

Análisis de la pesquería del erizo rojo (*Strongylocentrotus franciscanus*) y morado (*S. purpuratus*) en la costa noroccidental de la Baja California

Alfredo Cota Villavicencio, David Aguilar Montero, Manuel Romero Martínez, Rafael Solana Sansores, Francisco Uribe Osorio

Centro Regional de Investigación Pesquera de Ensenada. INP. Apdo. Postal #1306. 22769 Ensenada, B.C.

COTA-VILLAVICENCIO, A.; D. Aguilar M.; M. Romero M.; R. Solana S. y F. Uribe O. 1996. La pesquería del erizo rojo (*Strongylocentrotus franciscanus*) y morado (*S. purpuratus*) en la costa noroccidental de la Baja California INP. SEMARNAP. Ciencia Pesquera No. 12.

Introducción

Desde sus inicios, la administración de la pesquería del erizo ha pretendido conjuntar los diferentes intereses presentes con los objetivos generales enmarcados en el Plan Nacional de Desarrollo Pesquero para el período 1970-1976.

El primer objetivo fue alcanzar una explotación racional del recurso, apoyada en la idea de un rendimiento máximo sostenible que permitiese capturar los excedentes para mantener la población en su nivel óptimo de reproducción. El segundo objetivo se refiere a aspectos socioeconómicos, considera el bienestar económico de los usuarios e intenta obtener máximo rendimiento económico neto (capturar al más bajo costo). Estos objetivos se plantearon para que la administración de la pesquería del erizo fuese un instrumento esencial para un desarrollo firme y sostenido de la pesca, el cual permitiese aumentar el ingreso de divisas y el mejoramiento de las condiciones de vida de los pescadores.

El ordenamiento ha funcionado con base en un permiso de pesca por ocho meses, con una veda temporal del 1o de marzo al 30 de junio (D.O.F., 22/06/90); tolerancia de un 5% de erizos por debajo de la talla mínima legal de 80 mm de diámetro (D.O.F., 12/06/97), cuotas de captura con base en un dictamen técnico del Instituto Nacional de la Pesca (D.O.F., 12/06/87) y entrega de una bitácora mensual por parte de los usuarios, con detalles las capturas (Palleiro *et al.*, 1991).

En este trabajo se analiza la evolución de la pesquería del erizo de mar de 1972 a 1996, sobre la base de la información generada con las actuales medidas de administración, y se hacen proposiciones para mejorarla.

Material y métodos

Se analiza la serie histórica de la pesquería del erizo rojo y morado, sobre todo del primero, de 1972 a 1996, incluyendo captura, esfuerzo, captura por unidad de esfuerzo e índices de concentración en la temporada 1995-1996, utilizando el método descrito por Gulland (1955, citado por Rothschild y Robson, (1972), que es una razón de la captura por unidad de esfuerzo promedio con respecto al promedio de las razones de la captura por unidad de esfuerzo:

$$I_g = (\Sigma c / \Sigma f) [(1/n) \Sigma (c/f)]^2$$

Donde:

c = captura

f = esfuerzo de pesca (mareas)

S = sumatoria en el espacio o en el tiempo

n = número de usuarios para este caso.

Si el valor de $I_g > 1$, la pesca tiende a concentrarse en el recurso. Si $I_g < 1$, la pesca tiende a concentrarse donde el recurso es escaso, y si $I_g = 1$, no existe relación entre la distribución del recurso y la pesca.

Se presentan los resultados del análisis de los muestreos de la captura comercial, especialmente de la temporada 1995-1996 con estimaciones de la tasa de mortalidad total (Z) y de explotación (E), utilizando el método de la razón de abundancias (Ehrhardt¹).

Se aplica el método de análisis de población virtual (Jones, 1984), a la temporada 1995/1996, con el objeto de evaluar la tasa de mortalidad por pesca (F) y de explotación (E) así como su abundancia por intervalo de tallas, las ecuaciones básicas del modelo son:

$$N_t = (N_{ct} X_L + C_{1,2})$$

¹ EHRHARDT, N.M. Curso sobre métodos de evaluación de recursos y dinámica de poblaciones. Tercera Parte, Parámetros Poblacionales. F.A.O.-C.I.C.I.M.A.R., La Paz, B.C.S. 134 pp. (Inédito). 1981.

Donde:

$$S = N_t/N_{t-1}, \quad \text{y} \quad Z = -\ln(S)$$

S es la tasa de sobrevivencia y Z la tasa de mortalidad total.

Se utilizaron como valores de entrada para el modelo los siguientes, tomados de Lelevier y Palleiro (1987):

$L_{\infty} = 15 \text{ mm}$ L-infinita

$K = 0.22$ constante de crecimiento

$F = 0.66$ tasa de mortalidad por pesca

$F/Z = 0.75$ tasa de explotación

$M/2K = 0.50$

$M = 0.22$ tasa de mortalidad natural.

El resto de la información que se presenta proviene de una recopilación bibliográfica de lo elaborado durante años por el personal del Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Ensenada, del INP.

Resultados

Estado de la pesquería

La pesquería del erizo recae principalmente en dos especies: el erizo rojo (*Strongylocentrotus franciscanus*) y el erizo morado (*Strongylocentrotus purpuratus*), que forman parte de la comunidad bentónica asociada a los mantos de algas caféas, sobre todo las Laminariales. Especial referencia merecen las algas de los géneros *Macrocystis* y *Nereocystis*, que favorecen una alta tasa de crecimiento de los erizos. También se les ha visto que se alimentan de algunas especies de la familia Ulvaceae (Vadas, 1977). La distribución de las dos especies de erizo se traslapa: el erizo morado domina la zona entre mareas, y el erizo rojo de los cinco metros de profundidad en adelante. La competencia por espacio y la pesca del erizo rojo han propiciado que el erizo morado aumente su área de distribución y abundancia a zonas más profundas, ya que ahora se encuentra en algunos lugares hasta los 20 metros de profundidad (Palleiro y colaboradores²).

Serie histórica de capturas y esfuerzo

La captura se realiza en la costa occidental de Baja California, desde Islas Coronado hasta Punta Blanca (Lelevier y Palleiro, 1987). (Fig. 1). Los primeros registros de captura de erizo rojo datan de 1972 y de 1993 los del morado. Según Palleiro³, las capturas anuales del erizo rojo han fluctuado: las máximas se produjeron en 1979 (5500 t) y en 1986 (8250 t, peso entero), y desde 1993 han permanecido alrededor de las 3000 t, pero en la temporada de pesca 1995-1996 disminuyeron hasta 1808 t (Fig. 2). Añade

que el erizo morado ha presentado capturas importantes, sobre todo en 1994, con 468 t de peso entero.

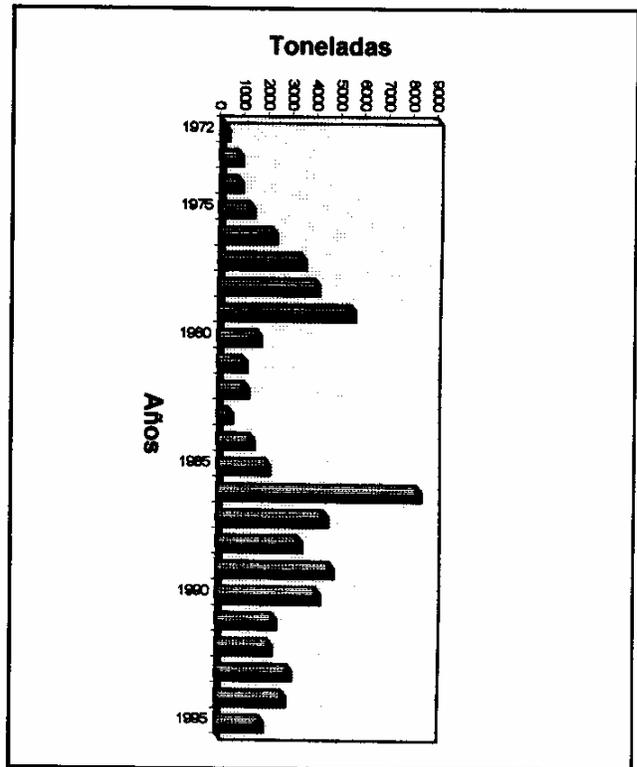


Fig. 1. Zona de pesca y de estudio del erizo de mar en la costa occidental de Baja California, México.

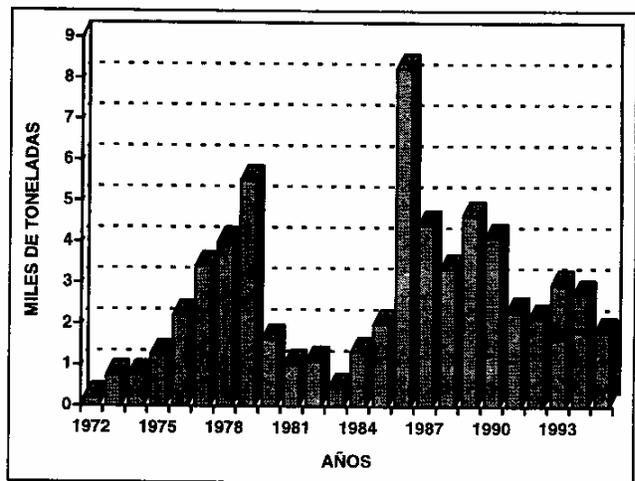


Fig. 2. Captura anual de erizo rojo en la costa occidental de Baja California, México, de 1972 a 1993.

En la figura 3 se observan las fluctuaciones del esfuerzo de pesca ejercido desde 1979, a partir del cual se conoce el número de embarcaciones dedicadas a la pesca del erizo, y ayuda a comprender la situación actual.

2 PALLEIRO, J., A. Lelevier, M. Navarrete y Romero J. M. Análisis y Medidas de Regulación de la Pesquería de Erizo Rojo *Strongylocentrotus franciscanus* en Baja California, México. Documento Interno, 36 pp. 1986.

3 PALLEIRO, J., D. Aguilar y J. M. Romero. Informe de la Evaluación de Erizo en la Áreas de Jatay y San Miguel Baja California. Informe Técnico, 7 pp. 1995. (Doc. interno).—Dictamen técnico de la pesquería de erizo rojo (*Strongylocentrotus franciscanus*), Temporada de Pesca 1994-1995. 1995. (Doc. interno).

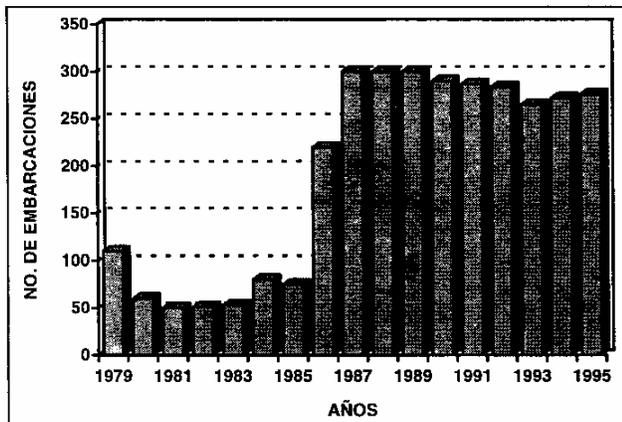


Fig. 3. Número de embarcaciones dedicadas a la pesca de erizo rojo en la costa occidental de Baja California, México, de 1979 a 1995.

El rendimiento obtenido por marea (o día de trabajo) ha sufrido una baja considerable, de 309.23 kg de erizo entero por marea en 1988-1989 hasta 146.20 durante la temporada de 1994-1995, para la de 1995/1996 esta disminuyó a 125.67 kg/marea (Fig. 4). El aumento en el esfuerzo ha ocasionado que disminuya la captura por unidad de esfuerzo.

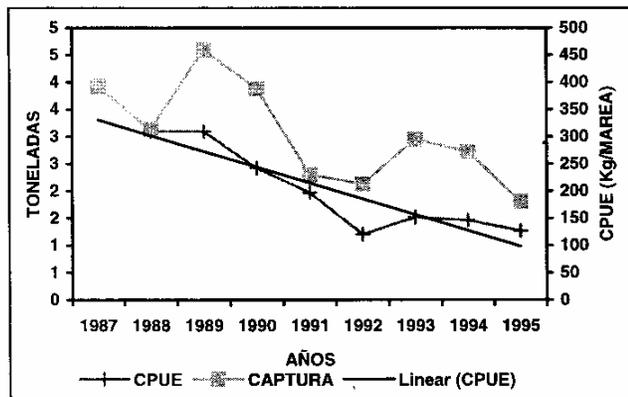


Fig. 4. Captura anual y captura por unidad de esfuerzo de erizo rojo en la costa occidental de Baja California, México, de 1987 a 1995.

Los índices de concentración estimados resultaron bajos en las áreas I y II, lo cual indica que la pesca se realiza en áreas donde el recurso es escaso. En la zona III y IV ésta se lleva a cabo en áreas donde es más abundante: el índice resultando más alto en la zona IV. Índices de concentración en la Zona I: I, 0.73; II, 0.49; III, 0.99; IV, 1.15.

Estructura por tallas de la población

La composición por tallas del erizo rojo da una curva bimodal, o bien unimodal con máximos hacia tallas superiores a los 80 mm de diámetro en la mayoría de los muestreos de la captura, aunque en ocasiones se observan tallas promedio por debajo de los 80 mm en muestreos provenientes de algunas áreas de pesca con señales de agotamiento del recurso (Fig. 5).

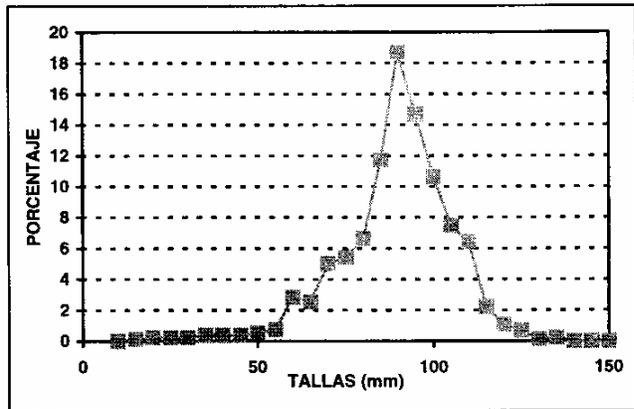


Fig. 5. Composición por tallas de la captura de erizo rojo en la costa occidental de Baja California, México, en 1995

Unidades de administración

Tomando en cuenta la distribución del número de permisos en la costa y los sitios de descarga del producto, el área de pesca se dividió en cuatro zonas para facilitar su administración, que de manera individual han funcionado de diferente forma en cuanto a esfuerzo, captura y la composición por tallas de las capturas (ver mapa anexo).

Estas zonas se distribuyen de la siguiente manera:

Zona I.	De Islas Coronado a Punta Banda.
Zona II.	Punta Banda a Punta Colonet.
Zona III.	Punta Colonet a El Socorro.
Zona IV.	El Socorro a Punta Blanca.

Reproducción y talla de primera madurez

Castro y otros⁴ utilizaron técnicas histológicas con la ayuda de análisis microscópico de las gónadas de erizo rojo en muestras colectadas durante los meses de marzo a noviembre de 1990 en las cuatro zonas de pesca y determinado el grado de madurez mensual, relación talla-madurez, talla de primera madurez, proporción de sexos y meses picos de desove. Los resultados del estudio permitieron establecer por zona lo siguiente:

ZONA	MÁXIMO DESOVE	TALLA DE PRIMERA MADUREZ
I	JUL	63 mm ambos sexos.
II	JUL	60-61 mm ambos sexos.
III	OCT	72-74 mm ambos sexos.
IV	NOV	44 mm solo hembras.

La proporción de sexos fue cercana a la relación 1:1 en las cuatro zonas. La talla mínima de captura se estableció en 80 mm de diámetro, con el objeto de dar una mayor protección al recurso.

⁴ CASTRO, J., O. Tapia y H. Valles. Informe técnico del comportamiento reproductivo del erizo rojo *S. franciscanus* de las cuatro zonas establecidas para la captura comercial durante el período de marzo a noviembre de 1990, 24 pp. CRIP-Ensenada. 1992. (Doc. Interno)

Tasas de mortalidad

Las estimaciones de las tasas de mortalidad total (Z), por pesca (F) y de explotación (E), empleando el análisis de cohortes por tallas, han permitido evaluar los efectos de la explotación. Palleiro y otros ² reportan un valor de Z = 0.66, que resulta del promedio calculado de las tallas de 89 a 137 mm. Se calcularon F = 0.45 y E = 0.68 en el mismo intervalo de tallas. Los mismos autores reportan un incremento de la mortalidad a partir de los 77 mm de diámetro. Cota ⁵ utilizó los datos de muestreo de la captura de las cuatro zonas de pesca y aplicó el método de la razón de abundancias para calcular Z, F y E, y encontró lo siguiente:

ZONA	Z	F	% E
I	1.018	0.798	78.3
II	1.04	0.826	78.9
III	0.846	0.626	43.9
IV	0.926	0.706	76.2

Con un valor de M = 0.22 (Lelevier y Palleiro, 1987) se estimó F y E. Con excepción de la zona III, la tasa de explotación resultan elevada y refleja que un alto esfuerzo existente en cada zona.

El análisis de la composición por tallas con el método de población virtual aplicado a la temporada 1995-1996 (Tabla 1) presenta valores de F>1 y la tasa de explotación superiores al 50% de los 80 mm en adelante, con máximos entre los 90 y 115 mm de diámetro, siendo este intervalo en donde se obtienen las capturas con mayor intensidad.

Tabla 1. Análisis de cohortes a través de las tallas de las cuatro zonas de pesca de erizo de mar en Baja California, México, en la temporada 1995-1996.

TALLA mm	XL	CL (x100)	NL (x100)	S	Z	E=F/Z
50	1.024	7887	2184279	0.95	0.051	0.07
55	1.025	11174	2075389	0.95	0.051	0.10
60	1.027	42724	1964484	0.94	0.061	0.29
65	1.028	38123	1820948	0.92	0.083	0.28
70	1.03	74274	1686019	0.92	0.083	0.43
75	1.032	80847	1517124	0.89	0.11	0.47
80	1.035	98594	1346158	0.88	0.12	0.53
85	1.037	174184	116393	0.86	0.15	0.82
90	1.040	277379	912026	0.78	0.24	0.69
95	1.044	217565	576509	0.63	0.46	0.84
100	1.048	157751	320543	0.44	0.82	0.88
105	1.054	110421	141327	0.99	0.01	0.88
110	1.060	95308	140584	0.45	0.79	0.89
115	1.069	32864	64576	0.62	0.47	0.89
120	1.080	16432	40149	0.47	0.75	0.78
125	1.095	10516	19207	0.33	1.10	0.82
130	1.118	1971	6416	0.68	0.38	0.18
135	1.154	3286	4381			0.75

5 COTA, A. Informe técnico. Temporada de pesca 1995-1996, CRIP-Ensenada. 1995. (Doc. interno)

Crecimiento

Los estudios de crecimiento se realizaron utilizando la composición por tallas de la captura, mediante el programa de computadora NORMSEP y el BGC2, que permiten calcular los parámetros de crecimiento del modelo de Von Bertalanffy. Palleiro y otros ² hicieron un ajuste a este modelo y obtuvieron los siguientes parámetros: L_∞ = 124.43 mm; K = 0.18949; to = 0.1869. También los calcularon utilizando el método de Taylor y López-Veiga, tomando en cuenta que en la captura hay individuos mayores de 80 mm que no fueron considerados, y obtuvieron los los siguientes resultados: L_∞ = 155 mm; K = 0.22; to = 0.03. También se aplicó el modelo de crecimiento Brody-Von Bertalanffy, que permitió establecer mejor la relación edad-talla, con parámetros b = 0.483 y Lt = 80 mm, quedando de la manera siguiente:

$$L_t = 155[1 - e^{-0.483(t-0.22)}]$$

Utilizando la relación peso-longitud se transformó la longitud en modelos de crecimiento en peso, quedando como sigue:

$$W = 0.0096 L^{2.3375}$$

Estimaciones de abundancia

Las evaluaciones del erizo rojo se realizaron mediante el método de transectos con cuadrantes desde 1979 (Palleiro y otros ²), se calculó la abundancia de acuerdo con las necesidades de los diferentes usuarios, por lo que no se tienen estimaciones continuas en algunas áreas de pesca (Tabla 2). En 1995 se utilizó el método de la distancia (Solana *et al.*, 1995) para evaluar la zona I y se obtuvieron cálculos de biomasa bastante grande con una distribución muy heterogénea. En la misma tabla 2 se pueden observar los cambios de abundancia en algunas de las áreas de pesca, con tendencia a disminuir de 1980 a 1985 en las zonas I, II y IV. Lo anterior muestra un panorama del estado del recurso y su abundancia.

En el caso de erizo morado las evaluaciones en las mismas áreas de pesca señalan índices de abundancia de hasta 50 individuos/m² (Palleiro y otros ²). Los cálculos de abundancia de la zona I en 1995 resultaron en dos individuos/ m² en promedio, con la misma heterogeneidad en su distribución espacial mencionada por Solana *et al.*

La evaluación realizada en algunas áreas de pesca de las zonas I, II, III y IV, durante la primera parte de 1996, dieron valores promedio en la abundancia de 1.16 Ind/m², con una distribución espacial muy heterogénea como se encontró en evaluaciones anteriores, en el caso del erizo morado la densidad promedio fue de 3.0/m² (Solana y colabs ⁶).

Zona I (Islas Coronado hasta Punta Banda)

La captura del erizo rojo ha presentado una tendencia a la baja de manera constante, que pasó de 677 t en la temporada 1987-1988 a 221 t en la temporada 1994-1995 (Palleiro y otros ²), y esta misma tendencia se manifiesta en la captura

6 SOLANA, R., A. Cota, D. Aguilar, M. Romero. Evaluación de los Bancos de Erizo Rojo en Baja California, Informe Técnico, CRIP-ENSENADA. 1996. (Doc. interno).

Tabla 2. Densidad de erizo rojo por área de pesca en la costa occidental de Baja California, México, de 1979 a 1996. (Densidad = Ind/m²±desviación estándar)

ZONA	1979	1980	1982	1983	1985	1986	1987	1988	1990	1991	1995	1996
Zona I												
Popotla		6.52			3.55							
I. Coronado									2.81		0.035	
Popotla-Cantamar									1.23		<0.001	
S. Miguel									4.21		0.92	0.61
Sauzal-P.Morro,												
Santos y P. Banda									4.91			
Xatay				4.12							1.19	1.97
				±2.10								
Cantamar-Mirador											0.227	
P.Morro											3.127	
I.T.Santos											0.17	
Zona II												
P.Banda-B.Soledad									3.13	3±3.19		1.455
S.Tomás	4.56	8.25	3.15		3.77		3.82					
	±7.36	±5.69	±5.50		±3.60		±2.58					
P.China-S.Tomás												0.496
Zona III												
P.Colonett												0.75
I.S.Quintín												0.07
M.S.Jacinto												0.78
S.José											0.31	
Zona IV												
A.Sacramento												0.693
B.El Rosario		8				4		5.86	6	3		0.661
S. Gerónimo												0.023
V. Tranquilo												0.462

por unidad de esfuerzo (CPUE), que bajó de 306.40 kg por marea en 1988-1989 a 109.33 kg en 1994-1995. En la temporada 1995-1996 se obtuvo una captura de 165.26 t con una CPUE de 156.35 kg/marea. Ambos índices reflejan una caída en la abundancia del recurso (Fig. 6). En esta zona en 1995 se otorgaron 16 permisos de pesca para 48 equipos de pesca (Palleiro y otros ²).

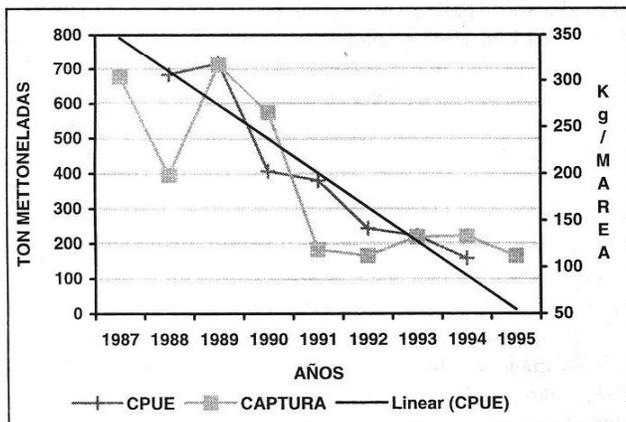


Fig. 6. Captura y captura por unidad de esfuerzo de erizo rojo en la zona de pesca I de la costa occidental de Baja California, México, de 1987 a 1995

La composición por tallas de la captura total refleja cambios en la estructura, la cual se ha encontrado sesgada por encima y por debajo de 80 mm. Los individuos menores a los 80 mm se encontraron sobre todo en la parte norte de la zona. También se observó una distribución heterogénea tanto de las tallas como de la biomasa de ambas especies (Solana *et al.*, 1995) (Fig. 7).

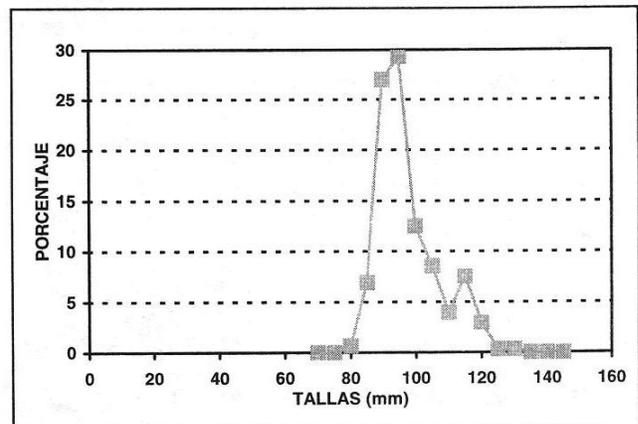


Fig. 7. Composición por tallas de la captura de erizo rojo en la zona de pesca I de la costa occidental de Baja California, México, en 1995.

Zona II (Punta Banda a Punta Colonet)

En esta zona la captura y CPUE fueron altamente variables de 1988 a 1995, con descargas más importantes entre 1990 y 1993, con promedio de 896.25 t y CPUE de 162.64 kg/marea. Esta zona resulta la segunda más importante en cuanto a captura (Palleiro y otros ²). En la temporada 1995-1996 se capturaron 460.62 t con CPUE de 106.33 kg/marea, siendo la segunda en importancia en cuanto a volúmenes capturados.

Existen áreas tanto dentro de la zona II como en la zona I, donde debido a la heterogeneidad la CPUE es baja (Fig. 8). La pesca de 1995 la realizaron 74 equipos con 10 permisos, según Palleiro y otros ².

La talla promedio global fue de 85 mm de diámetro en las dos últimas temporadas y los muestreos realizados en esta zona reflejan promedios de tallas por debajo de los 70 mm de diámetro (Fig. 9).

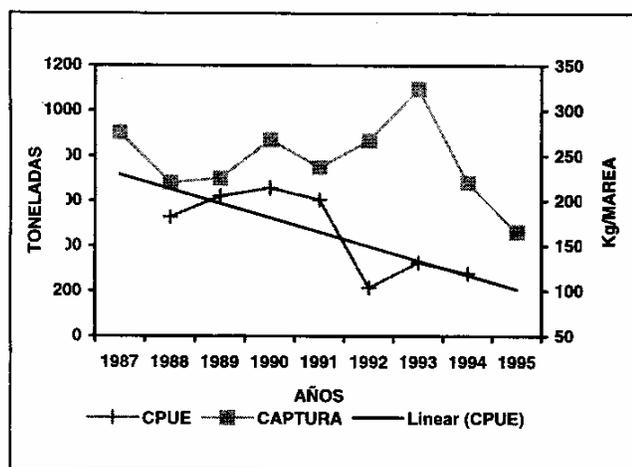


Fig. 8. Captura anual y captura por unidad de esfuerzo de erizo rojo en la zona de pesca II de la costa occidental de Baja California, México, de 1987 a 1995

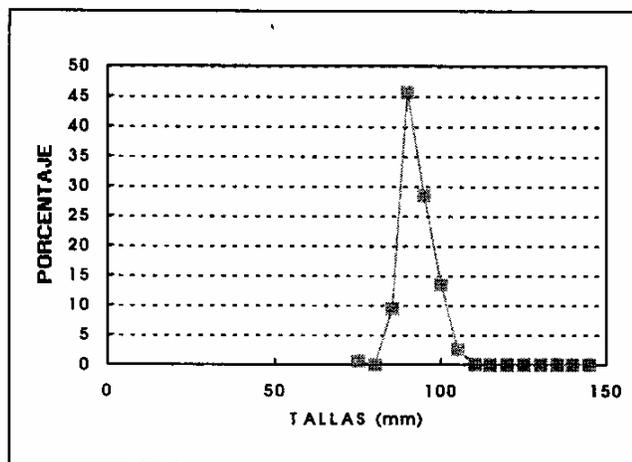


Fig. 9. Composición por tallas de la captura de erizo rojo en la zona de pesca II de la costa occidental de Baja California, México, en 1995

Zona III (Punta Colonet a El Socorro)

En esta zona se presenta de manera muy clara una relación inversa entre la captura y la temporada. En 1987 la captura fue de 585 t, en 1994 de 167 t, y en la temporada 1995-1996 de 128.53 t, con CPUE de 107.20 kg/marea (Fig. 10). La CPUE corrobora esta tendencia y sugiere una disminución en la abundancia, considerando que este índice es un indicador de la abundancia. Operaron 41 equipos amparados en nueve permisos de pesca (Palleiro y otros ²).

La talla promedio fue de 83 mm de diámetro, de acuerdo con Palleiro y otros ², pero la distribución de tallas se extendió hasta menos de 40 mm, lo que sugiere podría afectar la biomasa desovante en el futuro en algunas áreas de la zona (Fig. 11).

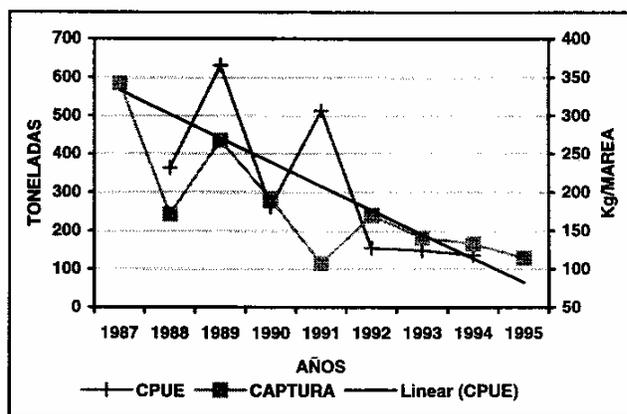


Fig. 10. Captura anual y captura por unidad de esfuerzo de erizo rojo en la zona de pesca III de la costa occidental de Baja California, México, de 1987 a 1995.

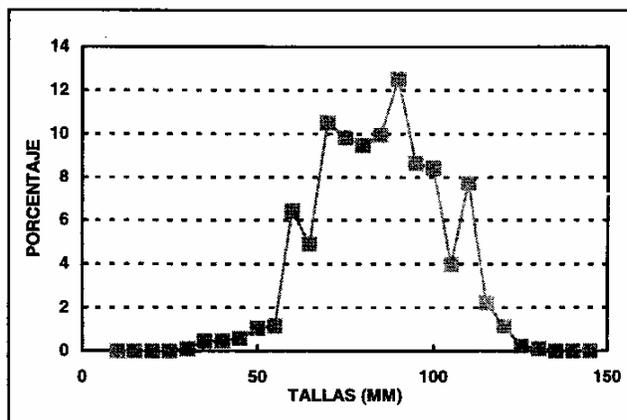


Fig. 11. Composición por tallas de la captura de erizo rojo en la zona de pesca III de la costa occidental de Baja California, México, en 1995.

Zona IV (El Socorro a Punta Blanca)

Esta zona resulta la más importante en cuanto a captura, pues su promedio anual es de 1,500 t. La CPUE a partir de 1988 presenta una tendencia a la baja y se estabiliza en los 170 kg/marea a partir de 1993. La temporada de pesca más

importante fue la de 1989-1990 con 2,744 t y una CPUE de 390.74 kg/marea. En 1995 la captura fue de 1053.12 t con una CPUE de 137.76 kg/marea, hecha por 112 equipos amparados por ocho permisos de pesca (Palleiro y colabs²), (Fig. 12).

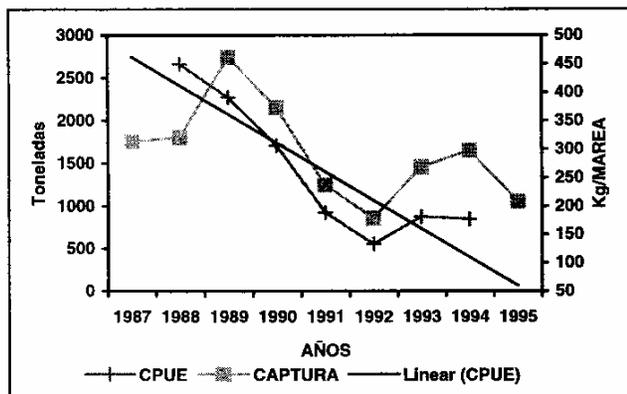


Fig. 12. Captura anual y captura por unidad de esfuerzo de erizo rojo en la zona de pesca IV de la costa occidental de Baja California, México, de 1987 a 1995

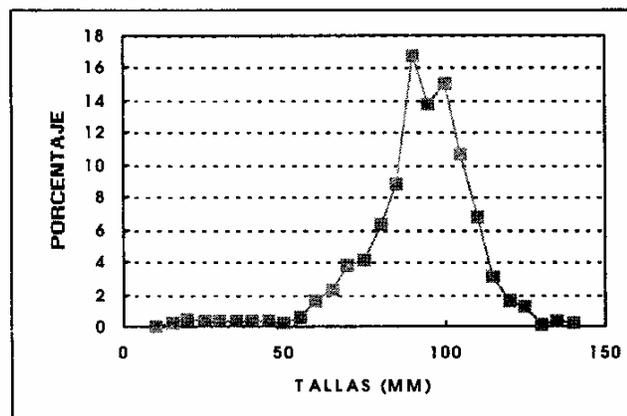


Fig. 13. Composición por tallas de la captura de erizo rojo en la zona de pesca IV de la costa occidental de Baja California, México, en 1995

La talla promedio fue de 87 mm, con baja proporción de individuos menores a la talla mínima legal (Fig. 13). Esta zona y la zona II aportaron el 86% del total de la captura de la temporada 1994-1995, calculada en 2,720 t (Palleiro, *op. cit.*). En la temporada 1995-1996 esta misma zona contribuyó con el 58% del total capturado, siendo un 28% menos que la pasada.

Problemas de la administración de la pesquería del erizo

Desde los inicios de la pesquería se planteó como objetivo fundamental la conservación biológica del recurso y con el tiempo se ha visto la necesidad de incorporar otros objetivos de acuerdo con nuevos intereses, entre los que destaca la obtención de un desarrollo económico óptimo, con beneficio social (equidad), viabilidad administrativa y aceptabilidad

política; pero hasta ahora se ha dado mayor atención a las circunstancias políticas del momento. El criterio de conservación se ha fundamentado en cuotas de captura y de esfuerzo, los cuales se rebasan cada temporada debido a los ingresos obtenidos en la explotación del recurso, el aumento en el esfuerzo de pesca, así como el traslape de permisos de pesca en las cuatro zonas. Esto ha dado lugar a costos externos en la pesquería con efectos negativos que no son contabilizados por el pescador que los genera, pero que sí afecta a otros usuarios del recurso. Existen dos casos: 1) las externalidades del stock, que se presentan con la entrada de más embarcaciones a la pesquería, reducen la disponibilidad del recurso a los pescadores ya existentes e incrementan los costos de extracción; y 2) las externalidades de aglomeración (piratería o exceso de permisos de pesca).

En el desarrollo económico resulta difícil sugerir una reducción del esfuerzo de pesca, dada la inversión existente en embarcaciones, equipos e instalaciones; a deudas por préstamos contraídas con los compradores de erizo, en algunos de los casos a muy corto plazo; y a costos externos y el elevado precio del recurso en el mercado. El beneficio económico se obtiene aumentando la captura mediante la solicitud de una extensión de la cuota asignada y no por mantener bajos costos, como debe suceder.

El aspecto social se aprecia por el beneficio que la pesquería genera entre gran número de pescadores y personal de las plantas procesadoras. La cantidad de empleos pasó de 500 en 1986 a 1500 en 1995 (Palleiro y colabs.²).

La participación en la pesca de erizo de permisionarios libres, cooperativistas, ejidatarios y uniones de pescadores también ha dificultado la administración del erizo, debido a que las autoridades pesqueras han favorecido a grupos con mayor capital o políticamente más fuertes, tanto con permisos de pesca como por el número de unidades de pesca autorizadas y las cuotas de captura asignadas. Esto ha creado conflictos entre los diferentes grupos sociales y en ocasiones ha propiciado la corrupción mediante el soborno de inspectores, la piratería y la capturas de tallas por debajo de la mínima legal. Por estas razones, se considera necesario una mayor transparencia en el otorgamiento y renovación de permisos, en los criterios al otorgar áreas de pesca y fijar el número de licencias por zona de pesca, y en la asignación del número embarcaciones y de áreas de pesca a veces sin recurso, lo cual permitiría tener mayor control por zona y mejor información sobre las operaciones de pesca. Los problemas anteriores hacen ver las fallas existentes en la administración de la pesquería y la necesidad de lograr sobre todo una mayor eficiencia económica en la misma. Una revisión del régimen de propiedad sería muy positivo.

Discusión

La tendencia de la CPUE se ha mantenido descendente en las cuatro zonas, sobre todo en la zona I; en la zona IV se han registrado las mayores capturas (más del 50% del total repor-

tado) al igual que el número de equipos y, por tanto, el esfuerzo de pesca. Dentro de esta zona, en el área de Punta Baja se presentan condiciones oceanográficas de convergencia que favorecen la presencia de frentes y parches de aguas altamente productivos provenientes de surgencias costeras (Bakun y Nelson, 1976), lo cual favorece el desarrollo permanente de los mantos de algas café, que son el alimento más importante de los erizos rojo y morado.

La composición por tallas del erizo rojo presenta una distribución bimodal y otra unimodal; la primera proviene de muestras tomadas directamente del medio durante las evaluaciones y se atribuye a la fuerte depredación ejercida en tallas entre 50 y 80 mm (Tegner, 1989), que quedan sin la protección de "sombrialla" que brindan los adultos, quedando así dos modas separadas. La segunda proviene de la captura y en ella predominan las tallas superiores a 80 mm de diámetro. En ocasiones se han observado tallas inferiores a la mínima legal con origen en áreas con escasez de recurso. De las cuatro zonas de pesca, la zona IV ha mostrado menor proporción de individuos menores a los 80 mm, aunque sí rebasan la tolerancia del 5% que se impone en las capturas.

Las evaluaciones, tanto del erizo rojo como morado, indican una distribución muy heterogénea tanto de la abundancia como de las tallas. El erizo rojo ya presenta señales de agotamiento en las cuatro zonas de pesca. La última evaluación realizada el primer semestre de 1996 presenta evidencias de lo anterior. Existen áreas de pesca importantes dentro de cada zona que son las que sostienen la captura global y que generalmente son asignadas a grupos con cierta organización o asesoría técnica.

El análisis de cohortes a través de las tallas en la temporada 1995-1996 arroja altas tasas de mortalidad por pesca ($F > 1$), tasas de explotación superiores al 50%, con promedio del 74.5% en las tallas mayores a los 80 mm; Lelevier y Palleiro (1987) reportan un promedio del 65% en los mismos intervalos y observan en relación con este trabajo un incremento del 10% en la tasa de explotación de las tallas que entran en la fase de explotación.

Conclusiones

1. La pesquería del erizo de mar, en especial la del erizo rojo, presenta índices de agotamiento en las cuatro zonas de pesca. Las capturas han disminuido y los índices de concentración estimados para la temporada 1995-1996 en las zonas I, II y III indican la aplicación de un excesivo esfuerzo de pesca, muy disperso en toda el área de pesca; y en la zona IV el índice indica que el esfuerzo se concentra en áreas donde el recurso es abundante.
2. Las tasas de mortalidad por pesca y de explotación han sido altas en las cuatro zonas, sobre todo en las zonas I y II. Las tasas de explotación rebasan el 50% en todos los casos, lo cual coincide con el incremento del esfuerzo de pesca observado desde los inicios de la pesquería.
3. La administración de la pesquería del erizo se ha propuesto preservar el recurso, pero la evolución de la pesquería ha obligado a incorporar nuevos objetivos y complejidades, dada la dificultad de conciliar diferentes intereses, tanto políticos como sociales y económicos. Por otro lado, efectos externos negativos han surgido como parte del problema y repercuten en la economía de la pesquería.

Recomendaciones

1. La ineficiencia económica hace necesario revisar el régimen de propiedad, dar más derechos de acceso a los usuarios del recurso, descentralizar las decisiones sobre administración de la pesquería, y procurar mejores condiciones de seguridad, igualdad social mayor beneficio económico a los pescadores.
2. En todas las fases de la administración de una pesquería resulta necesaria una mayor participación de todos los grupos involucrados en esta actividad; tanto autoridades como científicos y usuarios, con el objeto de garantizar un mejor seguimiento del desarrollo de la pesquería y un mejor aprecio de las medidas regulatorias que se establezcan.
3. Es importante que se incluya en el plan de manejo del erizo proyectos complementarios para repoblar y rotar áreas de pesca y de cultivo, con el fin de mejorar las condiciones actuales de los bancos de erizo y planear a futuro su administración con mejores resultados.

Referencias Bibliográficas

- BAKUN A. y C.S. Nelson. 1976. Climatology of upwelling off Baja California. *CalCOFI Rep.* XIX, pgs. 107-127.
- JONES, R. 1984. Assessing the effects of changes in exploitation pattern using length composition data. *FAO Rept.* 256, 118 pgs.
- LELEVIER, A. y J. Palleiro. 1987. Evaluación preliminar del stock del erizo rojo (*Stroglyocentrotus franciscanus*) en Baja California. *Mem. Simp. Invest. Biol. Ocean. Pesq. de México*, pp. 139-146.
- PALLEIRO, J., A. Lelevier y D. Aguilar. 1991. La pesquería del erizo rojo (*Stroglyocentrotus franciscanus*) en Baja California, México. *Mem. Taller México-Australia Reclutamiento Rec. Bent., La Paz, B.C.S.*
- ROTHSCHILD, B. J. y D. S. Robson (1972). The use of concentration indices in fisheries. *Fish. Bulletin* (70): pgs. 511-514.
- SOLANA, R., A. Cota, D. Aguilar. La pesca del erizo de mar en la Zona Administrativa Uno de Baja California, México: Problemas de heterogeneidad. 1995. *Revista Ciencias Marinas* (En prensa).
- TEGNER, M.J. 1989. The feasibility of enhancing red sea urchin *Stroglyocentrotus franciscanus* Stocks in California. An Analysis of the Options. *Marine Fisheries Review* 51(2): 1-21 pgs.
- VADAS, R. L. 1977. Preferential feeding: an optimization strategy in sea urchins. *Ecol. Monographs*, 47: 337-371 pgs.