Análisis de la pesquería de pelágicos menores en la costa occidental de Baja California, México, en 1994

Walterio García-Franco, Alfredo Cota-Villavicencio, Francisco Javier Sánchez-Ruiz

Centro Regional de Investigación Pesquera de Ensenada. INP. Apdo. Postal #1306, CP 22800
Ensenada B.C. México.

GARCIA-FRANCO, F., W.; A. Cota V. y F.J. Sánchez R. 1995. Análisis de la pesquería de pelágicos menores en la costa occidental de Baja California, México, en 1994. *INP. SEMARNAP. Ciencia Pesquera No. 11. (Nueva Época).*

En las pesquerías de pelágicos menores de la costa occidental de Baja California en 1994 la captura de sardina monterrey (*Sardinops caeruleus*) disminuyó un 13.9% con respecto a 1993, en tanto que la de macarela (*Scomber japonicus*) y anchoveta norteña (*Engraulis mordax*) aumentaron sensiblemente, lo cual es más factible que se deba a factores ambientales y económicos que biológicos. Las tasas de explotación de sardina monterrey y macarela bajaron considerablemente: en 1994 fueron $E_{0.5}$ = 0.368 y $E_{0.5}$ = 0.354, respectivamente. Con base en este análisis se recomienda una captura máxima de 24,500 t de sardina monterrey y de 13,500 t de macarela en 1995, así como que las tallas de captura no sean menores que 16.0 y 25.5 cm, respectivamente.

In the small pelagic fish fisheries during 1994, the capture of sardine (*Sardinops caeruleus*) decreased 13.9% with respect to 1993, but the correponding to Pacific macarel (*Scomber japonicus*), and anchovy (*Engraulis mordax*) increased considerably, which could be associated more to effects of environment and economics than biological causes. The exploitation rates for the 1994 fishing season were lower for sardine and Pacific macarel: $E_{0.5}$ = 0.368 and $E_{0.5}$ = 0.354, respectively. Based on this analysis, it is recomended a maximun catch of 24,500 mt and a minimum legal size of 16.0 cm for sardine, as well of a maximun catch of 13,500 mt and a minimum legal size of 25.5 cm for Pacific mackerel in 1995.

Introducción

La pesquerías de sardina monterrey, macarela y anchoveta de la costa occidental de Baja California, han mostrado fluctuaciones muy marcadas en el tiempo, lo mismo a escala estacional que geológica, y estas variaciones se han registrado tanto a través de la captura comercial (García *et al.*,[1]) como mediante el análisis de escamas colectadas en sedimentos laminados en cuencas oceánicas profundas en condiciones de anoxia (Soutar e Issacs, 1974). Así, se ha observado gran variabilidad en el tiempo, determinada al asociar la biomasa estimada por diferentes métodos con las tasas de depositación actual y relacionándola con tasas de depositación del pasado (Baumgartner *et al.*, 1992).

La gran variabilidad de las poblaciones de clupeidos en general, aun en ausencia de pesca, es una característica propia de estos organismos; sin embargo, las variaciones actuales no sólo se explican por el efecto de los cambios ambientales sino también por el efecto de la explotación y las interacciones de las especies que coexisten en el ecosistema, considerado este último aspecto en función de la gran diversidad de especies que lo conforman.

El comportamiento de la pesquería de pelágicos menores en 1994 ha sido documentado en los boletines mensuales números 35 al 39 (enero a agosto de 1994) publicados por cooperación entre el Instituto Nacional de la Pesca y la Delegación Baja California de la Cámara Nacional de la Industria Pesquera. En éstos se resumen los aspectos más relevantes de la pesquería respecto del número de barcos en operación, descargas por especie y áreas de captura, procesos industriales a que fueron destinados, condición biológica de los individuos muestreados, esfuerzo y eficiencia operacional de la flota, entre otros aspectos.

En 1994 bajó sensiblemente el número de barcos en operación, las capturas y el esfuerzo pesquero ejercido con respecto al año anterior; incluso las capturas totales, dependientes de las de sardina monterrey, ya que las de macarela y anchoveta aumentaron notablemente. Se llama la atención en que, durante los últimos años, la pesquería de pelágicos menores en la costa occidental de Baja California ha tenido una gran variabilidad en cuanto a su dis-

1 GARCIA F., W.; A. Cota V. y F.J. Sánchez R. 1993. Análisis de la pesquería de sardina monterrey y de macarela en 1992, en la costa occidental de Baja California. Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) Ensenada. Instituto Nacional de la Pesca (INP). Secretaría de Pesca (SEPESCA), México.

ponibilidad y accesibilidad a la flota pesquera. Por otro lado, con la reducción del esfuerzo y las capturas, la industria empacadora ha disminuído substancialmente sus operaciones, sobre todo en los últimos tres meses de 1994, lo mismo que la industria reductora, aunque en menor magnitud.

Material y métodos

La información utilizada en este estudio abarca las temporadas de pesca de 1989 a 1994, sobre todo de esta última. Para su análisis se utilizó el programa de cómputo especializado en pesquerías denominado FISAT (FAO-ICLARM Stock Assessment Tool) a partir de la frecuencia de tallas. Este paquete compila los programas desarrollados por Pauly (1990) y Gayanillo *et al.* (1988). Los parámetros de crecimiento de sardina monterrey y macarela se calcularon mediante la ecuación de von Bertalanffy, con edades relativas estimadas por el mismo paquete. La mortalidad natural se estimó a partir de la ecuación empírica de Pauly (*op. cit.*). De la curva de captura se derivan cálculos de mortalidad total (Z), mortalidad natural (M) y mortalidad por pesca (F). Para calcular el rendimiento por recluta en ambas pesquerías se aplicó el modelo de Beverton y Holt derivado de la frecuencia de tallas.

A partir del Análisis de Población Virtual (APV) contenido en el programa FISAT se calculó la abundancia histórica de las cohortes y la tasa de mortalidad por pesca en forma independiente de los cambios en el esfuerzo. Finalmente, con base en el modelo de Thompson y Bell, se efectuó una simulación de ambas pesquerías con diferentes tasas de mortalidad por pesca y de esfuerzo, lo que permitió generar varios niveles de rendimiento por recluta (Y/R) y de biomasa por recluta (B/R).

Tabla 1. Capturas mensuales (t) por especie de enero a diciembre de 1994 en la costa occidental de Baja California, México.

MES	SARD.	MAC	ANCH	CHAR	BON	TOTAL	ACUM
ENE	620	99	-	-	-	719	719
FEB	175	934	-	-	-	1110	1828
MAR	198	1068	-	-	-	1266	3094
ABR	16	179	6	-	-	201	3295
MAY	1985	-	26	-	6	2017	5312
JUN	2717	461	756	-	-	3241	8553
JUL	2538	1129	-	-	-	4422	12975
AGO	2637	2540	-	-	-	5177	18152
SEP	706	3288	-	-	-	3994	22147
OCT	3205	1385	-	68	-	46559	26805
NOV	4450	766	-	17	4	5237	32042
DIC	1630	1470	24	-	-	3124	35166
SUMA	20877	13317	875	85	10	35166	

Resultados

Las capturas registradas en el puerto de Ensenada en 1994 fueron de 35,165.9 t, de las cuales el 59.4% (20,876.9 t) fueron de sardina monterrey, 37.9% (13,316.6 t) macarela, el 2.5% (875.4 t) a anchoveta y el 0.3% al charrito (*Trachurus symmetricus*) y bonito (*Sarda chilensis*) (Tabla 1).

La captura en 1993 fue de 40,070 t y la de 1994 fue de 35,166 (un 13.9% menor). En cuanto a la captura por especie, la de sardina monterrey disminuyó en un 34.8%, en tanto que las de macarela y anchoveta aumentaron 72.0% y 208.8%, respectivamente.

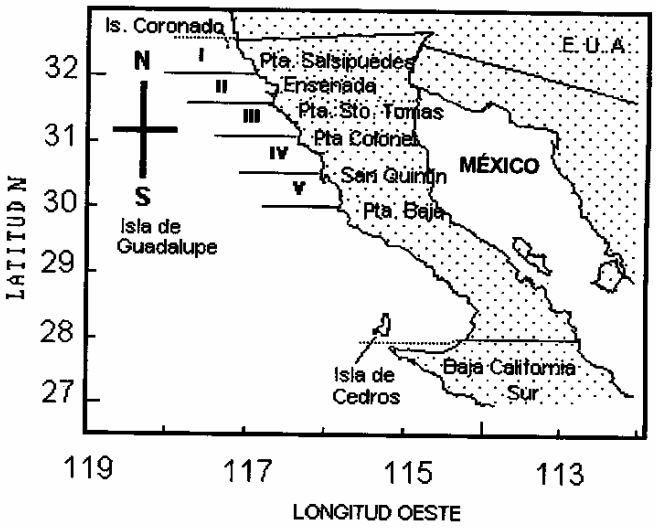

Fig. 1. Zona de pesca de la flota de pelágicos menores en la costa occidental de Baja California, México.

Tabla 2. Distribución porcentual de las capturas por área de pesca (I a V) de la costa occidental de Baja California, México, en 1994.

MES	I	II	III	IV	V
ENE	0.1	0.6	-	0.3	3.1
FEB	0.3	2.8	-	-	3.1
MAR	0.6	1.4	0.2	-	3.6
ABR	-	0.3	0.3	-	0.6
MAY	0.7	4.8	0.2	-	5.7
JUN	0.6	8.0	-	-	8.6
JUL	0.6	11.9	-	-	12.5
AGO	1.4	10.3	3.1	-	13.6
SEP	0.3	11.1	1.4	-	15.1
OCT	-	11.2	2.4	-	13.6
NOV	2.6	11.1	1.4	-	15.1
DIC	0.9	8.1	-	-	9.0
SUMA	9.1	82.6	7.6	0.3	100.0

En cuanto a la distribución de las capturas por área, el 22.8% se obtuvo en el área II, ubicada frente a Ensenada, entre Punta Salsipuedes y Punta Santo Tomás; el 9.8% en

el área I, que está entre la frontera con los Estados Unidos de América y Punta Salsipuedes, y el 8.1% restante en las áreas III, IV y V, que se localizan entre Punta Santo Tomás y Punta Baja (Fig. 1, Tabla 2).

De los datos de captura de las últimas 14 temporadas (1981-1994) se observa claramente un proceso de sustitución de especies a partir de 1983, año en que se registra nuevamente la presencia de sardina monterrey en concentraciones comerciales importantes, que no se observaban desde finales de los años sesenta. Paralelamente a la presencia de sardina monterrey, la pesquería de anchoveta registra una disminución gradual y algo rápida, hasta desaparecer casi por completo de las capturas a partir de 1990, para ser "remplazada" por sardina y macarela, casi exclusivamente. Y esta situación se ha mantenido hasta 1994 (Tabla 3, Fig. 2).

Esta sustitución de especies ocurre de manera sincrónica en otras regiones del mundo en donde se presentan grandes giros oceánicos, lo cual se asocia a efectos provocados por cambios ambientales, a lo que en general se denomina "Problema del Régimen" (Lluch *et al.*, 1992) y a efectos debidos a la explotación pesquera, que aparentemente contribuyen a acelerar estos procesos.

Tabla 3. Captura anual (t) de sardina, anchoveta y macarela en la costa occidental de Baja California, México, de 1978 a 1994.

AÑO	ANCH.	SARD	MAC	SUMA	BARCOS
1978	135,036	0	0	135,038	60
1979	192.475	0	0	192,476	51
1980	242,907	0	0	242,907	46
1981	258.745	0	0	258,745	58
1982	174,634	0	0	174,634	50
1983	87,429	274	135	87,838	40
1984	102,931	0	128	103,059	41
1985	117,192	3,722	2,582	123,496	38
1986	93,547	243	4,883	98,673	27
1987	124,482	2,432	2,082	128,996	21
1988	79,495	2,035	4,884	86,414	38
1989	81,810	6,224	13,387	101,421	37
1990	99	11,375	35,767	47,241	19
1991	831	31,391	17,450	49,672	18
1992	2,324	34,568	24,345	62,237	17
1993	284	32,045	7,741	40,070	17
1994	875	20,877	13,319	35,071	13

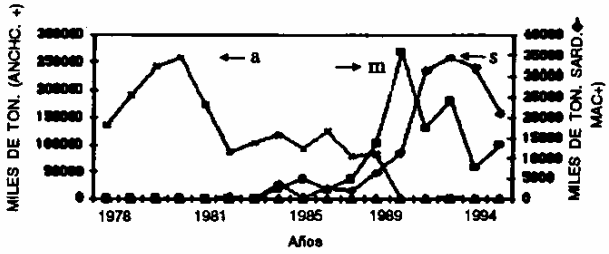

Fig. 2. Captura anual (t) de sardina (s), anchoveta (a) y macarela (m) en la costa occidental de Baja California, México, de 1978 a 1994.

La flota pesquera que operó en 1994 fue de 13 barcos de diferente capacidad de acarreo y autonomía, cuatro menos que en 1993. Para el análisis de la flota se agruparon los barcos en cuatro categorías de acuerdo con su tonelaje. A continuación se muestran sus porcentajes de participación y captura.

CATEGORIA	I	II	III	IV
Tonelaje	0-75	76-150	151-225	226-300
% de la flota	13.4	30.8	46.2	7.7
% de la captura	8.8	25.9	64.5	0.8

Al analizar la estructura de la población de sardina monterrey por tallas, establecidas por muestreos aleatorios de la captura de 1989 a 1994, se observa una oscilación cíclica de éstas entre meses y entre años. Las observadas entre 1990 y 1991 correspondieron a las tallas promedio más grandes, en tanto que en 1992, 1993 y parte de 1994 se observaron las más pequeñas, y nuevamente a finales de 1994 se registró una talla promedio mayor. En este año se registraron tallas que varían entre 13.5 cm y 28.5 cm de longitud patrón (Fig. 3).

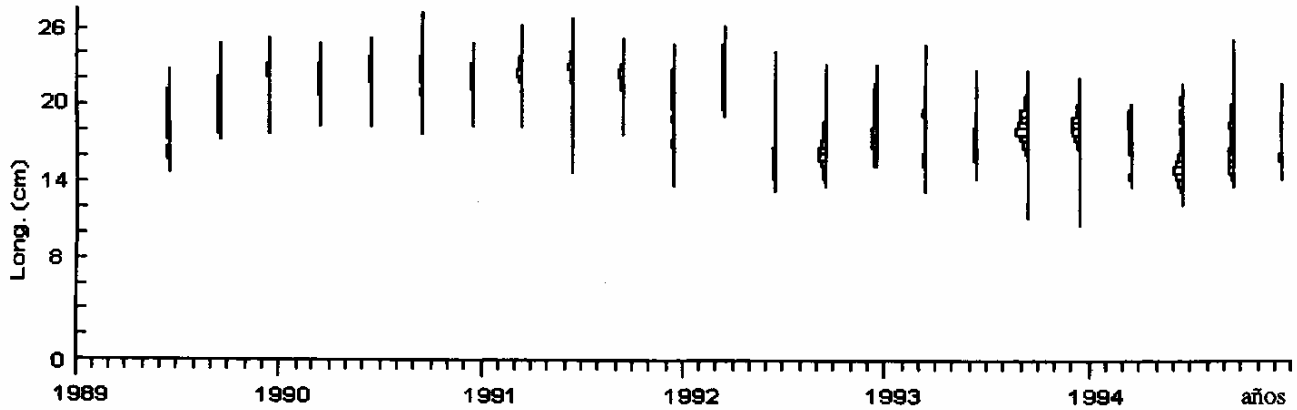

Fig. 3. Intervalos de tallas de sardina monterrey (*Sardinops caeruleus*) en la costa occidental de Baja California, México, de 1989 a 1994.

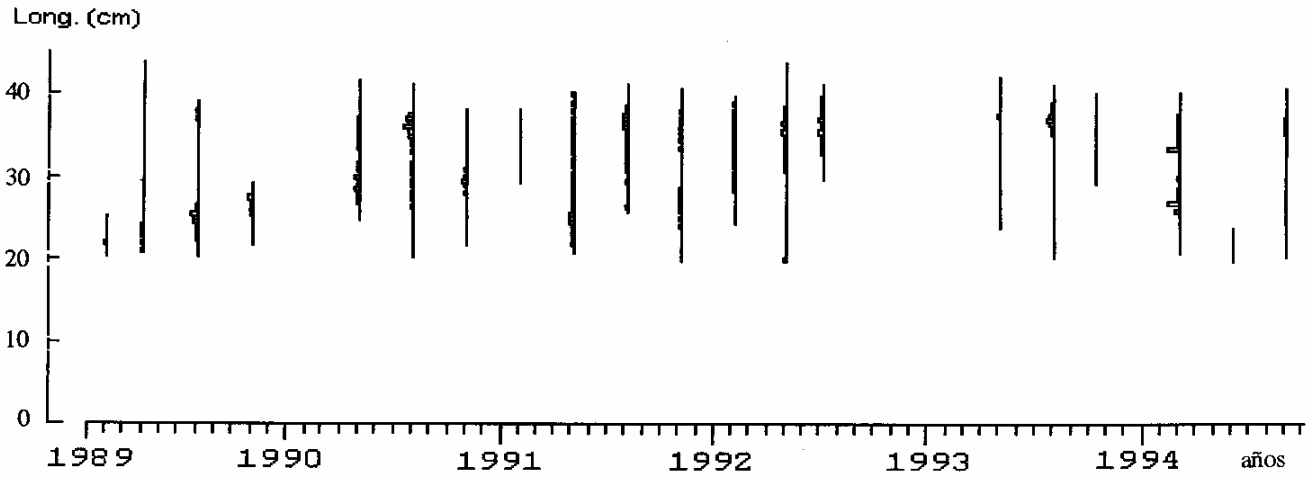

Fig. 4. Intervalos de las tallas de macarela (*Scomber japonicus*) en la costa occidental de Baja California, México, de 1989 a 1994.

En el caso de la macarela, la talla promedio se ha mantenido al rededor de los 35 cm de longitud patrón (LP); sin embargo, en 1993 la talla media fue de 31.5 cm LP como se aprecia en la *Figura 4*.

Los parámetros de la ecuación del crecimiento de von Bertalanffy ($L\infty$, k y t_0), tanto de macarela como de sardina monterrey, se calcularon a partir de los datos de frecuencia de tallas de 1989 a 1994, agrupados por trimestres. Los resultados fueron $L\infty$ = 28.555, k = 0.69 y t_0 = -1.15 en sardina monterrey y $L\infty$ = 49.48, k = 0.281 y t_0 = -1.165 en macarela (García *et al.*[1]).

De las curvas de captura de ambas especies se calculó la tasa de mortalidad total anualizada (Z), el coeficiente de mortalidad por pesca (F) y la tasa de explotación (E = F/Z) que resultaron inferiores a los de 1993. A continuación se resume lo correspondiente a 1994:

PARÁMETROS	M	F	Z	$E_{0.5}$
SARDINA	1.19	1.49	2.68	0.368
MACARELA	0.56	1.78	2.34	0.354

La tasa de explotación de ambas especies se considera aceptable.

En el análisis del rendimiento en biomasa y por recluta se calcularon los parámetros L, M/k y Lc, a partir de las isopletas de rendimiento que genera el modelo, obteniendo diferentes tasas de rendimiento en función de la mortalidad por pesca, así como las tasas de explotación, que en ambas pesquerías es posible incrementarlas si se mantienen las tallas actuales de captura de ambas especies (Fig. 5, Tabla 4).

La talla media de captura de la macarela es de 31.5 cm LP, la cual se podría reducir a 25.5 cm LP. La tasa de explotación de $E_{0.5}$ = 0.354, conviene mantenerla en este nivel, aun cuando sea posible tolerar algunos incrementos sin afectar a la población (Fig. 6, Tabla 5).

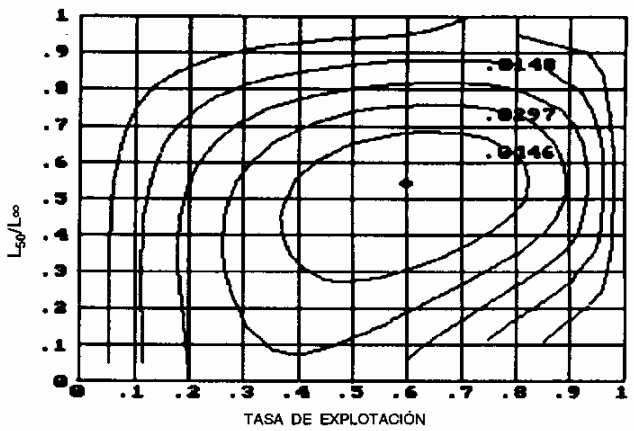

Fig. 5. Isopletas de rendimiento en equilibrio de la pesquería de sardina monterrey (*Sardinops caeruleus*) en la costa occidental de Baja California, México, en 1994.

Tabla 4. Rendimiento por recluta (Y/B) y por biomasa (Y/R) de sardina monterrey en condiciones óptimas (Lc = 17.0, L = 28.555, Lc/L = 1.68, M/k = 2.028, L_{50} = 17.0, E_{05} = 0.368 y $E_{máx}$ = 0.811).

E	Y'/R	Y'B	E	Y'/R	Y'/B
0.05	0.0038	0.9246	0.55	0.0292	0.3053
0.10	0.0074	0.8514	0.60	0.0303	0.2587
0.15	0.0108	0.7805	0.65	0.0313	0.2152
0.20	0.0139	0.7119	0.70	0.0319	0.1748
0.25	0.0168	0.6468	0.75	0.0323	0.1377
0.30	0.0195	0.5822	0.80	0.0325	0.1038
0.35	0.0220	0.5213	0.85	0.0324	0.0731
0.40	0.0241	0.4630	0.90	0.0321	0.0456
0.45	0.0261	0.44075	0.95	0.0317	0.0213
0.50	0.0278	0.3549	1.00	0.0311	0.0000

Tabla 5. Rendimiento por recluta (Y/B) y por biomasa (Y/R) de macarela en condiciones óptimas (Lc 31.5, L = 49.48, M/k = 1.7, L_{50} = 17.0, $E_{0.5}$ = 0.354 y $E_{máx}$ = 0.917).

E	Y'/R	Y'/B	E	Y'/R	Y'/B
0.05	0.0038	0.9246	0.55	0.0292	0.3053
0.10	0.0074	0.8514	0.60	0.0303	0.2587
0.15	0.0108	0.7805	0.65	0.0313	0.2152
0.20	0.0139	0.7119	0.70	0.0319	0.1748
0.25	0.0168	0.6468	0.75	0.0323	0.1377
0.30	0.0195	0.5822	0.80	0.0325	0.1038
0.35	0.0220	0.5213	0.85	0.0324	0.0731
0.40	0.0241	0.4630	0.90	0.0321	0.0456
0.45	0.0261	0.44075	0.95	0.0317	0.0213
0.50	0.0278	0.3549	1.00	0.0311	0.0000

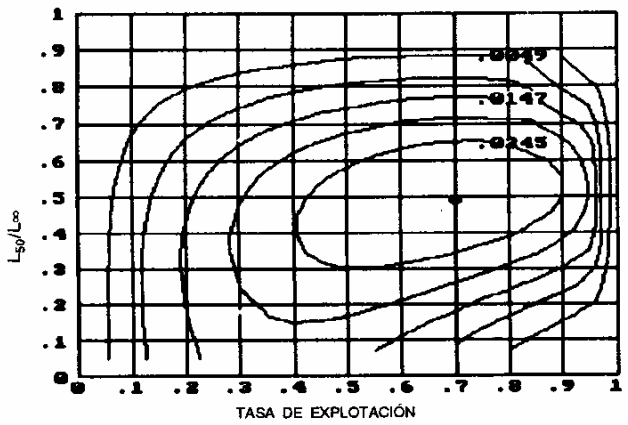

Fig. 6. Isopletas de rendimiento en equilibrio de la pesquería de macarela (*Scomber japonicus*) en la costa occidental de Baja California, México, en 1994.

Aplicando el modelo de Thompson y Bell, que utiliza los parámetros calculados por el Análisis de Población Virtual (APV) o de cohortes, se generaron gráficamente pronósticos de la relación Existencias-Rendimiento tanto de la pesquería de sardina monterrey como de macarela, lo cual permite recomendar tallas de captura y tasas de explotación que puede soportar la pesquería sin perder su estabilidad.

Con base en este análisis, se considera conveniente mantener la mínima talla de captura de sardina monterrey en 16.0 cm LP y el esfuerzo actual con una tolerancia máxima de 10% de aumento. En cuanto a macarela, se recomienda mantener la talla mínima de explotación actual de 31.5 cm LP, con una tolerancia de un 1.5% de individuos menores que esta talla, y una tolerancia al incremento del esfuerzo de pesca no mayor del 7.0%. Estas medidas no afectarán la capacidad de reposición y contribuirán a mantener el ritmo de crecimiento actual en ambas pesquerías. Se estima una captura máxima sostenible de 24,500 t de sardina monterrey y de 13,500 t de macarela (Figs. 7 y 8).

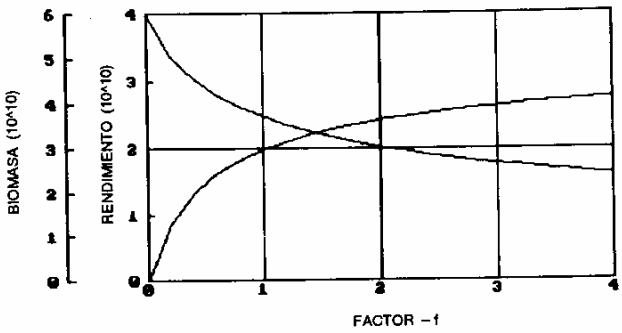

Fig. 7. Curvas de Existencias-Rendimiento de la pesquería de sardina monterrey de la costa occidental de Baja California, México, en 1994, calculadas mediante el modelo de Thomposon y Bell en función de la mortalidad por pesca (F).

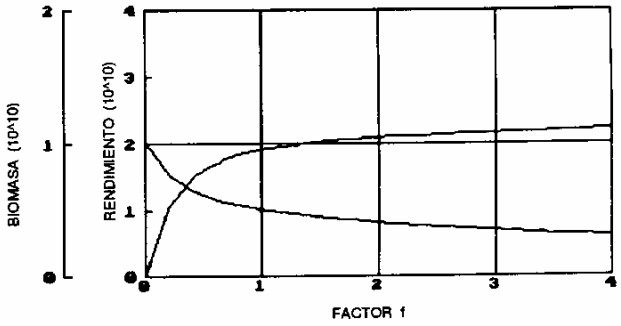

Fig. 8. Curvas de Existencias-Rendimiento de la pesquería de macarela de la costa occidental de Baja California, México, en 1994, calculadas por el modelo Thompson-Bell con base en la mortalidad por pesca (F).

Las tasas de explotación de ambas especies estimadas de 1985 a 1994 muestran una gran variabilidad entre años: en ambos casos aumentan sensiblemente a partir de 1991. También el esfuerzo pesquero ha aumentado en ambas pesquerías.

En cuanto al uso industrial al que fueron orientadas las capturas en 1994, el 19.4% fue aprovechado por la industria empacadora en la elaboración de diferentes productos para el consumo humano directo, en tanto que el 80.6% restante fue utilizado por la industria elaboradora de harina y aceite de pescado (Tabla 6).

Discusión

La reducción en un 23.5% de las embarcaciones en operación en 1994 respecto de 1993 se reflejó en las capturas, que se redujeron en un 13.9%, lo cual parece estar más asociado a causas económicas que a aspectos biológicos. Es evidente que esta disminución afectó definitivamente a la industria pesquera regional.

La búsqueda de menores costos de operación (por fácil acceso) ha determinado que en años recientes la pesca se

Tabla 6. Captura mensual de sardina monterrey y macarela en la costa occidental de Baja California en 1994 y su distribución según su destino industrial.

MES	EMPAQUE	HARINA	TOTAL
ENE	504.7	212.1	716.8
FEB	465.1	535.4	1,109.5
MAR	611.9	590.4	1,202.3
ABR	41.4	159.4	200.8
MAY	451.9	1,265.2	2,017.1
JUN	394.5	2,874.1	3,268.6
JUL	282.1	4,139.8	4.421.9
AGO	469.1	4,406.6	5,177.7
SEP	489.0	3,505.2	3,994.2
OCT	874.8	3,783.7	4,658.5
NOV	850.9	4,386.1	5,237.0
DIC	479.7	2,644.2	3.123.9
SUMA	6,806.1	28,359.8	35,165.9

concentrara en áreas aledañas al puerto de desembarque (Área II). Los barcos que incursionaron fuera de estas áreas, lo hicieron esporádicamente y sólo al escasear el recurso frente a Ensenada.

El calentamiento generalizado del agua en la costa (fenómeno de "El Niño") ha ocasionado una variación en la abundancia de los recursos pelágicos menores y ha afectado su disponibilidad y accesibilidad, lo cual se ha manifestado desde 1976 y luego en varios años anómalos, tales como en 1982-1983, 1987, 1991-1992 y 1994.

Las medidas administrativas que se plantean como resultado del análisis de la información permitirá una mejor integración dé los recursos; pero también será necesario que el ordenamiento incluya los aspectos económico y financiero, para evitar el riesgo de sobreinversión y sirva de referencia para la planeación. Los muestreos de la captura comercial han permitido determinar que las capturas de sardina monterrey en 1994 estuvieron sustentadas en un 26.7% en individuos juveniles, ya que las tallas predominaron alrededor de los 16.0 cm LP, en tanto que en la macarela el 10.0% de las tallas fueron inferiores a 29.0 cm LP y en el 80.0% fueron superiores a los 33.5 cm LP. Esto lleva a considerar que la correcta administración de las existencias implica evitar la captura de individuos demasiado jóvenes.

Finalmente, en cuanto al uso de las capturas en procesos industriales, la industria enlatadora registró en 1994 una reducción del 57.4% en relación con 1993, al pasar su producción de 15,978 t en 1993 a sólo 6,806 t en 1994. En cambio, la industria reductora se incrementó en un 39.9% al pasar de 20.264.9 t en 1993 a 28,359.8 t en 1994.

Conclusiones

1. En 1994, el número de unidades de pesca en operación bajó en un 23.5% en relación con 1993.

2. En los últimos años la operación de la flota se ha concentrado en áreas aledañas al principal puerto de desembarque, Ensenada, como vía para abatir costos de operación.

3. La industria enlatadora redujo en 1994 su producción en un 57.4% con respecto a 1993, en tanto que la reductora la aumentó en un 39.9%.

Recomendaciones

1. Es necesario que el ordenamiento pesquero inluya los aspectos económico y financiero, para evitar problemas de sobreinversión y apoyar el proceso de planeación.

2. Se recomienda no capturar individuos demasiado jóvenes para un manejo sano de las existencias.

Referencias bibliográficas

BAUMGARTNER, T.R.; A. Soutar y M. Ferreira V. 1992. Reconstruction of history of Pacific sardine and northern anchovy population over the tow millenia from sediments off Santa Barbara Basin, California. *CALCOFI Rep.* Vol 33:34-40.

GARCÍA F., W.; M.L. Granados G.; A. Cota V. y F.J. Sánchez R. 1994. Boletín anual temporada 1993. *CRIP Ensenada INP. SEPESCA. Cámara Nacional de la Industria Pesquera, Delegación Baja California. México.*

GAYANILLO, F.C.; M. Soriano y D. Pauly. 1988. A guide complete ELEFAN.ICLARM *Software Project 2.65 p Metro Manila, Philippines.*

LLUCH B., D. 1992. Estado actual de la pesquería de sardina y anchoveta. *XXX Aniversario del Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Pesca. México* (En prensa).

PAULY, D. 1990. Can we use traditional length-based fish stock assessment when growth is seasonal? *Fish byte* 8(3):290-332.

SOUTAR, A. y D. Issacs. 1974. Abundance of pelagic fish during the 19th and 20th centuries as recorded in anaerobic sediments off the Californias. *Fish Bull. U.S.* 72:257-273.