

**PARAMETROS POBLACIONALES Y DIAGNOSTICO DE LA
PESQUERIA DE ABULON AMARILLO (*Haliotis corrugata*)
EN BAHIA TORTUGAS, B. C. S.**

Victoria Marín A.*

RESUMEN

En el área circundante de Bahía Tortugas el 50% de la captura comercial la constituye la especie "abulón amarillo".

Para el diagnóstico se utilizaron muestreos de la captura comercial realizados durante los años de 1972 a 1975. En la estimación de los parámetros se aplicó el método de T. Doi (1975).

El análisis de la población de Bahía Tortugas mostró que la primera talla que aparece en la captura es entre los 13 y 14 cm; el crecimiento es acelerado en los primeros 5 años con una tasa de crecimiento de 10 a 30 mm anuales.

A través del cálculo de sobrevivencia a diferentes niveles del stock virgen, se obtuvo un valor de $S_0 = 0.7$ que corresponde con una mortalidad natural de $M = 0.356$.

La presión de pesca se ejerce en abulones de 5 años, ya maduros sexualmente lo que permite asegurar la progenie.

El nivel de captura de 163 tons de callo de esta especie puede ser considerado como el óptimo. La tasa de explotación (E) presenta cifras bastante moderadas, $E = 0.105$.

Se puede considerar que las existencias de abulón amarillo en las áreas circundantes a B. Tortugas no son abundantes, sin embargo los abulones capturados se incluyen casi en su totalidad dentro del stock capturable, respetándose las tallas mínimas.

SUMMARY

In the surrounding area to Bahía Tortugas, 50% of the capture is composed by the species, "yellow abalone".

For the diagnosis of the population samples from the commercial catch from four years (1972-75) were used. The method used for estimation the parameters was T. Doi (1975).

The analysis of the population of Bahía Tortugas shows that the first five years is fast, with a rate of 10 to 30 mm per year.

Through the estimation of survival at different levels of the virgen stock, a value of $S_0 = 0.7$ was obtained, which corresponds to a natural mortality (M) = 0.356.

Fishing effort is exerted on sexually mature abalones about 5 years old; which allows the insure offspring.

A capture of 163 tons of muscle of this specie can be considered as the optimum. The rate of exploitation (E)=0.105, shows figures quite moderate.

The stock of yellow abalone in the area surrounding "Bahía Tortugas" is not abundant, but the abalones captured are included almost totality in the catchable stock. That is respect to minimum size.

* Departamento de Pesca
Dirección General del Instituto Nacional de Pesca
México, D.F.

INTRODUCCION

El abulón constituye uno de los recursos más importantes en la costa occidental de Baja California, en 1976 la captura alcanzó un volumen aproximado de 2,500 toneladas. Los bancos abuloneros se localizan en la franja costera sobre fondos rocosos entre los 6 y 18 metros de profundidad (Guzmán del Próo y M. Ortiz Q., 1972).

En razón de que el abulón es una especie sedentaria, sumamente vulnerable, la extracción requiere de medidas regulatorias que protejan las tallas pre-reproductoras de la pesca excesiva a fin de lograr la permanencia de este valioso recurso.

De acuerdo con lo anterior, desde hace varios años se vienen llevando a cabo estudios de carácter biológico pesquero, que tienen como propósito lograr las condiciones más adecuadas para su pesca.

Con la asesoría del Dr. Takeyuki Doi y continuando con el programa trazado (Guzmán del Próo, 1974) de muestreos escalonados como puntos clave de la pesquería de este recurso a lo largo del área de su distribución natural, se iniciaron una serie de estudios poblacionales de las diferentes áreas de pesca.

En trabajos anteriores ya publicados (Lluch, 1972; Guzmán del Próo, 1976; Ortiz, 1976), se ha puesto de manifiesto que existen diferencias notables entre los componentes de la captura de abulón en las diferentes áreas; con el análisis poblacional del abulón amarillo (*Haliotis corrugata*) de I. Cedros y Abrejos (Doi *et. al.* 1976), se han podido comprobar estas diferencias.

Bahía Tortugas (Fig. 1) constituye un lugar con características de transición, condiciones ecológicas y situación geográfica intermedias a las áreas consideradas anteriormente; por lo cual se prosiguió con el estudio de esta especie en dicho lugar. Para tal efecto, al concluir con el procesamiento por sistema electrónico de los muestreos de la captura comercial efectuados durante 4 temporadas, que dieron como resultado la composición de la captura por talla y número de abulones que junto con estudios de fecundidad y madurez (OrtizQ., 1976), constituyeron el material suficiente para proceder al cálculo de los parámetros poblacionales, tales como crecimiento, mortalidad, tasa de explotación, etc., con los cuales se logró integrar el material necesario para el análisis poblacional de este lugar.

La información obtenida dio como resultado final, el conocer el estado actual del recurso,

rendimiento máximo y nivel óptimo de captura que son de importancia básica para la evaluación del recurso y la administración de la pesquería.

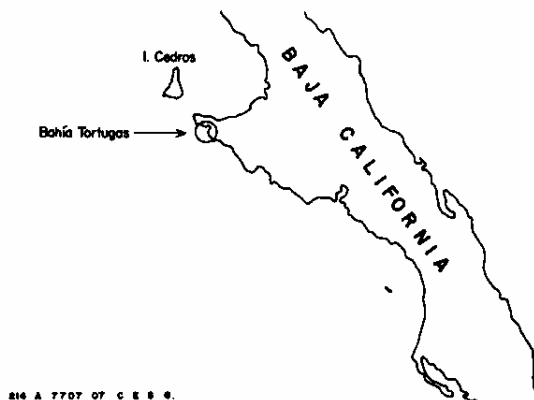


FIG. 1. LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL AREA DE CAPTURA DE ABULON DE LA COOPERATIVA BAHIA TORTUGAS.

Consideraciones sobre la pesquería de abulón en Bahía Tortugas

Además de la especie en cuestión, que se captura en un 50% aproximadamente, se capturan otras especies: el abulón azul en una proporción casi igual que el amarillo; el chino y negro, presentes con sólo un 10%.

Mensual y estacionalmente, se presentan fluctuaciones indefinidas de porcentaje, debido probablemente en gran parte a los cambios meteorológicos pues cuando hay mal tiempo, la captura se realiza en fondos someros donde abunda el abulón azul; en cambio, si no hay marejada y aguas turbias, la captura se efectúa en lugares alejados de la costa (según información de los pescadores).

Las gráficas de explotación de abulón en Bahía Tortugas muestran las cifras más elevadas de 1962-67 con alrededor de 450 toneladas anuales.

En los últimos años (a partir de 1970), la producción se mantiene a un nivel de alrededor de 200 toneladas por temporada. Actualmente (Dirección General del Instituto Nacional de Pesca, 1977), se ha fijado la cuota en 220 tons por temporada.

1. MATERIALES Y METODO DE ANALISIS

Existen varios métodos para el análisis de una población. En este caso se procedió al método rápido de diagnóstico, que al ser aplicado anterior-

mente (Doi, *et. al.* 1976) para el abulón amarillo de otras áreas como I. Cedros, Benito y Abreojos, demostró ser el más adecuado.

El material proveniente de los muestreos fue de dos tipos: uno referente únicamente a la medición de la concha, se obtuvo de la captura comercial de la temporada 1972-75 y consistió de 4,887 abulones amarillos. Dicho material fue procesado por sistema electrónico para obtener la composición de la captura por talla, sexo y especie. Para las relaciones biométricas se tomaron datos de longitud total, peso total y peso callo. Se contó con 571 ejemplares procedentes de 4 muestreos.

Los datos de noviembre de 1974, se utilizaron en la elaboración de tablas de distribución de frecuencias, los porcentajes obtenidos se pasaron a papel de probabilidades de donde se obtuvieron las clases de edad necesarias para el cálculo de crecimiento, siguiendo el mismo método utilizado por Guzmán del Prío y V. Marín, A. (1974).

Una vez que se obtuvo la ecuación de crecimiento, la clave edad longitud permitió agrupar el número mensual de individuos por edad y la edad promedio que resulta de dividir

$$\frac{NX}{N} \text{ en donde: } N = \text{No. de individuos, } X = \text{edad}$$

La tasa de sobrevivencia se obtuvo de las edades promedio mensuales derivando de ahí todos los demás parámetros como son Z, M, F, E y N.

El coeficiente de mortalidad total (Z), fue estimado como un promedio de los obtenidos por mes, en donde $Z = -\ln S$.

El coeficiente de mortalidad por pesca (F), se deduce de la fórmula $Z = F + M$: $F = Z - M$.

La tasa de explotación (E) se calculó empleando la ecuación:

$$E = \frac{F}{Z} (1 - S).$$

Disponibilidad (Q). En aquellos casos en que el número de abulones en las primeras edades que aparecen en la captura, no es el total existen-

te en el mar, se hizo necesario calcular el número real de abulones de esas edades empleando la fórmula:

$$\frac{C_i}{C_i - 1} = e^{-(M+F)} + \frac{1 - Q_i - 1}{Q_i - 1}$$

en donde C_i = No. de individuos en la edad de mayor frecuencia; y $C_i - 1$ = No. de individuos en la edad anterior a la de mayor frecuencia. La población (N) estimada en número de individuos se obtuvo de la ecuación:

$$N = \frac{C}{E}$$

en donde C es la captura de los años 1974-75 y E la tasa de explotación.

El número de abulones en la primera edad de captura (N_4 en este caso), se calculó mediante la fórmula $N_4 (Q \times S + (1-Q) S_0) S^n$. Posteriormente, la suma de N de todas las edades, dió lugar al número de abulones en el mar.

Las cuatro diagnósis consideradas derivaron de los parámetros estimados, agregando además otros datos como el índice de madurez y fecundidad (Ortiz, 1976) y los datos de esfuerzo tomados del registro del número de mareas (Ortiz, Camacho y Muñoz, 1976).

RESULTADOS

Modelo del ciclo de vida de *Haliotis corrugata*

El ciclo de vida resume valores de crecimiento, peso (W), longitud (L), otros parámetros como (Z, S, F, M) y sobre todo, mecanismos de reproducción como es la proporción de sexos, época de desove, índices y tasas de fecundidad y madurez consideradas en cada etapa y edad del individuo, duración de los primeros estadios de vida y momento de fijación al fondo de la larva pelágica.

A través del análisis de la población, se va integrando la figura 2.

I. ANALISIS PRIMARIO

1. Parámetros poblacionales.

1.1 Crecimiento. De la regresión correspondiente a la ecuación $y = K - ab^t$ procesada en calculadora Sharp modelo 2001 mediante programa de la regresión exponencial, resulta a, b, k.

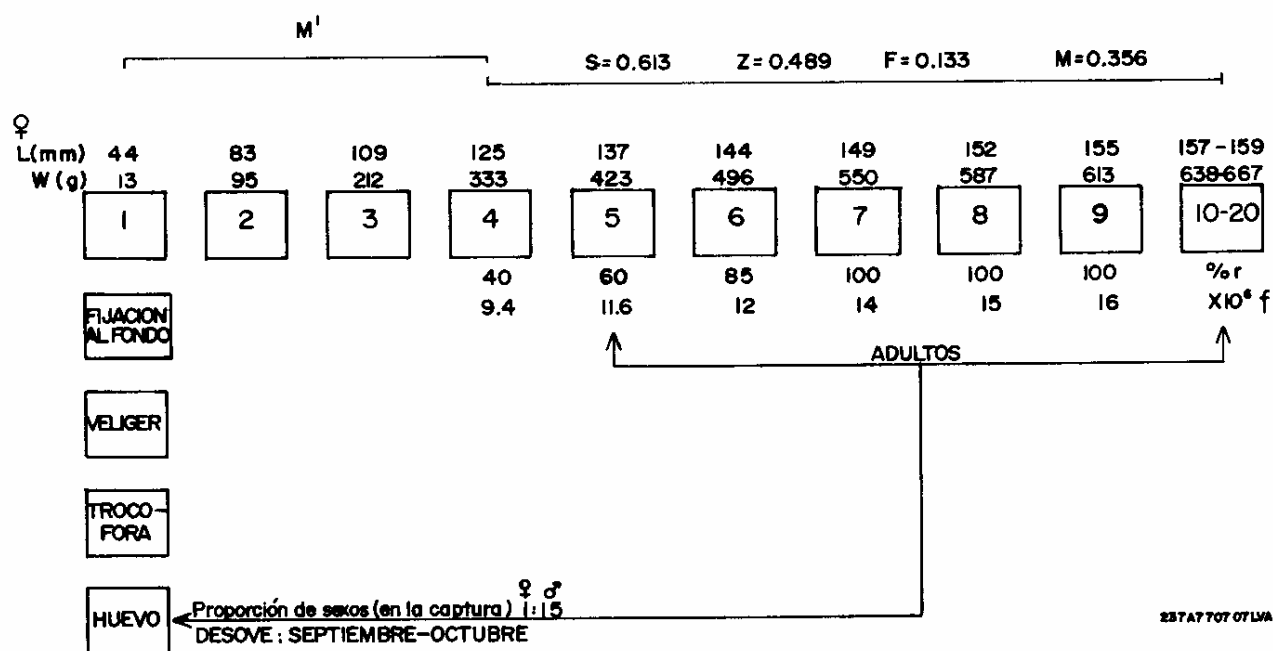


FIG. 2. MODELO DEL CICLO DE VIDA DE ABULON AMARILLO (*Haliotis corrugata*) EN BAHIA TORTUGAS, BAJA CALIFORNIA.

TABLA No. 1. PARAMETROS DE CRECIMIENTO

Sexo	b	a	K(1)	a/K	$\ln \frac{a}{k}$ (2)	$-\ln b$ (3)	t_0 (4)
Hembras	0.6666	170	159	1.0707	0.0679	0.4056	0.1674
Machos	0.7142	177.8	170	1.0460	0.0450	0.3366	0.1336

- 1) $K = L \infty$ (de la ecuación de Bertalanffy)
- 2) $\ln \frac{a}{k}$
- 3) $-\ln b = K$ (de la ecuación de Bertalanffy)
- 4) $t_0 = \frac{\ln \frac{a}{K}}{-\ln b}$

Al sustituir estos parámetros de crecimiento, L , k y t_0 en la fórmula Bertalanffy, obtenemos las siguientes ecuaciones para abulón amarillo:

$$\begin{aligned} \text{Hembras } L_t &= 159 (1 - e^{-0.4056 (x - 0.1674)}) \\ \text{Machos } L_t &= 170 (1 - e^{-0.3366 (x - 0.1336)}) \end{aligned}$$

Después de aplicar las ecuaciones sustituyendo x por cada una de las edades se elaboró la tabla edad/longitud (tabla 2). En esta misma tabla se incluyen los datos equivalentes al peso correspondiente para cada edad, utilizando la relación p/l del inciso 3.2.

Las longitudes del abulón amarillo en el muestreo de la captura comercial de Bahía Tortugas presentan límites comprendidos entre 11 y 18 cm, el mayor porcentaje de individuos está agrupado en los 14 cm. En términos de edad se considera que la captura se inicia a los 4 años. (Tabla 2).

Las tasas de crecimiento de abulón amarillo muestran incrementos anuales de 10 a 30 mm

en abulones jóvenes hasta de 5 años y de 0.5 mm en abulones adultos de 6 a 11 años, los incrementos después de esta edad, son insignificantes.

La población capturada está representada principalmente por abulones de 4 y 5 años, constituyendo aproximadamente el 60% de la población.

TABLA 2. EDAD/LONGITUD TOTAL Y EDAD/PESO TOTAL CALCULADO PARA ABULON AMARILLO EN HEMBRAS Y MACHOS DE BAHIA TORTUGAS, B. C. POR MEDIO DE LAS ECUACIONES (1), (2), (3) y (4).

Edad ♀	L (mm) (1)	W (g) (2)	Edad ♂	L (mm) (3)	W (g) (4)
1	43.8	13	1	43.0	13
2	83.4	95	2	79.3	89
3	108.6	212	3	105.2	204
4	125.4	333	4	123.7	326
5	136.6	423	5	136.9	429
6	144.1	496	6	146.4	513
7	149.0	550	7	153.1	578
8	152.4	587	8	157.9	626
9	154.6	613	9	161.4	662
10	156.7	638	10	163.9	691
11	157.0	643	11	165.6	705
12	157.7	651	12	166.9	718
13	158.1	656	13	167.8	723
14	158.4	660	14	168.4	738
15	158.6	662	15	168.9	738
16	158.7	664	16	169.2	741
17	158.8	666	18	169.6	745
18	158.9	666	18	169.6	745
19	158.9	666	19	169.7	746
20	158.9	667	20	169.9	748

$$\text{♀ (1) } L = 159 (1 - e^{-0.4056(x-0.1674)})$$

$$(2) W = 0.166 L^3$$

$$\text{♂ (3) } L = 170 (1 - e^{-0.3366(x-0.1336)})$$

$$(4) W = 0.169 L^3$$

1.2 Relaciones Biométricas

Las medidas del largo total de la concha, se relacionaron por medio de regresión, con el peso total respectivo, el largo total con el peso del callo y el peso total con el peso de callo.

En las siguientes tablas (3 y 4) se aprecian ligeras diferencias en los resultados de los 4 meses considerados. Para la transformación de la captura de kilos en número de abulones, se tomó una sola cifra promedio.

Por medio de la regresión exponencial correspondiente a la fórmula $W = AL^3$ resultó:

TABLA 3. RELACIONES BIOMETRICAS: A (1) LONGITUD TOTAL/PESO TOTAL, A (2) LONGITUD TOTAL/PESO CALLO DE ABULON AMARILLO EN BAHIA TORTUGAS.

Mes	A(1)		A(2)	
	♀	♂	♀	♂
Noviembre, 1974	0.160	0.170	0.076	0.074
Agosto, 1974	0.179	0.177	0.063	0.069
Noviembre, 1975	0.165	0.171	0.069	0.074
Febrero, 1975	0.159	0.159	0.061	0.061
Promedio	0.166	0.169	0.067	0.069
Ambas especies	0.1675		0.068	

De acuerdo a la regresión lineal correspondiente a la fórmula $W = AL$, se obtuvo la Tabla 4.

TABLA 4. RELACIONES BIOMETRICAS A(1) RELACION PESO TOTAL/PESO DE CALLO DE ABULON AMARILLO EN BAHIA TORTUGAS

Mes	A(1)	
	♀	♂
Noviembre, 1974	0.4326	0.4305
Agosto, 1974	0.3896	0.3881
Noviembre 1975	0.4273	0.4258
Febrero, 1975	0.3839	0.3822
Promedio	0.4084	0.4067
Ambos sexos	0.4075	

1.3 Estimación de los parámetros poblacionales del stock virgen.

Coefficiente de mortalidad natural (M) y sobrevivencia del stock virgen (S_0). Se obtuvo la información sobre la tasa de mortalidad natural a través de los cambios de biomasa entre 4 y 20 años en los diferentes niveles de sobrevivencia natural (Tabla 5).

TABLA 5 Número y biomasa teóricos a diferentes niveles de sobrevivencia del stock virgen de ♀ y ♂ de abulón amarillo.

S	Edad	Peso	So. 9		So. 8		So. 7		So. 6		So. 5	
			N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
S ⁰	4	326	1	326	1	326	1	326	1	326	1	326
S ¹	5	429	0.90	386	0.80	343	0.70	300	0.60	257	0.50	214
S ²	6	513	0.81	416	0.64	328	0.49	251	0.36	185	0.25	128
S ³	7	578	0.73	421	0.51	296	0.34	198	0.22	125	0.13	72
S ⁴	8	626	0.66	417	0.41	256	0.24	150	0.13	81	0.06	39
S ⁵	9	662	0.59	391	0.33	216	0.17	111	0.08	51	0.03	21
S ⁶	10	691	0.53	367	0.26	181	0.12	81	0.05	32	0.02	11
S ⁷	11	705	0.48	337	0.21	147	0.08	58	0.03	20	0.008	6
S ⁸	12	718	0.43	309	0.17	120	0.06	41	0.02	11	0.004	3
S ⁹	13	723	0.39	280	0.13	97	0.04	29	0.01	7	0.002	2
S ¹⁰	14	733	0.35	253	0.11	78	0.03	20	0.006	4	0.0009	0.6
S ¹¹	15	738	0.31	231	0.08	63	0.02	14	0.004	3	0.0005	0.4
S ¹²	16	741	0.28	209	0.07	50	0.01	10	0.002	2	0.0002	0.2
S ¹³	17	743	0.25	189	0.05	40	0.009	7	0.001	1	0.0001	0.1
S ¹⁴	18	745	0.23	170	0.04	33	0.006	4	0.0008	0.6	0.00006	0.04
S ¹⁵	19	746	0.21	154	0.03	26	0.004	3	0.0005	0.4	0.00003	0.02
S ¹⁶	20	746	0.18	138	0.03	21	0.003	2	0.0003	0.2	0.00001	0.007

2. Tamaño de la población.

2.1 *Stock capturable*. Partiendo del promedio de tres años de la captura (Y) expresada en peso de callo, se inició la estimación del tamaño de la población.

Año	Y (tons)
1972	60.8
1973	63.8
1974	176.7
Promedio:	100.4

Para la estimación de la biomasa (P), se dividió la captura (Y) entre la tasa de explotación (E), o sea:

$$P = \frac{100.4}{0.105} = 956 \text{ tons.}$$

Al dividir la población capturada (Y) entre el peso promedio de callo (W), se obtuvo la captura (C) expresada en número de abulones, de tal manera que:

$$\frac{Y}{W} = \frac{100.4}{0.185}$$

∴ $C = 543 \times 10^3$ abulones, al dividir este número entre la tasa de explotación, resulta:

$$\frac{C}{E} = \frac{543}{0.105} = 5.17$$

$N_c = 5.17 \times 10^6$ abulones en el stock capturable.

2.2 Disponibilidad (Q).

Antes de continuar con la estimación de otros parámetros de la abundancia de la población, se hace necesario conocer la disponibilidad.

Debido a que la mayor edad de reclutamiento se presentó a los 5 años, el cálculo anual de (Q) en Bahía Tortugas se estimó únicamente en la edad 4 de cada temporada.

Se ejemplificará el cálculo con los datos resultantes de la temporada 1972.

C_4 = captura en número de abulones hembra de la edad 4 = 12978

C_5 = captura en número de abulones hembra de la edad 5 = 22660

$$\frac{C_5}{C_4} = \frac{22660}{12978} = 1.746 = C_i$$

Luego, con los valores de los parámetros de la temporada mencionada (ver tabla 8) y que resultaron: $F = 0.043$, $S = 0.72$, $M = 0.287$ y $S_0 = 0.75$; se procedió a sustituir de la fórmula $e^{-(M+F)} + \frac{1-Q}{Q} e^{-M} = 1$, que deriva de la in-

dicada en el inciso de metodología (pág. 69); se despeja $1 - Q$ como se señala enseguida:

$$1 - Q = \frac{1.746 - 0.72}{0.75} = 1.368 + 1$$

$$Q_4 = \frac{1}{2.368} : Q_4 = 0.4223$$

El valor más bajo de Q se presentó en 1972, que al ser promediado con el valor de los siguientes años en que (Q) presentó cifras más elevadas (tabla 8), el promedio obtenido resultó = 0.77. Significando esto que aproximadamente las tres cuartas partes de la población de abulón de 4 años, están disponibles para ser capturadas.

TABLA 8. DISPONIBILIDAD (Q) DE ABULON AMARILLO EN BAHIA TORTUGAS

Edad/Año	1972	1973	1974
4	0.4223	0.9416	0.9516
Promedio	0.7718		

2.3 Tamaño de la población en el mar.

Previamente al cálculo del tamaño de la población en el mar, se hizo la estimación del número de abulones en la primera edad de captura (N_4) el cual se obtiene de sustituir la disponibilidad (Q) y la sobrevivencia del stock actual (S) y virgen (S_0) desde la edad 4 hasta la 20 mediante la siguiente fórmula:

$$N_4 (Q S) + (1 - Q) S_0 S^n$$

En donde:

$$\begin{aligned} Q &= 0.7718 \\ S &= 0.613 \\ S_0 &= 0.70 \end{aligned}$$

así por ejemplo, al sustituir en la edad 5, quedaría: $0.7718 \times 0.613 + (1 - 0.7718) 0.7 = 0.6328$ y en la edad 6, como $Q = 1$ entonces: $0.6328 (0.613) = 0.3879$.

Como N_4 (2.4049) es equivalente al tamaño de la población capturable (5.17) entonces puede igualarse esta expresión y despejar posteriormente N_4 para sustituirla en toda la columna; por lo tanto: $N_4 (2.4049) = 5.17 \therefore N_4$

$$= \frac{5.17}{2.4049} = 2.15 \quad N_4 = 2.15$$

Si sustituimos este valor de N_4 en cada una de las expresiones de la (tabla 9), se obtiene el tamaño de la población en el mar, que es la suma de la población en cada edad; o sea: $N_4 (1) = 2.15$; $2.15 (0.6328) = 1.36$, etc. $\therefore$ Población en el mar = 5.66×10^6 .

TABLA 9. TAMAÑO DE LA POBLACION EN EL MAR, DE ABULON AMARILLO ($\varnothing + \delta$) EN BAHIA TORTUGAS, B. C.

Edad	$N_4 (QS + (1 - Q) S_o) S_n$	N en el mar $\times 10^6$
4	$N_4 (0.7718)$	2.150
5	$N_4 (0.6328)$	1.360
6	$N_4 (0.3879)$	0.8339
7	$N_4 (0.2378)$	0.5113
8	$N_4 (0.1458)$	0.3135
9	$N_4 (0.0890)$	0.1913
10	$N_4 (0.0540)$	0.1161
11	$N_4 (0.0335)$	0.0720
12	$N_4 (0.0205)$	0.0440
13	$N_4 (0.0126)$	0.0270
14	$N_4 (0.0077)$	0.0165
15	$N_4 (0.0047)$	0.0101
16	$N_4 (0.0029)$	0.0062
17	$N_4 (0.0018)$	0.0034
18	$N_4 (0.0011)$	0.0024
19	$N_4 (0.0006)$	0.0013
20	$N_4 (0.0004)$	0.0009
$N_4 (2.4049)$		5.660

II. ANALISIS SECUNDARIO

1. *Diagnosis de la pesquería.*

1.1 *Diagnosis 1* Talla mínima. Esta diagnosis proviene de las curvas de rendimiento de biomasa (Fig. 3) que fueron utilizadas para el cálculo de mortalidad natural. La curva de sobrevivencia de 0.7 muestra la edad con mayor incremento de biomasa, que se encuentra entre

los 4 y 5 años, correspondientes a las tallas de 13 cm. aproximadamente.

Previamente al cálculo de las curvas promedio de ambos sexos, se analizó por separado el de cada uno, no encontrándose diferencias notables.

La talla mínima actual de abulón amarillo para la zona en que está localizada Bahía Tortugas, está fijada en 13.5 cm., talla en la que el 50% de los individuos ha alcanzado la madurez.

1.2 *Diagnosis 2.* De la reproducción depende en gran parte el tamaño de la población, por lo cual para la estimación de la abundancia de reproductores, el método plantea el reunir datos de carácter biológico tales como coeficiente de fecundidad y grado de maduración en cada edad de captura.

Por medio de regresión lineal de longitudes/No. de huevecillos, con los datos provenientes del conteo efectuado por Ortiz, Camacho y Muñoz (1976) y promediado por edades, se obtuvieron los siguientes índices (tabla 10).

TABLA 10 FECUNDIAD Y MADUREZ GONADAL DE ABULON AMARILLO EN BAHIA TORTUGAS, BAJA CALIFORNIA.

Edad	Indice de fecundidad (f) (No. de huevecillos $\times 10^6$)	Porcentaje de maduración (r) (r) (%)	fr
4	9.4	0.40	3.76
5	11.6	0.60	6.96
6	12.0	0.85	10.20
7	14.0	1.00	14.00
8	15.0	1.00	15.00
9	16.0	1.00	16.00
10	17.0	1.00	17.00
11	18.0	1.00	18.00
12	18.0	1.00	18.00
13	18.0	1.00	18.00
14	18.0	0.84	18.00
15	18.0	0.84	15.00
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
20	18.0	0.84	15.00

Al comparar los números resultantes de la población actual, con la virgen, se origina la tabla 11.

El porcentaje de decremento de huevecillos y número de adultos superan en alrededor de un 20% por arriba del límite de confianza, considerando éste como el 50%, por lo tanto la población se encuentra en un estado que se puede

considerar adecuado, y que solamente se vería afectada con un cambio en el esfuerzo de pesca o si se capturarán individuos de menor talla.

TABLA 11. ESTIMACION DEL NUMERO DE ADULTOS MADUROS Y HUEVECILLOS DESOVADOS DE LA POBLACION VIRGEN Y ACTUAL DE ABULON AMARILLO EN B. TORTUGAS, B. C.

Población	Edad	No. de adultos $\times 10^6$	No. de adultos m. $\times 10^6$	No. H $\times 10^{10}$
Actual	4-20	5.66	3.70	46.14
Virgen	4-20	7.15	5.095	68.19
Tasas de decremento		79%	73%	68%

1.3 *Diagnosis 3.* Estado actual de la población y nivel óptimo. El stock actual quedó considerado con los siguientes parámetros: $S = 0.613$, $Z = 0.489$, $F = 0.133$, $E = 0.105$, $Q = 0.7718$ y $N_4 = 2.15$ y los del stock virgen: $M = 0.7$ y $S_0 = 0.356$.

Con estos datos se establecieron una serie de cambios como posibles situaciones dentro de la pesquería. Así, por ejemplo para el cálculo en que $S = 0.634$ $E = 0.08$ $F = 0.1$, se obtuvo la siguiente tabla: (12)

Si la captura (Y) = ENW ; cuando $F = 0.1$, entonces: $Y = 209$ tons. y el peso promedio de abulón entero será:

$$(W_E) = \frac{ENW}{EN} = \frac{209}{0.4437}$$

$$\therefore W = 471 \text{ g}$$

Para la estimación de la tasa de decremento (H) se utiliza la fórmula:

$$H = \frac{Nrf_1}{Nrf_2}$$

en donde:

Nrf_1 = número de huevecillos para $F=0.1$
(al iniciarse la captura)

Nrf_2 = número de huevecillos para $F=0.0$
(del stock virgen)

$$\text{sustituyendo: } H = \frac{50.26}{67.19} \therefore H < 74\%$$

Siguiendo este tipo de cálculo se elaboraron 10 cuadros en los que se fue variando desde 0.1 - 1.0, los cuales dieron origen a la tabla 13.

TABLA 13. CAMBIOS ESTIMADOS EN LA CAPTURA (Y), DECREMENTO DE HUEVECILLOS (H) Y EN EL PESO PROMEDIO INDIVIDUAL (W), CON DIFERENTES NIVELES DE MORTALIDAD POR PESCA (F) EN *H. corrugata*, DE BAHIA TORTUGAS, B.C.

F	Y (tons)	H (%)	W (gr)	W (gr)
0.1	209	74	471	192
0.2	326	58	449	183
0.3	395	49	431	176
0.4	443	42	418	170
0.5	472	36	404	165
0.6	502	33	396	162
0.7	517	30	389	158
0.8	534	28	386	157
0.9	546	26	380	155
0.1	565	25	378	154

Los datos fueron vertidos a la gráfica de la figura 1.4.

TABLA 12. TASAS DE DECREMENTO DE HUEVECILLOS EN CADA EDAD

Edad	Peso	N ($\times 10^6$)	Q	NQ	EN	ENW	rx	Nrf
4	326	2.15	0.7718	1.6594	0.1327	43.28	3.76	8.08
5	429	1.3953	1	1.3953	0.1116	47.88	6.96	9.71
6	513	0.8846	1	0.8846	0.0707	36.27	10.20	9.02
7	578	0.5608	1	0.5608	0.0505	29.19	14.0	7.85
8	627	0.3556	1	0.3556	0.0284	17.80	15.0	5.33
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—
					0.4437	208.9		50.26

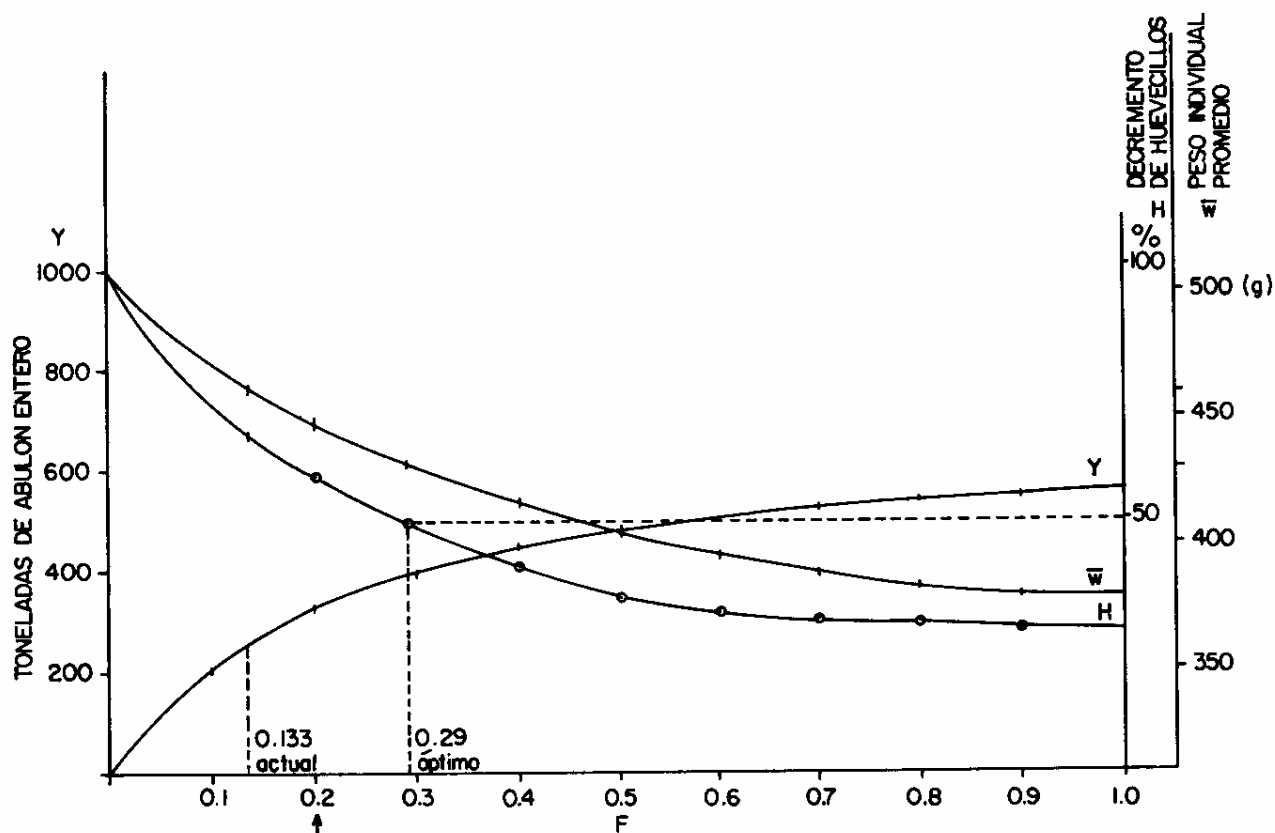


FIG. 4. RENDIMIENTO DE CAPTURA ÓPTIMO Y ACTUAL DE ABULON AMARILLO EN BAHIA TORTUGAS, B. C.

Observamos en la figura 4 que si se considera el 50% como nivel óptimo de decremento de huevecillos (H), entonces la mortalidad por pesca (F) corresponde a 0.29; por otra parte la F actual de 0.133 determina un decremento de huevecillos que sobrepasa el óptimo por un 17%

Al comparar el peso promedio (W) del nivel óptimo con el del actual, se observa poca diferencia, aproximadamente unos 30 gr. más pesado en el primero indicando esto que la captura de los individuos se puede mantener en el peso promedio que corresponde a abulones de 5 años.

La curva (Y) determina que aun se puede aumentar la explotación aproximadamente en 53 toneladas de callo, pues el nivel actual está aun por debajo del óptimo. (Tabla 14).

La comparación entre los rendimientos de captura que son consecuencia de la figura No. 5, se expresan en la tabla 13 en la cual al intervenir el esfuerzo expresado en número de mareas o días de pesca (X), resulta que para lograr mayor captura, sería necesario aumentar el número en 1982 mareas más, lo cual es incosteable; además, con el coeficiente de capturabilidad (q) considerado, se disminuiría en 20 kilos de callo por buzo la captura por día.

TABLA 14. RENDIMIENTO DE CAPTURA, NIVELES ACTUAL Y ÓPTIMO DE ABULON AMARILLO EN BAHIA TORTUGAS, B. C.

	Nivel actual	Nivel óptimo
H	67 %	50 %
F	0.133	0.29
W	462 (188)	432 (176)
Y	260 (106)	390 (159)
X	1689	3671
q	0.000079	0.000079
Y/X	0.154 (0.063)	0.106 (0.043)

- H — Decremento de huevecillos
 F — Mortalidad por pesca
 W — Peso individual promedio (gr)
 Y — Captura estimada (tons. de abulón entero)
 X — No. de "mareas" o días de pesca
 q — Coeficiente de capturabilidad = $\frac{F}{X}$
 Y — Captura en Kg/buzo/día
 X —
 () — Peso callo = peso total x 0.4075

1.4 *Diagnosis 4.* Las líneas de rendimiento se forman al considerar diversas situaciones de cambio en la biomasa originados por cambios en la primera edad de captura (X_c) y en la mortalidad por pesca (F). En el caso de Bahía Tortugas,

la edad de primera captura del abulón amarillo se hizo variar desde 4 hasta 8 años, por ser las edades en que se encuentra el mayor porcentaje de individuos. La cifra resultante en cada cálculo es un punto de las curvas de biomasa. Las líneas que unen los puntos de igual magnitud producen las líneas de rendimiento (Fig. 5).

Los cambios en el porcentaje de huevecillos resultantes en cada cambio de X_c y de F proporcionan los diferentes niveles de reproducción.

El cálculo de la producción máxima sostenible obtenida de la población estimada en condiciones actuales y óptimas, se resume en la siguiente figura y los resultados se expresan en la tabla 13.

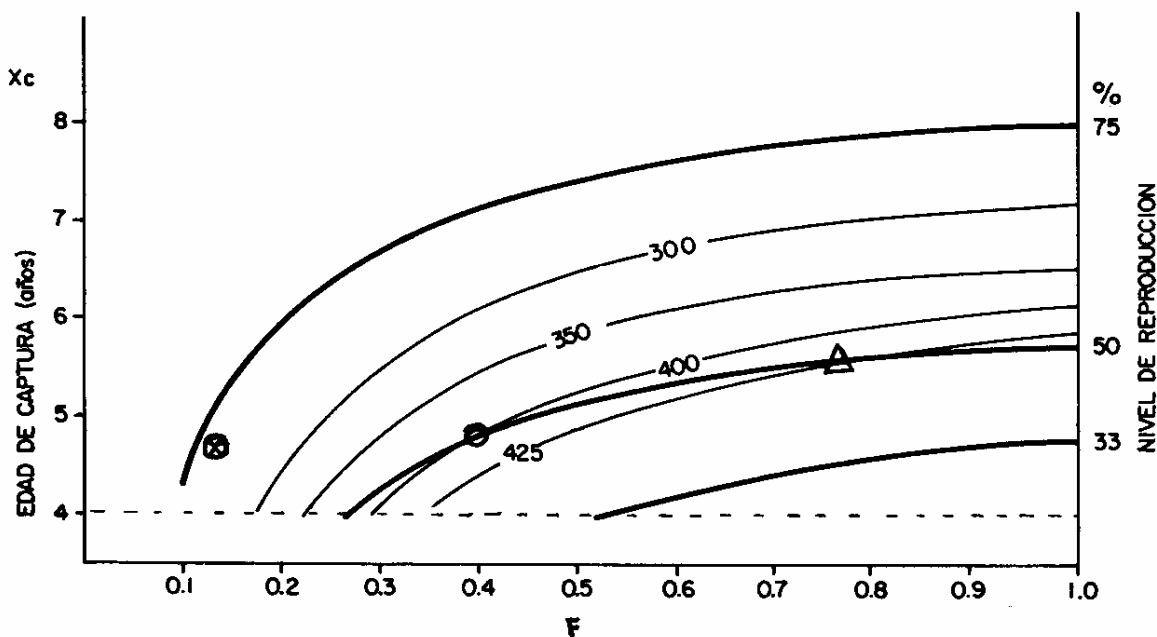


FIG. 5. LINEAS DE MAXIMO RENDIMIENTO SOSTENIBLE, A DIFERENTES ETAPAS DE CAPTURA DE ABULON AMARILLO EN BAHIA TORTUGAS, B. CALIFORNIA.

- ⊗ Nivel actual.
- Mejor rendimiento manteniendo la primera edad de captura (X_c) y cambiando la mortalidad por pesca (F).
- Δ Máximo rendimiento sostenible en el nivel óptimo.

En la figura 5 la marca X muestra que la población se encuentra actualmente en estado favorable donde la edad de primera captura se sitúa en 4 años, la producción (Y) es aproximadamente de 240 toneladas (abulón entero) con una mortalidad por pesca de 0.133 y en un nivel de reproducción de 70 % aproximadamente.

La marca Δ sobre la línea continua en el cruce del 50% de decremento de reproductores con la línea de captura de 425 toneladas, representa la producción máxima sostenible; es nece-

sario sin embargo, aplicar una mortalidad por pesca muy elevada de 0.8.

Por otra parte, si se considera el estado intermedio marcado con $\circ$ en donde se alcanzaría el mejor nivel manteniendo la primera edad de captura en casi 5 años de edad, resultaría en este caso que se obtendría una producción menos rentable de 400 toneladas, pero aplicando una mortalidad por pesca (F) mucho más baja que sería de 0.4.

En la tabla 14 se observa que si se hace intervenir el esfuerzo (X) se pueden considerar diversas situaciones en que diferentes niveles de explotación determinan o establecen cambios en la producción máxima sostenible, pudiéndose adoptar el que convenga mejor a la situación futura de la pesquería.

TABLA 15. MAXIMO RENDIMIENTO SOSTENIBLE DE LA CAPTURA DE ABULON AMARILLO (*Haliotis corrugata*) A DIFERENTES NIVELES DE F, X y X_c EN BAHIA TORTUGAS, B. C.

X_c	Y	Y_c	F	X	YE/X	Y_c/X
4.85	400	163	0.40	5063	79	32
5.70	425	173	0.78	9873	43	18

X_c = Primera edad de captura de abulón amarillo (*H. corrugata*) a diferentes niveles.

Y = Rendimiento de captura de abulón entero.

Y_c = Captura equivalente de "callo" de abulón.

X = Esfuerzo de pesca = $\frac{F}{q}$

q = 0.000079

YE/X y Y_c/X = captura por esfuerzo.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

1. Las primeras tallas que aparecen en la captura, que se encuentran entre 130 y 135 mm, demuestran que existe respeto por la talla mínima legal y que sólo en el invierno, cuando las condiciones de captura presentan mayor dificultad, se captura incidentalmente un 20% de individuos por debajo de los 130 mm. El análisis, objeto de estudio de este trabajo, nos indica que se puede conservar dicha talla dentro de los límites válidos sin afectar a la especie.
2. Se consideró en este estudio, longevidad de 20 años para el abulón amarillo de Bahía Tortugas de igual forma como se tomó para el diagnóstico de esta misma especie en Cedros y Abreojos (Doi, et al 1976). Muñoz (1976) encuentra 22 anillos como número

máximo por medio del método de lectura en concha. Al observar los histogramas de composición de la captura de las tres temporadas consideradas (Ortiz, 1976) muestran una amplitud de límites de talla muy estrecha, la captura se efectúa de las tallas 130 - 160 mm, lo que hace que queden agrupadas varias edades en las tallas grandes y esto probablemente da lugar a no considerar correctamente la longevidad.

3. La presión de pesca ejercida actualmente en su mayor parte sobre los abulones de 5 años (edad en la que se consideran sexualmente maduros y que ya por lo menos se han reproducido una vez), permite asegurar la suficiente progenie.
4. La tasa de decremento de huevecillos calculada en un 73%, indica un buen funcionamiento del mecanismo reproductor que permite se mantenga el equilibrio de la población entre los abulones que se producen por temporada y los que se captura y mueren en condiciones naturales.
5. El área de pesca de Bahía Tortugas constituye una zona en donde la población de abulón amarillo se encuentra protegida por las condiciones meteorológicas y por la existencia de otras especies de abulón que hacen posible la alternancia en la captura. La tasa de explotación resultó muy baja, lo cual es un indicio de esta consideración.
6. Las isóneas de rendimiento muestran que el nivel de máxima producción sostenible de 425 toneladas, se alcanza hasta obtener una mortalidad por pesca de 0.8; sin embargo, demostró ser más efectivo el nivel de captura de 400 toneladas de abulón entero (163 toneladas de callo), con una mortalidad por pesca (F) de 0.4.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Dr. Takeyuki Doi por su instrucción en el manejo de la metodología del análisis matemático y sistematización en el estudio de las poblaciones pesqueras. Al Biól. Sergio A. Guzmán del Prío, Jefe y conductor del Programa Abulón/Langosta, por su orientación y revisión del trabajo. A los compañeros Martín Ortiz Q., Temístocles Muñoz L. y Jesús Camacho Acosta, biólogos de la Estación de Investigación Pesquera de Ensenada, B.C. por su intervención en los muestreos y estudios de fecundidad y madurez efectuados en el área de B. Tortugas. A la Sección de Administración de Datos y al C. Carlos E. Castro, por el procesamiento por sistema electrónico, de los datos de la composición de captura y datos para la diagnosis de rendimiento máximo.

LITERATURA CITADA

- DIRECCION GENERAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE PESCA. 1977. Cuotas de explotación de abulón 1976-77, asignadas a las Cooperativas de Baja California. Oficio No. 32-JST-34/81 20 de enero, 1977) (mecanografiado).
- DOI, TAKEYUKI. 1975. Análisis matemático de poblaciones pesqueras y compendio para uso práctico. Inst. Nal. de Pesca/SI: m12. México: 1-95.
- DOI, TAKEYUKI, S.A. GUZMAN DEL P., V' MARIN A., Q., T. MUÑOZ L. y J. CAMACHO A. 1976. Análisis de la población y diagnóstico de la pesquería de abulón amarillo (*Haliotis corrugata*) en el área de Punta Abreojos e I. Cedros, B.C. Serie Científica No. 18. Dir. Gral. del Inst. Nac. de Pesca. DEPES: 1-17.
- GUZMAN DEL PROO, S.A. y M. ORTIZ Q. 1972. Descripción y diagnóstico de la pesquería de abulón. Inst. Nal. de Pesca. Proyecto de desarrollo, México-FAO: 1-25 (inédito).
- GUZMAN DEL PROO, S.A. 1974. Proyecto de trabajo del Programa Abulón/Langosta para los años 1974-76, No. Of. 32/PAL104. Proyecto 1 (mecanografiado).
- GUZMAN DEL PROO, S.A. y V. MARIN A. 1974. Resultados preliminares sobre crecimiento de abulón amarillo y azul (*Haliotis corrugata* y *H. fulgens*) en Punta Abreojos, B.C. Inst. Nal. de Pesca. INP/SC: 17: 1-11.
- GUZMAN DEL PROO, S.A., V. MARIN A. y C. CASTRO A. 1976. Estructura y abundancia de la población de abulón (*Haliotis* spp) de Baja California, en los años 1968/70. Mem del Simp. sobre Recursos Pesqueros Masivos. Tomo I. Inst. Nal. de Pesca. SIC. México: 219-278.
- GUZMAN DEL PROO, S.A. y C. CASTRO A. 1976. Un sistema de registro de la composición de la captura comercial de abulón (*Haliotis* spp). Resultado de 4 temporadas (1972-76) en Baja California. Mem. del Simp. sobre Recursos Masivos de México. Tomo II. Vol. Esp. sobre Abulón y Langosta. Inst. Nal. de Pesca. SIC: 1-37.
- LLUCH B.D., S.A. GUZMAN DEL PROO, V. MARIN y M. ORTIZ Q. 1972. La pesquería de abulón en Baja California, un análisis de su desarrollo histórico y perspectivas futuras. Serie Informe Técnico INP/SI: 16: 1-28.
- MUÑOZ, L.T. 1976. Resultados preliminares de un método para determinar edad en abulones (*Haliotis* spp) de Baja California. Mem. del Simp. sobre Recursos Masivos de México. Tomo II. Vol. Esp. sobre abulón y langosta. Inst. Nal. de Pesca. SIC: 231-301.
- OFNA. DE PESCA DE B. CALIFORNIA. 1972-75. Estadísticas de pesca de la explotación pesquera de abulón en Baja California.
- ORTIZ Q., M., M. LOPEZ T. y J. CAMACHO A. 1976. Estadísticas básicas sobre captura, esfuerzo y captura por esfuerzo de abulón en 14 cooperativas pesqueras de Baja California. Memorias del Primer Simposio sobre Recursos Pesqueros Masivos. Tomo II. Vol. Esp. sobre abulón y langosta. Inst. Nal. de Pesca. SIC. México: 37-81.
- ORTIZ Q., M. y V. MARIN A. 1976. Composición de la captura comercial de abulón en los meses de enero a junio de 1973, en la temporada 1972-73. Mem. del Simp. sobre Recursos Pesqueros de México. Tomo I: 185-218.
- ORTIZ Q., M., JESUS CAMACHO y T. MUÑOZ L. 1977. Notas sobre fecundidad en abulón amarillo, *Haliotis corrugata*. Inst. Nal de Pesca. Departamento de Pesca. (en prensa): 1-17.