

INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA

INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA

SERIE: DOCUMENTOS DE TRABAJO AÑO II
No. 26 SEPTIEMBRE DE 1990

ANALISIS DE LA OPERACION Y PODER DE PESCA DE LA FLOTA ATUNERA MEXICANA EN EL OCEANO PACIFICO ORIENTAL

ERNESTO CASTELLANOS
MARITZA ESCUDERO D.
ALFREDO SANCHEZ P.



SECRETARIA DE PESCA

**ANALISIS DE LA OPERACION
Y PODER DE PESCA DE LA
FLOTA ATUNERA MEXICANA
EN EL OCEANO PACIFICO
ORIENTAL**

**ERNESTO CASTELLANOS¹
MARITZA ESCUDERO D.¹
ALFREDO SANCHEZ P.²**

1. Dirección de Apoyo Técnico y Científico

2. Centro Regional de Investigación Pesquera, Mazatlán, Sin.

ANALISIS DE LA OPERACION Y PODER DE PESCA DE LA
FLOTA ATUNERA MEXICANA EN EL OCEANO
PACIFICO ORIENTAL

Ernesto Castellanos C*
Maritza Escudero D.*
Alfredo Sánchez P.*

RESUMEN

En el presente estudio se hace un análisis global de la flota atunera nacional en el Océano Pacífico Oriental y de su operación durante el período de 1984 a 1987. A través de un minucioso acopio de información de diferentes sectores involucrados en la pesca de atún se logró completar el catastro de embarcaciones atuneras más completo hasta el momento. Además, se determinó la estructura de la flota de acuerdo a sus características.

Las embarcaciones atuneras fueron clasificadas según la potencia de la máquina principal, obteniéndose cinco categorías de barcos; asimismo, se estimaron los poderes de pesca para cada grupo y se calcularon las densidades relativas de atún a través del tiempo.

Se normalizó el esfuerzo de pesca (viajes) y se emplearon algunos modelos para estimar la relación entre captura y esfuerzo. El mejor ajuste de los datos (semestrales) de captura y esfuerzo de pesca se encontraron con el modelo generalizado de producción de Pella y Tomlinson, obteniéndose el mejor ajuste con $m = 12$; una captura máxima sostenible de 113,950 ton. y un esfuerzo óptimo de 173 viajes normales. Concluyendo que la pesquería nacional de atún se encuentra en una etapa óptima para el período de estudio considerado.

*Instituto Nacional de la Pesca.

ABSTRACT

The operation of the mexican tuna fleet in the Oriental Pacific Ocean was analized during 1984-1987 period, the list of tuna boats and the structure for all the fleet were actualized and used to sort them in five groups, according to the horse power of the main engine in order to standarize the fishing effort.

The fishing power of a bait boat is ten time less than the largest purseiner, the relative density in first semesters are higher than second semesters.

The standard fishing effort was calculated by halves and some linear models were used to fit the catch and effort data. The best fit was obtained using the Pella and Tomlinson model with $m = 12$; msy 113,950 ton and F_{opt} of 173 standard trips.

Concluding, the mexican tuna fishery was in optimum conditions for the analized period.

INTRODUCCION

La industria pesquera mexicana tiene en la pesquería del atún uno de sus soportes más importantes. Esta pesquería cuenta actualmente con una de las flotas más numerosas del mundo y su composición es principalmente de buques cerqueros con un promedio aproximado de 800 toneladas de capacidad de bodega. Además, cuenta con barcos cuya técnica de pesca es mediante caña de pescar o vara de aproximadamente 100 toneladas de capacidad de acarreo. Hoy, resultan ser los barcos con más tradición atunera en México, pues durante décadas sostuvieron la producción nacional de atún que, como es lógico, era notablemente menor a la de los últimos años.

No es sino hasta el año de 1980 cuando se inicia el crecimiento y modernización de la flota atunera mexicana realizándose grandes inversiones para la construcción y/o compra de embarcaciones cerqueras, mediante créditos blandos a empresarios y agrupaciones de pescadores para fortalecer el poder de pesca hasta constituir una de las flotas más importantes del mundo. De tal forma que actualmente la pesquería del atún contribuye al desarrollo social y económico regional y nacional de manera importante.

La base principal de esta pesquería se encuentra en el puerto de Ensenada, B.C., en donde se localiza la gran mayoría de la flota y plantas procesadoras. Aunque en los últimos años se ha desarrollado también en algunos otros puertos, como parte de la política de desconcentración de la flota a lo largo de todo el litoral del Océano Pacífico Mexicano, cuyo proyecto contempló los puertos de Mazatlán, Sinaloa, Puerto Madero, Chis. y Manzanillo, Col. Actualmente, el puerto donde con mayor énfasis se está materializando esta política es Mazatlán; en él ya existen plantas procesadoras de enlatado, congeladoras y sólo falta ampliar la capacidad de atraque de embarcaciones, esto es, la construcción o ampliación de muelles pesqueros, pero sobre todo de mayores obras de dragado en el canal de acceso a la zona pesquera del puerto.

Las estadísticas de la flota internacional incluyendo a México son recolectadas por la CIAT, que posee un sistema computacional complejo para la recolección y procesamiento de los datos en varios países de Centro y Sudamérica entre los cuales se encuentran: México, Ecuador, Panamá, Perú, Venezuela, etc. (CIAT, 1987).

Los investigadores de la CIAT emplean la captura por Día Normal de Pesca (CPDNP) como el índice de abundancia relativa y a parente del aleta amarilla y también como índice relativo del éxito de pesca. En contraste, en México no se utiliza una unidad de esfuerzo estándar ni tampoco se cuenta con la información integrada de la pesquería mexicana de atún.

OBJETIVOS

- Conocer la estructura de la flota de acuerdo a sus características físicas.
- Estimar el poder de pesca de la flota y la densidad relativa como índice de la abundancia del recurso; esto implica necesariamente tener que normalizar el esfuerzo pesquero en las cuatro últimas temporadas de pesca.
- Estimar los rendimientos máximos de la pesquería mediante la aplicación de modelos globales de producción.

MATERIAL Y METODOS

A partir de la Base de Datos (B.D.), de la operación semanal de la flota atunera creada (por Castellanos E. y M. Escudero, 1987) para la Secretaría de Pesca, se complementó y actualizó el catastro histórico de embarcaciones atuneras, a través de las Direcciones de Flota e Informática y Estadística de la misma Secretaría; así como de la Cámara Nacional de la Industria Pesquera.

Se consideró apropiado estimar la matriz de correlación entre las variables mejor representadas (eslora, manga, puntal, tonelaje neto, capacidad de bodega y caballos de fuerza) con objeto de evitar el exceso de información (colinealidad) y las dificultades en la interpretación de los resultados y así, mediante el análisis de conglomerados, obtener la mejor agrupación de barcos (con el mayor nivel de similitud), con fines de normalización del esfuerzo. Además, se probaron diversas combinaciones de las variables, incluso transformaciones, por medio de los programas de cómputo adaptados por Castellanos (inédito).

Ya definida la variable de agrupamiento de las embarcaciones se asignó, a cada una de ellas, el grupo al que pertenecían directamente sobre los reportes de las descargas semanales que también emite la Base de Datos (B.D.). Esta información nos permitió utilizar el método de Robson (1966) para estimar el poder de pesca anual de los diferentes tipos de barcos, así como la densidad relativa mensual del recurso; esto se realizó para cada una de las cuatro temporadas de pesca analizadas.

En la aplicación de dicho método se consideró como barco tipo al grupo de los cerqueros más representativos y como área-fecha el primer mes de operación de éstos.

Tomando en cuenta la información que emite la B.D. para cada embarcación se consideró que, siendo las descargas equivalentes a un viaje de pesca, pudieran utilizarse como la mejor medida

del esfuerzo de pesca dada la información disponible.

A efecto de encontrar los valores de normalización del esfuerzo (f) se hizo un acumulado conteniendo el número de viajes realizados y las capturas semestrales para cada grupo de barcos. Cada factor de normalización, obtenido de aplicar el método de Robson (op. cit.), se multiplicó por el número de viajes de cada grupo, encontrándose así los valores de esfuerzo normalizado, para después proceder a estimar la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de cada semestre para las cuatro temporadas.

Con objeto de conocer la relación de la captura y el esfuerzo se utilizaron como datos los resultados obtenidos anteriormente y se aplicaron algunos modelos globales de producción, como el de Schaefer (1954, 1957), de Fox (1970) y el de Pella y Tomlinson (1969).

Por último, se consideró apropiado presentar un resumen de las principales características de la operación de la flota mediante otras salidas que ofrece la H. D., con el fin de obtener una visión del comportamiento de los principales indicadores de la evolución de la flota atunera a través de las cuatro últimas temporadas.

RESULTADOS

Catastro de Embarcaciones Atuneras

EL catastro histórico de la flota atunera registrada hasta hoy es de 106 embarcaciones, a partir del cual se separaron las que operaron en las últimas cuatro temporadas (1984-1987) y cuyas características particulares más importantes se presentan en el Cuadro No. 1.

La flota que operó en ese período fue de sólo 80 embarcaciones, las cuales presentaron una eslora máxima de 73.1 m, mínima de 21.1 m, con un promedio de 55.01 m y el coeficiente de variación de 29.07%.

La manga máxima fue 13 m, la mínima de 6.4 m, un promedio de 10.86 m y un coeficiente de variación de 18.83%.

El puntal máximo fue de 8.4 m, con un promedio de 5.27 m y coeficiente de variación de 23.53%.

Tonelaje neto máximo: 615.5 ton , mínimo de 81 ton , promedio 389.22 ton y coeficiente de variación 43.42%.

La máxima capacidad de bodega fue de 1,400 ton , y la mínima de 80 ton . La capacidad promedio fue de 821.9 ton y el coeficiente de variación 51.05%.

Finalmente, la potencia máxima (en HP) fue de 4,000, la mínima de 340, con un promedio de potencia de 2679.31 y un coeficiente de variación de 44.46%.

CUADRO NO. 1

PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LOS BARCOS ATUNEROS MEXICANOS
QUE OPERARON DE 1984 A 1987

CLAVE	ESLORA	MANGA	PUNTAL	T.NETO	CAP.BSA	H.P.	TIPO BOD	NUMERO
0010	53.1	10.4	5.1	406	650	2875	2	1
0020	70	12.5	5.9	600	1200	3600	1	2
0030	70	12.5	5.9	600	1200	3600	1	3
0040	70.2	12.5	5.9	494.1	1200	3600	1	4
0050	71.9	12.2	5.6	532	1400	3600	1	5
0060	71.9	12.2	5.6	532	1400	3600	1	6
0070	55.2	11	5.4	329	750	2875	2	7
0080	55.2	11	5.4	329	750	2875	2	8
0090	55.2	11	5.4	329	750	2875	2	9
0100	55.2	11	5.4	329	750	2875	2	10
0110	55.2	11	5.4	329	750	2875	2	11
0120	55.2	11	5.4	329	750	2875	2	12
0130	55.2	11	5.4	329	750	2875	2	13
0140	55.2	11	5.4	329	750	2875	2	14
0150	55.2	11	5.4	329	750	2875	2	15
0160	55.2	11	5.4	329	750	2875	2	16
0200	67.5	12.3	6.1	468	1200	3600	1	17
0210	68	12.9	6.1	592	1200	3600	1	18
0220	36.7	8.4	4.4	290	200	1125	4	19
0250	68.8	12.5	5.8	544	1200	3600	1	20
0260	48	10.4	5.1	242	550	1125	4	21
0270	67.5	12.5	5.8	468	1200	3600	1	22
0290	67.5	12.5	5.8	468	1200	3600	1	23
0290	71	12.8	5.7	451	1200	3600	1	24
0300	70.2	12.5	5.9	494	1200	3600	1	25
0310	67.5	12.8	4.8	468	1200	3600	1	26
0320	55.1	11	7.9	118	750	2875	2	27
0340	67.6	11	4.6	468	1200	3600	1	28
0350	50	10	6.1	417	650	2500	3	29
0380	50.4	11	5.1	445	650	2875	2	30
0390	70.2	12.8	5.6	494	1200	3600	1	31
0400	31.7	7.6	2.8	81	80	750	5	32
0410	54	12.7	6.4	389	650	2500	3	33
0460	26.8	7	3.4	120	91	365	5	34
0470	26.8	7	3.4	120	91	365	5	35
0480	26.8	7	3.4	120	89	365	5	36
0490	26.8	7	3.4	120	89	365	5	37
0500	26.8	7	3.4	120	80	365	5	38
0510	23.2	6.6	3.2	30	119	300	5	39
0530	36	9.3	4.5	205	350	1125	4	40
0540	53.3	10.4	5.1	406	650	2875	2	41
0550	60.7	12.5	5.9	597.7	1200	3600	1	42
0560	49.3	11.1	7.8	328.9	700	3070	2	43
0570	53.3	10.4	5.1	406	650	2875	2	44
0580	36	9.3	4.5	205.3	350	1125	4	45

Cont...

CONTINUACION

PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LOS BARCOS ATUNEROS MEXICANOS
QUE OPERARON DE 1984 A 1987

CLAVE	ESLORA	MANGA	PUNTAL	T.NETO	CAP.BGA	H.P.	TIPO BCO
0590	53.3	10.4	5.1	406	650	2875	2
0600	21.9	6.8	2.6	81	100	570	5
0610	21.9	6.8	2.6	82	95	340	5
0620	68.8	12.5	5.8	544	1200	3600	1
0630	46	7.8	2.4	242	550	1125	4
0640	44	11	6.1	328.9	700	3070	2
0650	71	12.2	6.1	475	1200	3600	1
0660	70	12.5	5.9	600	1200	3600	1
0670	55.2	11.9	5.3	281	750	2875	2
0680	21.1	6.9	4.1	81	120	380	5
0700	53.9	11.2	5.7	340.5	950	2875	2
0710	63.3	12.9	8.4	504.3	1200	4000	1
0740	71	13	5.9	596	1200	3600	1
0750	60.7	12.5	5.9	597.2	1200	3600	1
0760	24.4	7.4	2.4	81	80	365	5
0780	61	12	4.9	588.6	1000	2875	2
0790	63.3	8.3	5.4	476	1200	4000	1
0800	71	13	8.3	596	1200	3600	1
0810	36	9.3	4.5	205.3	350	1125	7
0820	71.8	12.7	5.7	445.5	1400	3600	1
0840	70	12.5	5.9	600	1200	3600	1
0860	22.6	6.4	2.9	81	80	570	5
0920	69.3	12.5	5.8	476	1200	3600	1
0930	70.2	12.8	5.6	615	1200	3600	1
0940	35	8	4	103	180	500	5
0950	55.2	11	7.9	329	750	2875	2
0970	68.9	12.5	5.9	615	1200	3600	1
0990	68.9	12.5	5.8	615.5	1200	3600	1
1000	53.3	10.4	5.1	406	650	2875	2
1010	71	12.8	5.9	544	1200	3600	1
1020	71	12.8	5.9	544	1200	3600	1
1030	71	12.8	5.9	544	1200	3600	1
1040	71	12.8	5.9	544	1200	3600	1
1050	73.1	12.8	5.6	615	1200	3600	1
1060	68.8	12.5	5.8	544	1200	3600	1
N	80	80	80	80	80	80	
MAXIMO	73.1	13	8.4	615.5	1400	4000	
MINIMO	21.1	6.4	2.4	81	80	340	
PRMEDIO	55.01875	10.86	5.275	389.2225	821.9375	2679.312	
DESV. STD.	15.99579	2.045458	1.241521	168.9945	419.6518	1191.272	
COEF. VAR	29.07335	18.83479	23.53594	43.41848	51.05641	44.45188	

Grupos de Embarcaciones

Posteriormente, se agruparon los barcos mediante un análisis de conglomerados, pero dado que las agrupaciones resultantes eran similares entre sí se optó por utilizar una sola variable (H.P.) para clasificar a toda la flota (Fig. 1).

En la agrupación obtenida se observa que la composición por grupo que presenta la flota ofrece una menor variabilidad en sus características físicas (Tabla 1).

TABLA COMPARATIVA DE LOS GRUPOS DE BARCOS Y SUS CARACTERISTICAS MAS IMPORTANTES

GPO	NUM	ESLO		MAN		PUN		TON.	CAP.	PO	TEN	C.V.	
		RA.	(mt)	GA.	(MT)	TAL.	(MT)						NETO
I	36	69	4.2	12.4	6.2	5.9	11.4	538	10.5	1216	4.5	3622	2.5
II	23	54	5.5	11.0	3.6	5.6	15.7	360	17.4	739	11.5	2892	2.0
III	2	51	1.9	11.3	11.9	6.2	2.4	412	6.0	650	0.0	2500	0.0
IV	6	39.5	11.8	9.0	8.9	4.2	20.1	232	13.0	397	29.0	1125	0.0
V	13	25.8	15.0	7.0	5.7	3.2	15.6	97	19.0	98	27.8	437	27.3

Hay que destacar que para el grupo I la mayor variabilidad se presenta en el puntal; para el grupo II en el tonelaje neto; para el grupo III, que solo incluye dos barcos, en la manga, y para los grupos IV y V la mayor variabilidad se da en la capacidad de bodega.

Poder de Pesca

El poder de pesca relativo anual de los diferentes tipos de barcos se presenta en el cuadro 2a en donde se observa que, con respec-

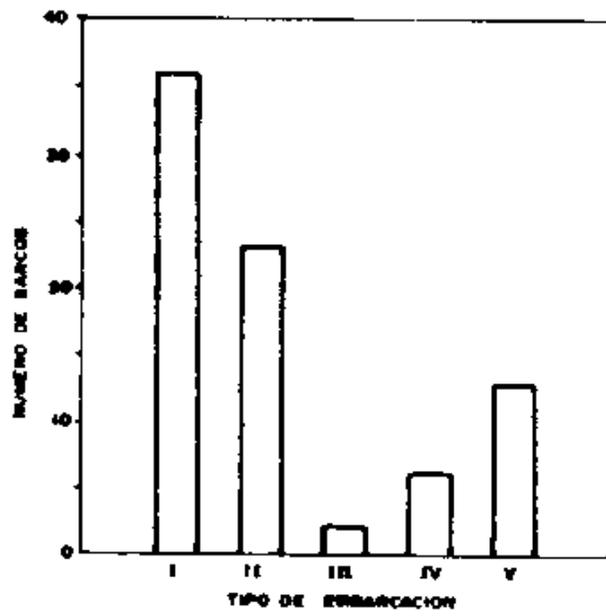


FIG. 1 ABRUPACION DE LA FLOTA ATUNERA MEXICANA

to al barco tipo (cerqueros mayores de 3,600 H.P.), su poder es igual a uno; para el grupo II es de alrededor del 50%; para el grupo III su poder disminuye de un 33% a un 14% y, finalmente, para el grupo V se advierte una variación entre el 16% y el 5% en su poder de pesca.

Las densidades relativas mensuales calculadas se ofrecen en el cuadro 2b, en donde se puede observar que la densidad relativa mensual de atún presenta su valor máximo dentro de los primeros cinco meses del año para las 4 temporadas analizadas; asimismo, se advierte que para 1984 y 1987 las densidades relativas mensuales son mucho mayores con respecto a su mes tipo. También es notable que para los meses del segundo semestre de las temporadas 1985 a 1987 hay una mayor estabilidad en su comportamiento (Fig. 2).

En las cuatro temporadas analizadas, las capturas estimadas, para los meses y embarcaciones tipo, resultaron menores a las capturas observadas que sirvieron como referencia en el cálculo de la densidad relativa.

En relación a la captura y el esfuerzo (f) ejercido por la flota en las 4 últimas temporadas (Cuadro 3) puede observarse que en el segundo semestre los valores son mayores con respecto al primero (Fig. 3). Asimismo, se nota una tendencia a aumentar a través del tiempo y la influencia mayor a esta tendencia se debe a la actividad que realizan los cerqueros mayores (Grupo I).

Modelo Lineal de la Captura y el Esfuerzo.

El modelo de regresión ajustado para la captura (C) y el esfuerzo (f) semestrales de la pesquería de atún, de 1984 a 1987, es:

$$C = 8057.13 + 595.94 \text{ viajes}$$

El coeficiente de determinación (r^2) fue de 0.9118.

CUADRO NO. 2a.

PODER DE PESCA RELATIVO ANUAL DE LOS GRUPOS DE BARCOS DE LA
 FLOTA ATUNERA MEXICANA

BARCO TIPO	1984		1985		1986		1987	
	SESGADO	SIN SESGO	SESGADO	SIN SESGO	SESGADO	SIN SESGO	SESGADO	SIN SESGO
I	*	*	*	*	*	*	*	*
II	0.533	0.527	0.503	0.498	0.572	0.564	0.515	0.512
III	0.355	0.339	0.245	0.234	0.103	0.086	- -	- -
IV	0.332	0.325	0.264	0.258	0.252	0.246	0.139	0.133
V	0.162	0.159	0.046	0.045	0.068	0.067	0.095	0.095

*BARCO TIPO = (II) 1.0

CUADRO No. 2b.

DENSIDADES MENSUALES RELATIVAS DE ATUN PARA LAS TEMPORADAS DE
 1984 A 1987

MES	1984		1985		1986		1987	
	SESGADO	SIN SESGO	SESGADO	SIN SESGO	SESGADO	SIN SESGO	SESGADO	SIN SESGO
ENERO	*	*	*	*	---	---	*	*
FEBRERO	0.85	0.68	1.34	1.18	*	*	2.64	2.05
MARZO	3.1	2.62	1.63	1.46	0.91	0.85	1.37	1.07
ABRIL	2.83	2.21	1.64	1.42	0.66	0.62	2.03	1.59
MAYO	2.51	2.01	0.76	0.64	1.08	1.02	2.09	1.61
JUNIO	1.1	0.89	0.52	0.45	0.89	0.84	2.52	1.98
JULIO	1.92	1.56	0.8	0.72	0.72	0.67	2.33	1.83
AGOSTO	2.3	1.83	0.62	0.56	0.92	0.86	2.28	1.8
SEPTIEMBRE	2.49	2.01	0.91	0.82	0.96	0.91	2.21	1.74
OCTUBRE	1.07	0.89	0.98	0.89	0.77	0.71	2.22	1.74
NOVIEMBRE	2.43	1.95	0.52	0.46	0.63	0.59	1.4	1.1
DICIEMBRE	2.8	2.28	0.85	0.77	0.9	0.85	1.24	0.98

*Mes tipo+ (ENERO) 1.0

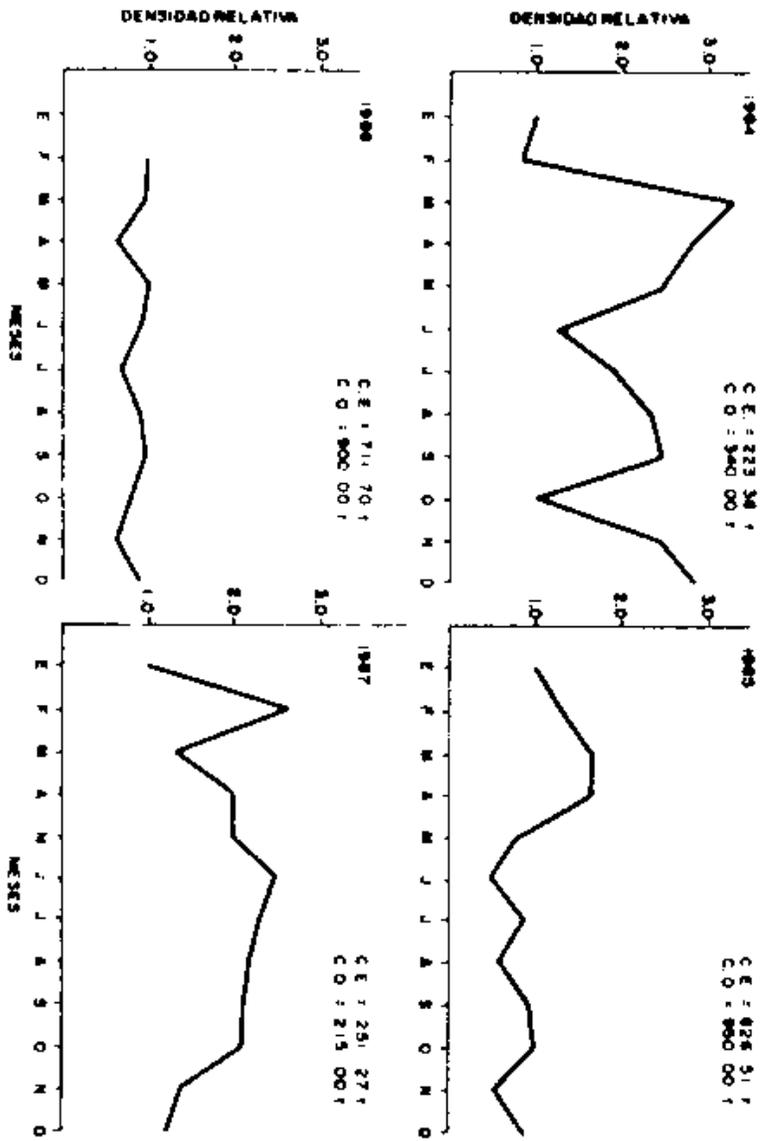


FIG. 2. DENSIDADES MENSUALES RELATIVAS PARA LAS TEMPORADAS DE 1984 A 1987 Y LAS CAPTURAS ESTIMADAS (C.E.) Y OBSERVADAS (C.O.) EN LOS MESES TIPO.

CUADRO No. 3

NORMALIZACION DEL ESFUERZO PESQUERO Y CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO DE LA FLOTA ATUNERA

Año	Grupo	1er. SEMESTRE		2o. SEMESTRE		F.N.	ESFUERZO NORMALIZADO		C.P.U.E.	
		Captura	Viaje	Captura	Viaje		1er.sem.	2o.sem.	1er.sem.	2o.sem.
1984	I	13,367	20	27,529	41	1.0	20	41	688.4	671.6
	II	8,395	24	15,574	36	.527	12.8	19.2	655.9	811.1
	III	670	3	2,030	7	.339	1.1	2.5	609.1	812.0
	IV	1,260	10	5,100	15	.325	3.3	5.0	381.8	1030.0
	V	328	7	2,942	22	.159	1.1	3.6	298.2	817.2
	Total	24,020	64	53,175	121		38.3	71.3	627.2	745.8
1985	I	23,040	31	42,629	64	1.0	31	64	743.2	663.0
	II	7,490	17	9,925	29	.498	8.6	14.6	870.4	679.8
	III	850	2	830	6	.234	.5	1.5	1700.0	553.3
	IV	1,600	7	2,139	11	.258	1.8	2.9	488.9	737.6
	V	510	13	667	20	.045	.6	.9	850.0	741.1
	Total	33,490	70	55,990	130		42.5	83.9	788.0	667.3
1986	I	31,592	40	47,149	65	1.0	40	65	789.9	725.4
	II	10,495	21	8,250	21	.564	12.0	12.0	874.6	687.5
	III	400	1	10	1	.086	0.1	0.1	4000.0	100.0
	IV	1,368	5	2,177	11	.246	1.3	2.8	1052.3	777.5
	V	681	17	1,623	28	.067	1.2	1.9	547.5	959.5
	Total	44,536	84	59,409	126		54.6	81.8	815.7	726.3
1987	I	40,822	53	46,116	76	1.0	53	76	770.2	606.8
	II	7,960	17	14,294	40	.512	8.8	20.6	904.5	693.9
	III	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	IV	50	1	615	5	.133	0.1	0.7	510.0	818.6
	V	961	17	3,338	45	.095	1.6	4.3	600.6	776.3
	Total	49,793	88	64,363	166		63.5	101.6	784.1	633.5

F.N. Factor de Normalización.

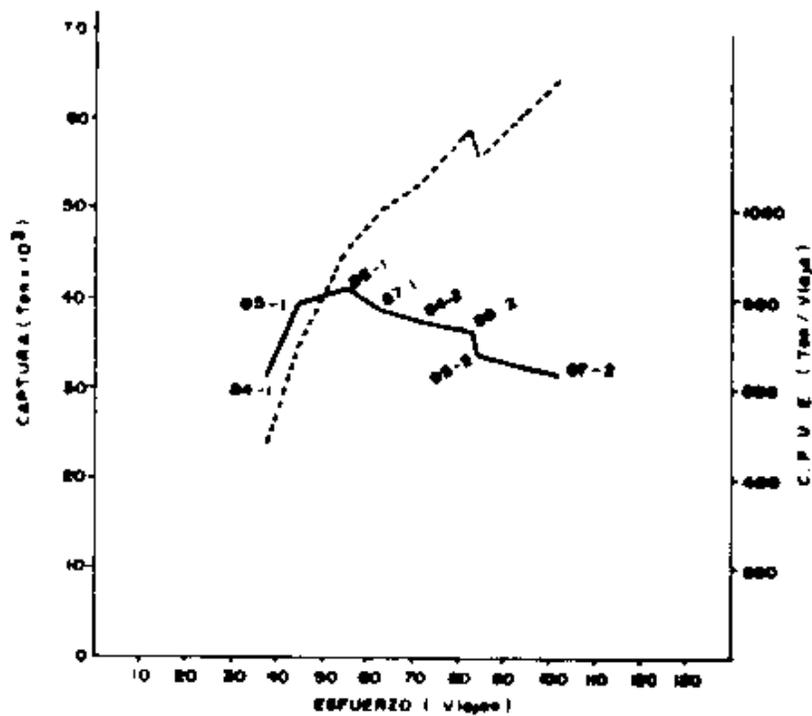


FIG 3 VALORES OBSERVADOS SEMESTRALES DE CAPTURA - ESFUERZO (...) Y DE CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO (C.P.U.E.) - ESFUERZO DE LA FLOTA ATUNERA MEXICANA DE 1984 A 1987

Lo anterior, indica una alta asociación lineal entre la captura y el esfuerzo: en el lapso estudiado por cada viaje realizado hay un incremento en la captura de 595.94 ton .

Modelo Lineal Múltiple de la Captura, Esfuerzo y Tiempo.

El modelo de regresión lineal múltiple ajustado para la captura, viajes y tiempo (semestres) para el período de 1984 a 1987 es:

$$C = 8460.83 + 535.91 \text{ viajes} + 1613.01 \text{ semestres}$$

El coeficiente de determinación (r^2) fue de 0.9237.

Lo anterior nos indica que por cada semestre que transcurra, manteniendo constante el número de viajes, habrá un incremento promedio de 1.613 unidades en la captura, es decir 10,073 unidades de la captura. Es notable la influencia del tiempo en las estimaciones de la captura, más aún que el esfuerzo aplicado.

Modelos de Schaefer y Fox.

Los modelos obtenidos de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) y el esfuerzo (f) con el método de Schaefer y Fox son:

$$\text{Schaefer CPUE} = 806.64 - 1.2377 \text{ viajes}$$

$$\text{Fox CPUE} = 805.71 e^{-0.0017 \text{ viajes}}$$

Los coeficientes de determinación obtenidos para ambos modelos son $r^2 = 0.1357$ y 0.1256 , respectivamente.

Los esfuerzos óptimos, capturas máximas sostenibles y las capturas por unidad de esfuerzo máximas, calculados mediante la aplicación de ambos métodos, son los siguientes:

Método	F opt.	C máx	U máx
Schaefer	325,86	131,426.8	403.32
Fox	588.23	174,355.4	296.40

Las correlaciones obtenidas con ambos métodos no revelan una asociación lineal o exponencial entre el esfuerzo y la captura por unidad de esfuerzo; en consecuencia, los valores estimados del esfuerzo óptimo, captura máxima y captura por unidad de esfuerzo, no pueden tomarse en cuenta para generar alguna conclusión.

Modelo Generalizado de Producción.

Las estimaciones obtenidas para la pesquería de atún, con el Modelo Generalizado de Producción de Pella y Tomlinson, mostraron que al ir aumentando el valor de m , desde 0.5 a 12.0, se obtiene un mejor ajuste a los datos observados de captura y esfuerzo; alcanzado con $m = 12$ el mejor ajuste.

Los resultados del mejor ajuste, se obtuvieron con una $R=0.9409$ y una suma de cuadrados de 0.7615×10^8 , en donde el esfuerzo óptimo fue de 173 viajes y la captura máxima en equilibrio fue de 113,911 ton. por semestre.

En la figura 4 se presenta la curva de captura en equilibrio (para $m = 12$), en la cual se observa la marcada tendencia asimétrica positiva del ajuste, notándose además que los valores correspondientes al segundo semestre de las cuatro temporadas son los que quedan más hacia la derecha dando un mayor peso en la curva obtenida, a mayores esfuerzos las capturas son mayores, pero no

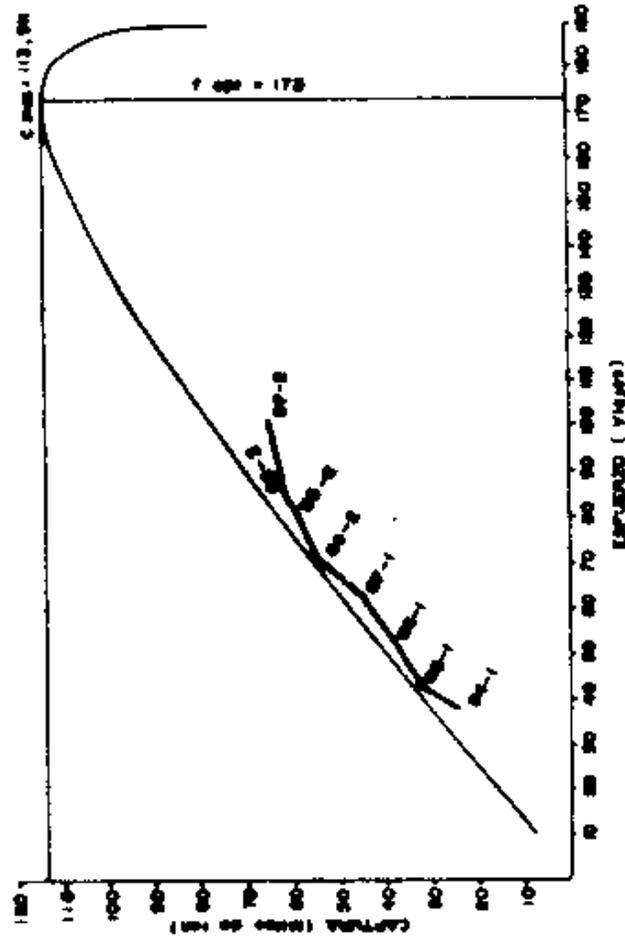


FIG 4 CURVA EN EQUILIBRIO DE LAS CAPTURAS DE ATUN, OBTENIDAS CON PELLA Y TOMLINSON CON $n = 12$

en forma tan relevante dado el tipo de curva resultante.

En relación a la curva de captura por unidad de esfuerzo (Fig.5), que se obtuvo con $m = 12$, se observa que conforme aumenta el número de viajes disminuye la captura por viaje, pero en forma muy suave dada la pendiente de la curva.

Actividades de la Flota

Las principales actividades de la flota operativa, correspondientes a los años de 1984 a 1987, se presentan en la fig. 6, en donde se puede observar que, en relación al número de barcos que operaron, con ciertas variaciones (principalmente la de 1986), éste se mantuvo más o menos constante, siendo igual para los años de 1985 y 1987.

El número de viajes aumentó progresivamente para cada uno de los años mostrando un número relativamente mucho mayor (255) para 1987. Las capturas (en toneladas métricas), al igual que el rubro anterior, muestran un comportamiento progresivo para cada uno de los años aún cuando para 1987 el aumento no es relativamente grande en comparación con su inmediato anterior. En general el aumento por año muestra un ritmo sostenido con un aumento más o menos constante, registrándose un máximo de 114,151 ton para 1987.

Por lo que hace a los días fuera de puerto se muestra un comportamiento irregular que baja gradualmente en 1985 y 1986, para alcanzar un repunte mayor en 1987 (8267 días). En general, se aprecia una tendencia a permanecer mayor número de días en el mar.

La Capacidad Total de Bodega presenta un comportamiento irregular, pero en el que es posible advertir una tendencia a aumentar

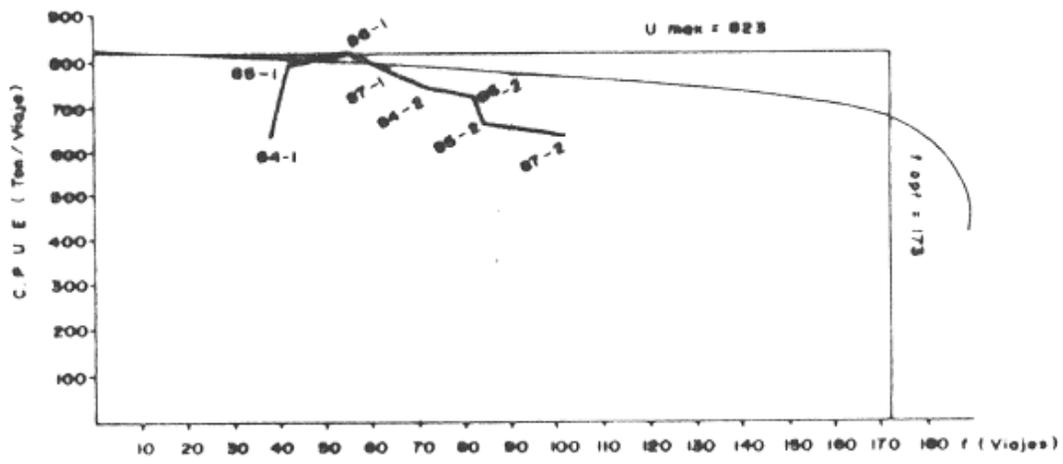


FIG 5 CURVA EN EQUILIBRIO DE LA C P U. E. DE ATUN, OBTENIDA CON PELLA Y TOMLINSON CONL $m = 12$

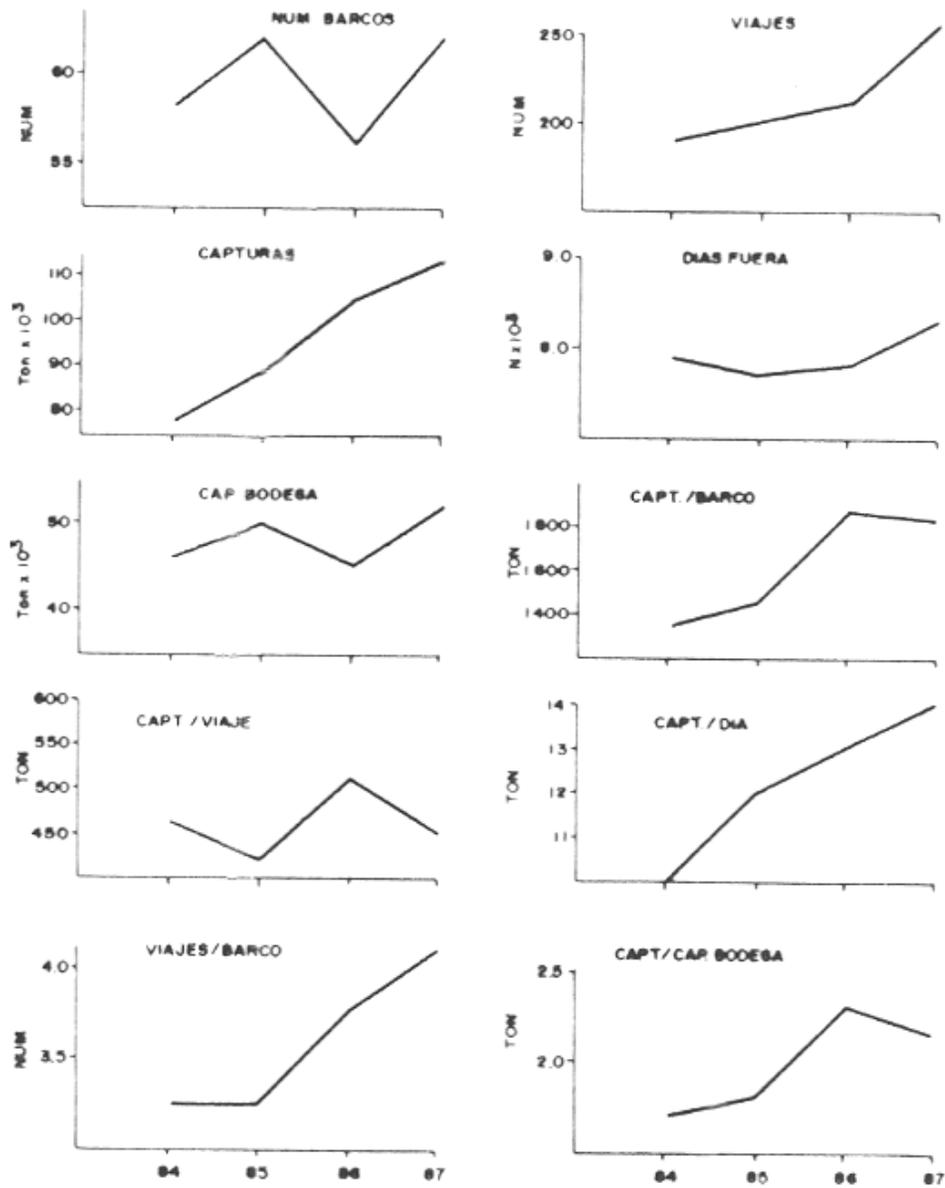


FIG 6 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA OPERACION DE LA FLOTA ATUNERA DE 1984/1987

su valor alcanzado, para el último año, en 52,509 ton.

Por lo que se refiere a las capturas por barco, que se obtienen de dividir las capturas totales entre el número total de barcos, presentan un aumento no muy grande para los dos primeros años, esto es para 1985 con relación a 1984; pero en 1986 se advierte un aumento mucho más notable que para 1987. Es en 1986 cuando se presentan las mayores capturas por barco (1872 ton.).

Las capturas por viaje también muestran su máximo registro en 1986 (513.3 ton) bajando en 1987 más aún que en 1984; y es en 1985 cuando se presenta el menor número de capturas por viaje de los cuatro años.

En el caso de la captura por día se puede notar claramente un incremento progresivo y sostenido a través de los cuatro años, lo cual muestra un aumento promedio de la eficiencia de captura.

En relación con el promedio de viajes por barco en general existen pocas variaciones presentando, incluso, el mismo valor para 1984 y 1985 y uno mayor para 1987 que fue de 4.11 viajes/barco.

La relación entre la Captura y la Capacidad de Bodega muestra, en lo general, un comportamiento progresivo presentándose un notable repunte (de 2.33 unidades) en 1986.

DISCUSION

El presente trabajo ha pretendido establecer las bases de lo que deberá ser un procedimiento metodológico propio y nacional para evaluar tanto el recurso atunero como para administrar la operación de la flota mexicana, además de contar con estimaciones propias de las cuotas de captura que permitan el máximo nivel de explotación del recurso, dado el papel preponderante que ha tomado la flota nacional (en las capturas) en el contexto del Océano Pacífico Oriental.

Se considera que lo logrado por este trabajo es un punto de partida y un sustento para posibles futuras restricciones a la flota mexicana en el contexto internacional.

Por lo anterior, será estrictamente necesario mantener actualizado el sistema de información de la pesquería y ampliarlo de tal forma que permita diversificar los métodos para contar con elementos suficientes en posibles negociaciones.

Todo esto implica un reto, dado que la CIAT posee, como es de comprender, un cúmulo de información técnica importantísima del recurso, pues cuenta con una infraestructura eficaz para el acopio y manejo de datos biológicos, tecnológicos, económicos y estadísticos, además de un equipo de investigadores destacados, con todos los recursos para desarrollar la investigación científica y tecnológica de manera permanente.

Los resultados obtenidos, tanto en el agrupamiento de los barcos como en las correlaciones de sus características físicas, reflejaron ser apropiadas desde el momento en que se pudieron agrupar todas las embarcaciones con un alto nivel de similitud (0.84) y por la considerable reducción en la variabilidad estadística de las características físicas.

La agrupación obtenida (5 categorías) por el análisis de conglomerados separa claramente a los barcos cerqueros mayores de los

vareros, resolviéndose con ello el problema metodológico de con
siderar tradicionalmente a estos barcos como flotas diferentes.

La clasificación obtenida coincide metodológicamente con la nueva clasificación que está siguiendo la CIAT, al separar los barcos de mayor capacidad de arqueo: con la salvedad de que nosotros no hicimos a un lado a los barcos menores y a los barcos vareros por representar una proporción considerable en el número total de barcos en la flota nacional. Cabe señalar que la agrupación se hizo exclusivamente con base en la potencia del motor (H.P.), en virtud de que una larga serie de pruebas realizadas, considerando las demás características, daban agrupaciones similares, pero dejaban muchos barcos fuera de clasificación; además, se consideró que la potencia del motor es una característica de más fácil registro y de mayor confiabilidad, y que tecnológicamente define mejor a los barcos en las etapas de búsque
da y pesca del atún.

De no existir cambios considerables en la estructura básica de la flota, se podrá fácilmente hacer la asignación al grupo correspondiente de los barcos que se vayan incorporando a la pesquería y a la vez se podrá estimar de igual manera el esfuerzo que representaría su incorporación a la pesca del atún.

Los métodos existentes para estimar el poder de pesca no ofrecen criterios sustantivos para inclinarse por el uso de alguno de ellos y dado el gran volumen de información que incluía las capturas de la totalidad de la flota, para las cuatro temporadas, resultó apropiada la selección del método propuesto por Robson (1966) cuyos resultados reflejan los valores que se espe
raban.

Los resultados obtenidos de las estimaciones del poder de pesca para los diferentes grupos de barcos mostraron una gran diferen
cia de los cerqueros mayores (de 3600 o más H.P.) con respecto al poder de pesca de los demás grupos: esto es, que un viaje de los cerqueros mayores equivale a dos de los cerqueros menores y

hasta veinte viajes para los barcos del tipo V (vareros) en la última temporada de pesca. Esta tendencia de desplazamiento de los barcos menores ha sido fuerte a través del tiempo; y ello resulta lógico dadas las innovaciones tecnológicas que han adoptado los cerqueros en la pesca del atún (en artes y equipos de pesca, sistemas de búsqueda, etc.). Este fenómeno, que ya se está observando, con seguridad traerá repercusiones directas sobre el recurso dado que se incrementarán los índices de mortalidad por pesca.

Las densidades relativas estimadas nos indican que dentro de los cinco primeros meses de cada año se presenta un pico máximo de reclutamiento de las poblaciones de atún y que durante el segundo semestre de cada año hay estabilidad respecto a este hecho. Lo anterior, se ratifica al observar la tendencia de la curva de captura por unidad de esfuerzo semestral ejercido por la flota a través del tiempo en donde se advierte que para los segundos semestres se necesita un mayor esfuerzo para mantener niveles similares de captura con relación a los que se obtienen en los primeros.

En relación a los resultados obtenidos de la aplicación de modelos lineales de regresión a los datos de captura y esfuerzo indican, como es de esperarse, una alta asociación directa, esto es que a mayor esfuerzo mayor captura; es decir, que por cada viaje normalizado se incrementa la captura en 596 toneladas, sin considerar el tiempo en que se realice el viaje. Sin embargo, al introducir el tiempo, como otro parámetro en el modelo, se ve que éste tiene mayor influencia que el esfuerzo de pesca para la estimación de las capturas de atún, indicando que por cada semestre que transcurra éstas capturas se incrementarán en 10,073 ton .

Sin embargo, como sabemos, las poblaciones, y aún más las sujetas a una explotación creciente, no pueden resistir estas condiciones teóricas de explotación que señalan los modelos línea

les de regresión, por lo que resultó necesario probar otros modelos como el de Pella y Tomlinson que involucran otros parámetros y que ya han sido aplicados a la pesquería del atún.

Al aplicar los modelos de Schaefer y Fox a los datos de CPUE y esfuerzo para el período estudiado, se comprobó que éstos no se ajustaban dando bajas correlaciones por no existir una relación lineal ni exponencial entre los dos parámetros.

El Modelo Generalizado de Producción utilizado en este trabajo fue desarrollado por la CIAT, particularmente para la pesquería del atún en el Océano Pacífico Oriental. Este modelo ha sido utilizado con una serie histórica de datos que al paso del tiempo ha sufrido ajustes por el cambio en la estructura de la flota internacional (vgr: ya no se incluye el esfuerzo de los barcos vareros).

Dicha serie de datos incluye información de toda la zona del ARCAA de la flota internacional que en ella opera; asimismo, y dado que el atún aleta amarilla es el único túnido sujeto a restricción en virtud de sus altos volúmenes de explotación y mayor proporcionalidad en las capturas respecto a las demás especies, el modelo de producción se ha aplicado exclusivamente para esta especie por espacio de más de veinte años, es por ello que ya se han fijado, tanto el coeficiente de capturabilidad en 0.00039, como los valores de m en que oscila el mejor ajuste para la citada pesquería.

Para la aplicación del modelo generalizado de producción a la pesquería mexicana de los últimos cuatro años (1984-1987), se procedió a dividir por semestre toda la serie de datos (pues el modelo lo permite) a efecto de poder ajustar los ocho datos resultantes (por ser cuatro años). Se debe tener presente que por tratarse de una serie relativamente corta y de que están incluidos todos los tñidos de la captura (pues no se cuenta con los volúmenes específicos aún cuando se sabe de

antemano que la composición es fundamentalmente de atún aleta amarilla y de barrilete en una proporción de 79% y 19%, respectivamente y que la información proviene exclusivamente de la flota mexicana que mayoritariamente opera en la Zona Económica Exclusiva) era de esperarse que los resultados obtenidos, al ajustar los datos de captura (C) y de esfuerzo (f), difirieran de los obtenidos por los investigadores de la CIAT.

El mejor ajuste logrado para los datos (con $m = 12$) muestra una situación óptima para la pesquería, dada la configuración de la curva de captura en equilibrio. Esto se corrobora con los índices de abundancia (captura por día, captura por barco, etc.) que refleja la operación de la flota en los ocho semestres considerados.

Hay que destacar que existen coincidencias con lo reportado por la CIAT, ya que se marca un repunte dentro de los últimos 20 años, particularmente en los cuatro últimos, que son los que se analizan precisamente en este trabajo, tanto para estimar la biomasa como los índices de abundancia y la CPUE dada como captura por día normal de pesca (CPDNP).

Por lo anterior se considera que el método utilizado mostró gran sensibilidad, a pesar de tratarse de una serie corta de datos y de las condiciones en que fue aplicado. No obstante, resulta recomendable combinar otros métodos de estimación del rendimiento máximo sostenible con modelos de rendimiento por recluta; pues se ha visto que en los últimos años el reclutamiento y las tasas de mortalidad han cambiado, aún más después de la anomalía térmica de "El Niño" durante el año de 1983.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se realizó el catastro histórico de la flota atunera mexicana que incluye 106 embarcaciones con sus principales características físicas indicando su ubicación y estado actual.

Se elaboró un listado de la flota atunera que operó durante el período 1984-1987 con sus principales características físicas:

Del total (80 embarcaciones) un 84% tiene como base el Puerto de Ensenada, B.C., el 11% Topolobampo, Sin., el 4% Mazatlán, Sin. y el 1% Guaymas, Son.

De todos ellos, el tipo cerquero representa el 84%, y los vareos el 16%. La potencia de toda la flota suma un total de 215,000 H.P., y una capacidad de bodega, también en términos absolutos, de 65,500 toneladas métricas. Por último, en lo referente al régimen de propiedad, el 65% pertenece a sector privado, el 21% al sector social y el 14% al estatal, con un promedio de antigüedad de 10.1 años en total.

Se considera que este listado es el más completo hasta el momento.

Se presenta la clasificación de las embarcaciones atuneras según la potencia de la máquina principal. Esta característica de agrupamiento resultó ser la mejor, obteniéndose cinco categorías de barcos.

Se obtuvieron los valores del poder de pesca para los diferentes tipos de embarcaciones, durante las cuatro temporadas estudiadas, los cuales van desde 2 hasta 20 por un viaje del barco tipo cerquero de 3,600 H.P.

Se estimaron las densidades relativas mensuales de atún para los cuatro años, detectándose los valores máximos dentro de los cinco primeros meses de cada año.

Se normalizó el esfuerzo de pesca para las cuatro temporadas y se observó una tendencia de incremento en el tiempo y sus mayores valores, durante los segundos semestres de cada año.

Se estimó la relación de la captura y el esfuerzo de pesca en el tiempo, encontrándose una alta asociación entre estos parámetros, siendo este último el de mayor importancia.

Los datos de captura por unidad de esfuerzo y esfuerzo no se ajustaron a los modelos de Schaefer y Fox para el período estudiado.

Los datos de captura y esfuerzo de la flota atunera mexicana se ajustaron al modelo generalizado de producción de Pella y Tomlinson, lográndose el mejor ajuste con $m = 12$.

La captura máxima sostenible resultó de 113,950 ton., con un esfuerzo óptimo de pesca de 173 viajes normalizados.

Se obtuvieron algunos índices de la operación de la flota a través de las cuatro temporadas, los cuales reflejan el éxito de ella en la pesquería de atún para el período ya señalado.

Para optimizar los resultados que se ofrecen en el presente trabajo se recomienda:

Mantener el monitoreo de la actividad de la flota atunera nacional, así como incorporar información adicional de esfuerzo de las bitácoras de pesca de atún de la SEPESCA a la serie histórica de datos que se tiene de la actividad de la flota nacional, para afinar la medida del esfuerzo pesquero aplica-

do en la pesquería del atún.

Mantener en continua retroalimentación los diversos modelos conforme avancen las temporadas de pesca para la rectificación o ratificación de las tendencias que ofrecen estos modelos y cruzar los resultados obtenidos en el presente estudio con los que se tienen de los proyectos de investigación biológica de atún a efecto de ampliar el uso de métodos para hacer otras estimaciones de los niveles de explotación del recurso atunero.

Por último, solicitar a la Cámara Nacional de la Industria Pesquera (CANAIPE) incorporar, por lo menos, los días efectivos de pesca y la composición específica de las descargas de atún a los registros semanales que ellos manejan a través de sus oficinas regionales.

BIBLIOGRAFIA

Anónimo, 1984. Problemas y Perspectivas de la Industria Atunera. Sepes Vol. 1: 255. Desarrollo Dirigido Somex, S.A. de C.V. México.

Castellanos, E. 1987. Base de Datos para el Análisis Automatizado de las Capturas de Atún del Pacífico Mexicano. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias UNAM pp. 52.

Compeán, G. et. al. 1982. "Pesquería de Túnidos". Reun. Nal. Invest. Cient. y Tecnol. en el Marco de la Explotación, la Regulación y el Desarrollo pesquero. Secretaría de Pesca. Cocoyoc, Mor. pp. 106.

CIAT. 1985. Informe Anual 1984 de la Comisión Interamericana del Atún Tropical. ISSN:0074-100, 99-270, La Jolla, Cal. U.S.A.

_____. 1986. Informe Anual 1985 de la Comisión Interamericana del Atún Tropical. ISSN: 0074-100, 85-248. La Jolla, U.S.A.

_____. 1987. Informe Anual 1986 de la Comisión Interamericana del Atún Tropical. ISSN: 173-264, La Jolla, Cal. U.S.A.

Davies, R.C. 1971. Computer Programming in Quantitative Biology. Ed. Academic. Press. London pp. 489.

Dávila, C. 1985. Túnidos y demás escómbridos mundiales. Ed. Instituto de Estudios Agrarios y Alimentarios. Madrid pp. 73-81.

Fajardo, A. y Y. Muñoz. 1984. El Embargo Atunero de Estados Unidos a México: Obstáculos en la Negociación. Tesis Licenciatura U.I.A. México pp. 163

Fox, J. W. 1970. An Exponential Surplus yield model for optimizing exploited fish population. Trans. Am. Fish. Soc. 99(1):80-88.

Pella, J. y P. Tomlinson. 1969. Un Modelo Generalizado de la Producción del Stock. Comisión Interamericana del Atún Tropical Bull. 13(3): 421-496.

Polanco, E. et al. 1967. Pesquerías Mexicanas. Estrategias para su Administración. Secretaría de Pesca la. Edición, México:13-193.

Robson, D.S. 1966. Estimation of the Relative Fishing Power of individual ships. Res. Bull. Inter. Comm. N. Y. Atlanta, Fish. (3): 5-14.

Schaefer, M.B. 1954. Some Aspects of the Dynamics of Populations Important to Management of the Commercial Marine Fisheries. Interamerican Tropical Tuna Commission. Bull. (2): 25-56.

_____. 1957. A study of the Dynamics of the Yellowfin in the Eastern Tropical Pacific Ocean. Ibid 2(6): 215-285.