

187
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

PESQUERIA DE TUNIDOS CON BALSAS PARA
AGREGAR PECES EN EL PACIFICO ORIENTAL
TROPICAL

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A,

LUZ PATRICIA VILCHIS RAMIREZ



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION ESCOLAR

D. F.



AGOSTO DE 1994



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CIUDAD UNIVERSITARIA



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
División de Estudios
Profesionales
Exp. Núm. 55

M. EN C. VIRGINIA ABRIN BATULE
Jefe de la División de Estudios Profesionales
Universidad Nacional Autónoma de México.
P r e s e n t e .

Por medio de la presente, nos permitimos informar a Usted, que habiendo
revisado el trabajo de tesis que realiz ó la pasante _____
Virchis Ramirez Luz Patricia

con número de cuenta 81406077-6 con el título: _____
" PESQUERIA DE TUNIDOS CON BALSAS PARA AGREGAR PECES EN EL PACIFICO
ORIENTAL TROPICAL "

Consideramos que reúne___ los méritos necesarios para que pueda conti-
nuar el trámite de su Examen Profesional para obtener el título de -
Bióloga .

GRADO NOMBRE Y APELLIDOS COMPLETOS

Dr. Virgilio Arenas Fuentes

Director de Tesis

Dr. Palto Arenas Fuentes

Dr. Juan Luis Cifuentes Lemus

M. en C. Jorge Luis Hernández Aquilera

Suplente

M. en C. Silvia Tonal Almazan

Suplente

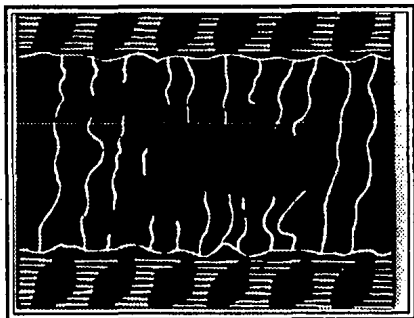
FIRMA

Ciudad Universitaria, D.F., a 3 de Agosto

de 1991

Antes de la Creación no había hombres, ni animales, pájaros, pescados, cangrejos, árboles, piedras, hoyos, barrancos, paja ni bejuco y no se manifestaba la faz de la tierra; el mar estaba suspenso y en el cielo no había cosa alguna que hiciera ruido. No había cosa en orden, cosa que tuviese ser, si no es el mar y el agua que estaba en calma y así todo estaba en silencio y obscuridad como noche.

POPOL WUJ.



DEDICATORIA

A la memoria de mi abuelito Alfonso Ramírez Castro quien con su apoyo y cariño logré una de las metas de mi vida.

A mi abuelita Rebeca Peredo, a mi mamá Luz María Ramírez y a la memoria de Rebeca Méndez por su comprensión y cariño brindado en todo momento.

A mis hermanos Pablo, Lorena, Emmanuele, Mónica, Jorge y Gustavo y a mi sobrina Ashanti por los buenos momentos que hemos pasado.

A Raúl Manjarrez por todo el amor, apoyo y comprensión brindado durante estos años y para este trabajo.

A mis tíos, primos, amigos y compañeros por su ayuda incondicional.

A mi papá Jorge Vilchis y a mi abuelita Teresa Pérez por su ayuda.

AGRADECIMIENTOS

Mi especial agradecimiento al Dr. Pablo Arenas por permitirme la utilización de los datos y por su asesoría, y al Dr. Virgilio Arenas por la dirección, interés y apoyo durante la elaboración de este trabajo.

A mis sinodales Dr. Juan Luis Cifuentes, M. en C. Jorge Hernández y M. en C. Silvia Toral por la revisión de este trabajo.

A Ignacio Palomar, Brisia Jon, Isaias Reyes, Jesús Soto, Víctor Ochoa y Alejandro Granados por su ayuda en la preparación y elaboración de este trabajo.

Al laboratorio de Ecología de Pesquerías por el material y apoyo recibido.

A mis amigos y compañeros del ICM y L y de la Facultad de Ciencias que me brindaron su paciencia y amistad durante esta carrera de la vida.

INDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
I. INTRODUCCION	3
II. ANTECEDENTES	5
2.1 Características del Pacífico Oriental Tropical.	5
2.2 Objetos flotantes.	14
2.3 Atún-Objeto flotante.	15
2.3 Atún-Delfin.	16
2.4 Atún-FAD.	17
2.5 Biología.	18
2.6 Pesca.	20
III. AREA DE ESTUDIO	24
IV. MATERIAL Y METODO	25
V. RESULTADOS	28
5.1 Area de pesca.	28
5.2 Variación espacial y temporal.	29
5.3 Caracterización de los FADS.	37
5.4 Evaluación de Captura.	44
5.5 Pesca sucesiva.	70
5.6 Lances y observaciones.	73
VI. DISCUSION	76
VII. CONCLUSIONES	80
VIII. LITERATURA CITADA	81

RESUMEN.

Una modalidad que se ha desarrollado dentro de las técnicas pesqueras es el uso de FADS (Fish Aggregating Devices), que surge a partir de las observaciones de pescadores de que algunos peces pelágicos de talla comercial se agrupan por debajo de objetos flotantes a la deriva.

Los atunes aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y barrilete (*Katsuwonus pelamis*), presentan esta conducta de asociación, con objetos de diversa naturaleza que provienen en su mayoría de ríos de Centro América, Colombia y Ecuador. Una vez que los objetos derivan al norte, las corrientes y el viento llevan los objetos al Oeste, a través de aguas mexicanas hacia zonas oceánicas.

De la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT) se obtuvieron 428 Registros de FADS de septiembre de 1987 a enero de 1991 recabados por 67 embarcaciones atuneras. Se identificaron 244 FADS.

La variación anual y mensual mostró un patrón de distribución heterogeneo en la zona de lances y observaciones. La variación temporal presentó la mayor captura para ambas especies en 1990 y en el mes junio para atún aleta amarilla y en abril para barrilete. De su caracterización se obtuvo la mayor frecuencia para FADS con elementos de la forma cilíndrica, de un tamaño menor de 6 m, color café, con "ballena artificial", radioboya como elemento de localización. La mayor frecuencia fué de FADS con "ballena artificial", con 3 elementos, de 3 tipos y una heterogeneidad mínima de dos elementos diferentes.

La variación de las capturas fué en función de las características de los componentes de los FADS. La captura de atún aleta amarilla fué mayor en FADS con carnada, con un alto número de elementos y tipos, y con una heterogeneidad compleja. En el caso de barrilete la mayor captura de obtuvo en FADS sin carnada, con 5 elementos de 5 tipos, y de una heterogeneidad compleja. La captura de otras especies está disminuyendo. En 30% de los FADS se registró pesca sucesiva, los cuales pudieron presentar de 2 a 8 lances, esta pesca se presentó principalmente en 1990 y para los meses de Julio, Agosto y Noviembre, en ambas especies.

La captura sobre FADS tiene un éxito medio de un 80% calculado a partir de lances sobre los avistamientos. El aumento de avistamientos, de FADS en 1990 y la pesca sucesiva no disminuyó la proporción de éxito. La captura media por FAD según sus características indica la alternativa de desarrollar esta pesquería selectiva y extensivamente.

ABSTRACT

A recently fishing modality that has been developed is the use of FADS (Fish Aggregating Devices). It starts from the fishermen observations that some pelagic fishes of commercial value aggregates underneath floating objects adrift.

The yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*), present this association behaviour, with objects of diverse nature that come from rivers of Central America, Colombia and Ecuador. The objects derive to the North from the Centroamerican coast, currents and wind carry the objects to the West, through mexican waters towards oceanic zones.

From the Inter-American Tropical Tuna Commission (IATTC) 428 records of FADS were obtained from September 1987 to January 1991 requested by 67 tuna vessels.

A total of 244 FADS were identified.

The annual and monthly variation show an heterogeneous distribution pattern from the sets and sightings. The highest catch for both species was in 1990, on June for yellowfin tuna and April for skipjack. From their characterization the most frequent component of FAD were the cylindrical forms, from a size < 6 m, brown color, with "ballena artificial", and radio bouy as element of localization. The major frequency of capture was for FADS with "ballena artificial", with three elements, from three types and a complex heterogeneity of two different elements.

The variation in capture was function of the characteristics from the components of the FADS. The capture of yellowfin tuna was higher on FADS with bait, with a high number of elements and types, and with a complex heterogeneity. On the case of skipjack the highest catch was obtained with FADS without bait, with five elements and types, and the complex heterogeneity. Catch of the other species is declining.

Two to eight repeated sets were registered in 30% of the FADS This fishing was registered mainly in 1990 and for the months of July, August and November, on both species.

Fishing with FADS in the eastern Pacific Ocean (EPO) has a success of 80% accordingly with the rate sightings/sets. The increase of sightings and FADS in 1990 did not show a decrease in success. The mean catch of tuna and the other species per FAD varies accordingly with the characteristics. It is expected that this type of fishing could be developed selectively and widely.

I. INTRODUCCION.

En la superficie oceánica del Pacífico Oriental Tropical (POT), encontramos objetos de naturaleza diversa flotando a la deriva (troncos de palma, mangle, tarimas, botes, boyas, cuerdas, restos de organismos, algas, etc), algunos de los cuales han llegado al mar como consecuencia de la actividad humana (agricultura y deforestación), y provienen en su mayoría de ríos que desembocan en la Costa de Centroamérica, Colombia y Ecuador (Hall, García, Lennert y Arenas, 1992).

Algunos objetos han sido arrojados al mar intencionalmente y otros se han alterado ó modificado por los pescadores con el fin de favorecer su capacidad de agregar peces, estos objetos en la literatura internacional son conocidos como FADS (Fish Aggregating Devices).

Por debajo de estos objetos es frecuente encontrar asociaciones faunísticas dinámicas y complejas que generan importantes comunidades. Los organismos más frecuentemente encontrados son el atún aleta amarilla y barrilete, tiburones, dorados, picudos, sardinas, anchoveta, otras especies de atún, tortugas marinas, epibiota, aves marinas y muy poco frecuente mamíferos marinos (Arenas, 1990).

A partir de estas observaciones han surgido hipótesis para tratar de explicar la razón de estas asociaciones de los peces en general con los objetos, como la de brindar protección contra depredadores; para alimentarse de la flora que se desarrolla sobre ellos; buscar sombra bajo los objetos y hacer más visible el alimento (zooplankton); funcionan como estaciones de limpieza y como objetos de orientación (Gooding y Magnuson, 1967).

Los cardúmenes de atún también se encuentran asociados con delfines. De esta asociación, también han surgido hipótesis análogas y similares para tratar de explicarla: tienen una distribución o elección de zonas comunes de alimentación; como una conducta de peces pelágicos al tratar de incorporar el medio pelágico; incremento en la eficiencia del forrajeo y para reducir la depredación.

Como consecuencia de ésta asociación se da la mortalidad incidental de delfines como resultado de las operaciones de pesca del atún con red de cerco, siendo uno de los mayores problemas que enfrenta la industria atunera de la región. La CIAT (Comisión Interamericana del Atún Tropical), desde mediados de los años setenta han realizado investigaciones sobre la asociación Atún-Delfin, implementando métodos para evaluar la mortalidad incidental de delfines,

en las operaciones pesqueras. En 1987 inicia un proyecto de investigación sobre las características de la asociación que parecen estar relacionados con aspectos tróficos y de orientación.

La pesca con FADS es una modalidad de la pesca comercial que no ha sido implementada ni evaluada suficientemente. Tiene sus orígenes en la pesca sobre "palos", principalmente en las Filipinas con el uso de "payaos" donde ha adquirido su mayor desarrollo pesquero, aprovechando su afinidad con objetos flotantes (Barut, 1992).

Este trabajo presenta una revisión de los antecedentes sobre las condiciones oceanográficas y la pesca de túnidos, analizando las principales áreas de pesca así como la variación espacial y temporal de las principales especies de atún asociadas con los FADS; se caracterizarán los FADS de acuerdo a su forma, tamaño, color, composición, elementos de localización, carnada, número de elementos, tipo de elementos y complejidad, para así poder determinar su eficiencia pesquera.

Determinándose las características más atractivas de los FADS que originan la asociación de especies pelágicas de importancia económica, se podrá desarrollar un diseño óptimo que funcione como una alternativa de pesca evitando la mortalidad incidental de delfines que ésta involucra.

II. ANTECEDENTES.

2.1 CARACTERISTICAS DEL PACIFICO ORIENTAL TROPICAL.

El Pacífico Oriental Tropical (POT) comprende de los 30°N en Baja California y los 20°S en Perú, y fuera de la costa hasta los 150°W

La distribución espacial y temporal de las especies de atún y de los objetos flotantes en el POT, están afectados por las características oceánicas, entre estas, se pueden mencionar la salinidad, temperatura y corrientes marinas; también intervienen la precipitación en el continente por el aporte pluvial hacia el océano con su carga de materiales procedentes de bosques, selvas, etc. Estos factores afectan de manera directa e indirecta la productividad biológica del área.

PRECIPITACION.

Las costas del Pacífico Oriental Tropical reciben alta precipitación principalmente en las costas de Centro América y el norte de Sudamérica (Figura 1). Se pueden considerar tres áreas de acuerdo a la precipitación anual (Hoffman, 1975; Anónimo, 1976; Steinhauer, 1979).

Desde el sur de Colombia y norte de Ecuador el periodo de lluvias se presenta tempranamente, con un pico de febrero-marzo, siendo muy baja la precipitación en el resto del año. Esta es el área más importante de selva (Stevenson, 1981). La costa sur de Ecuador es muy seca con algo de precipitación durante enero y febrero.

La costa norte y central de Colombia recibe un abundante aporte de lluvia durante todo el año principalmente de abril-octubre con un pico en mayo y septiembre. Las montañas reciben 600-800 mm por mes durante todo el año, siendo la región con mayor precipitación en el continente Americano; esta región está formada por bosques templados y tropicales con pocos ríos pero con un alto transporte y con descarga en la bahía de Panamá (Forsbergh, 1969).

En la región de Costa Rica y Panamá las lluvias son de mayo a octubre, con un periodo seco de diciembre-abril, el pico de precipitación se presenta en septiembre y octubre (400-600 mm).

En la región Guatemala-México existe un periodo con lluvias abundantes de junio a septiembre (400-600 mm) y un periodo muy seco de diciembre a marzo. Las áreas de alta precipitación se extienden por Centroamérica a Costa Rica y Nicaragua.

Las Costas de México son secas en los meses de noviembre- abril. Presenta ríos importantes y áreas de bosques tropicales y subtropicales. Existe una temporada de "chubascos" en los meses de septiembre y octubre. El Golfo de California y la costa oeste de Baja California son muy secas (menos de 400 mm por año), sin bosques de importancia.

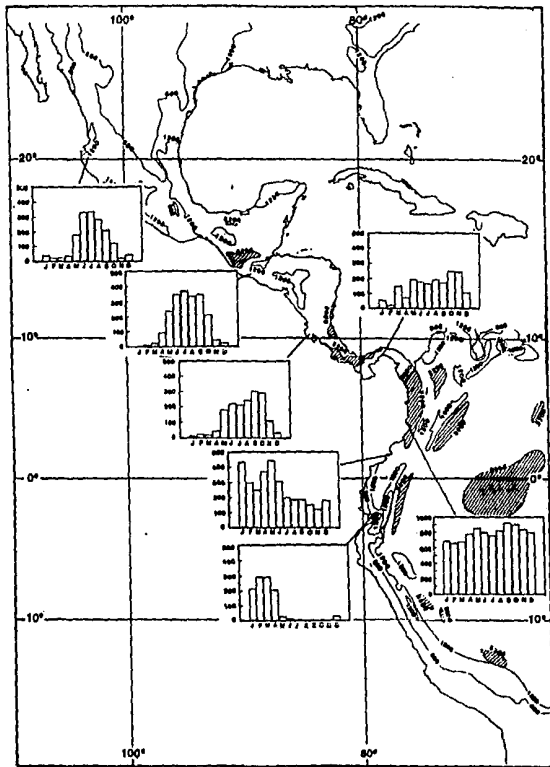


FIGURA 1. Precipitación anual en el continente y precipitación mensual en áreas seleccionadas. Tomado de Hall, Arenas y Miller (1992).

DESCARGA CONTINENTAL.

La principal descarga de los ríos ocurre durante la temporada de lluvias. En México y Centro América se incrementa el nivel de los ríos en abril, y mayormente de agosto a noviembre. El pico se localiza en agosto y septiembre para el Pacífico Mexicano; para Guatemala ocurre en septiembre; Honduras y Costa Rica en octubre; Panamá en octubre y noviembre; y Colombia en diciembre (Hall, Arenas y Miller, 1992).

La descarga por parte de Colombia y el norte de Ecuador no tiene un pico de importancia ya que durante todo el año el transporte es alto, presenta un pequeño incremento de diciembre a enero. En las costas de Ecuador el transporte es bajo y se observa un pico al inicio del año.

El material terrestre aportado por los ríos es muy importante en la bahía de Panamá (Forsbergh, 1969), teniendo dos picos en febrero-marzo y junio-julio coincidiendo con la temporada de alta productividad local. El material transportado por los ríos es arrojado y retenido en las zonas costeras, siendo el origen de las principales áreas de palos del POT.

CIRCULACION OCEANICA.

La circulación en el POT (Figura 2), está dominada por la Corriente de California (CC), y por la Corriente Nor-Ecuatorial (CNE), en el hemisferio norte; y en el hemisferio sur por la Corriente del Perú (CP), y la Corriente Sud-Ecuatorial (CSE). De este flujo de corrientes que convergen hacia el Oeste existen dos corrientes opuestas con dirección este y son la Contracorriente Ecuatorial (CCE) y la Corriente de Cromwell (CCr), (Wooster y Cromwell, 1958; Wyrski, 1965, 1966, 1967; Yoshida, 1967; y Tsuchiya, 1970, 1974, 1982).

En la costa de Costa Rica la CCE se separa en una rama que se dirige hacia el Norte alrededor del domo de Costa Rica, formándose la denominada Corriente Costera de Costa Rica (CCCR) la cual alimenta a la CNE.

Los patrones de circulación se encuentran alterados por una variación temporal (Wyrski 1967). A lo largo del año se presentan tres patrones principalmente:

1. De agosto a diciembre la CCr y la CSE son fuertes y se desarrollan en el norte del Ecuador. La CCE fluye alrededor del Domo de Costa Rica, hundiéndose con la CNE entre los 10°N y 20°N. La CC es lenta y relativamente débil, sale de la Costa de Baja California a los 25°N. Esta situación se desarrolla cuando la Zona de Convergencia Inter-Tropical (ZCIT) se presenta a los 10°N. En enero, cuando la ZCIT se mueve hacia el Ecuador, la CCE es débil y se separa en varios segmentos, mientras que la CC empieza a ser fuerte.

2. De febrero a abril, cuando la ZCIT se encuentra cerca de los 3°N , se desarrolla el segundo patrón. La CC es fuerte, penetra más al sur y el aporte de agua se dirige a la CNE. Entre los 10° y 20°N está el giro anticiclónico de México, en donde las aguas fluyen al sur y al oeste del Golfo de Tehuantepec. De los dos remolinos que se desarrollan en la Costa de Centroamérica: uno es ciclónico y se forma alrededor del Domo de Costa Rica y el otro es anticiclónico y central formandose alrededor de los $5^{\circ}\text{N}-88^{\circ}\text{W}$. La CCE desaparece durante este periodo, aunque continua como flujo subsuperficial y al CSE es menos fuerte que el periodo anterior, con flujo al este en algunos puntos a lo largo del Ecuador.

3. De mayo a julio, cuando la ZCIT está a los 10°N , se forma otra vez la CCE y la CC es relativamente fuerte. El agua de la CCE fluye dentro de la CCR al norte de Cabo Corrientes, la CC que se forma es tranquila y esta agua fluye a la CNE. De julio a agosto, la CC empieza a ser débil y la CNE recibe un aporte de agua para la CCE (Hall, Arenas y Miller, 1992).

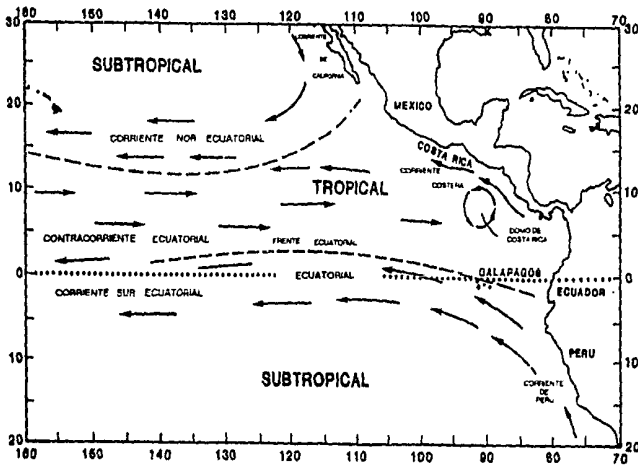


FIGURA 2. Patrones de circulación de las masas de agua en el POT, (Wyrki, 1974).

EL NIÑO (ENSO).

Periódicamente el POT se ve afectado por el ENSO (El Niño-Oscilación del Sur), un fenómeno que se caracteriza por un aumento en la temperatura superficial y una disminución en la salinidad.

El Niño es una fluctuación irregular e interanual de las condiciones cálidas del agua y de las condiciones frías La Niña. Los vientos alisios del POT, son intensos durante La Niña, desplazando las aguas superficiales cálidas al Oeste y exponiendo las aguas frías en el Este. Durante El Niño, los vientos alisios son débiles y las aguas cálidas se establecen al Este (Leetmaa, 1989).

La causa de los fuertes vientos durante la Niña es un área de aguas cálidas superficiales en el Pacífico Oriental Tropical. Esta región es de lluvias intensas con masas de aire húmedas que causan una convergencia cerca de la superficie oceánica. Esta convergencia es el resultado de los vientos alisios que se dirigen hacia el oeste del Pacífico. Cuando en esta área la temperatura de la superficie oceánica es cálida y se presenta El Niño, las masas de aire se enfrían generando lluvias intensas (Leetmaa, 1989).

Durante condiciones normales la termoclina es poco profunda, con surgencias fácilmente detectables por el agua fría que llevan, ricas en nutrientes por arriba de la zona eufótica y determinan alta productividad primaria, aguas frías superficiales y abundancia local (Figura 3). Cuando los vientos alisios son más débiles, una onda interna desplaza a la termoclina de Oeste a Este hundiéndola decenas de metros (Figura 4). Los cambios en las corrientes oceánicas del POT están acompañados por un incremento de las masas de agua caliente. Cuando los vientos alisios cesan en el Pacífico Central y las masas de agua calientes aparecen, hay evaporación, disminuyendo la surgencia ecuatorial e incrementándose la temperatura del agua. La ZCIT se desplaza hacia el ecuador y se incrementan las lluvias (O'Brien, 1978).

Como resultado de estos cambios, la disponibilidad de alimento, la abundancia local y los procesos reproductivos se reducen, principalmente cerca de la costa. Con esto muchas de las pesquerías en el POT se colapsan. Las fuertes lluvias, provocan inundaciones causando pérdidas en la agricultura y probablemente un mayor aporte de materiales flotantes.

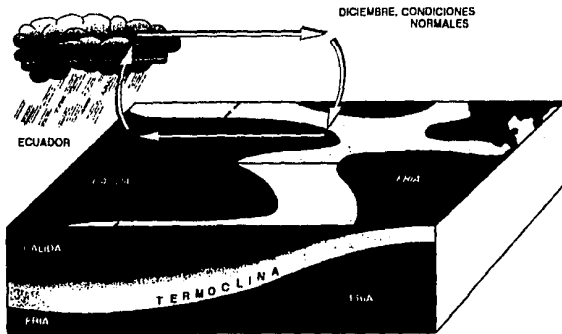


FIGURA 3. Condiciones normales del POT, Philander (1992).

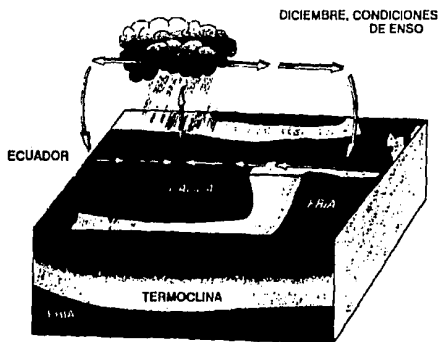


FIGURA 4. Condiciones durante ENSO, Philander (1992).

MASAS DE AGUA.

El POT se caracteriza por la presencia de una termoclina superficial (inferior a los 100 m). En el Ecuador, la profundidad de la termoclina va disminuyendo en dirección a la costa; la variación en la profundidad de las aguas de México a Panamá es menor de 20 m. La variación es alta en la zona oceánica principalmente al norte y sur de los límites de la CCE, la cual fluctúa en más de

50 m. En el domo de Costa Rica la termoclina es superficial (menos de 10 m en el centro del domo) (Cromwell, 1958; Wyrki, 1964; y Robinson y Bauer, 1971).

Los patrones de temperatura y salinidad definen tres masas de agua en el POT (Figura 5): 1. Agua Superficial Tropical (AST), cálidas y de baja salinidad localizada sobre los 10°N; 2. Agua Superficial Ecuatorial (ASE), frías y de salinidad moderada; y 3. Agua Superficial Subtropical (ASS), con una alta salinidad en los giros subtropicales del Pacífico norte y sur.

La salinidad superficial muestra un máximo en los trópicos y un mínimo en las aguas ecuatoriales. La variación es relativamente pequeña en el Pacífico sur y en la Corriente de California. En el POT central los cambios temporales de la AST, son más grandes, especialmente en el Golfo de Panamá y en la parte externa de la costa de Colombia y el norte de Ecuador, donde la salinidad varía desde 34‰ a menos de 30‰ al final de la temporada de lluvias (Benneth, 1966).

La ASS, otra importante masa de agua, presenta una alta salinidad. Se forma en el sur del Pacífico y su temperatura fluctúa desde 15°C a 28°C. La ASE tiene propiedades intermedias, determinada por la temporalidad de la advección de las aguas frías de la Corriente del Perú y la ecuatorial; característica de la porción sur de la Corriente Sur Ecuatorial.

En la región existen masas de agua anóxicas ó con bajo contenido en oxígeno disuelto. El límite de esta capa en el POT, se encuentra a profundidades menores de 50 m hacia afuera de la costa de Centro América, y a menos de 100 m a lo largo de los 10°N hasta los 150°W fuera de la costa. El límite inferior de esta capa es de 1200 m de profundidad y se encuentra en zonas alejadas de las costas de México y Centro América por arriba de los 120°W, y a más de 800 m de profundidad fuera de las costas de Perú. El oxígeno disuelto puede ser menor de 0.1 ml/l a profundidades menores a 400 m en estas dos áreas, incrementándose a 3 ml/l conforme se aumenta la distancia a la costa. A lo largo de las costas de Ecuador y Colombia la capa puede variar en una profundidad entre 600 a 1000 m; en el ecuador es menor de 300 m, dividiéndose el cuerpo de agua en dos componentes, norte y sur, con bajo contenido de oxígeno (Wyrki, 1967).

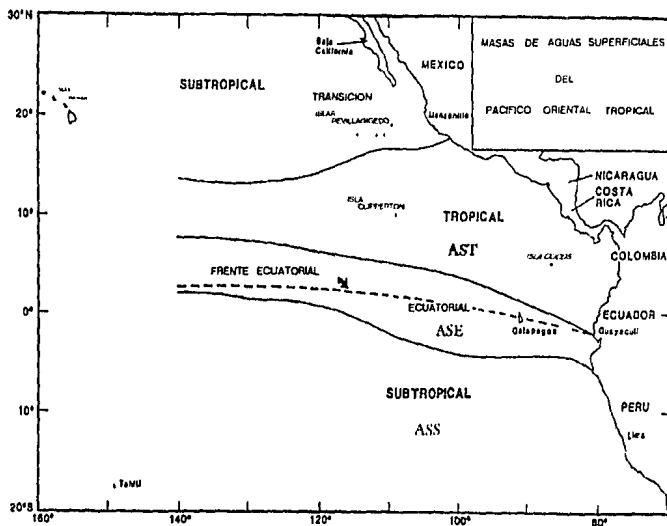


FIGURA 5. Masas de Aguas Superficiales en el POT.

PRODUCTIVIDAD BIOLÓGICA.

En la mayor parte del POT las aguas superficiales son pobres en nutrientes a excepción de la Corriente de Perú, el domo de Costa Rica, otras áreas de surgencia local y las surgencias de California (Thomas, 1977).

El zooplancton y fitoplancton presentan patrones de densidad que decrecen de Este a Oeste. El fitoplancton se encuentra en altas concentraciones en áreas de surgencia y en regiones con una termoclina superficial; el ciclo temporal depende de la variación en la topografía de la termoclina y de los nutrientes disponibles en aguas del domo de Costa Rica, el Golfo de Tehuantepec, la bahía de Panamá, la Costa de Colombia y Ecuador, la CP, una extensión hacia el oeste, y la CCr. La productividad en el resto del POT es intermedia. La máxima producción de fitoplancton ocurre durante marzo y abril, y la mínima en octubre; el rango de productividad primaria varía de 127 a 318 mg C m⁻² año⁻¹, con un promedio de 75 mg C m⁻² año⁻¹ (Owen y Zeitzchel, 1970).

Una zona de alta productividad (200 a 500 $\text{mg C m}^{-2} \text{año}^{-1}$) se encuentra a lo largo de la Costa de Perú a Centro América y termina aproximadamente en el Domo de Costa Rica (Figura 6); la segunda zona de alta productividad se localiza en la Costa Norte de Baja California (Berger, 1988).

La abundancia de zooplancton se encuentra restringida a zonas productivas a lo largo del Ecuador 10°N y a lo largo de las Costas de Centroamérica en áreas de surgencia y en áreas de convergencia de la CCE y la CNE (Blackburn, 1970).

Las concentraciones de zooplancton son grandes a lo largo de la costa. La distribución vertical del zooplancton y micronecton se ve influenciada por la profundidad de la termoclina y la profundidad de la capa mínima de oxígeno. El número de especies y biomasa se incrementan en áreas de surgencia de mar abierto (Sameoto, 1986).

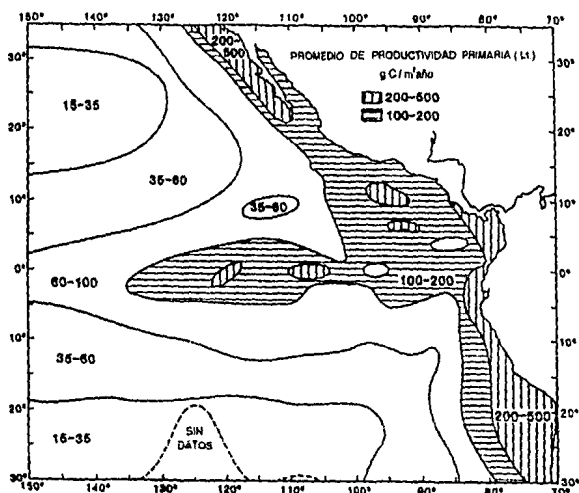


FIGURA 6. Promedio de productividad primaria ($\text{g C / m}^2 / \text{año}$). De Berger, 1988.

2.2 OBJETOS FLOTANTES.

ISLAS A LA DERIVA.

En la superficie del POT se puede encontrar una gran diversidad de objetos de diferente naturaleza flotando a la deriva: objetos naturales de origen continental (troncos o palos de palma, bambú, mangle, etc.); los de materiales naturales, pero hechos por el hombre (botes o partes de ellos, tarimas, carretes de madera, etc.); los hechos de materiales artificiales como cuerdas, boyas, botes, etc., que llegan al mar por la actividad humana; restos de organismos marinos (ballenas ó tortugas); y acumulaciones gales (Hall, García, Lennert y Arenas, 1992).

Los objetos flotantes están distribuidos heterogeneamente en los mares. La abundancia de objetos flotantes en mar abierto depende del aporte del continente, del tiempo de vida de estos, y de la distribución a cargo de las corrientes (Parin y Fedoryako, 1992).

La mayoría de los reportes de las observaciones de objetos flotantes indican que la mayoría que han alcanzado el océano ha sido sin la intervención del hombre. Pero una proporción importante (más del 40%) de árboles muestran algún signo ó marca de machete, hacha ó sierra. Esto significa que los palos que llegan al mar se han ido incrementando en los últimos años debido a la actividad humana como agricultura y deforestación (Hall, García, Lennert y Arenas, 1992).

El tamaño promedio de los palos oscila entre 1-4 m, pero hay de más de 9 m y poco frecuentes de 18 m. La forma más común son cilíndricos (árboles y tambos), poligonales (tarimas), irregulares (cuerdas, masas de algas), redondas (boyas, carretes) y agregados (diversos objetos amarrados). La mayoría de los objetos se encuentran flotando horizontalmente ó en pequeños ángulos con respecto a la línea del agua, y pocos flotan de manera vertical (Hall, García, Lennert y Arenas, 1992).

Más de la mitad de los palos han estado poco tiempo en el agua. Solo la tercera parte de ellos tienen desarrollo significativo de epibiotas (Arenas, 1990).

Existe un aporte continuo de palos de las zonas principales de lluvia, que comprenden el área de Colombia y el Norte de Ecuador; los palos están por un tiempo en la zona de la bahía de Panamá, después derivan al norte donde se acumulan en la costa de Panamá y Costa Rica, algunos en las aguas del domo. Continúan derivando al Norte y al Oeste para llegar al Golfo de Tehuantepec; finalmente llegan a la zona norte, entre los límites de la CCE y la CNE (Arenas, 1990).

La costa de México, relativamente más seca, contribuye en menor cantidad al aporte de objetos flotantes. A lo largo de la costa de Baja California la mayoría de los objetos flotantes son grandes masas de algas marinas. Después de derivar a lo largo de las costas americanas, las corrientes y el viento llevan estos objetos al Oeste, a través de aguas mexicanas, hacia las zonas oceánicas de pesca de atún sobre delfín, 10°N (Arenas, 1990).

Gran parte de los objetos flotantes han sido alterados ó modificados intencionalmente con el objeto de favorecer su capacidad para agregar peces. En la literatura internacional, estos son referidos como Fish Aggregating Devices, FAD que incluye también artefactos diseñados específicamente para ese fin, término que se empleará en esta presentación.

FAUNA ASOCIADA.

Bajo los objetos flotantes a la deriva se encuentran asociaciones biológicas dinámicas y complejas. Entre las especies más frecuentemente encontradas son el Atún Aleta Amarilla (*Thunnus albacares*) y el Barrilete (*Katsuwonus pelamis*). Tiburones (*Carcharhinus longimanus*, *C. limbatus*, *C. spp.*, *C. falciformis*, y *Sphyrna spp.*). Dorados en casi el 50% de los reportes (*Coryphaena spp.*). Distintas especies de la familia Ballistidae (incluidos en una tercera parte de los registros), así como sardinas y anchovetas. También *Seriola spp.*, *Elagatis bipinulatus*, en más del 15% de los reportes. Otros atunes menos frecuentes como barrilete negro (*Euthynnus lineatus*), wahoo (*Acanthocybium solandri*), marlín (*Makaira spp.*) y otros picudos. Tortugas marinas en 10% de los registros (*Lepidochelys olivacea*, *Caretta caretta*, *Eretmochelys imbricata*, *Chelonia mydas agassizi* y *Dermochelys coriacea*); y ocasionalmente invertebrados como el calamar. El reporte de aves marinas en más del 30% de los registros como bobos (*Sula spp.*) y fragatas (*Fregata spp.*). Los mamíferos marinos particularmente delfines en menos del 1 % de los registros.

Los organismos asociados a los objetos flotantes pueden ser residentes temporales ó permanentes. Presentándose diversas especies a lo largo del tiempo y el espacio, convirtiéndolos en verdaderas islas a la deriva (Arenas, 1990).

2.3 ATUN-OBJETO FLOTANTE.

Las características de los objetos flotantes son factores determinantes en la asociación con los atunes.

Se han desarrollado varias hipótesis no necesariamente excluyentes (Gooding y Manguson, 1967) para tratar de explicar la asociación del atún con los objetos flotantes: al proporcionar protección en contra de los depredadores; y por la sombra que proyecta hace más visible el plancton para su alimentación, de igual forma pueden alimentarse otros peces de las algas que se

desarrollen sobre estos y que sirven de alimento para el atún; cuando los cardúmenes se alimentan de manera dispersa los objetos funcionan como punto de orientación y finalmente como una estación de limpieza eliminando parásitos.

La asociación es más evidente en la tarde cuando los atunes comienzan a agregarse y en la noche derivan con los objetos, en la mañana se dispersan para alimentarse durante el día. Aparentemente la mayoría de los atunes que se encuentran asociados en el POT y en otros océanos, a los objetos flotantes son de talla pequeña (Arenas, 1990).

2.4 ATUN-DELFIN.

La asociación del atún con el delfín se considera una extensión de la asociación con los objetos flotantes (Arenas, 1990).

Los cardúmenes de atún en el POT frecuentemente se encuentran asociados con manadas de delfines. Las especies más importantes por su frecuencia de asociación, son el delfín moteado (*Stenella attenuata*), el delfín tornillo (*S. longirostris*) que frecuentemente se encuentra junto con manadas de delfín moteado; y el delfín común (*Delphinus delphis*). Existen otras especies de delfines que se han encontrado en asociación con los atunes como *S. coeruleoalba*, *Steno brenadensis*, *Tursiops truncatus* y *Lagenodelphis hosei*. Las especies de atunes asociados con los delfines son: atún aleta amarilla y barrilete, aunque también podemos encontrar de manera menos común atún ojo grande (*Thunnus obesus*), barrilete negro (*Euthynnus lineatus*), y dos especies de melbas (*Auxis spp.*).

La relación del atún con el delfín se da durante la parte adulta de su ciclo de vida. Durante su etapa reproductiva nadan al Este independientes del delfín, con la CCE hasta la Ensenada de Panamá; los juveniles regresan al Oeste frecuentemente (enero-abril) asociados a palos alcanzando una talla de 70-80 cm. Se alejan de las zonas de mayor abundancia de palos y entran a zonas donde los delfines son más abundantes (Arenas, 1991).

La mortalidad de delfines durante las operaciones de pesca de atún es uno de los mayores problemas que enfrenta la industria atunera de la región. La mortalidad se da durante las maniobras de cierre de cerco durante las cuales los delfines quedan atrapados en las redes muriendo por asfixia. Esta mortalidad se incrementa en lances largos y nocturnos.

Desde mediados de los años setentas, la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT), ha realizado investigaciones sobre el tema de la asociación atún-delfín y ha desarrollado métodos para disminuir la mortalidad incidental de delfines. La CIAT determina la abundancia y mortalidad de delfines (con la información obtenida por "observadores" a bordo de las embarcaciones

atuneras), evalúa el éxito en las modificaciones a la red, las maniobras de pesca, y desarrolla técnicas alternativas de pesca.

La CIAT inició en 1987 un programa de investigación sobre las características de la asociación de atún aleta amarilla juvenil (menos de 80 cm) y el barrilete que se agrupan debajo de los objetos flotantes.

La CIAT, en colaboración con el National Marine Fisheries Service y con el financiamiento de la Compañía empacadora Bumble Bee, inició en 1991 un proyecto de investigación sobre la factibilidad de emplear artefactos artificiales a la deriva en la pesca del atún en las áreas que este se encuentra por lo general asociado con delfines, ó en las áreas que no se captura actualmente en asociación con objetos flotantes como en aguas mexicanas.

Durante la primera fase del proyecto, en colaboración con el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM y con el apoyo de la Dirección General de Oceanografía de la Secretaría de Marina a bordo del B/O "Altair", en julio de 1991, se colocaron 30 FADS o artefactos artificiales. En el POT los reportes, registraron que la mayoría de los FAD acumuló atún, tiburón, dorado y otras especies más pequeñas.

2.5. ATUN-FAD.

La pesca por medio de FAD ó Balsas para Atraer Peces, aprovecha la afinidad de los atunes con los objetos flotantes. Es común en muchas partes del mundo particularmente en el Pacífico; sin embargo, esta técnica no ha sido empleada ampliamente en la pesca del atún en el Pacífico Oriental en forma comercial.

Existen muchas variantes de estos artefactos en su mayoría artesanales; el medio básico consiste en colocar estructuras ó medios de atracción a media agua (por lo general frondas naturales ó palmas; pero también carnada, dispositivos artificiales, y medios químicos o luces) en un cabo ó línea, unido a boyas ó balsas a la deriva en aguas profundas, ó fondeando en aguas someras.

El desarrollo de esta técnica tiene sus orígenes en la pesca artesanal. Ejemplo de esto es el uso de "payaos" en las Filipinas, con una amplia efectividad para la agregación de peces (200 toneladas capturadas en un lance); también la han desarrollado los japoneses, los indostanos y malteses, entre otros (Shomura y Matsumoto, 1982).

Los FADS son agregados de distinto grado de complejidad formados por objetos de tamaño, forma, color y naturaleza distintas (palos, cuerdas, boyas, ballenas artificiales, organismos

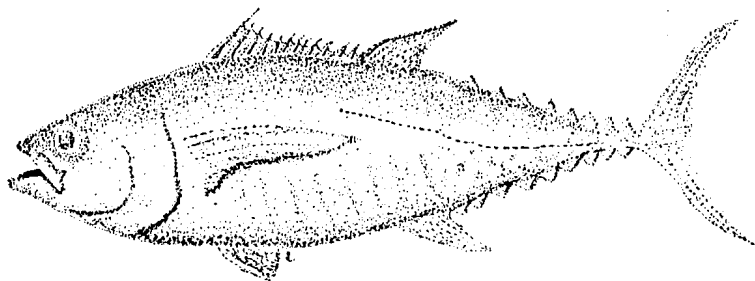
mueertos, envases plásticos, etc.), que se encuentran a la deriva y que los pescadores reúnen según su propio criterio para hacer más atractivo el objeto y más productivo en pesca. Aquellos más importantes por su captura ó en pesca sucesiva son señalados con banderas, radioboyas o ambas, que funcionan como elementos de localización.

La relación del atún con los FADS se explica en consecuencia de la asociación con los objetos flotantes en general.

2.6 BIOLOGIA.

El atún aleta amarilla y barrilete son las dos especies de Escómbridos más capturadas sobre FAD en el POT. Sus ciclos de vida y biología son muy similares y estan descritas ampliamente en la literatura (Collete y Nauen, 1983).

Thunnus albacares (Bonnaterre, 1788).
ATUN ALETA AMARILLA.



Se distribuye en los océanos tropicales y subtropicales, excepto en el Mar Mediterráneo.

Es una especie oceánica, epipelágica, que presenta límites en su distribución asociados a la temperatura, la cual fluctúa entre los 18°C y los 31°C. Su distribución vertical está influenciada también por la estructura térmica en la columna de agua como el fuerte gradiente de temperatura.

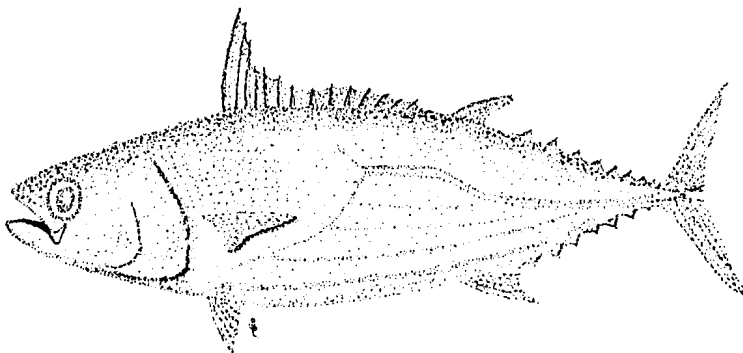
El atún aleta amarilla se encuentra confinado por arriba de los 100 m de la columna de agua en áreas con concentraciones de oxígeno superiores a las de la termoclina, las cuales pueden ser menores a los 2 ml/l.

La distribución de las larvas en aguas ecuatoriales es transoceánica, con cambios temporales de la abundancia larval. Se cree que esto ocurre exclusivamente en aguas cálidas, por encima de la termoclina.

Aunque la distribución de Aleta Amarilla en el Pacífico es continua, no existe evidencia de migraciones Este-Oeste o Sur-Norte de adultos. Si existe evidencia de una migración del Este-centro que probablemente puede tratarse de una subpoblación.

La máxima longitud registrada es de 200 cm y el record de peso de 176.4 kg. La longitud más común es alrededor de 150 cm. Con una longitud de 120 cm alcanza la madurez sexual.

Katsuwonus pelamis (Linnaeus, 1758).
BARRILETE.



Es también epipelágico, cosmopolita, de aguas tropicales y cálidas, excepto en el Mar Negro.

Los adultos se distribuyen por lo general en temperaturas por arriba de la isoterma de 15°C (el rango completo de temperatura es de 14.7°C a 30°C), las larvas se encuentran restringidas a aguas con temperatura superficial menor a los 25°C. Las agregaciones de esta especie tienden a

encontrarse en las convergencias entre masas de agua fría y caliente, y otras discontinuidades. Los rangos de profundidad para su distribución son de la superficie hasta 260 m. Durante la noche están cerca de la superficie.

Los huevecillos se encuentran durante todo el año en aguas ecuatoriales superficiales. Conforme progresa la temporada de desove este se va restringiendo, acortando las distancias al ecuador.

El incremento de la fecundidad con la talla, es muy variable. El número de huevecillos en hembras de 47 a 87cm de longitud fluctúa entre 80 000 y 2 millones por temporada.

Su alimentación comprende peces, crustáceos y moluscos. Los Carangidos y Balistidos forman parte de su dieta en todos los océanos. La actividad de alimentación se realiza en la mañana y en la tarde. Es común el canibalismo. Los principales depredadores son otros atunes y los picudos.

Aparentemente el barrilete del Este-central del Pacífico se origina en aguas ecuatoriales. A los de 35cm de longitud forman dos grupos, el grupo del norte migra a Baja California, y el grupo del sur migra al centro y sur de América. Ambos grupos regresan a zonas ecuatoriales para desovar. Un patrón similar ha sido observado en el noroeste del Pacífico.

Los peces pequeños (menores a 45 cm de longitud), hacen largas jornadas nocturnas de 25 a 106 km hacia el banco principal y regresan en la mañana. Los individuos mayores se mueven alrededor de manera independiente.

La máxima longitud registrada es de 108 cm correspondiendo a un peso de 34.5 kg. Comúnmente la longitud es de 80cm con un peso de 8 a 10 kg. Su longitud para la madurez sexual es de 45 cm. Se ha estimado que la longevidad varía entre 8 y 12 años.

2.7 PESCA.

La pesquería de atún en el Pacífico Oriental comienza a principios de siglo (1903) en EU, basándose en la pesca desde barcos y usando camada viva capturándose principalmente albacora (*Thunnus alalunga*), iniciándose así la industria de enlatado de atún estadounidense. Cuando esta producción disminuyó se inició la de atún aleta amarilla y la de barrilete.

México inició la pesca de atún en 1937 con barcos de vara, esta técnica ha ido cambiando hasta desarrollarse las técnicas con red de cerco y palangre; de estas la que más se ha desarrollado es la de los barcos que operan con red de cerco. México desde 1989 ha ocupado el primer lugar en la producción mundial de atún en el POT (Muhlía, 1993).

La pesca de Atún Aleta Amarilla es muy importante en todos los mares tropicales y subtropicales. Los cardúmenes cercanos a la superficie son capturados principalmente con redes de cerco; pesca de vara y palangre; el método de arrastre y la red agallera son mucho menos importantes (Collette y Nauen, 1982).

La pesca de barrilete comprende el 40% de la captura mundial de atunes, comenzando a sustituir a la especie antes dominante de aleta amarilla. Se lleva a cabo mediante redes de cerco, pesca de vara y líneas de pesca, y de manera incidental con palangre. Las formas artesanales de captura comprende redes agalleras, trampas, harpones y redes de cerco playeras (Collete y Nauen, 1982).

Actualmente la pesca de atún en el POT es de tres tipos: sobre cardúmenes ó "brisas" observados directamente ó asociados con aves; sobre "palos" y FADS; y sobre delfines.

Los cardúmenes de atún son avistados desde la embarcación ó helicóptero en base a diferentes signos visibles: cuando se alimentan; al nadar rápidamente cerca de la superficie; al detectar parvadas de aves asociadas al atún. La técnica de pesca sobre delfines es buscarlos desde el aire y después de perseguirlos, cercarlos cuando el atún asociado y avistado también ha sido cercado. La mortalidad incidental de delfines resulta de esta técnica de pesca.

La pesca con objetos flotantes es fundamentalmente de tipo costero y se desarrolla de abril a agosto, cuando en Centro América se presenta el aporte del continente. La pesca sobre cardúmenes se desarrolla en zonas costeras y en áreas similares a la de los "palos", donde se presenta la más alta productividad (Golfo de Tehuantepec y a lo largo de la costa de Centro América). En cambio la pesca sobre delfines se lleva a cabo en áreas donde la termoclina tiene poca profundidad, la productividad es muy alta y las variaciones de temperatura son mínimas. Las principales áreas de pesca sobre "palos" y objetos flotantes son: en el norte de la ensenada de Panamá con sus picos en mayo y junio, y en el sur de abril a diciembre; y en el domo de Costa Rica con su pico en mayo. En el área de Baja California el pico se presenta en febrero y marzo donde muchos de los objetos de esta zona son transportados por la Corriente de California acumulándose alrededor de islas y bancos de la región (Hall, Arenas y Miller, 1992).

La pesca en FADS comenzó a desarrollarse en las Filipinas con el uso de "payaos", los cuales consisten generalmente en una balsa hecha de bambú con algún material suspendido y anclado en el fondo, se colocan en aguas tranquilas a profundidades entre 2 200 y 5 400 m. De una captura de 25 000 tm en 1973, se observó un incremento en la captura a 124 948 tm para 1979 y para 1990 registra 313 371 tm, cuando se implemento el uso de red de cerco en "payaos". Este método constituye el 95% de la captura total de atún en Filipinas. La longitud promedio de peces capturados es de 20-30 cm. El refugio proporcionado por los "payaos" en mar abierto, parecen

ser una de las razones del elevado volumen de atún (principalmente juveniles) que se encuentran bajo estos. Los payaos no son productivos todo el tiempo; se ha observado que la agregación de peces se lleva a cabo nuevamente 24 horas después de haberse realizado el lance. (Barut, 1992).

En el Océano Indico el uso de FADS se lleva a cabo desde 1985 en aguas costeras de 900 a 3000 m. de profundidad, obteniendo 330 toneladas anuales de ó tres pescadores oscila entre 40 y 56 toneladas. Se estima que la captura de peces pelágicos presenta dos picos de abundancia, uno durante los meses de octubre a mediados de diciembre y el segundo pico menos marcado durante los meses de abril a junio (Roullot, Venkatasami y Soondron, 1988).

En Samoa se han comenzado a establecer los FADS para mejorar la captura en la pesca oceánica del Pacífico. Se tienen registros de observaciones esporádicas, en donde se menciona atún aleta amarilla, barrilete, y otras especies juveniles (Buckley, Itano y Buckley, 1989).

En Carolina (USA), se concluyó que los FADS agrupan a un mayor número de especies pelágicas cuando se encuentran en una posición vertical, con respecto a la línea del agua (Rountree, 1989). También encontraron asociaciones de varias especies pelágicas principalmente juveniles (Stephan y Lindquist, 1989).

PESQUERIA DEL ATUN. México, en el periodo de 1979-1989, exportó el 7.9% de atún fresco e importó el 6.3% de atún enlatado, a un mayor precio, lo que significa que Estados Unidos solo consumió el 1.6% de las exportaciones de atún fresco y el resto regresó a México enlatado.

El valor del atún está en procesarlo (enlatado), más que venderlo como materia prima, por lo que el atún de producción nacional cubrió los 3 tipos de utilidad: de forma, al transformar la materia prima en bien manufacturado; de tiempo por haberse hecho susceptible de utilizarse (consumirse); y de lugar, ya que el atún fué de producción nacional al, procesarse en industrias del territorio mexicano, minimizando costos de transporte e impuestos arancelarios como producto de importación.

En 1980 comenzaron los problemas de México con EUA por la captura de atún, en la medida que nuestro país restringió a las embarcaciones atuneras norteamericanas pescar en nuestras aguas. De estas restricciones bajaron los volúmenes de captura de esta flota, ocasionando el cierre de plantas procesadoras en su territorio y por lo tanto despidos masivos de personal ocasionando problemas de desempleo; las pocas plantas restantes, subieron el precio del atún enlatado ocasionando un desequilibrio entre la oferta y la demanda. Ante esto EUA volvió a comprar atún fresco a México para procesarlo y reactivar algunas plantas procesadoras y también comprar atún enlatado a nuestro país para satisfacer su consumo interno y bajar los precios; esto continuó hasta 1988. En 1989 se declara el embargo atunero a México; el argumento de EUA fué que nuestras

embarcaciones con la técnica de captura ocasionaban la muerte de muchos delfines y grupos ecologistas presionaron a la Corte de EUA para prohibir la compra de atún a México. De lo anterior cabe aclarar que EUA aprovechó el matiz ecológico, a un problema económico; segundo, la restricción de prohibir la pesquería de atún por embarcaciones de otros países en nuestras aguas es un 100% soberana de México y está avalada por acuerdos, convenios y normas del derecho internacional; y las embarcaciones nacionales son altamente competitivas en productividad, calidad y bajo costo; siendo superiores a las de las norteamericanas.

El impacto económico que esto ha originado en nuestro país es el cierre de plantas procesadoras en Ensenada; desintegración de la flota atunera de Ensenada; liquidación de empleados en SEPESCA; en los planteles de educación tecnológica de ciencias del mar ha bajado la captación de alumnos; finalmente se paralizó la inversión para la producción y desarrollo del sector pesquero (Luna, 1994).

III. AREA DE ESTUDIO.

La pesca del atún en el Pacífico Oriental Tropical (POT), se localiza desde Baja California Norte (30°N) hasta Perú (20°S), y fuera de la costa hasta los 150°W.

Dentro de la amplia zona de pesca de atún en el POT, los registros de lances y observaciones sobre FADS se reportan frente a las costas de Centro América y México, en un área restringida básicamente entre los 78° y 128°W, y los 13°S y 20°N.

La pesca de atún sobre "palos" se lleva a cabo en aguas cercanas a la costa de Centro América, principalmente cerca de Panamá y Costa Rica, en el Golfo de Tehuantepec y Norte de Ecuador. A los 10°N la distribución es más alejada de la costa extendiéndose de la costa hasta los 145°W. En México el área de pesca es reducida (Península de Baja California), debido al escaso aporte de "palos".

El área de pesca sobre delfines es similar a la de "palos", (10°N y hacia fuera de la costa hasta los 145°W). Aunque esta área es un poco más grande extendiéndose fuera del área de pesca de "palos". Existen dos áreas de pesca sobre delfín: una se localiza a lo largo de los 10°N desde la costa hasta los 112°W. La segunda se localiza a los 128°W y aproximadamente hasta los 8°N. Al noroeste de México y en la entrada del Golfo de California es elevada la pesca sobre delfines.

Existen otras áreas más pequeñas de pesca una cerca del Domo de Costa Rica, en las Islas Revillagigedo y fuera de Baja California.

IV. MATERIAL Y METODO.

Los datos utilizados para el presente trabajo fueron obtenidos por el Programa de Observadores de la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT), abordo de barcos atuneros nacionales e internacionales de septiembre de 1987 a enero de 1991. Generando un total de 428 registros. Cada registro corresponde a un avistamiento de un objeto flotante, que por sus características se consideraron alterados o desarrollados por los pescadores con el fin de agregar atún y fueron por ello considerados como FAD. Los registros pueden ó no conducir a la realización de un lance que puede o no producir captura.

Los Observadores reciben una capacitación previa a su embarque, de tal manera que sus anotaciones se estandarizan. Sin participar en las operaciones de pesca, llevan registros independientes de cada objeto flotante ya sea que se efectue un lance (captura) ó una observación, tomando en cuenta que pueden ser varios registros para cada FAD, si este fué utilizado sucesivamente.

Durante la pesca sobre "FADS" y sobre "palos" estos pueden ser alterados por los pescadores, adicionándoles elementos que en su opinión favorezcan su capacidad de agregación ó los hagan más facilmente detectables. En estos casos se consideraron como FADS distintos.

Cada registro contiene la siguiente información: 1. Datos generales y de condición oceánica: fecha; hora de avistamiento; posición (latitud y longitud); temperatura del agua; nubosidad (en lance y/o avistamiento); claridad del agua (clara, turbia, muy turbia); estado del mar en escala de Beaufort (en lance y/o avistamiento); presencia de corriente. 2. Información sobre el objeto flotante: lances ó avistamientos previos; registros previos; tipo; forma; material; descripción del objeto (dimensiones y características); grado de hundimiento en relación a lo emergido; tiempo estimado en el agua (poco, regular, mucho); origen; información de otros objetos en el área; tipo; y señales de pesca previa. 3. Información sobre fauna y flora: captura de atún (especies capturadas, toneladas y rango de peso); otra fauna asociada con el objeto flotante (especies, estimación de número ó toneladas); información de aves (especies avistadas y número estimado). Información de flora y fauna sobre el objeto flotante (especies y % cubierto con epibiotas). 4. Un esquema ó dibujo del objeto flotante visto lateralmente y desde arriba.

Los registros generados durante los cinco años corresponden a un total de 244 FADS, en donde cada uno pudo haberse registrado en varias ocasiones por más de un lance ó observación y que por modificaciones para fines analíticos se consideró como otro FAD. Se considera un lance al

registro de un FAD en el que se realizó un cerco; y una observación a los registros que no condujeron a un lance.

Con la información contenida en los registros se procedió hacer una base de datos para el análisis de la información.

La distribución de lances y observaciones fué analizada anual y mensualmente, y la variación temporal anual y mensual en función de la captura.

Una forma de caracterizar a los FADS fué mediante el conteo de sus características (forma, tamaño, color y composición) y el número de veces que estas se presentan (diversidad); también se consideraron los conceptos de carnada, número de elementos, tipo de elementos y complejidad.

Para llevar a cabo el análisis se tomaron en cuenta las características de forma, tamaño, color y composición como se presenta en la Tabla 1 a continuación:

TABLA 1. Características de forma, tamaño, color y composición de los FADS.

FORMA	TAMANO	COLOR	COMPOSICIÓN
1 CILINDRICA	1 < 6 m	1 ROJO	1. PALÓS
2 ESFERICA	2 DE 6.1 m A 12 m.	2 VERDE	2. TABLAS
3 RECTANGULAR	3 < 24 m.	3 NARANJA	3. CUERDAS Y CABOS
4 CUBICA		4 AZUL	4. "BALLENA ARTIFICIAL"
5 IRREGULAR		5 AMARILLO	5. BOYAS
		6 NEGRO	6. CORCHOS
		7 BLANCO	7. ORGANISMOS MUERTOS
		8 CAFE	8. CAJAS
		9 GRIS	9. CARRETES
			10. BOTES PLATICOS
			11. REDES
			12. OTROS (DESECHOS, SACOS DE NYLON, CADENAS, ETC.)

La evaluación del éxito de la captura se hizo solamente a partir de la información de los registros en los cuales los lances fueron positivos. Se tomó en el análisis el tonelaje de captura de atún aleta amarilla, barrilete y la captura total tomando en cuenta la captura de otras especies que en la exposición de los resultados se analizan como otros; con elementos de localización y para los criterios de carnada, número de elementos, tipo de elementos y complejidad.

Dado que cerca de un 50% de los registros comprenden FADS con dos elementos diferentes (de acuerdo con su complejidad-heterogeneo), se analizó su captura así como su variación mensual y anual basandose en los criterios anteriores.

Tomando en cuenta que en los registros se observa que existen FADS en los que se pesca sucesivamente, se hizo un análisis de la captura acumulada y se analizaron sus características, basandose en los criterios de carnada, número de elementos, tipo de elementos y complejidad.

El análisis de la información requirió diferentes métodos analíticos que se mencionan a lo largo la exposición de los resultados.

V. RESULTADOS.

5.1 AREA DE PESCA

De acuerdo con las posiciones geográficas contenidas en los registros de cada FAD (lances y observaciones) y dentro de la amplia zona de pesca de atún en el POT, los registros de lances y observaciones sobre FADS se reportan entre las latitudes 20°N y 13°S y las longitudes 78° y 128°W (Figura 7). La distribución de las observaciones que no condujeron a lances mostraron las mismas áreas en las que se realizó captura. Dentro de esta zona la principal distribución de lances y observaciones se encuentra frente a las costas México (Golfo de Tehuantepec), Centro América (Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá), y en Sur América (Colombia y norte de Ecuador), en un área entre los 13°N y 2°S y 78°W y 100°W , también se encuentran registros aislados cerca de la costa en México (Jalisco y Sinaloa) y Perú; y en zonas oceánicas (15°N y 2°N , 108°W y 128°W).

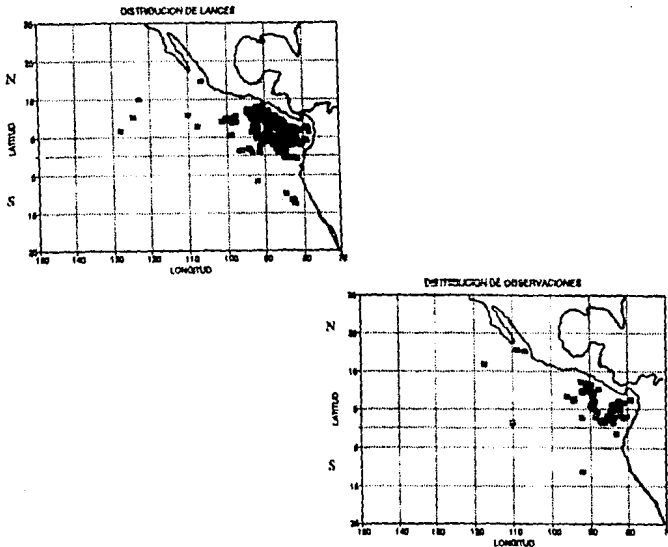


FIGURA 7. Distribución de los registros de lances y observaciones sobre FADS en el POT.

5.2 VARIACION ESPACIAL Y TEMPORAL.

Una vez determinada el área de distribución de lances y observaciones con la información de los registros (posición geográfica y las fechas) para cada FAD, se estimó la variación espacial anual y mensual basándose en patrones de distribución y la variación temporal anual y mensual en función de la captura de las dos especies de atún (aleta amarilla y barrilete).

La variación espacial anual (Figura 8), se muestra por la distribución de registros de lances y observaciones en el POT. Se observó que la distribución de lances y observaciones se incrementó año con año a partir de 1988, donde están más cercanos a la costa y muy pocos en la zona oceánica (entre los 120°W y 130°W); en 1989, aunque los registros en general se observan más dispersos (zona costera y oceánica) tienden a conservar la misma distribución; y en 1990 la mayor proporción de registros se concentran en la zona costera, con una dispersión hacia zonas oceánicas muy reducida (un FAD cerca de los 140°W), y hacia el sur frente a las Costas de Perú (14°S). En el año de 1987 sólo se tienen registros del último cuatrimestre y los registros también se distribuyen en la zona costera. En 1991 los registros son de los primeros días del año y no corresponden a las zonas más costeras. Esta distribución se apoya en que la proporción de observadores y embarcaciones a lo largo de los años muestran una tendencia a incrementarse, con una mayor proporción en 1990.

En cuanto a la variación espacial mensual (Figura 9 A y B), la distribución de lances y observaciones a lo largo del año no muestra algún patrón de distribución. Encontramos que prevalece una distribución en zonas costeras (México-Golfo de Tehuantepec, frente a las costas de Centro América, Norte de Ecuador y algunos frente a la Costa de Perú), a excepción de los meses de febrero, mayo, junio, julio y septiembre que tienen registros en la zona oceánica entre los 108°W y los 130°W. Por otro lado, se observa una tendencia a incrementarse el número de registros conforme avanzan los meses. Los meses de mayor abundancia de registros son de julio a diciembre siendo noviembre el de mayor abundancia, también con un patrón costero y el registro de un FAD en la zona oceánica (102°W).

Se puede afirmar que la variación espacial presenta de manera general una distribución de los registros de lances y observaciones, un área comprendida entre los 15°N - 5°S y los 78°W - 110°W.

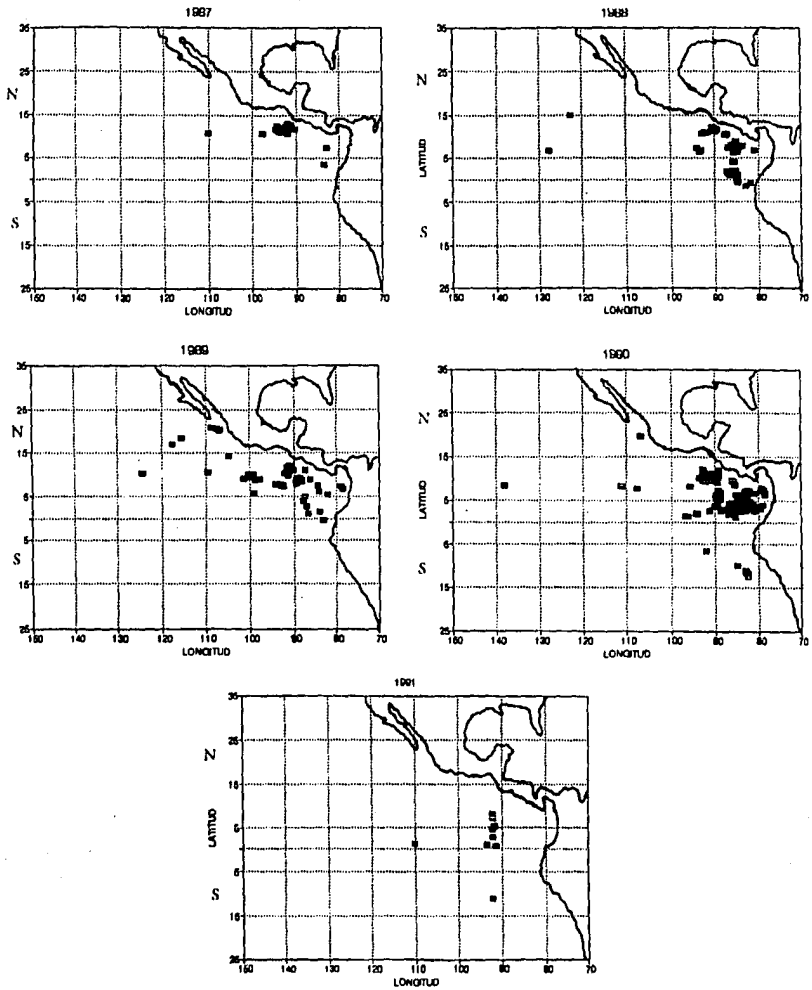


FIGURA 8. Distribución de los registros de lances sobre FADS en el POT durante el periodo de Septiembre de 1987 a Enero de 1991.

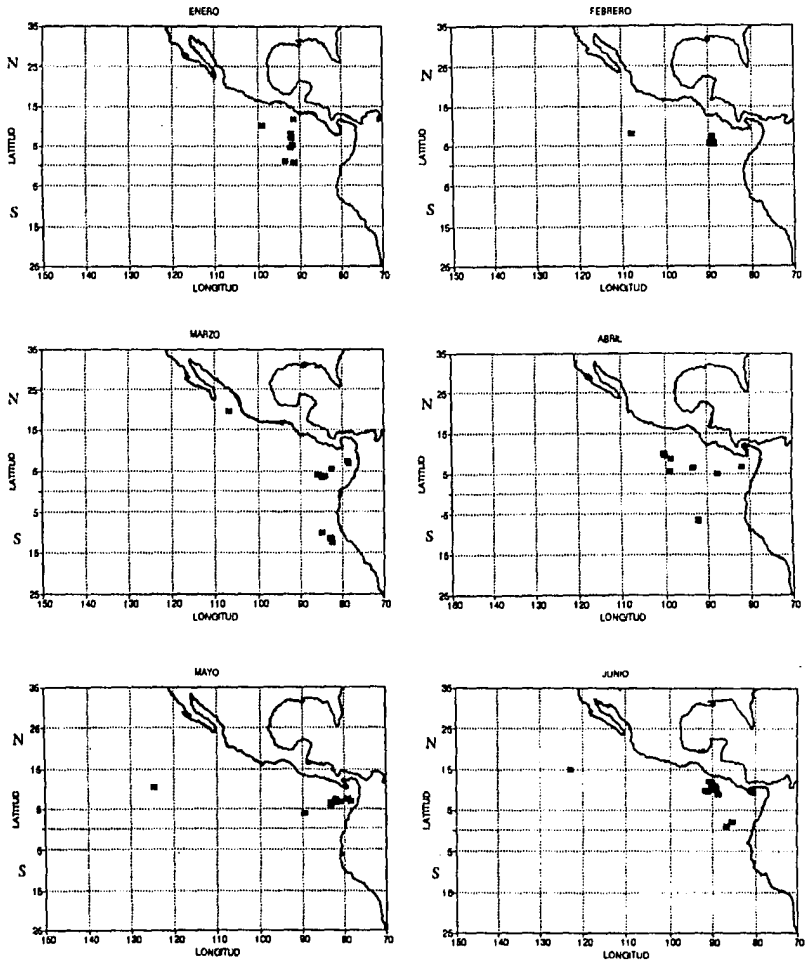


FIGURA 9 A. Distribución mensual de FADS en el POT, de Enero a Junio de 1987 a 1991.

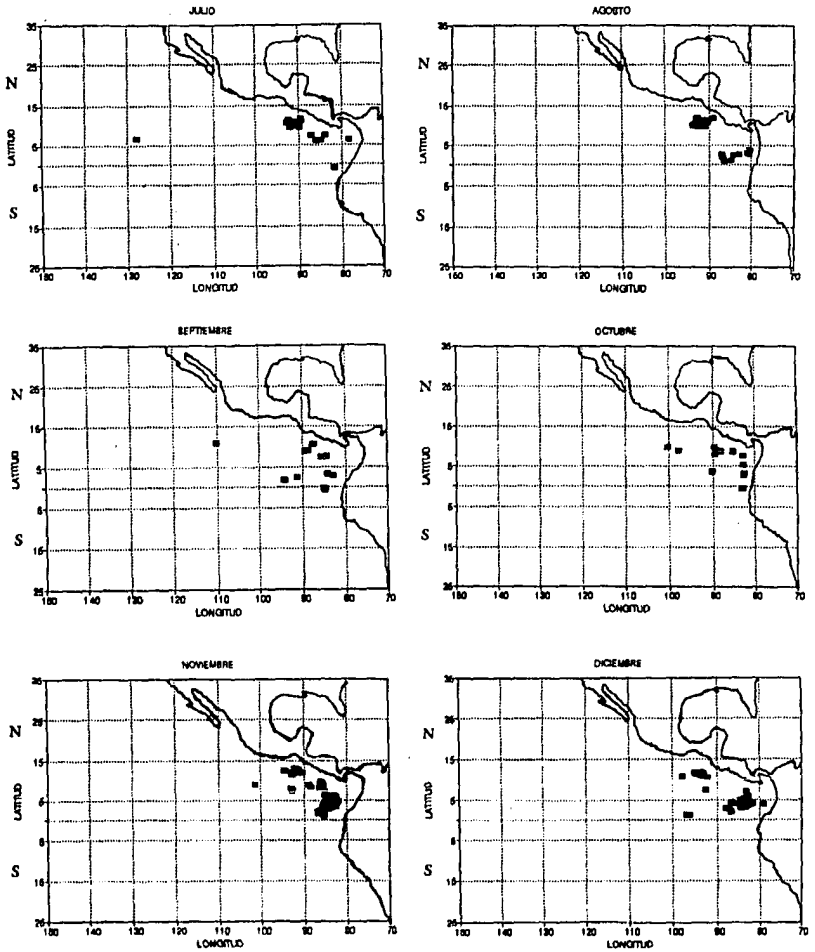


FIGURA 9 B. Distribución mensual de FADS en el POT, de Julio a Diciembre de 1987 a 1991.

Una vez estudiada la distribución de lances y observaciones anual y mensualmente de los FADS, se analizó la captura de atún aleta amarilla, barrilete y de las otras especies de atún en función de esta variación.

La captura anual que se obtuvo de los registros de los 105 lances de 1987 a 1990 de atún aleta amarilla mostró un incremento, ya que para 1991 como se mencionó anteriormente solo se cuenta con registros de los primeros días del año (9 lances). Desde 1987 a 1989 muestra valores de captura alrededor de las 500 toneladas y para 1990, año de la mayor proporción de lances alcanzó alrededor de las 4000 toneladas. En el caso de barrilete la captura a partir de 1987 a 1989 oscila entre las 400 toneladas y para 1990 más de 3000 toneladas, generando un total de la captura de atún de alrededor de 7200 toneladas incluyendo las otras especies de atún.

La captura de atún aleta amarilla es significativamente mayor que la de barrilete y la de otras especies de atún capturadas.

El análisis de la captura por lance muestra mejor una tendencia a incrementarse año con año para las dos principales especies de atún y con una notable disminución para las otras especies de atún (Figura 10).

Los resultados de desviación estándar en la captura media por lance de atún aleta amarilla y barrilete, también muestran un incremento año a año (Tabla 2).

TABLA 2. Media y desviación estándar para la captura media por lance de atún aleta amarilla, barrilete y total, en la variación anual.

	N	CAPTURA DE ATUN ALETA AMARILLA		CAPTURA DE BARRILETE		CAPTURA TOTAL	
		MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR
		1987	37	10	6	3	4
1988	51	9	11	9	11	26	21
1989	45	13	15	11	12	28	19
1990	266	15	15	15	28	31	32
1991	12	9	8	6	6	24	7

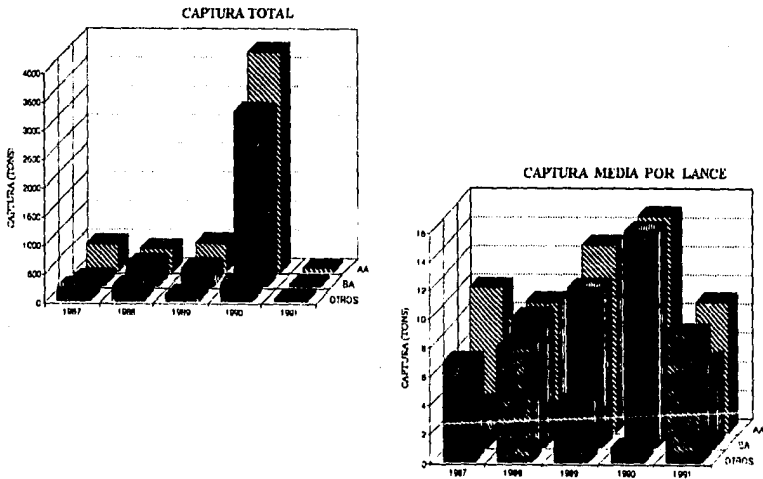


FIGURA 10. Variación anual de captura total y captura media por lance durante el período de Septiembre de 1987 a Enero de 1991, para atún aleta amarilla (AA) y barrilete (BA).

En el análisis mensual de los 5 años de registros de FADS en el POT, se observa una mayor captura total de atún aleta amarilla en el mes de noviembre (mes de mayor proporción de lances en el año) de 1424 toneladas, para barrilete de 1675 toneladas y un total de 3280 toneladas incluyendo las otras especies de atún.

Se encontró que la captura total y la captura media por lance para atún aleta amarilla y barrilete muestra una disponibilidad diferente a lo largo del año. En cuanto a la variación de la captura total de atún aleta amarilla a lo largo del año, muestra sus principales meses de captura en junio (cerca de 500 toneladas), julio (más de 1000 toneladas), agosto (cerca de 1000 toneladas) y noviembre (mes de mayor número de lances en el año) con casi 1500 toneladas; en los cuales se obtuvo el 75% de la captura total de atún aleta amarilla. Para el caso de barrilete encontramos dos tendencias de mayor captura total una en los meses de febrero, marzo y abril con una captura alrededor de las 500 toneladas, y la segunda en los meses de septiembre a diciembre, siendo el mes de noviembre el de mayor captura con más de 1500 toneladas; para los cuales se obtuvo el 90% del total de captura anual para barrilete. La captura de las otras especies de atún es reducida y se mantiene constante a lo largo de todo el año (Figura 11).

En cuanto a la captura media por lance para atún aleta amarilla encontramos que se siguen conservando los meses de mayor captura en junio, julio y agosto, a excepción del mes de noviembre en donde la captura media por lance permanece por debajo de la media anual. En la Figura 11 se aprecia que los meses de captura media por lance para barrilete es contraria a la de atún aleta amarilla ya que durante este periodo la captura total y la captura media por lance son bajas, en cambio aquí encontramos que el patrón para la mayor captura total y la captura media por lance se presenta de septiembre a abril, siendo este el de la mayor captura media por lance.

La captura de otras especies con FADS reflejan una captura inferior a la de las principales especies de atún, pero tiene sus valores más altos de captura total y captura media por lance de abril a enero, con sus meses de menor captura en febrero y marzo para ambos casos.

Los valores de desviación estándar de la captura media por lance para el caso de atún aleta amarilla refleja una correlación con una *t*-Test de 0.01; y en el caso de barrilete una *t*-Test de 0.02, que no se aprecia en el total. Estos valores implican que conforme la captura media por lance se incrementa la dispersión de los datos también se aumenta.

TABLA 3. Media y desviación estándar para captura media por lance de atún aleta amarilla, barrilete y total, en la variación mensual.

	N	CAPTURA DE ATÚN ALETA AMARILLA		CAPTURA DE BARRILETE		CAPTURA TOTAL	
		MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR
		E	14	7	5	9	12
F	32	10	9	15	11	25	18
M	20	8	8	26	29	34	30
A	12	5	5	42	52	50	55
M	21	9	14	4	5	16	15
J	18	25	18	3	3	31	19
J	49	22	20	2	5	28	24
A	51	19	16	4	7	28	18
S	20	8	9	10	11	20	17
O	22	12	14	18	25	37	25
N	113	13	11	21	31	35	36
D	39	8	9	6	7	18	16

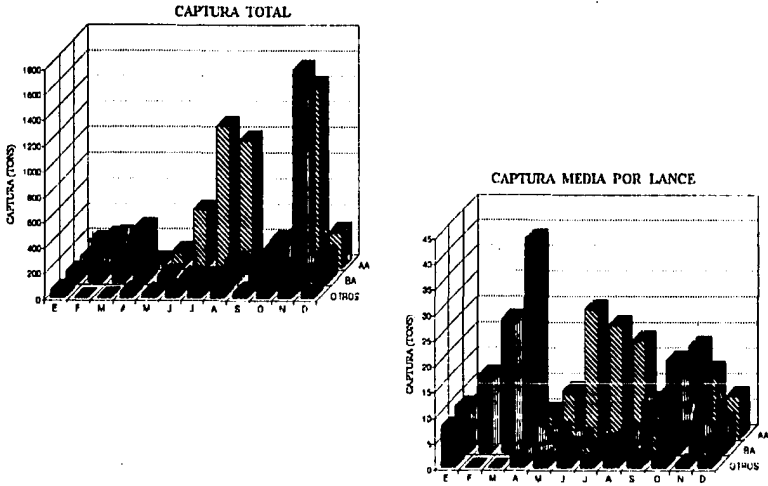


FIGURA 11. Variación mensual de la captura total y captura media por lance durante el periodo de Septiembre de 1987 a Enero de 1991 de atún aleta amarilla (AA) y barrilete (BA).

Finalmente podemos afirmar que la zona principal de distribución de los FADS se localizó frente a las Costas de México, Centro América y Sur América, donde ocurre el aporte más importante de material continental. La variación espacio-temporal que presentaron los FADS mostró un área común anual y mensual principalmente costera y con registros aislados en la zona oceánica, la mayor proporción de registros se reportó en 1990. Con respecto a la captura total muestra un incremento año con año de las principales especies de atún (aleta amarilla y barrilete), y una disminución de las otras especies; pero el mayor año de captura fue en 1990, en el caso de aleta amarilla en los meses de julio a agosto y para barrilete de septiembre a abril.

5.3 CARACTERIZACION DE LOS FADS.

Con la información disponible de los registros acerca de la descripción y el dibujo de los FADS, se hizo una evaluación de las características principales, tomando en cuenta todos los FADS y cada uno de sus componentes o elementos; con el fin de determinar las características que influyen en la asociación del atún con FADS. A lo largo de los años los FADS se han ido incrementado en número de elementos y probablemente su complejidad.

Una de estas características analizadas fue la forma, en donde se encontró que los elementos cilíndricos aparecen con una frecuencia del 53.8% que corresponden principalmente a troncos o palos, aunque también se incluyen tambos, cuerdas, y "ballena artificial". En segundo término de frecuencia encontramos la forma rectangular con un 20.8% que corresponde a tablas y tarimas. Las formas esférica, cúbica e irregular fueron poco frecuentes en menos del 15%.

Otra característica de evaluación fue el tamaño siendo el más frecuente de m en un 82.8%; aunque se tuvieron casos extremos de registros de FADS con elementos de hasta 24 m como caso excepcional, ya que elementos de 12 a 24 m solo estuvieron representados con una frecuencia del 6.2%.

En el análisis de los componentes de los FADS registrados encontramos una diversidad de colores para cada uno de ellos de hasta 9 diferentes; siendo el color café el más frecuente en un 53.7% ya que la mayor parte de los componentes son palos o troncos; le sigue el color negro con una frecuencia del 16.7%, y el resto de los colores están representados en menos de un 10%.

Con la información de los registros para cada FAD podemos apreciar los componentes de cada uno de ellos y conocer la transformación de un palo a FAD; esta transformación depende de la intencionalidad del pescador (aumentar la eficiencia de agregación-captura) que generalmente es de incorporar elementos, aumentando en distinto grado la complejidad, de la calidad de material disponible y de la supuesta eficiencia de cada uno de ellos. En este caso el elemento más comúnmente adicionado es un reservorio con camada llamado "ballena artificial" que mostró una

frecuencia del 23.3% como constituyente más frecuente en los FADS, siguiéndole los palos (17.6%), tablas (15.8%) y cuerdas o cabos (13.7%).

Quando de los FADS se obtiene una buena captura los pescadores adicionan algún tipo de elemento de localización como bandera, radioboya o ambas dependiendo del rendimiento de cada FAD (captura) obteniéndose una frecuencia del 90% en FADS que presentan radioboya y solo un 10% los que presentan solo bandera (Figura 12).

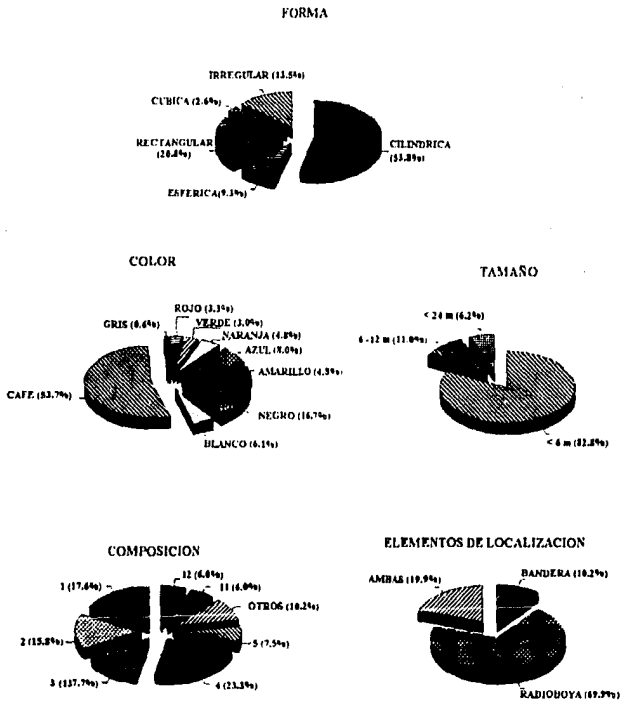


FIGURA 12. Frecuencia de forma, tamaño, color, composición y elementos de localización, para FADS registrados.

Los FADS al ser estructuras complejas y heterogeneas que poseen un número variable de elementos con distinta composición, dimensiones, color y forma; para este trabajo se analizan de acuerdo a diferentes conceptos como carnada, número de elementos, tipo de elementos y complejidad (Figura 13).

I. Carnada. De los registros de FADS que presentaron carnada se hizo una distinción entre los que contenían la carnada en un recipiente especial llamado "ballena artificial" (tambo de plástico o metal con orificios que en el interior contienen restos de pescado, cubiertos con una malla y rodeado de flotadores); y los que presentaban la carnada expuesta de otra forma (tortugas, ballenas, tiburones, etc.). Bajo este concepto y como una característica muy frecuente, encontramos a más de un 90% de los FADS ya sea con "ballena artificial" o carnada unida de manera libre al FAD. Solo una tercera parte de los FADS que tienen carnada no presentan "ballena artificial".

II. Número de Elementos. Los FADS se analizaron de acuerdo al número de elementos que los integran independientemente de su naturaleza, obteniéndose registros de hasta nueve elementos. Los FADS presentan un número de elementos que incluyen estructuras utilizadas por los barcos pesqueros para su localización como son bandera, radioboya y bandera, o ambas. Para que se considere un FAD como tal es necesario que tenga más de dos componentes excluyendo a los elementos de localización, una excepción a este concepto es el caso de la "ballena artificial". De acuerdo a lo anterior encontramos que más del 80% de los FADS presentan 2, 3 y 4 elementos, con una mayor frecuencia los que constan de 3 elementos.

III. Tipo de elementos. Los registros incluyen FADS con una alta diversidad en cuanto al tipo de elementos diferentes que los componen (palos, tablas, cuerdas, "ballenas", boyas, corchos, algún tipo de plástico, organismos muertos, cajas, carretes, botes o botellas plásticas, redes, ó algún otro tipo de material o desperdicio). Se consideraron para el análisis nueve tipos distintos de elementos sin tomar en cuenta los elementos de localización. En este caso encontramos en más del 80% a FADS con 2, 3 y 4 tipos de elementos, siendo la mayor frecuencia para FADS con 3 tipos de elementos.

IV. Complejidad. Los FADS al estar formados por distinto número y tipos de elementos, son estructuras heterogeneas. El análisis de la complejidad permitió identificar un grupo Homogéneo, en donde los FADS estan formados por varios elementos del mismo tipo. En este grupo se encontraron FADS de hasta 5 elementos de un mismo tipo representando más del 15% de los registros. Se encontró que la mayor frecuencia fué para dos elementos iguales (por ejemplo FADS constituidos por dos palos).

Otro grupo Heterogeneo, tiene FADS con todos sus elementos de distinto tipo, y los podemos encontrar de 2, 3, 4, 5 y 8 elementos diferentes. Este grupo consituye el 65% de los FADS más

frecuentes; particularmente más del 45% esta representado por FADS con dos elementos diferentes.

Otro grupo de FADS mostró una heterogeneidad combinada, en la cual podemos encontrar una mezcla de elementos de distinta naturaleza representados cada uno de ellos en diferente proporción. El análisis de los registros permitió identificar las siguientes combinaciones (cada letra diferente representa un elemento distinto):

HETEROGENEIDAD

$$A+A+A+A+B / 4=1\neq$$

$$A+A+A+A+A+A+B+C / 6=2\neq$$

$$A+A+A+B \text{ ó } C / 3=1\neq$$

$$A+A+A+A+B+C / 4=2\neq$$

$$A+A+B \text{ ó } C / 2=1\neq$$

$$A+A+A+B+B / 3=2=$$

$$A+A+B+B / 2=2=$$

$$A+A+B+C / 2=2\neq$$

$$A+A+B+C+D / 2=3\neq$$

$$A+A+B+C+D+E / 2=4\neq$$

$$A+A+B+C+D+E+F / 2=5\neq$$

Los FADS de este tipo de heterogeneidad presentan una frecuencia del 20% de todos los FADS registrados. Particularmente los más frecuentes de este tipo fueron aquellos que presentaban 4 elementos dos de ellos de un tipo y los otros dos de otro tipo diferente en un 7.9%. Este grupo de FAD representa casi el 40% de la heterogeneidad compleja.

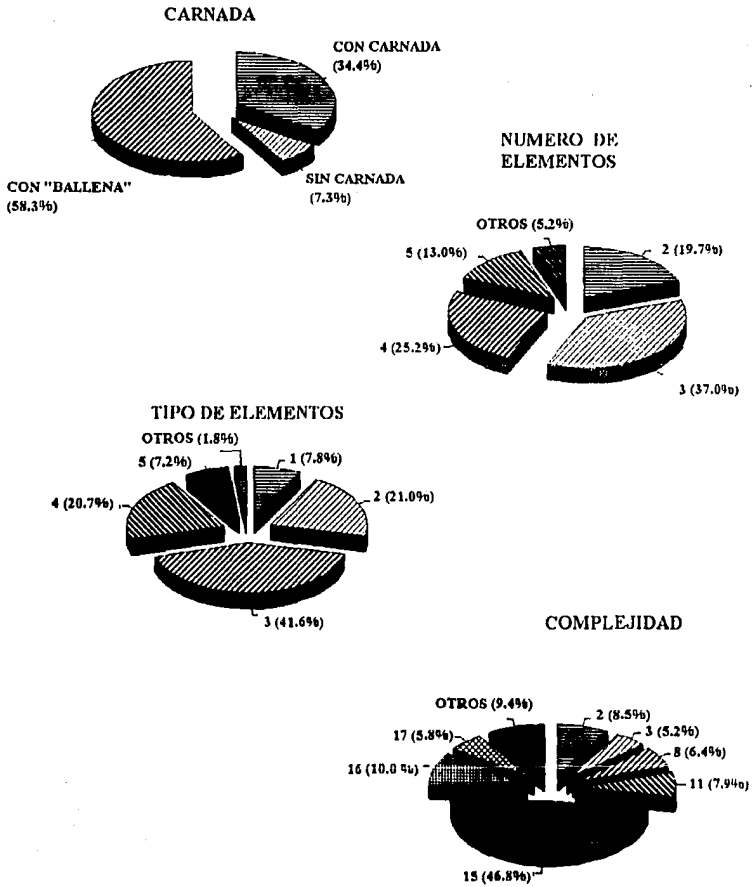


FIGURA 13. Frecuencia de presencia de carnada, número de elementos, tipo de elementos y complejidad, de los FADS registrados.

La evaluación de la variación de las características de los constituyentes de cada FAD en cuanto a su forma, tamaño, color y composición se llevó a cabo analizando la complejidad a través de la diversidad y de la equidad de la distribución de sus características, tomando para este fin 5 formas, 3 tamaños, 9 colores y 12 componentes diferentes, para lo cual se utilizó el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (Krebs, 1978), adaptado para la estimación de la complejidad de los FADS (Tabla 4).

Estas características se relacionaron con los conceptos anteriores de Camada, Número de Elementos, Tipo de Elementos y Heterogeneidad.

En el análisis comparativo de los FADS en el concepto de camada (sin camada, con camada y con "ballena artificial"), no se encontraron diferencias significativas para la diversidad de forma, tamaño, color y naturaleza, lo que significa que los FADS con camada que son las más frecuentes no presentan una mayor o menor diversidad.

La comparación de los FADS de acuerdo a su número de elementos indica que los que se encuentran formados por 8 elementos presentan la más alta diversidad en cuanto a forma ($H=1.6$, $E=1$); para el tamaño los FADS constituidos con 7 elementos ($H=1$, $E=1$); en el color ($H=1.6$, $E=0.8$ y $H=1.5$, $E=0.8$ respectivamente) y la naturaleza ($H=2.4$ y $E=0.9$, para ambos casos) los FADS con 4 y 5 elementos presentaron la mayor diversidad.

La evaluación de las características de acuerdo al tipo de elementos constituyentes de los FADS mostraron que se obtuvo la mayor diversidad en cuanto a forma, color y naturaleza en FADS con 4 tipos de elementos, los FADS con 6 tipos de elementos presentaron una alta diversidad en cuanto a forma y tamaño; y los FADS con 5 y 7 tipos tuvieron su diversidad más alta en naturaleza y forma respectivamente.

Para la Heterogeneidad el análisis de la diversidad de las características nos llevó a resultados esperables en donde tenemos los más altos valores de diversidad de forma, tamaño, color y naturaleza para la heterogeneidad más compleja y los valores más bajos para la homogeneidad.

El tipo de información disponible para cada una de las características resulta en algunos casos insuficiente para poder dar peso a los resultados de los distintos análisis.

TABLA 4. Índice de Shannon-Wiener (H) y Equidad (E) para los criterios de Carnada, Número de elementos, Tipo de elementos y Heterogeneidad, de acuerdo a su forma, tamaño, color y composición.

	FORMA		TAMANO		COLOR		COMPOSICIÓN	
	S	E	S	E	S	E	S	E
CARNADA 0	1.3	0.8	0.8	0.5	1.2	0.6	2.2	0.8
CARNADA 1	1.3	0.8	0.5	0.5	1.5	0.7	2.5	0.9
CARNADA 2	1.2	0.7	0.8	0.5	1.7	0.8	2.1	0.8
ELEMENTOS (1)	0	0	0	0	0	0	0	0
ELEMENTOS (2)	1.1	0.7	0.8	0.8	1.3	0.8	2.1	0.8
ELEMENTOS (3)	1.1	0.7	0.5	0.4	1.4	0.7	2.2	0.8
ELEMENTOS (4)	1.3	0.8	0.7	0.8	1.6	0.8	2.4	0.9
ELEMENTOS (5)	1.3	0.9	0.3	0.5	1.5	0.8	2.4	0.9
ELEMENTOS (6)	1.1	1	0	0	1.1	0.8	2.1	0.9
ELEMENTOS (7)	1.3	0.9	1	0.9	1.1	1	2.1	1
ELEMENTOS (8)	1.6	1	0	0	1	0.9	2	1
ELEMENTOS (9)	1.1	1	0	0	1.1	1	2.1	1
TIPOS (1)	0.5	0.5	0.8	0.5	0.7	0.5	1	0.8
TIPOS (2)	1.1	0.7	0.8	0.5	1.5	0.7	2.2	0.9
TIPOS (3)	1.2	0.7	0.8	0.5	1.4	0.7	2.2	0.8
TIPOS (4)	1.4	0.9	0.8	0.8	1.8	0.9	2.4	0.9
TIPOS (5)	1.3	0.9	0	0	1.3	0.7	2.4	0.9
TIPOS (6)	1.4	1	0.7	1	1.1	1	1.8	1
TIPOS (7)	1.4	1	0	0	1.1	1	1.9	1
TIPOS (8)	1.1	1	0	0	1.1	1	2.1	1
HOMOGENEIDAD	0.5	0.4	0.5	0.4	1	0.5	0.8	0.8
HETEROGENEIDAD COMP.	1.3	0.8	0.6	0.5	1.5	0.7	2.2	0.5
HETEROGENEIDAD	1.3	0.8	0.8	0.5	1.4	0.7	2	0.2

Concluyendo lo anterior, se identificaron como los principales elementos que caracterizaron a los FADS fueron las formas cilíndricas representadas principalmente de troncos o palos, cuerdas o tambos; los tamaños más frecuentes oscilaron entre los 6 m. como máximo, aunque también se reportaron de hasta 24 m.; el color más frecuente fué el café debido a que la mayoría de los componentes como se hace mención eran palos o troncos; y dentro del elemento más frecuente encontramos a la "ballena artificial" y el elemento de localización más frecuente fué la radioboya. Los FADS en esta caracterización indican que la mayoría consta de carnada, constituido por 3 elementos de 3 tipos y con una Heterogeneidad de 2 elementos diferentes.

5.4 EVALUACION DE LA CAPTURA.

Una característica de los FADS es la presencia de elementos de localización, por lo cual se analizó la captura total y la captura media por lance de atún aleta amarilla, barrilete y así como la captura total para todos los FADS. En este caso los FADS se agruparon de acuerdo a los elementos de localización que se presentaron como bandera, radioboya, ambas o por la ausencia de estos elementos.

Los resultados muestran una importante captura total en el periodo de registro de FADS con radioboya para ambas especies; en atún aleta amarilla con más de 2200 toneladas y para barrilete cerca de 2000 toneladas; por otra parte también se observa que FADS sin elementos de localización presentaron capturas altas para ambas especies (aleta amarilla más de 2000 toneladas y barrilete más de 1500 toneladas). En presencia de ambos elementos (bandera y radioboya) las capturas fueron menores; caso contrario de la presencia de bandera donde la captura fué poco significativa. La captura de las otras especies de atún fué muy baja con cualquier elemento de localización.

El análisis de la captura media por lance muestra que para atún aleta amarilla la mejor captura se obtiene en presencia de ambos elementos de localización; en el caso de barrilete la captura no refleja diferencias importantes en FADS con o sin elementos de localización, así como la captura de las otras especies de atún (Figura 14).

La media y la desviación estándar en la captura media por lance de ambas especies para la presencia o ausencia de elementos de localización se muestra en la Tabla 5. Con la prueba de *t* de Student se obtuvieron valores de $t=-3.51$ con $p=.002$ para la captura de atún aleta amarilla y la captura total; para captura de barrilete y captura total $t=-3.69$ con $p=.001$.

TABLA 5. Media y desviación estándar para la captura media por lance de atún aleta amarilla, barrilete y total con elementos de localización.

ELEMENTOS DE LOCALIZACION	N	CAPTURA DE ATUN ALETA AMARILLA		CAPTURA DE BARRILETE		CAPTURA TOTAL	
		MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR
SIN. ELEM. DE LOC.	153	13	14	13	29	30	34
CON BANDERA	17	2	3	12	10	19	10
CON RADIOBOYA	189	13	14	12	16	27	21
AMBAS	52	18	16	14	29	35	31

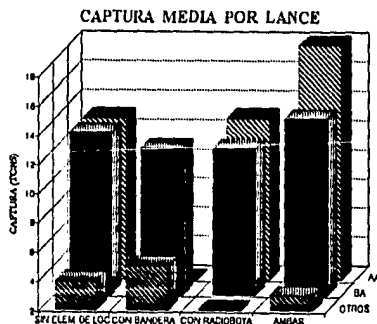
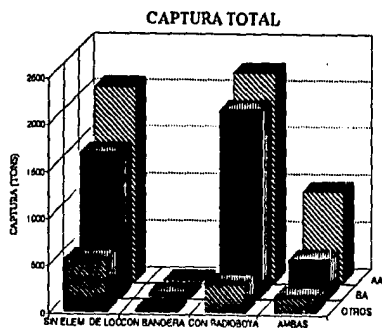


FIGURA 14. Captura total y captura media por lance de Septiembre de 1987 a Enero de 1991, con elementos de localización de atún aleta amarilla (AA) y barrilete (BA).

Uno de los conceptos importantes para la caracterización de los FADS fué la presencia o ausencia de carnada, evaluándose la captura total y la captura media por lance de las dos especies de atún (aleta amarilla y barrilete). Los FADS se analizaron de acuerdo a la siguiente clasificación como: sin carnada, con carnada libre o disponible y con "ballena artificial".

De lo anterior se observa que las mayores capturas totales de atún se obtienen en FADS con "ballena artificial"; para aleta amarilla de más de 3500 toneladas y para barrilete de 2400 toneladas haciendo un total de más de 6400 toneladas, incluyendo las otras especies de atún. De igual forma encontramos que la captura de atún sin carnada muestra valores altos de captura; y con carnada libre o disponible se obtuvo una captura de atún poco significativa (Figura 15).

En cuanto a la captura media por lance de aleta amarilla se observa una tendencia a incrementarse, que va de una captura baja sin carnada, una captura media con carnada y una mayor captura con "ballena artificial" de 15 toneladas por lance. En barrilete la más alta captura se obtuvo sin carnada con 15 toneladas por lance y la captura más baja con carnada. Para el caso de las otras especies de atún se encontró la mayor captura sin carnada.

En general se aprecia que tanto la captura total como la captura media por lance de atún presenta sus valores más altos en FADS con carnada, al adicionar la captura con carnada libre o disponible a la captura con "ballena artificial" es mayor que la captura sin carnada para cualquiera de las especies de atún.

Los valores de desviación estándar para la captura media por lance de atún muestran valores superiores a la media en los casos de FADS sin carnada y FADS con "ballena artificial", para el caso de FADS con carnada estos valores son iguales o menores al valor de la captura media; estos se muestran en la Tabla 6. La amplia variación de capturas no mostró diferencias significativas.

TABLA 6. Media y desviación estándar para la captura media por lance de atún aleta amarilla, barrilete y total, en FADS sin camada, con camada libre y con "ballena".

CARNADA	N	CAPTURA DE ATÚN ALETA AMARILLA		CAPTURA DE BARRILETE		CAPTURA TOTAL	
		MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR
SIN CARNADA	145	10	12	15	32	29	36
CON CARNADA	35	12	10	7	7	22	14
CON "BALLENA"	231	15	16	12	17	30	22

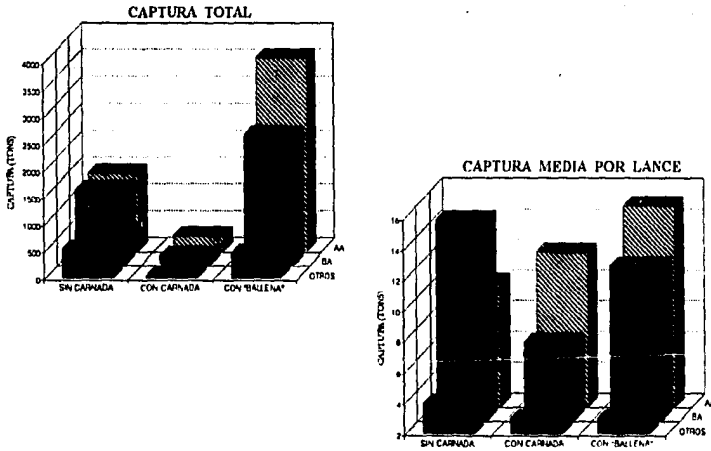


FIGURA 15. Captura total y captura media por lance de Septiembre de 1987 a Enero de 1991, para atún aleta amarilla (AA) y barrilete (BA) en FADS sin carnada, con camada libre y con "ballena".

Considerando que los FADS están compuestos por un número variable de elementos, se tomó esta característica para agruparlos incluyendo a los elementos de localización, los cuales presentaron un rango de 1 a 9 elementos y de igual forma se evaluó la captura total y la captura media por lance para las principales especies de atún.

En la Figura 16 se puede apreciar que los valores más altos de captura total del periodo de registros para aleta amarilla (más de 1550 toneladas) y barrilete (más de 1750 toneladas), se obtienen en FADS de 2 a 5 elementos con un total de más de 3500 toneladas incluyendo las otras especies de atún; y un notable decremento en la captura con FADS de un mayor número de elementos. Este patrón no se observa en la captura de las otras especies de atún, ya que estas muestran un rango de captura que disminuye de 400 toneladas (con 2 elementos) a 60 toneladas (con 6 elementos).

Sin embargo, la captura media por lance presenta una tendencia en el caso de atún aleta amarilla a incrementarse conforme aumenta el número de elementos; pasando de alrededor de 17 toneladas por lance en FADS con 2 a 5 elementos hasta 46 toneladas en FADS de 8 elementos de los cuales se obtuvieron pocos registros. La captura media por lance en barrilete continúa presentando el mismo patrón de la captura total, obteniéndose alrededor de 15 toneladas por lance en FADS de 2 a 5 elementos y de 5 toneladas en FADS con un mayor número de elementos. La captura media por lance de las otras especies de atún varían en menos de 6 toneladas por lance en FADS de 2 a 8 elementos.

Los valores de desviación estándar para la captura media por lance de atún tienden en general a ser mayores que los valores de media, como se muestra en la Tabla 7. El análisis de *t* de Student no muestra diferencias significativas con respecto al número de elementos.

TABLA 7. Media y desviación estándar para la captura media por lance de atún aleta amarilla, barrilete y total, de acuerdo al número de elementos de los FADS.

NÚMERO DE ELEMENTOS	N	CAPTURA DE ATÚN ALETA AMARILLA		CAPTURA DE BARRILETE		CAPTURA TOTAL	
		MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR
1	2	0	0	0	0	0	0
2	73	12	14	12	25	31	34
3	156	11	12	13	16	26	19
4	101	12	14	13	28	33	42
5	54	17	16	15	34	36	37
6	9	27	24	4	6	35	23
7	5	10	5	5	5	15	6
8	5	46	0	0	0	49	0
9	2	28	0	4	0	32	0

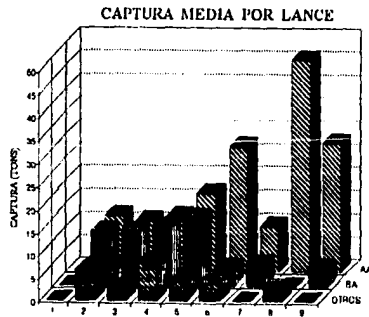
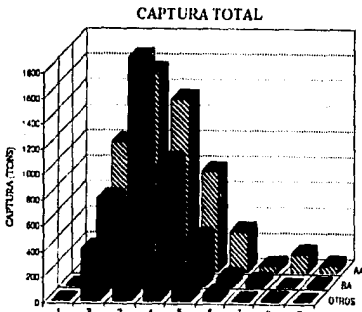


FIGURA 16. Captura total y captura media por lance de Septiembre de 1987 a Enero de 1991, para atún aleta amarilla (AA) y barrilete (BA), según el número de elementos de los FADS.

Los FADS además de presentar un número variable de componentes también presentan diversos tipos, siendo otra de las características tomadas en cuenta para su agrupación. En cuanto a los tipos de elementos que se presentaron los FADS se identificaron de 1 a 8, considerando los elementos de localización. El análisis se basó en la captura total y la captura media por lance para ambas especies de atún.

Los resultados para la mayor captura total muestran una tendencia a presentarse en FADS de 1 a 5 tipos de elementos, siendo nula o poco significativa en FADS de 6 a 8 tipos de elementos para todas las especies de atún registradas. En este caso para aleta amarilla y barrilete la mayor captura se presenta en FADS con 3 tipos de elementos con 2000 toneladas y 1700 toneladas respectivamente, con un máximo total de más de 4100 toneladas incluyendo las otras especies de atún. Para las otras especies de atún la captura total osciló entre las 400 toneladas (Figura 18).

Con respecto a la mayor captura media por lance el patrón se invierte obteniéndose para aleta amarilla 46 toneladas en FADS con 7 tipos de elementos; una captura que varía entre 13 toneladas en FADS con 1 a 4 tipos y alrededor de las 28 toneladas en FADS con 5 y 8 tipos. En barrilete su mayor captura media por lance fue de 26 toneladas en FADS con 5 tipos y una captura media que oscila entre las 13 toneladas en FADS con 1 a 4 tipos. Para las otras especies la captura varía entre las 5 toneladas a excepción de FADS con 6 y 8 tipos en donde no se presentó captura.

Para los resultados anteriores es importante considerar que los FADS con el mayor número de tipos (6 a 8), únicamente presentan un registro.

Los valores de desviación estándar generalmente son más altos que los valores de media y estos se muestran en la Tabla 8. La prueba de *t* de Student muestra diferencias no significativas.

TABLA 8. Media y desviación estándar para la captura media por lance de atún aleta amarilla, barrilete y total, según el tipo de elementos de los FADS.

TIPO DE ELEMENTOS	N	CAPTURA DE ATÚN ALETA AMARILLA		CAPTURA DE BARRILETE		CAPTURA TOTAL	
		MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR
		1	34	12	17	13	35
2	85	12	13	13	27	30	31
3	174	13	14	12	16	27	20
4	85	11	13	11	16	24	20
5	26	22	13	26	43	52	40
6	1	4	0	3	0	7	0
7	4	46	0	0	0	49	0
8	2	28	0	4	0	32	0

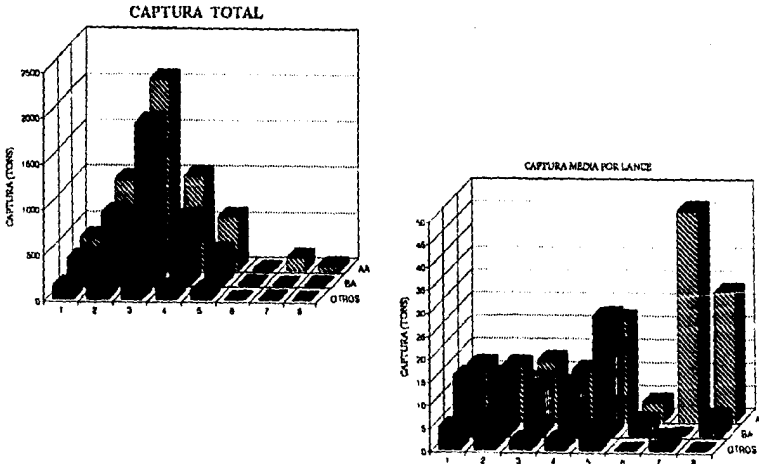


FIGURA 17. Captura total y captura media por lance de Septiembre de 1987 a Enero de 1991, para atún aleta amarilla (AA) y barrilete (BA), de acuerdo al tipo de elementos de los FADS.

Los FADS al estar formados por distinto número y tipo de elementos presentan una alta complejidad, que al ser analizada se formaron 3 grupos de FADS. Uno de ellos, Homogéneo está formado por FADS con un número variable de elementos (1 a 5) pero de un mismo tipo; el otro grupo Heterogéneo complejo formado por un número variable de elementos y tipos; y un tercer grupo Heterogéneo con un número variable de elementos pero todos de distintos tipos. El análisis de la complejidad de los FADS estuvo en función de la captura total y la captura media por lance de las principales especies de atún.

En el grupo Homogéneo se obtuvo la mayor captura de atún en FADS de 1 a 3 elementos iguales y no se presentó captura en FADS con 5 elementos iguales. La mayor captura total de este grupo se obtuvo en FADS con 2 elementos iguales, en donde para aleta amarilla se obtuvieron 342 toneladas y para barrilete 372 toneladas haciendo un total de más de 850 toneladas, incluyendo las otras especies de atún.

Con respecto a la captura media por lance de este grupo para aleta amarilla fué de alrededor de 20 toneladas por lance con FADS de 1 y 3 elementos iguales; y para barrilete de 13 toneladas por lance en FADS con 2 elementos iguales. En las otras especies de atún la mayor captura por lance fué de 11 toneladas en FADS con 4 elementos iguales.

En el segundo grupo de la Heterogeneidad compleja fué muy dispersa ya que hubo casos en los que no se obtuvieron valores de captura o fué poco significativa. La mayor captura total para aleta amarilla fué en FADS con 2 elementos iguales y dos diferentes de más de 400 toneladas; para barrilete fué de más de 230 toneladas en FADS con 6 elementos iguales y 2 diferentes; la captura de las otras especies fué en FADS con 2 elementos iguales y 2 diferentes de más de 100 toneladas.

El análisis de la captura media por lance de este grupo mostró que los valores más altos de captura para aleta amarilla se presentaron en FADS con la heterogeneidad 9, 10 y la mayor de 46 toneladas por lance en la 14. De FADS con 6 elementos iguales y 2 diferentes se obtuvo la mayor captura por lance para barrilete con 38 toneladas. La captura de las otras especies de atún fué de 11 toneladas en FADS con 4 elementos 2 de un tipo y otros dos de otro tipo (10).

Finalmente en el grupo Heterogéneo la mayor captura total para aleta amarilla de más de 2400 toneladas y de barrilete de más de 1900 toneladas se presentó en FADS con dos elementos diferentes con una captura total de más de 4800 toneladas, debido a que la mayor proporción de lances (46%) de encuentra en esta heterogeneidad. La captura de las otras especies en esta heterogeneidad fu de más de 450 toneladas.

La captura media por lance de este grupo de FADS para aleta amarilla presentó los valores más altos de captura de 39 toneladas por lance en FADS con 5 elementos diferentes y para barrilete de 23 toneladas por lance en FADS con 3 elementos diferentes. La captura media por lance de las otras especies de atún fué poca significativa para este grupo (Figura 18).

Los valores de desviación estandar muestran en general valores más altos que los de media como se presenta en la Tabla 9. La prueba de *t* de Student para el grupo de Homogeneidad muestra valores significativos de $t=-4.04$ con $p=.0008$ para la captura total de barrilete y la captura total en FADS con 2 elementos iguales, debido a que la captura total está representada principalmente por barrilete.

En la Heterogeneidad compleja se obtuvieron valores de $t=-3.26$ con $p=.006$ en captura de aleta amarilla y captura total; y de $t=-5.4$ con $p=.0001$ para la captura de barrilete y captura total en FADS con 4 elementos iguales y dos diferentes ó 2 iguales y 1 diferente. Esto se debe a que la captura de ambas especies está representando la captura total.

En el grupo Heterogeneo los valores de $t=-4.2$ con $p=.0002$ correspondieron a la captura de aleta amarilla con la captura total; y de $t=-4.8$ con $p=.00006$ de la captura de barrilete con la captura total en FADS con 3 elementos diferentes; y de $t=-3.7$ con $p=.003$ para la captura de barrilete y captura total en FADS con 4 elementos diferentes, ya que la captura de cualquier especie relacionada con el total está determinando la captura total.

La prueba de correlación no muestra valores significativos en ninguno de los grupos.

TABLA 9. Media y desviación estándar para la captura media por lance de atún aleta amarilla, barrilete y total, de acuerdo a la complejidad de los FADS.

COMPLEJIDAD	N	CAPTURA DE ATUN ALETA AMARILLA		CAPTURA DE BARRILETE		CAPTURA TOTAL	
		MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR
		1	10	23	23	7	12
2	38	8	11	13	32	24	41
3	18	20	20	4	5	26	20
4	3	6	3	2	2	19	7
5	1	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0
7	12	7	5	38	68	47	69
8	29	9	8	6	8	17	11
9	4	36	36	0	0	36	36
10	3	36	28	11	11	47	15
11	30	14	12	5	7	20	16
12	4	1	1	1	1	7	0.5
13	1	4	0	3	0	7	0
14	4	46	0	0	0	49	0
15	181	11	12	10	15	24	21
16	42	11	12	23	31	37	33
17	20	13	13	19	25	33	30
18	7	39	4	0.13	0.13	42	7
19	2	28	0	4	0	32	0

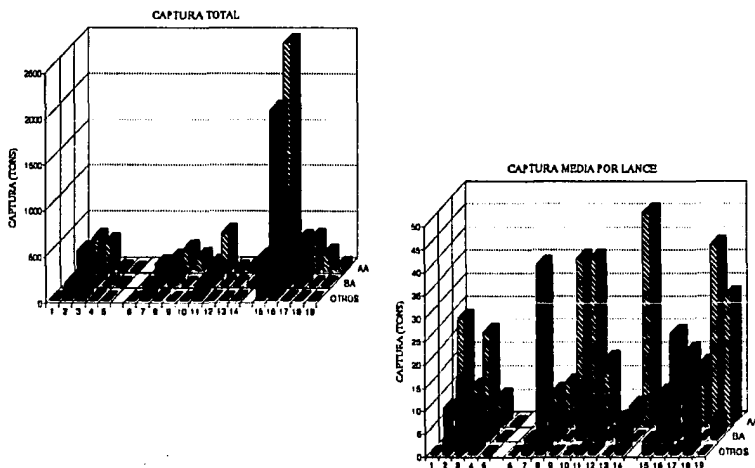


FIGURA 18. Captura total y captura media por lance de Septiembre de 1987 a Enero de 1991, en atún aleta amarilla (AA) y barrilete (BA), según la complejidad de los FADS.

Dentro de esta selección de FADS de acuerdo a su complejidad, se encontró que el mayor número de lances (46%) se realizaron sobre FADS con dos elementos diferentes (grupo Heterogeneo), por lo cual se procedió a analizarlos con mayor precisión respecto a su variación mensual y anual en base a la presencia o ausencia de carnada, número y tipo de elementos, para identificar las características asociadas a la captura.

Tomando en cuenta lo anterior se encontró que la mayor captura estuvo asociada a FADS que podían presentar o no carnada, y con un número y tipo de elementos de 2 a 4.

De acuerdo a lo anterior se observó que la mayor captura total anual para aleta amarilla se obtuvo en FADS con y sin carnada en 1990, para barrilete en FADS sin carnada fué en 1989 y con carnada en 1990. La mayor captura total de las otras especies de atún en FADS con y sin carnada se presentó en 1990. Con respecto a la captura media por lance mostraron sus valores más altos para aleta amarilla en 1990 con FADS sin carnada y en 1989 con FADS con carnada, con barrilete en los FADS con y sin carnada ocurre el caso inverso, sin carnada en 1989 y con carnada en 1990. La captura de las otras especies de atún fué poco significativa (Figura 19 y 20).

De los 24 FADS sin carnada registrados presentan un incremento gradual año con año, y para el caso de las capturas más altas de 1989 y 1990 son de 5 y 9 FADS respectivamente. De los 76 FADS con carnada, de estos los que presentaron la mayor captura fué en 1989 de 5 FADS y en 1990 de 61 FADS. Se observa que el número de FADS se incrementa en los casos de FADS con carnada y disminuye el de los FADS sin carnada.

La variación mensual para este concepto presenta sus valores más altos de captura total y captura media por lance para aleta amarilla en el mes de junio en FADS sin carnada; y en FADS con carnada en el mes de agosto. En cuanto a barrilete tanto la captura total como la captura media por lance en FADS sin carnada se presenta en el mes de enero y en FADS con carnada la captura total en el mes de abril y la captura media por lance en el mes de febrero. Tanto la captura total como la captura media por lance para las otras especies de atún presentan valores significativos (Figura 21 y 22).

Los valores de media y desviación estándar para la captura anual en FADS con y sin carnada se muestran en la Tabla 10 y 11; para la captura media mensual en FADS con y sin carnada en la Tabla 11 y 12.

TABLA 10. Media y desviación estándar para la captura media anual de atún aleta amarilla, barrilete y total en FADS con dos elementos diferentes sin carnada.

SIN CARNADA	N	CAPTURA DE ATÚN ALETA AMARILLA		CAPTURA DE BARRILETE		CAPTURA TOTAL	
		MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR
		1987	4	7	4	2	2
1988	8	9	10	13	13	25	19
1989	6	7	5	18	12	29	19
1990	17	17	16	2	3	24	17
1991	1	0	0	0	0	0	0

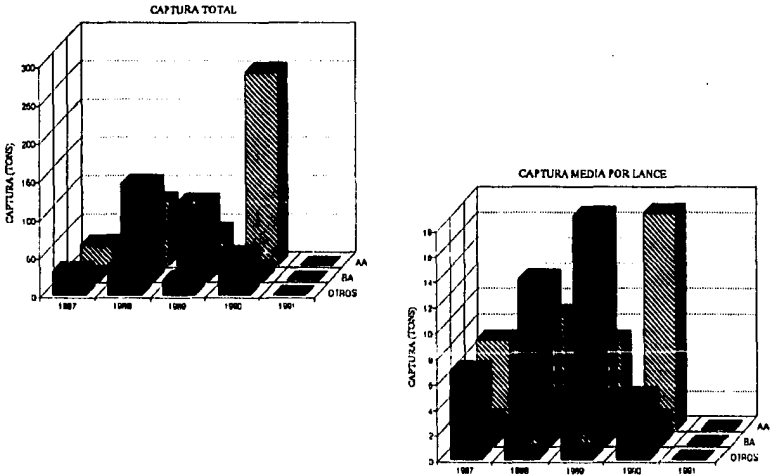


FIGURA 19. Captura total y captura media por lance anual de Septiembre de 1987 a Enero de 1991, para atún aleta amarilla (AA) y barrilete (BA) en FADS con dos elementos diferentes sin carnada.

TABLA 11. Media y desviación estándar para la captura media anual de atún aleta amarilla, barrilete y total en FADS con dos elementos diferentes y carnada.

CON CARNADA	N	CAPTURA DE ATUN ALETA AMARILLA		CAPTURA DE BARRILETE		CAPTURA TOTAL	
		MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR
		1987	1	0	0	0	0
1988	11	9	8	9	12	32	27
1989	5	34	6	3	2	39	5
1990	136	13	13	14	14	29	29
1991	4	9	2	5	3	14	0.8

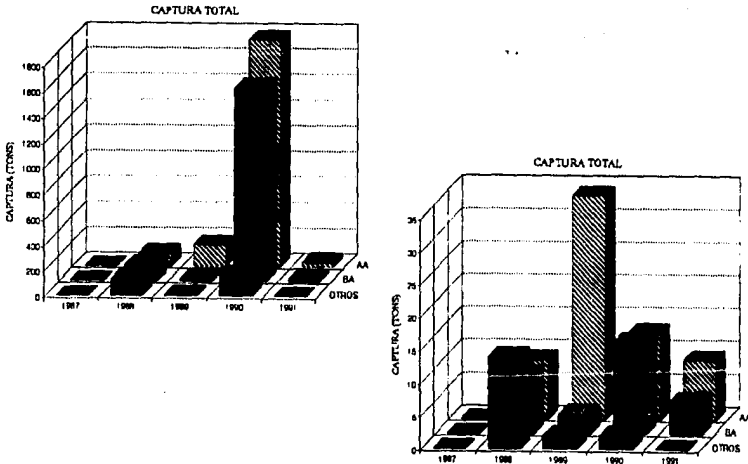


FIGURA 20. Captura total y captura media por lance anual de Septiembre de 1987 a Enero de 1991, para atún aleta amarilla (AA) y barrilete (BA) en FADS con dos elementos diferentes y carnada.

TABLA 12. Media y desviación estándar para captura media mensual de atún aleta amarilla, barrilete y total en FADS con dos elementos diferentes sin carnada.

SIN CARNADA	N	CAPTURA DE ATÚN ALETA AMARILLA		CAPTURA DE BARRILETE		CAPTURA TOTAL	
		MEĐIA	DESVIACIÓN ESTANDAR	MEĐIA	DESVIACIÓN ESTANDAR	MEĐIA	DESVIACIÓN ESTANDAR
		E	3	10	0	40	0
F	0	0	0	0	0	0	0
M	0	0	0	0	0	0	0
A	0	0	0	0	0	0	0
M	1	2	0	8	0	11	0
J	7	23	20	3	3	31	22
J	2	10	6	0	0	10	6
A	6	7	7	0	0	14	0.5
S	6	10	11	16	15	31	20
O	1	11	0	12	0	23	0
N	4	9	2	6	7	23	13
D	3	2	0.5	8	8	14	12

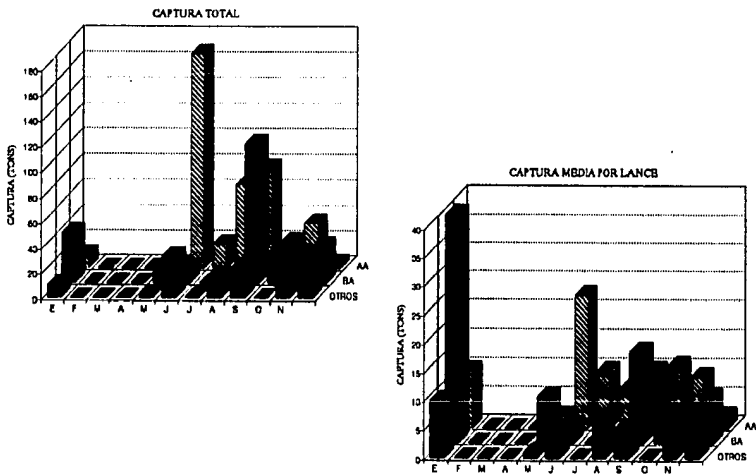


FIGURA 21. Captura total y captura media por lance mensual de Septiembre de 1987 a Enero de 1991, para atún aleta amarilla (AA) y barrilete (BA) en FADS con dos elementos diferentes sin carnada.

TABLA 13. Media y desviación estándar para captura media mensual de atún aleta amarilla, barrilete y total en FADS con dos elementos diferentes y carnada.

CON CARNADA	N	CAPTURA DE ATÚN ALETA AMARILLA		CAPTURA DE BARRILETE		CAPTURA TOTAL	
		MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR
E	4	9	2	5	3	14	0.8
F	22	13	9	19	9	32	15
M	7	13	9	26	20	40	16
A	4	3	2	38	0.3	52	9
M	0	0	0	0	0	0	0
J	5	15	0	8	0	36	0
J	10	20	14	2	3	37	28
A	23	22	17	2	6	27	18
S	6	5	6	11	8	18	12
O	9	15	15	37	37	53	30
N	16	12	11	13	11	26	17
D	9	7	5	5	5	12	8

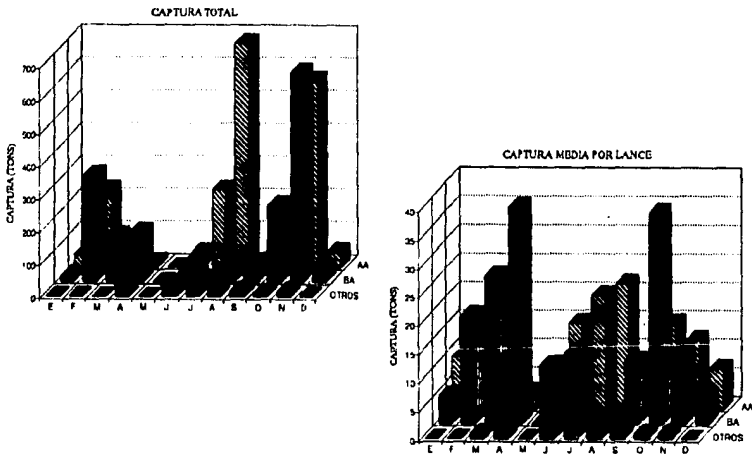


FIGURA 22. Captura total y captura media por lance de Septiembre de 1987 a Enero de 1991, para atún aleta amarilla (AA) y barrilete (BA) en FADS con dos elementos diferentes y carnada.

En el análisis de los 102 FADS con dos elementos iguales del grupo Heterogeneo, mostró que estos presentan de 2 a 4 elementos y tipos diferentes. Este número depende de los elementos de localización que se presenten y que para este fin se tomaron en cuenta. Nuevamente para este análisis se evaluó la captura total y la captura media por lance para las principales especies de atún.

El análisis anual de los FADS que presentaron de 2 a 4 elementos y tipos, muestra que la presencia de estos se mantiene constante de 1988 a 1991. Aunque la captura es muy variable año con año, encontramos que con respecto a FADS con 3 elementos y tipos para 1990 la captura total fué de más de 2300 toneladas de aleta amarilla y barrilete. También se observa que la captura total de barrilete se incrementa año con año en FADS con 2 y 4 elementos y tipos. La captura de las otras especies de atún muestra una variación de captura de 0 a 116 toneladas ésta última en FADS con 2 elementos y tipos en 1988.

Con respecto a la mayor captura media por lance encontramos que para las dos especies de atún aleta amarilla y barrilete fué de 21 toneladas la cual se presentó en FADS con 4 elementos y tipos en 1990, y en FADS con 2 elementos y tipos en 1989, respectivamente. La mayor captura media por lance de las otras especies se presenta en 1988 en FADS con 2 elementos y tipos (Figura 23).

En la variación anual la proporción de FADS tiene un máximo de 46 en 1990 con 3 elementos y tipos, y el resto de los años el número de FADS es muy reducido.

Los valores de desviación estándar con respecto a la captura media por lance muestran valores iguales o menores a la media para todos los casos (Tabla 14).

TABLA 14. Media y desviación estándar para captura media anual de atún aleta amarilla, barrilete y total en FADS con dos elementos diferentes y el mismo número y tipo de elementos.

NUMERO Y TIPO DE ELEMENTOS	N	CAPTURA DE ATUN ALETA AMARILLA		CAPTURA DE BARRILETE		CAPTURA TOTAL		
		MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	
		1987	2	4	7	4	2	2
	3	1	0	0	0	0	0	0
1988	2	8	10	8	4	3	29	29
	3	9	9	10	18	16	31	19
	4	4	1	0	15	0	28	0
1989	2	6	17	16	21	16	45	12
	3	3	0	0	0	0	0	0
	4	5	17	8	11	5	29	5
1990	2	29	10	10	9	9	21	15
	3	91	12	10	14	17	27	20
	4	16	21	21	13	10	35	20
1991	2	1	0	0	0	0	0	0
	3	2	8	0	8	0	16	0
	4	2	11	0	2	0	14	0

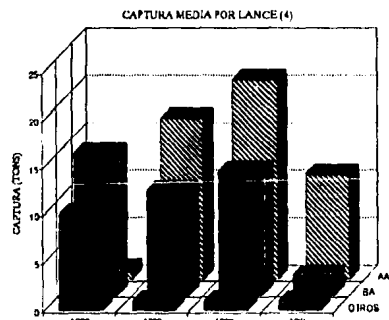
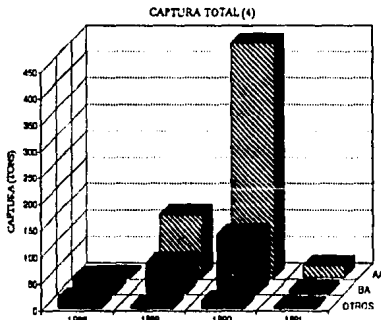
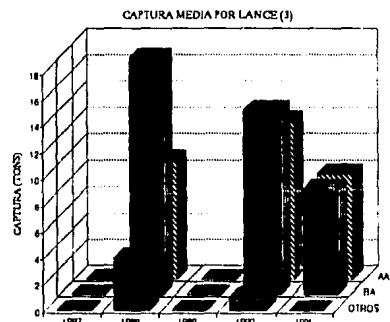
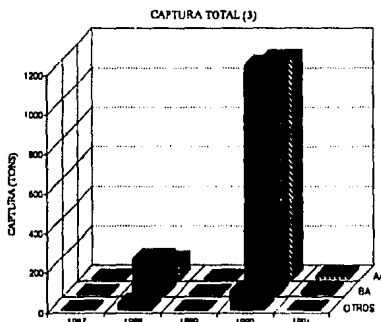
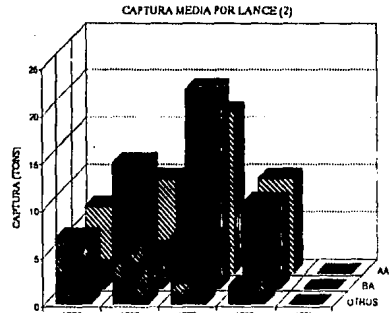
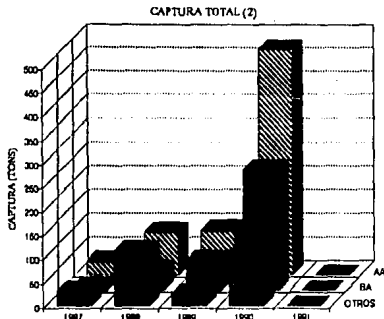


FIGURA 23. Captura total y captura media por lance anual de Septiembre 1987 a Enero de 1991, para atún aleta amarilla (AA) y barrilete (BA) en FADS con dos elementos diferentes y el mismo número y tipo de elementos.

Se observa que en la variación mensual los 102 FADS con dos elementos diferentes, y con el mismo número y tipo de elementos están representados de julio a enero con sus variantes de 2, 3 y 4 elementos y tipos. El número de FADS año con año es muy variable y reducido teniéndose un máximo de 14 FADS con 3 elementos y tipos para el mes de noviembre.

El análisis de la captura total presentó sus valores más altos para aleta amarilla de 380 toneladas en FADS con 4 elementos y tipos en el mes de agosto, y para barrilete en noviembre con FADS de 3 elementos y tipos de 470 toneladas, también en estos FADS se presentó la mayor captura total de 730 toneladas, incluyendo las otras especies de atún. Generalmente la captura de barrilete es superior a la de aleta amarilla en los meses de septiembre a abril; y en los meses de junio, julio y agosto la de aleta amarilla es superior a la de barrilete.

Con respecto a la captura media por lance obtenemos valores similares para aleta amarilla y barrilete de 48 y 49 toneladas respectivamente, para en aleta amarilla se presentó en agosto con FADS de 4 elementos y tipos y en barrilete en octubre con 3 elementos y tipos. La captura de las otras especies de atún fué de 22 toneladas por lance en FADS con 2 elementos y tipos para el mes de abril. Aquí también observamos que la captura media por lance es superior en aleta amarilla para los meses de junio, julio y agosto, y la de barrilete en los meses de septiembre a abril (Figura 24).

Los valores de desviación estándar para la captura media por lance mensual generalmente es inferior a la captura media en todos los casos de captura como se muestra en la Tabla 15.

TABLA 15. Media y desviación estándar para la captura media mensual de atún aleta amarilla, barrilete y total en FADS con el mismo número y tipo de elementos.

NUMERO Y TIPO DE ELEMENTOS	N	CAPTURA DE ATUN ALETA AMARILLA		CAPTURA DE BARRILETE		CAPTURA TOTAL		
		MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	
		ENERO	2	4	11	0.5	21	19
	3	1	8	0	8	0	16	0
	4	2	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	2	1	8	0	26	0	36	0
	3	21	13	10	18	10	31	16
MARZO	3	6	16	7	15	5	31	11
	4	1	1	0	60	0	62	0
ABRIL	2	2	1	0	38	0	61	0
	3	2	5	0	38	0	43	0
MAYO	2	1	2	0	8	0	11	0
JUNIO	2	10	21	18	4	3	33	19
	4	2	0	0	0	0	0	0
JULIO	2	4	11	8	3	3	33	34
	3	7	20	14	0	0	23	18
	4	1	35	0	0	0	38	0
AGOSTO	2	6	7	7	0	0	14	0.5
	3	15	16	11	3	7	22	15
	4	9	48	12	0.4	0.4	50	11
SEPTIEMBRE	2	1	2	0	21	0	31	0
	3	8	11	10	14	14	28	20
	4	3	2	2	8	7	12	9
OCTUBRE	2	2	40	0	0.5	0	44	0
	3	6	7	6	49	35	57	34
	4	1	11	0	12	0	23	0
NOVIEMBRE	2	13	13	10	10	9	28	18
	3	32	8	10	14	12	22	17
	4	6	18	8	12	5	30	4
DICIEMBRE	2	4	6	6	1	0.8	7	6
	3	7	6	4	7	5	13	9
	4	2	1	0	15	0	26	0

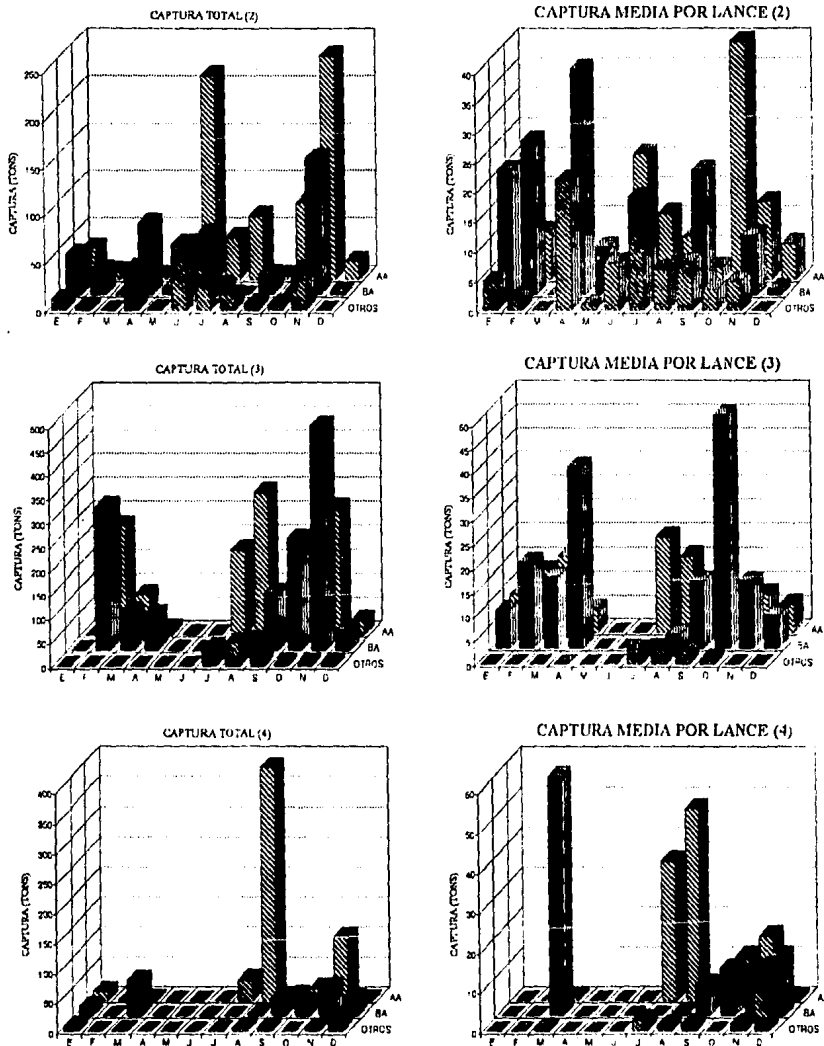


FIGURA 24. Captura total y captura media por lance mensual de Septiembre de 1987 a Enero de 1991, para atún aleta amarilla (AA) y barrilete (BA) para FADS con mismo número y tipo de elementos.

El análisis anual de los 101 FADS con dos elementos diferentes en los cuales no se consideran los elementos de localización, se observa que el número de FADS se incrementa año con año. En esta parte también se analiza la captura total y la captura media por lance para aleta amarilla y barrilete.

En cuanto a la variación anual se observa que esta se incrementa año con año presentándose los valores más altos de captura en 1990 para ambas especies con una captura total de más de 3700 toneladas. La captura total de atún aleta amarilla en este año fué de más de 2000 toneladas y para barrilete de más de 1500 toneladas, de igual forma la mayor captura total de las otras especies se presentó en este año.

El análisis de la mayor captura media por lance no presenta un incremento año con año debido a que la mayor captura por lance para ambas especies se presenta en 1989; para aleta amarilla esta captura es de 15 toneladas y para barrilete de 14 toneladas (Figura 25). La captura de las otras especies de atún se presentan en 1988.

El número de FADS presenta un incremento gradual con el máximo de 70 FADS en 1990.

Los valores desviación estándar para la captura media por lance anual para aleta amarilla es menor o igual que la media como se muestran en la Tabla 16.

TABLA 16. Media y desviación estándar para captura media anual de atún aleta amarilla, barrilete y total en FADS con dos elementos diferentes.

HETEROGENEIDAD COMPLEJA (15)	N	CAPTURA DE ATUN ALETA AMARILLA		CAPTURA DE BARRILETE		CAPTURA TOTAL	
		MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR
1987	5	7	4	2	2	16	15
1988	21	9	9	11	13	29	24
1989	14	15	13	14	13	32	17
1990	132	14	13	13	17	28	20
1991	5	9	2	5	3	14	0.8

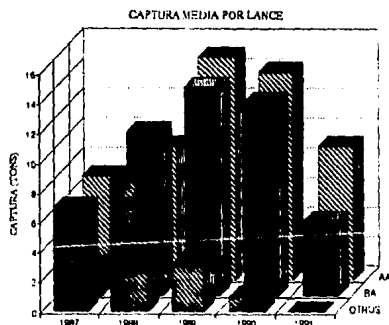
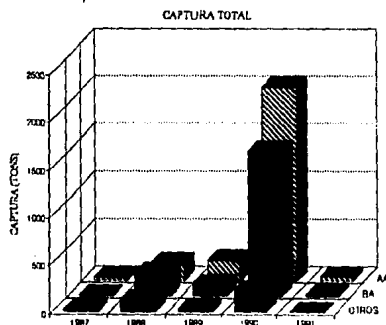


FIGURA 25. Captura total y captura media por lance anual de Septiembre de 1987 a Enero de 1991, de atún aleta amarilla (AA) y barrilete (BA) en FADS con dos elementos diferentes.

Al analizarse los 101 FADS con dos elementos diferentes mensualmente se observa que la mayor captura total para aleta amarilla se vuelve a presentar con sus valores más altos de captura en los meses de junio, julio y los valores máximos en agosto; con barrilete se presenta de septiembre a abril disminuyendo en los meses de captura de aleta amarilla.

Como se observa en la Figura 26 la variación mensual muestra que la mayor captura para aleta amarilla fué de cerca de 800 toneladas en el mes de agosto y en el caso de barrilete de más de 600 toneladas para el mes de noviembre al igual que la mayor captura total de más de 1300 toneladas. La captura de las otras especies de atún presenta sus valores de captura más altos en el mes de julio.

Con respecto a los valores más altos de captura media por lance se encontró que para aleta amarilla con 21 toneladas se presenta en el mes de junio, en barrilete con 38 toneladas en abril y las otras especies de atún en julio.

El número de FADS para cada mes fué muy variable pero se presentó el mayor número en noviembre con 26 FADS.

Los valores de media y desviación estándar de la captura media por lance mensual presentan generalmente valores inferiores a la media para todos los casos como se muestran en la Tabla 17.

La prueba de *t* Student y la prueba de correlación no mostraron valores significativos.

TABLA 17. Media y desviación estándar para captura media por lance mensual de atún aleta amarilla, barrilete y total en FADS con dos elementos diferentes.

HETEROGENEIDAD COMPLEJA (15)	N	CAPTURA DE ATÚN ALETA AMARILLA		CAPTURA DE BARRILETE		CAPTURA TOTAL	
		MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR
E	7	10	2	16	17	30	22
F	22	13	9	19	9	32	15
M	7	13	9	26	20	39	16
A	4	3	2	38	0,3	52	9
M	1	2	0	8	0	11	0
J	12	21	18	4	3	33	19
J	12	17	13	1	2	30	27
A	30	20	17	2	8	25	17
S	12	8	9	13	12	24	18
O	9	14	14	32	35	47	30
N	48	11	10	12	11	25	17
D	13	5	5	6	8	13	9

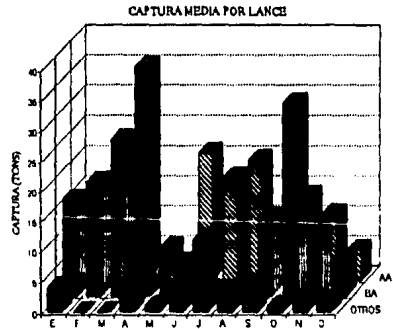
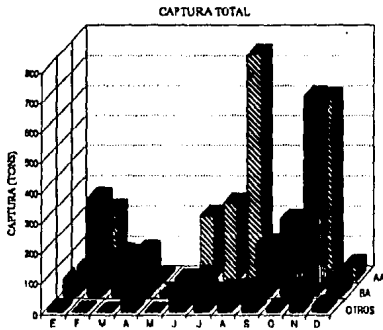


FIGURA 26. Captura total y captura media por lance mensual de Septiembre de 1987 a Enero de 1991, de atún aleta amarilla (AA) y barrilete (BA) en FADS con dos elementos diferentes.

En base a lo anterior podemos concluir que la determinación de la eficiencia pesquera de los FADS se basó en 5 conceptos de acuerdo con los componentes que estos presentarán. Los FADS que estuvieron caracterizados por la presencia o ausencia de elementos de localización, con "ballena artificial", con 3 elementos de 3 tipos, y por su complejidad con 2 elementos diferentes; obtuvieron los más altos valores de captura para atún aleta amarilla y barrilete; la captura de las otras especies de atún fueron poco significativas y en algunos casos nula.

En el análisis de la captura y composición de los FADS se encontró que los formados por dos elementos diferentes eran los más frecuentes. Las principales características fueron nuevamente FADS con "ballena artificial", y de 2 a 4 elementos y tipos. El análisis anual y mensual en función de la captura la cual presentó un incremento año con año de atún aleta amarilla y barrilete, y una disminución de las otras especies de túnidos. Las mayores capturas de aleta amarilla se presentaron de julio a agosto y para barrilete de septiembre a abril.

5.5 PESCA SUCESIVA.

De los FADS registrados se seleccionaron aquellos casos en los que se presentaban varios registros de lances sucesivos (pesca sucesiva) para cada FAD, con el fin de analizar sus particularidades y las características más frecuentes por las cuales se lleva a cabo la pesca sucesiva; el intervalo de tiempo entre cada lance y la captura acumulada.

Los intervalos de tiempo entre cada lance presentaron una variación de 1 a 9 días, pero los más frecuentes en un 70% ocurrieron en un intervalo de 24 horas.

Los FADS con pesca sucesiva presentan un área común de distribución anual y mensual, en la zona costera. Su variación temporal anual muestra también una distribución costera, con registros aislados oceánicos de FADS en los cinco años pero con una mayor abundancia de registros en 1990. Por otro lado la pesca sucesiva se da en todos los meses del año, pero con la mayor distribución en los meses de Julio, Agosto, Noviembre y Diciembre período en que se registra el 67.5% de la pesca sucesiva.

De los 244 FADS, presentan pesca sucesiva 72 FADS que dan un total de 208 registros encontrándose FADS que presentan desde 2 hasta 8 lances.

Las características más frecuentes de este grupo de FADS considerando cada uno de sus componentes fue la forma cilíndrica, de un tamaño 6 m, de color café y en cuanto a su composición los elementos más frecuentes fueron palos, tablas, cuerdas y "ballena artificial", y como elemento de localización la radioboya. En los conceptos de carnada un 66% presentaron "ballena artificial", para el número de elementos el más frecuente fue de 3 con un 40%. para el tipo de elementos el

más frecuente fué de 3 tipos con un 45% y de una heterogeneidad de 2 elementos diferentes de un 52%.

De lo anterior encontramos que a diferencia de los FADS en los que no se registra pesca sucesiva, estos presentan una alta frecuencia con "ballena artificial" del 66%. Sin embargo se observa que sobre los que se pescó más de 5 veces no presentaron ningún tipo de carnada.

Los resultados nos muestran que conforme se incrementa pesca sucesiva existe una selección del número de elementos que componen a los FADS, encontrándose que los caracterizados por contar con 4 o 5 elementos presentan la mayor pesca sucesiva que comprende de 2 a 8 registros, también se aprecia que los FADS que cuentan con un mayor número de elementos (más de 5), no se utilizan para este tipo de pesca ya que presentan un máximo de 2 o 3 registros. Con respecto a los registros de FADS con un número menor de elementos indican, que los que cuentan con 2 o 3 elementos presentan pesca sucesiva, 7 y 5 registros respectivamente.

De igual forma se aprecia que los FADS en los que se realiza la mayor pesca sucesiva constan de 2 y 3 tipos de elementos (hasta 8 registros); sin embargo, los FADS que presentan un solo tipo de elemento presenta una pesca sucesiva de 5 registros. En cambio los FADS que presentan un mayor cantidad de tipos su pesca se reduce a no más de 2 ocasiones.

Complementando lo anterior y de acuerdo a la complejidad de los FADS (Homogeneo, Heterogeneo complejo y Heterogeneo), se encontró que la mayor pesca sucesiva continua presentándose en FADS con 3 elementos iguales y 4 diferentes (8 registros); y con dos elementos iguales hasta 7 registros. El resto de los FADS que presentan un mayor número y tipo de elementos no reportan más de 2 o 3 registros.

En cuanto a la captura acumulada para estos FADS se obtuvieron 3963 toneladas de atún aleta amarilla que corresponde al 76% de la captura total de todos los FADS, de 2317 toneladas para barrilete representando el 58.7% también de la captura total en todos los FADS y de 584 toneladas para las otras especies de atún que del total representa el 56%.

La frecuencia de registros para el concepto de presencia ó ausencia de carnada se encontró sin carnada de 2 a 8 lances y con carnada libre o disponible de 2 a 5 lances. En el caso del número de elementos de 2 a 8 lances se obtuvieron con 4 y 5 elementos. Para el tipo de elementos de 2 a 8 lances se obtuvieron con 2 y 3 tipos. En cuanto a la complejidad de los FADS con 2 a 8 lances se presentaron en la heterogeneidad compleja 3 y 7 (Figura 27).

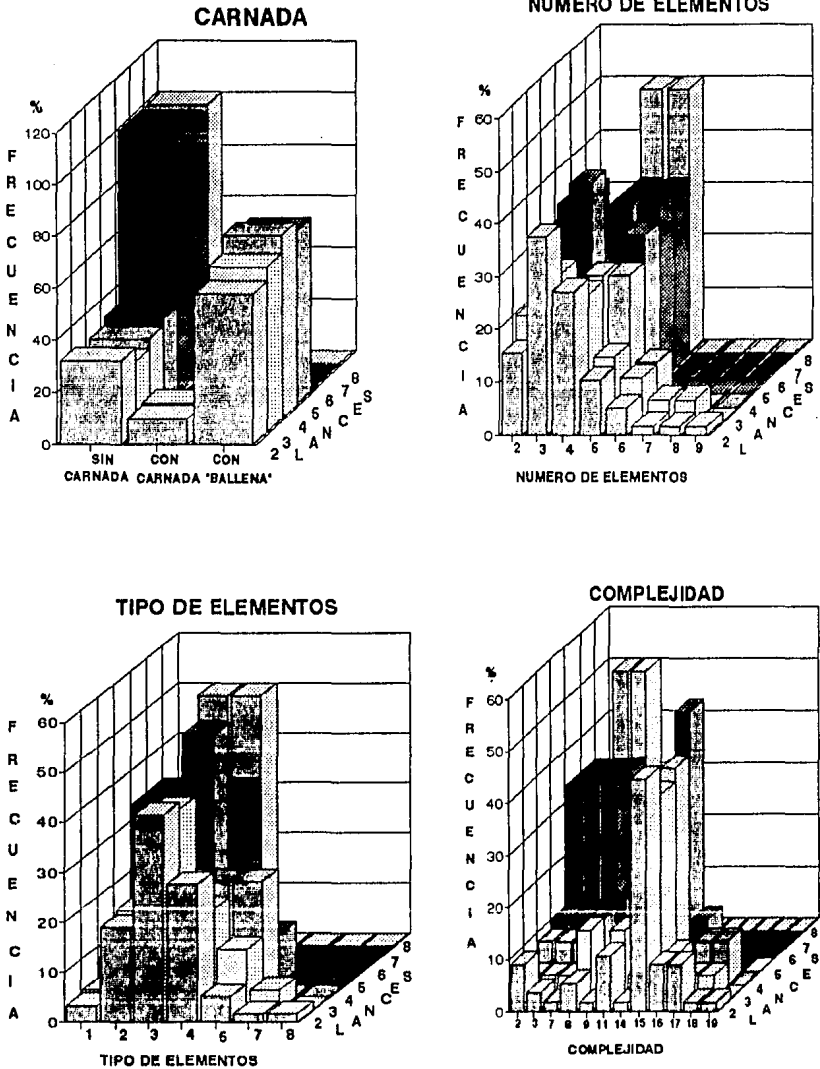


FIGURA 27. Frecuencia de lances en pesca sucesiva para el criterio de Camada, Número de Elementos, Tipo de Elementos y Complejidad.

Como consecuencia se encontró que a lo largo del análisis los FADS con pesca sucesiva comprenden el 30% de todos los FADS y casi el 50% de los registros, los cuales continúan manteniendo las características más frecuentes de los FADS que no presentan pesca sucesiva, como su forma, tamaño, color y composición. Los FADS con esta pesca pueden presentar o no carnada, ser de 4 ó 5 elementos de 2 ó 3 tipos, y de una complejidad de 3 y 4 elementos diferentes. Estos FADS presentaron más del 75% de la captura total de aleta amarilla de todos los FADS y cerca del 60% de la captura total de barrilete.

5.7. LANCES Y OBSERVACIONES.

Finalmente para poder determinar la importancia de la captura media por lance se evaluó la proporción de lances y observaciones principalmente en los criterios donde la captura para ambas especies fué alta.

Considerando que la base de datos está conformada por dos tipos de registros, uno de ellos consiste en FADS observados pero que el pescador no decidió realizar un lance (por ausencia de captura visible); y el otro grupo de FADS en los cuales el pescador decidió realizar un lance ó lances; se observó que las diferencias en características podrían ser significativas, y en consecuencia se analizó la presencia de carnada, el número y tipos de elementos y su complejidad (Homogeneos - Heterogeneos).

De acuerdo al número de lances se demuestra que a lo largo de los años de cada 10 avistamientos de FADS, por lo menos 5 condujeron a lance. Los mejores resultados se encontraron en 1987 cuando 9 de cada 10 avistamientos de FADS condujeron a lance, y para 1990 el 80% de los FADS fueron lances favorables.

El análisis del número de lances y observaciones por mes se correlacionan positivamente ($p=0.0004$), determinando en promedio que un 80% de los avistamientos conduce a lance; la variación interanual no mostró un patrón determinado siendo febrero el mes poco predecible (60%). El mes de abril resultó ser el más confiable con más de un 90% de sus avistamientos de FADS que condujeron a lance.

Con respecto a los elementos de localización se observó que tanto FADS con elementos de localización como los que no los presentaban, condujeron a lances en iguales proporciones (más del 80%). En FADS con bandera se obtuvo una mínima proporción de lances realizados en poco más del 20% siendo poco importante.

Para el concepto de carnada se puede afirmar que esta es una característica importante de los FADS, ya que aquellos provistos con "ballena artificial" el 85% de los avistados condujeron a

lance, y los FADS que presentaban carnada libre ó disponible los avistamientos solo fueron exitosos en menos del 70%. También es importante señalar que en el caso de los FADS que no presentaron algún tipo de carnada el éxito de los avistamiento que condujeron a lance fué de casi el 80%.

De igual forma encontramos que los FADS con 2 elementos condujeron a lance en un 90% de sus avistamientos, los cuales corresponden a 51 FADS. En el caso en el que se obtuvo un 100% de lances, fué en FADS con 7 y 9 elementos en los que solo se contaba con 3 y 1 FAD respectivamente.

Para los tipos de elementos se observó que los FADS con un solo elemento es el menos eficiente en lances realizados (76%); los FADS con 2, 3 y 4 tipos la efectividad de los lances fluctuó alrededor del 80%, sin diferir del anterior. En el caso de los FADS en los que se obtuvo alrededor del 100% de efectividad en FADS con un mayor número de tipos.

La evaluación de acuerdo a la complejidad de los FADS mostraron diferencias más evidentes en cuanto a la proporción de lances por avistamiento. Encontramos que para el grupo Homogeneo donde los componentes son de un mismo tipo la mayor efectividad se encontró en FADS con 3 elementos iguales. Para el grupo de una Heterogeneidad compleja caracterizados por un número y tipo variable de componentes, el FAD con un 100% de lances estuvo constituido por 2 elementos iguales y 4 diferentes; también se encontró una alta efectividad en FADS con 2 elementos iguales y 6 diferentes de más del 90%. Finalmente los FADS caracterizados por tener todos sus elementos diferentes se consideraron Heterogeneos una alta efectividad del 100% se reportó en FADS con 8 elementos diferentes el cual fué representado por un solo FAD; otros de los FADS que alcanzaron una alta efectividad fueron aquellos formados por 4 elementos diferentes con un 95% de lances realizados, este grupo estuvo conformado por 12 FADS.

Considerando que el mayor número de lances se realizó sobre FADS compuestos por 2 elementos diferentes (grupo Heterogeneo) y condujo en un 85% a pesca de los avistamientos realizados, se analizaron en detalle sus características y el éxito de su captura.

Con respecto a la ausencia de carnada para este tipo de FADS con dos elementos diferentes encontramos que han mantenido a lo largo de los años un nivel de lances similar, que para 1990 ha sido uno de los que han tenido el mayor éxito por el número de lances y por su alta proporción en relación a los avistamientos en un 82%. El análisis mensual indica que en los meses de febrero, marzo y abril el número de avistamientos disminuyó en un 27%, esto es importante ya que significa que los FADS estuvieron provistos de carnada.

En relación a lo anterior encontramos que la mayoría de estos FADS estuvieron provistos de carnada en un 76% los cuales condujeron a un lance, excepto en 1990 cuando se incrementó la pesca con 61 FADS que presentaron 113 avistamientos con 102 lances, obteniéndose un 90% de eficiencia.

Estos FADS conformados por dos elementos diferentes presentaron en 1990 el mayor incremento en la pesca; de estos FADS los formados por 2 elementos y tipos sus avistamientos representaron lances en el 96% de los casos, de igual forma los formados por 4 elementos y tipos tuvieron una eficiencia en sus avistamientos del 87%. En el análisis mensual encontramos que los meses de mayor incremento en la pesca fueron el mes de febrero con FADS de dos elementos diferentes y con 3 elementos y tipos representando una eficiencia poco considerable del 52%; y en el mes de noviembre para FADS con dos elementos diferentes de 3 elementos y tipos tuvieron una eficiencia del 84% .

Los FADS con dos elementos diferentes a lo largo de su análisis anual muestran una mayor pesca en 1990 con un total de 70 FADS con 132 avistamientos una efectividad del 84% de lances realizados, aunque para 1988 se presentó una efectividad del 90% con 21 avistamientos de 13 FADS. En cuanto a su variación mensual encontramos que en los meses de febrero y noviembre se presenta la mayor actividad pesquera, teniendo para el mes de febrero una efectividad del 54% de 22 avistamientos con 12 lances de 12 FADS; y en noviembre del 87% en 48 avistamientos que produjeron 42 lances en 26 FADS.

De los registros de los FADS en en POT muestran de manera general que la mayor proporción de avistamientos de mayor eficiencia de más del 90% se presentaron en 1987, 1990 y en el mes de abril. De acuerdo a su caracterización de los FADS, se presentan en FADS con y sin elementos de localización, con "ballena artificial", con 2 elementos y de 2, 3 y 4 tipos, y con una complejidad para cada uno de los grupos de 3 elementos iguales (Homogéneo), 2 elementos iguales y 4 diferentes (Heterogeneidad compleja) y 8 elementos diferentes (heterogeneos), los cuales presentaron una eficiencia del 80% al 100% de avistamientos que condujeron a un lance.

VI. DISCUSION.

La gran mayoría de los FADS registrados en el Pacífico Oriental Tropical son "palos" que fueron mejorados para incrementar su capacidad de agregación. Por ello el área de pesca sobre FADS tiene su principal zona de distribución en las Costas de Centro América. Ya que la descarga de los ríos en esta zona ocurre en la temporada de lluvias el mayor aporte de palos y de registros de FADS se reportan en esas épocas.

La variación espacio-temporal de los FADS se encuentra influenciada por el aporte continental y por la circulación oceánica. Esto ocasiona que los objetos flotantes terminen finalmente en el Golfo de Tehuantepec que es dominado por una corriente Costera y que posteriormente se separa en una rama al noroeste y otra al suroeste. También encontramos que esta zona está dominada por la Contra Corriente Ecuatorial y la Corriente de Perú (Hall, García, Pares-Sierra y Arenas, 1992).

La posibilidad de delimitar un área de pesca específica para FADS resulta difícil de establecerse ya que esta pesca es aún subexplotada y se desarrolla principalmente en zonas de pesca sobre palos y también en zonas de pesca sobre delfines y cardúmenes.

Los lances y las observaciones para FADS también muestran un patrón costero frente a las costas de Centro América, y oceánico entre los 10° y 15°N, coincidiendo con las zonas de pesca sobre palos. La distribución de lances aislados cerca de la Península de Baja California se encuentran en áreas de pesca sobre cardúmenes, siendo esta una de las principales zonas de pesca. Los registros de FADS en zonas oceánicas se relacionan con las áreas de pesca sobre delfines.

En consecuencia no se determinaron áreas específicas de pesca, ni diferencias en la distribución de avistamientos anuales y mensuales, pero si el incremento de estos avistamientos año con año así como una mayor dispersión en el POT.

De manera general se pudo afirmar que en los últimos años se ha ido incrementando el uso de FADS en la pesca del atún de manera general quizá por presiones ecológicas (mortalidad incidental de delfines) así como por la efectividad que estos representan; esto se corrobora con la información obtenida para la variación temporal en la cual se observa que el número de FADS se ha ido incrementando año con año así como el número de lances realizados y por lo tanto la captura obtenida anualmente. De manera general se puede apreciar que la captura de las principales especies de atún se incrementa de igual forma año con año y la de otras especies de túnidos disminuye. Mensualmente se encontró un patrón de captura bien definido en el cual la captura de

barrilete representa un mayor número de meses (septiembre - abril) y la captura de aleta amarilla de julio a agosto, en donde ninguna de estas capturas se traslapan, es decir que en los meses de mayor captura de aleta amarilla, la captura de barrilete disminuye y viceversa.

Las características más importantes de los FADS como forma (cilíndrica), tamaño (6 m), color (café) y composición (palos, tablas, cuerdas, "ballena"), coincidieron en ser las mismas de objetos flotantes (forma cilíndrica, 3 m, color café y palos) (Hall, García, Lennert y Arenas, 1992). Es importante considerar que los FADS son agregaciones intencionales de objetos a la deriva y que por lo tanto las características para ambos casos son comunes entre objetos flotantes y FADS. Esto significa que inicialmente que los FADS fueron palos arrojados cerca de la costa Centroamericana y fueron modificados en distinto grado.

El análisis de la presencia ó ausencia de elementos de localización se realizó el fin de evaluar si este componente era una de las características determinantes para la agregación de peces ó funciona únicamente como elemento de localización para el pescador, cuando este encuentra un FAD que resultara productivo poder seguirlo. Se obtuvo una alta frecuencia de FADS con radioboya lo que refleja el alto interés del pescador. La captura total de las principales especies de túnidos tuvieron sus valores más altos de captura con y sin elementos de localización, lo que significa que estos son elementos que el pescador utiliza para seguir un FAD productivo, pero no representan influencia en la agregación de peces.

Otra de las características de los FADS fué la carnada, éste sí como factor de agregación. Los FADS que presentan carnada en una modalidad denominada "ballena artificial", se presentó como un factor determinante para la agregación de peces ya que la más alta frecuencia de aparición de estos así como de captura ocurrió en FADS con "ballena", para todas las especies de túnidos.

El número de elementos y tipos que conforma a los FADS resulta un factor importante de agregación para las especies de túnidos; la variación en el número de estos constituyentes depende de las observaciones de los pescadores y de la efectividad que estos representen, así como del material disponible. La mayor frecuencia en este número de elementos así como la efectividad de captura se mostraron en FADS pequeños (en cuanto a número y tipos), aunque los FADS con un mayor número de elementos y tipos aparentemente representa una captura total poco significativa, se debe considerar que son pocos los FADS que se tienen para este análisis y aún así la captura por lance para estos representa una alta efectividad pesquera; por lo que es necesario tener un mayor número de FADS para esta evaluación y así poder tener una certeza de su efectividad.

Con lo que respecta a la efectividad en la complejidad de los FADS se encontró una alta diversidad por el número y tipo de componentes que los conforman; y de acuerdo a los diferentes grupos planteados encontramos en general una efectividad homogénea en FADS con pocos

componentes y poca captura en FADS complejos y con número de elementos y tipos alto. Cuando se analiza la captura por lance se obtiene una mayor efectividad y en cierta forma selectividad para las especies de túnidos. Los FADS más complejos representan una buena captura media por lance, considerando nuevamente que la muestra de FADS con estas características es reducida.

En función del análisis del FAD más frecuente, se confirma el incremento en el uso de FADS año con año y en los meses de mayor frecuencia con las características antes mencionadas de presencia carnada, número y tipo de elementos.

Para los FADS más frecuentes la captura dominante fué de aleta amarilla, siendo el esfuerzo pesquero en áreas donde predomina el atún aleta amarilla ((CIAT,1987). Por otro lado se indica en estudios de la CIAT que la dominancia de captura de aleta amarilla en palos ocurre en dos áreas, una cerca de la costa entre noviembre y enero, y la otra oceánica en junio y julio (CIAT, 1989); esto explica de alguna manera la abundancia de registros en el mes de noviembre en la zona costera de la pesca con FADS pero no la captura en el área oceánica, ya que los FADS presentaron una generalidad de pesca costera y de mayor captura de junio a agosto.

Finalmente es importante mencionar que la mayor pesca sobre palos presentó un área de distribución de 1974-1990 entre los 78°-103°W y los 0°-15°N (Hall, Lennert y Arenas, 1992), misma que presentan los FADS con lo cual se explica que la pesca de FADS es aún subexplotada y no rebasa el área de captura potencial, y la pesca sobre FADS continúa presentandose como consecuencia de la pesca sobre palos, que al presentar cierta efectividad origina que el pescador incremente estos componentes creando finalmente un FAD.

La expresión del éxito de captura derivada de la proporción de avistamientos que conducen a lances indica una condición generalizada de alta efectividad no alcanzada por los avistamientos de delfines o palos. Algunos FADS presentan un éxito de captura mayor determinado quizá por características que los hacen mejores agregadores de peces.

Los FADS alejados de la zona de mayor frecuencia no presentan una disminución evidente del éxito de captura lo que implicaría la posibilidad de incrementar FADS en zonas importantes de pesca. En Filipinas se calcula que en 1991 había cerca de 5000 FADS, y durante el período de registro en el POT se estimaron 244 solamente.

El análisis de la pesca sucesiva demuestra que una buena proporción de FADS (30%) son muy activos en el proceso de agregación y pesca (76%). Este hecho no es exclusivo de los FADS, ya que también se da en "palos" reportándose hasta 5 lances sucesivos (Hall y García, 1992), por supuesto en pesca sobre manadas de delfines (Hall, Lennert y Arenas, 1992), y en "payaos" en Filipinas (Barut, 1992).

Es probable que la pesca de túnidos sobre FADS se expanda siguiendo con la tendencia aquí analizada. Se calculó que en la actualidad el número de registros es incrementado en un 50%. Este fenómeno quizá se deba al hecho de que cada vez más los pescadores obtienen una alta efectividad con la transformación de palos por métodos empíricos, ó por la composición de los FADS de acuerdo al material disponible. Las características de los FADS pueden irse modificando; quizá el hecho de representar una inversión económica la adición de radioboyas y así facilitar su localización y la pesca sucesiva. Por lo anterior se observa una tendencia a un cambio en el régimen de pesca, por inversión y explotación de manera similar, como ya ocurre en otras áreas y como se prevee según los objetivos de administración pesquera (Hilborn y Walters, 1992).

Los componentes de los FADS también pueden modificarse. La selectividad de las especies más importantes tiende a modificar los elementos. Los registros demuestran que el uso de camada en recipientes aumenta la eficiencia, esto puede atribuirse no solo a la disponibilidad de alimento (cebo ó camada), sino porque quizás también favorece la localización de los FADS por los peces, en función de la percepción química (Moyle y Cech, 1988).

Un enfoque de desarrollo de los FADS tomando en cuenta las conducta específica y la capacidad de percepción de los peces (visión, audición, desplazamientos de partículas, corrientes selectivas, ondas de presión), puede aprovechar sustancialmente esta asociación de los peces a los objetos flotantes expandiendo y haciendo más específica la pesquería (Bird y Cowx, 1993).

Los determinantes de la conducta y la capacidad de percepción de los peces son fundamentales para comprender la asociación atún-delfin y eventualmente poder aprovechar este conocimiento para mejorar el aprovechamiento de los recursos biológicos marinos.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

VII. CONCLUSIONES.

La variación espacial de lances y observaciones de FADS no muestran un patrón de distribución. La mayoría de los registros se localizan en las zonas costeras centroamericanas.

La variación temporal muestra aumentos con sus valores máximos de captura en 1990, último período de registros disponibles, para ambas especies; el mes de Junio para atún aleta amarilla y en Abril para barrilete.

Las características más frecuentes de cada uno de los componentes de los FADS son la forma cilíndrica, de un tamaño menor de 6 m, de color café y como constituyente más frecuente la "ballena artificial".

El elemento de localización más frecuente fué la radioboya; sin ser un elemento que influya en la captura de atún.

Las características de los FADS más importantes en la captura de Atún Aleta Amarilla es en presencia de "ballena artificial", con 8 elementos, de 7 tipos y con una heterogeneidad de dos elementos iguales y cinco diferentes.

La mayor captura de Barrilete se obtuvo en FADS sin carnada, con 5 elementos, de 5 tipos y con una heterogeneidad de 6 elementos iguales y dos diferentes ó 3 elementos iguales y 1 diferente.

La pesca de atún sobre FADS está en expansión y no muestra una disminución en la eficiencia de los lances.

Los FADS en el POT están siendo modificados constantemente en función de los "palos" que les dan origen, ó de los materiales disponibles para los pescadores que los modifican empíricamente.

Un número importante de FADS (30%) son usados repetidamente para lances positivos.

VIII. LITERATURA CITADA.

- Anónimo, 1976. Atlas Climatológico e Hidrográfico del Istmo Centroamericano. Publ. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. 367 (9 mapas).
- Arenas, P., 1990. The association of tuna with floating objects and dolphins, and a proposed movement cycle for yellowfin in the eastern Tropical Pacific. Com. per.
- Arenas, P., 1990. Tuna-log and Tuna-dolphin associations. Com. per.
- Barut, N. C., 1992. The payao fisheries in the Philippines and some observation on the behavior of tunas around payao. Boreau of Fisheries and Aquatic Resources Quezon City, Philippines. International Workshop on the Ecology and Fisheries for tunas associated with floating objects and on assessment issues arising from the association of tunas with floating objects. Inter-Am. Trop. Tuna Comm.
- Blackburn, M., R. M. Laurus, R. W. Owen y B. Zeitzschel. 1970. Seasonal and areal changes in standing stocks of phytoplankton, zooplankton and micro necton in the eastern tropical Pacific. Mar. Biol. 7: 14-31.
- Bennett, E. B. 1966. Monthly charts of surface salinity in the eastern topical Pacific Ocean. Bull. Inter-Am. Trop. Tuna Commn. 11(1): 1-44.
- Berger, W.H., Fischer, K., Lai, C. y Wu G. 1988. Ocean carbon flux: global maps of primary production and export production. In: C. Agegian (ed) Biogeochemical cycling and fluxes between the deep euphotic one and other oceanic realms. Symp. Series for Undersea Res. NOAA, Undersea Research Program Res. Rp. V 3(2). 131-176.
- Bird, D.J. y I.G. Cowx, 1993. The selection of suitable pulsed currents for electric fishing in fresh waters. Fish. Res. Vol. 18: 363-376.
- Buckley, R.M., Itano, D.G. y T.W. Buckley, 1989. Fish aggregation device (FAD) enhancement of offshore fisheries in American Samoa. Bull. of Mar. Sc. 44(2): 942-949.
- Com. Inter-Amer. del Atún Trop. 1987. Annual Report of the Inter-American Tropical Tuna Commission. 222p.

- Com. Inter-Am. del Atún Trop. 1989. Annual Report of the Inter-American Tropical Tuna Commission. 270p.
- Collete, B. and C.E. Naven, 193. Scombrids of the world: An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos, and related species know to date. FAO Fisheries synopsis (Species Catalogue) 125 (2).
- Cromwell, T. 1958. Thermocline topography, horizontal currents and "ridging" in the eastern tropical Pacific. Bull. Inter-Am. Trop. Tuna Commn. 3:134-164.
- Forsberg, E. D. 1969. On the climatology, oceanography and fisheries of the Panama Bight. Bull. Inter-Am. Trop. Tuna Commn. 14(2): 49-385.
- Gooding, R.M., and J.J. Magnuson. 1967. Ecological significance of a drifting object to pelagic fishes. Pac. Sci. 21: 486-497.
- Hall, M., Arenas P. y F. Miller, 1992. The association of tunas with floating objects and dolphins in the eastern Pacific Ocean. I: Environment and fishing areas. Inter-Am. Trop. Tuna Commn. (in Rev.).
- Hall, M., Lennert, C. y P. Arenas, 1992. The association of tunas with floating objects and dolphins in the eastern Pacific Ocean. II: The purse-seine fishery fot tunas in the eastern Pacific Ocean. Inter-Am. Trop. Tuna Comm. (in Rev.)
- Hall, M., García, M., Lennert, C., y P. Arenas, 1992. The association of tunas with floating objects and dolphins in the eastern Pacific Ocean. III: Characteristics of floating objects and their attractiveness for tunas. Inter-Am. Trop. Tuna Comm. (in Rev.)
- Hall, M. y M. García, 1992, The assosiation of tunas wiht floating objects and dolphins in the eastern Pacific Ocean. IV. Study of repetead sets on the same object. Inter-Am. Trop. Tuna Comm. (in Rev.)
- Hall, M., García, M., Parés-Sierra, A., y P. Arenas, 1992. The association of tunas with floating objects and dolphins in the eastern Pacific Ocean. V: Simulated trayectories of floating objects entering the eastern Pacific Ocean. Inter-Am. Trop. Tuna Comm. (in Rev.).
- Hilborn, R. y C. Walters, 1993. Cuantitative fisheries stock assessment choice, dynamics and uncertainly. Chapman and Hall Pub. U.K.

- Hoffman, J. A. J. 1975. Climatic Atlas of South America I. Maps of mean temperature and precipitation OMM, WMO. UNESCO, Paris and Cartographia, Budapest.
- Krebs, C.J., 1978. Ecology: The experimental analysis of Distribution and Abundance. Harpers & Row, N. Y., 678 p.p.
- Leetmaa, A. 1989. The interplay of El Niño and La Niña. *Oceanus*: 32(2): 30-34.
- Luna, O.A., 1994. Análisis de la pesquería del atún. *Informar*, Año 1, No. 7:18-19.
- Moyle, P.P. y J.P. Cech Jr., 1988. *Fishes and Introduction to Ichtiology*. Prentice Hall, USA, 559p.
- Muhlia, A. 1993. Tesis Doctoral "Retrospectiva del Atún Aleta Amarilla *Thunnus albacares* (Bonaterre 1788), el recurso y su administración en México". Facultad de Ciencias, UNAM.
- O'Brien, J. 1978. El Niño-An Example of Ocean/Atmosphere Interactions. *Oceanus*: 21(4): 40-46.
- Owen, R. W. y B. Zeitzchell. 1970. Phytoplankton productions: seasonal change in the eastern tropical Pacific. *Mar. Biol.* 7: 32-36.
- Philander, S. 1992. El Niño. *Oceanus*: 33(2): 56-61.
- Robinson, M. K. y R. A. Bauer. 1971. Atlas of monthly mean surface and subsurface temperature and dept of the top of the thermocline. North Pacific Ocean. Fleet. Num. Weather Central, Monterey, Ca. 95p.
- Roullot, J. Venkatasami, A. y Y. Soondron, 1988. Fishing of big pelagic fishes around fish aggregating devices in Mauritius. IOFC/Expert Consultation on the stock assessment of tunas in the Indian Ocean. 233-250 p.
- Sameoto, D. D. 1986. Influence of the biological and physical environment on the vertical distributions of mesozooplankton and micronekton in the eastern tropical Pacific. *Mar. Biol.* 93: 263-279.
- Shomura, R.S. y W.M. Matsumoto, 1982. Structured flotsam as fish aggregating devices. NOAA, Technical Memorandum, NMFS, 9p.

- Steinhauser, F. 1979. Climatic Atlas of North and Central America I. Map of mean temperature and precipitation. OMM, WMO, UNESCO, Paris and Cartographia, Budapest.
- Stephan, C.D. y D.G. Lindquist, 1989. A comparative analysis of the fish assemblages associated with old and new shipwrecks and fish aggregating devices in Onslow Bay, North Carolina. *Bull. of Mar. Sc.* 44(2): 698-717.
- Stevenson, M., 1981. Seasonal variations in the Gulf of Guayaquil, a tropical estuary. *Bol. Cient. y Tech. Inst. Nac. Pesca. Guayaquil, Ecuador* 4(1): 5-132.
- Thomas, W. H. 1977. Nutrient phytoplankton interrelationships in the eastern tropical Pacific Ocean. *Bull. Inter-Am. Trop. Tuna Comm.* 17(3): 172-212.
- Tsuchiya, M. 1970. Equatorial circulation of the South Pacific. In: Wooster, W. (ed) Scientific exploration of South Pacific. *Natl. Acad. Sci. Wash. D. C.* p. 69-74.
- Tsuchiya, M. 1974. Variation of the surface geostrophic flow in the eastern intertropical Pacific Ocean. *Fish. Bull.* 72: 1075-1086.
- Tsuchiya, M. 1982. On the Pacific upper-layer water circulation. *J. Mar. Res. (Suppl.)* 40: 777-799.
- Wooster, W. y T. Cromwell. 1958. An oceanographic description of the eastern tropical Pacific. *Bull Scripps Inst. Ocean.* 7: 169-282.
- Wyrki, K. 1964. The thermal structure of the eastern Pacific Ocean. *Deutsche Hydrogr. Zeits., Ergänzung-Sheft.* p: 1-84.
- Wyrki, K. 1965. Surface currents of the eastern tropical Pacific Ocean. *Bull. Inter-Am Trop. Tuna Comm.* 5: 269-304.
- Wyrki, K. 1966. Oceanography of the eastern equatorial Pacific Ocean. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 4: 33-68.
- Wyrki, K. 1967. Circulation and water masses in the eastern equatorial Pacific Ocean. *Int. J. Oceanol. Limnol.* 1 (2): 117-147.
- Yoshida, K. 1967. Circulation in the eastern tropical oceans with special references to upwelling and undercurrents. *Jap. J. Geophys. Res.* 4:17-29

Miró por sobre el mar y ahora se dio cuenta de cuán solo se encontraba. Pero veía los prismas en el agua profunda y oscura, el sedal estirado adelante y la extraña ondulación de la calma. Las nubes se estaban acumulando ahora para la brisa y miró adelante y vio una bandada de patos salvajes que se proyectaban contra el cielo sobre el agua, luego formaban un borrón y volvían a destacarse como un aguafuerte; y se dio cuenta de que nadie está jamás solo en el mar.

ERNEST HEMINGWAY.