V/R$ .

Para 1993/96 los resultados indican que el rendimiento por recluta esperado con  $t_c = 1.9$  años y  $F = 2.6$ , es  $Y/R = 96.5$  gr. (**figura 23 b**). Si  $t_c$  se incrementa a 2.1 años el  $Y/R$  disminuye a 95.59 gr., mientras que si se disminuye a 1.68 años  $Y/R$  disminuye ligeramente a 96 gr. En la **figura 23b** se muestra que  $B/R$  para la  $t_c$  actual aumentaría de 37.76 gr. (para la  $F$  actual) a 15.1 gr. con  $F = 6.5$ , correspondiente al  $RMS/R$  (= 98.1 gr.); estos dos estimados de  $B/R$  corresponderían al 12.3% y 4.9% de la  $B_V/R$ , respectivamente.

*Resto de las especies.* Para las demás especies incluidas en el reporte se calculó la biomasa media anual ( $\bar{B}$ ) y el  $RMS$  por métodos menos ortodoxos:

$$\bar{B} = Y_C / F \quad (\text{Sekharan 1974, en Pauly 1984}), \text{ y}$$

$$RMS = \frac{(F_{RMS} B_C)^2}{2F_{RMS} B_C - Y_C} \quad (\text{García et al. 1989}),$$

donde  $Y_C$  es captura (en peso),  $F$  y  $M$  son las tasas anuales de mortalidad por pesca y natural,  $F_{RMS}$  es la tasa de mortalidad anual que produce el  $RMS$ , y  $B_C$  es la biomasa actual. Por carecer de datos, se asumió que  $\bar{B} = B_C$  y se estimó un valor único para cada especie usando la máxima captura registrada en la pesquería y  $F_{RMS} = 1.5$  en todos los casos. Los estimados de biomasa media, por especie, son: para crinuda 61,957 t, para japonesa 6,909 t, para anchoveta 13,333 t, y para bocona 11,243 t. El siguiente cuadro muestra los estimados para el  $RMS$  por temporada y especie:

Temp.\Especie	S. crinuda	S. japonesa	Anchoveta	S.bocona
91/92	70,217	5,618	11,483	16,864
92/93	53,271	6,014	10,481	12,866
93/94	48,345	5,221	10,000	8,446
94/95	48,886	5,762	10,267	8,673
95/96	51,114	5,243	11,178	8,652

### Biomasa y rendimientos potenciales de la pesquería.

Para dar idea de la biomasa media anual y el rendimiento óptimo esperado en ésta pesquería, se sumaron los datos de todas las especies. Los resultados de este ejercicio se muestran a continuación:

Especie	Biomasa (t)	RMS (t)
Monterrey	100,261	160,548
Macarela	10,228	11,243
Crinuda	61,957	54,367
Japonesa	6,909	5,572
Anchoveta	13,333	10,682
Bocona	11,243	11,100
Total	203,931	253,511

## 4. DISCUSIÓN

Este documento resume los acontecimientos más sobresalientes en un período de tiempo crítico de la pesquería; el análisis se basa en técnicas estándar, lo que permitió detectar algunas de las debilidades inherentes. Por ejemplo, los estimados de  $Z$  por la curva de captura y de Beverton y Holt son muy elevados y poco confiables. Un valor de  $Z = 5$  corresponde a una tasa neta de sobrevivencia anual de 0.7%, la cual es demasiado pequeña tratándose de la fracción reclutada a la pesquería. Esos valores tan disparados parecen reflejar cuestiones de selectividad, es decir, que los barcos no capturen a todo el intervalo de tallas disponible. Es por eso que para calcular los  $RMS$  se decidió fijar la  $F_{RMS}$  en 1.5/año. Para sardina crinuda descargada en Mazatlán en el período 1984/87, se estimó  $F = 1.47$ /año mediante análisis de cohortes por longitudes (Cisneros-Mata et al. 1990), método que al parecer produce resultados más robustos y confiables.

La variabilidad en la proporción de sexos refleja la dinámica de la población de sardina Monterrey. En 1991/92 y 1992/93 este parámetro varió desde 0.3 hasta 1.7 machos por hembra. La tasa de crecimiento poblacional se incrementa cuando predominan las hembras (Caughley y Sinclair 1994). En casi toda la temporada 1993/94, cuando la pesquería se recuperaba, hubo mayor proporción de hembras, con un promedio general de 0.77 machos por cada hembra. Una situación más normal se observó en 1994/95 y 1995/96, con razones mensuales próximas a uno, y un promedio total de 0.98 y 0.91 machos por hembra, respectivamente, lo cual coincide con una pesquería estabilizada.

Es importante resaltar los altos valores para la talla crítica de sardina Monterrey; sin embargo, hay que considerar que ello depende de la talla de la captura, como se observó en las últimas dos temporadas en que se pescaron sardinas grandes ( $>160$  mm). La talla promedio de captura y la talla crítica presentan un comportamiento complejo. En el caso de la sardina Monterrey del Golfo se han descrito como series oscilatoria y quasiperiodica, con alteraciones en 1987/88 -1989/90 (Cisneros Mata et al. 1991). Precisamente a partir de esas temporadas se presentó una disminución de la amplitud y, en general, mayores estimados de la talla crítica con respecto al promedio. La tendencia a partir de 1993/94 es de incremento paulatino de la talla promedio anual.

Para fines de manejo de estos recursos es de vital importancia contar con estimaciones de abundancia en tiempo real. En estos momentos se carece de evaluaciones directas recientes de biomasa de pelágicos menores del golfo. Debido a las variaciones inherentes a los pelágicos menores, el uso de indicadores gruesos de abundancia media anual y rendimiento máximo sostenible es poco realista. En consecuencia, los valores aquí encontrados para esos parámetros deben ser considerados con mucha reserva y sólo como índices promedio.

La estimación de los parámetros de crecimiento individual no es un asunto trivial pues de ellos dependen decisiones de manejo basadas en modelos de simulación. Los valores de  $L_{\infty}$ ,  $K$  y  $t_0$  para sardina Monterrey en diferentes áreas, incluyendo el golfo de California, son notablemente diferentes. Es conveniente comparar y estandarizar los métodos para determinar edad y para estimar los parámetros de crecimiento, determinar su precisión y sesgos (Csirke y Sharp 1985). Debido a la autocorrelación, la comparación no debe hacerse sobre los parámetros individuales sino sobre las curvas resultantes (Sparre et al. 1989).

Los altos valores de mortalidad por pesca estimados a partir del intervalo 136-140 mm en el período 1991/93 indican que la pesquería estaba afectando a la fracción de reproductores de la población (sobrepesca de reclutamiento), ya que la sardina iniciaba en esa época su actividad reproductora desde los 131 mm de longitud patrón (Torres-Villegas et al. 1986, Cisneros-Mata 1987). Durante el segundo período la pesquería parece no haber afectado de igual manera a los reproductores pues se observaron altas tasas de explotación a partir de tallas mayores (141-145 mm). Sin embargo, en ambos períodos el impacto de la pesca fue significativo ya que la  $F$  observada (3.64/año) sobrepasó la  $F$  óptima ( $F = 1.82$ ) que indica el  $RMS$ , lo cual es un indicador de sobreexplotación (Csirke y Sharp 1985, Sparre et al. 1989).

Entre los períodos analizados se incrementó en un orden de magnitud el reclutamiento. El reclutamiento anormal reflejado en las capturas en 1991/92 y 1992/93 pudiera explicar el despegue

de abundancia en las temporadas siguientes. Datos derivados de 25 cruceros de pesca exploratoria (Cisneros-Mata et al. 1997) indicaron una rápida recuperación de la abundancia de sardina Monterrey entre 1992 y 1993, lo cual sugiere el efecto ambiental en la recuperación (Lluch-Belda et al. 1986, 1994, Shannon et al. 1988), aunado al impacto y la dinámica propia de la especie (Cisneros-Mata et al. 1996).

La dinámica de la pesquería de pelágicos menores del golfo de California está determinada por la disponibilidad de sardina Monterrey. Su resurgimiento en la temporada 1993/94 seguramente influyó en la disminución de las otras especies en la captura. La tendencia decreciente de la sardina Monterrey en las capturas inició antes de El Niño 1991/92, lo cual sugiere que la pesquería tuvo un impacto negativo en la población (Cisneros-Mata et al. 1990). En esa temporada el desove se adelantó, iniciando desde finales de otoño y se detectó más al norte de lo esperado, seguramente en respuesta a cambios ambientales.

Debemos reconocer que la evidencia basada exclusivamente en información de la pesquería es criticable. Por ejemplo, la diferencia entre la captura por unidad de esfuerzo  $U$  de Guaymas y Yavaros pudo deberse a la poca disponibilidad de pelágicos menores ó a que el recurso está más cercano al puerto y los viajes son más cortos. Pudieran incluirse argumentos relacionados para explicar los acontecimientos de la pesquería en esta década con cambios de régimen. Sin embargo hasta el momento se carece de datos de apoyo a esta idea.

Un escenario posible es que durante 1991/92 la pesquería se vió afectada debido a la poca disponibilidad de recurso, pero la temporada siguiente reflejó una falla en el reclutamiento. El debilitamiento de las surgencias en el otoño e invierno de 1991/92 parece asociarse a El Niño reportado para ese período. Si hubo un efecto en la población de sardina Monterrey, entonces el colapso parcial de la pesquería agudizado en la temporada siguiente estaría relacionado al fenómeno.

Independientemente de las causas de los cambios radicales en la pesquería, es claro que la industria ha reaccionado favorablemente y la administración debe responder acorde. El desempeño de los barcos, antes y después de la crisis del inicio de la década, parece reflejar mejoras en la fase extractiva de la pesquería. La certeza de ésto implicaría que la flota activa pudiera permanecer en un tamaño cercano a los 30 barcos. Esto es importante en el contexto del manejo pues la recuperación de la pesquería ha activado el interés por introducir barcos a la pesquería. Ante la compleja dinámica de estas especies, además de restricciones en los recursos para investigación enfocada al manejo, es recomendable controlar el esfuerzo, en tanto no se demuestre la

subutilización de los barcos. Cabe recordar que, en tiempos de abundancia de materia prima, la demanda de la planta industrial seguirá ejerciendo presión para aumentar el esfuerzo de pesca. Sin embargo, ya se ha demostrado que la capacidad de procesamiento actual en Sonora es más que suficiente (Cisneros-Mata et al. 1991).

Como resultado de la crisis, la industria experimentó un reordenamiento que la hace más eficiente; la flota comercial pasó de 65 barcos activos en 1990/91 a 30 en 1995/96, el llenado promedio de las bodegas de los barcos subió de 68 t/viaje a 94 t/viaje, y el poder de pesca aumentó de 1.1 a 1.26 en el mismo período. Al mismo tiempo, la nueva situación social y económica propició un cambio de actitud en materia de comercio. La exportación de sardina enlatada se constituye en un objetivo cada vez más importante de la industria y esto repercutió positivamente en la administración. Esta situación demanda un cambio en la forma de investigar esta pesquería para el manejo. En 1990 inició una serie de cruceros de pesca exploratoria financiados parcialmente por la industria. Lo que al principio fue motivado por la escasez de materia prima, ha evolucionado en una forma de colaboración interdependiente. Por otro lado, la demanda de respuestas ante la rapidez de los cambios, además del advenimiento de entidades académicas para participar en la investigación de estos recursos, promueve el desarrollo de métodos de investigación novedosos y más eficientes. La adopción de técnicas de hidroacústica y la modelación en escala de tiempo mensual en el CRIP Guaymas son el resultado de estos acontecimientos.

## 5. CONCLUSIONES

- Los patrones de vientos y de temperatura superficial del agua sugieren que en el período de 1991/92 no hubo surgencias. El colapso de la pesquería agudizado en la temporada siguiente parece deberse al fenómeno.
- En la temporada 1991/92 se detectaron diferencias en la distribución y reproducción de la sardina Monterrey con respecto al patrón normal, con desoves tempranos y muy norteros.
- En 1991/92 y 1992/93 el reclutamiento de sardina Monterrey, reflejado en las capturas comerciales, fue anormal, con entrada de sardina a la pesquería en varios períodos.
- La tendencia decreciente en las capturas inició antes de El Niño 1990/91, lo cual sugiere que la pesquería tuvo un impacto negativo en la población de sardina Monterrey.
- El inusitado aumento en la magnitud del reclutamiento y los datos derivados de cruceros indican que la recuperación de la abundancia de sardina Monterrey se debió al efecto ambiental y la dinámica de la especie.
- Después de la situación de crisis, si bien la pesquería siguió ascendiendo hasta 1995/96, el ritmo de crecimiento se redujo de 148% a 10% por temporada.
- El análisis conjunto de la operación de la flota de pelágicos menores del golfo en la década de 1990 revela un mejor desempeño de los barcos después de la crisis.
- Una flota de alrededor de 30 barcos es suficiente para abastecer a la industria y favorecer el manejo.
- La biomasa promedio anual para todos los pelágicos menores es de cerca de 204,000 t y el rendimiento óptimo es de 254,000 t.
- La información basada en la pesquería es insuficiente para investigar la dinámica de las poblaciones de pelágicos menores.
- Es necesario que el INP apoye las investigaciones que produzcan resultados para el manejo en el corto plazo. La dinámica de estos recursos y la posición del INP en el concierto nacional e internacional así lo demandan.

## 6. LITERATURA CITADA

- Caughley, G. y A.R.E. Sinclair. 1994. Wildlife ecology and management. Blackwell Scientific Publications. Oxford, Inglaterra. 334 p.
- 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.J. Estrada-García, J.P. Santos-Molina, A.R. Godínez-Cota y C.E. Alvarado-Sarabia. 1989. Diagnostico pesquero de sardina. Temporada 1987/88. Sepesca, Instituto Nacional de la Pesca, 70 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. 1991. Pesquerías de sardina en el golfo de California 1988/89 - 1989/90. SEPESCA, INP., CRIP Guaymas. Documento Interno. 80p.
- 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., J.P. Santos-Molina, A. Godínez-Cota, M.O. Nevárez-Martínez, M.L. Anguiano-Carrasco y M.Á. Martínez-Zavala. 1997. Pesquería de pelágicos menores en el golfo de California durante los oscuros 1 (octubre) al 3 (diciembre) de la temporada 1996/97. SEMARNAP, INP., CRIP Guaymas. Informe Técnico. 13 p.
- Csirke, J. y G.D. Sharp (eds.). 1985. Informes de la consulta de expertos para examinar los cambios en la abundancia y composición de especies de recursos de peces neríticos. San José, Costa Rica, 18-29 abril de 1983. FAO Inf. Pesca, 291(1): 104 p.
- Estrada-García, J.J., M.A. Cisneros M., F. Páez B. y J.P. Santos M. 1986. Informe de la temporada de pesca 1984/85 del recurso sardina del Golfo de California. SePesca, Instituto Nacional de la Pesca, 160 p.
- García, S., P. Sparre y J. Csirke. 1989. Estimating surplus production and maximum sustainable yield from biomass data when catch and effort time series are not available. Fisheries Research 8: 13-23.
- Gayanilo, F.C., Jr., M. Soriano y D. Pauly. 1988. A draft guide to the compleat ELEFAN. ICLARM Software 2, 65 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: posible causes. Calif. Coop. Fish. Invest. Rep. 27: 136-140.
- Lluch-Belda, D. et al. 1994. Estado actual de la pesquería de sardina y anchoveta. Tomo III. Peces. En: Pesquerías relevantes de México. SePesca, Instituto Nacional de la Pesca. México, D.F. Versión en disco compacto.
- Munro, J.L. y D. Pauly. 1983. A simple method for comparing growth of fishes and invertebrates. ICLARM Fishbyte, 1(1): 5-6.
- 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 sp.) del golfo de California. SePesca, Inst. Nal. de la Pesca, CRIP Guaymas. Guaymas, Sonora. Noviembre 1993. 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, Inst. Nal. de la Pesca. CRIP Guaymas. Guaymas, Sonora. Septiembre 1993. 70 p.
- 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. ICLARM Studies and Reviews 8, 325 p. Manila, Filipinas.
- Pauly, D. y G. Gaschutz. 1979. A simple method for fitting oscillating length growth data, with a program for pocket calculators. I.C.E.S.C.M. 1979/g: 24. Demersal Fish Ctte. 26.
- Pauly, D. y J.L. Munro. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. ICLARM Fishbyte, 2121.
- Shannon, L.V., R.J.M. Crawford, G.B. Brundrit y L.G. Underhill. 1988. Responses of fish populations in the Benguela ecosystem to environmental change. J. Cons. perm. int. Explor. Mer. 45(1): 5-12.
- 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.
- 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.