



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar

TOPICO DE GRADUACION

**“OCEANOGRAFIA Y PESQUERIA DE LAS ESPECIES
PELAGICAS PEQUEÑAS EN EL ECUADOR”**

Previo a la Obtención del Título de:

OCEANOGRAFO

Presentado por:

Lina Barrazueta Q.

Cecilia Hernández L.

Martha Porras M.

Guayaquil - Ecuador

1.995

AGRADECIMIENTO



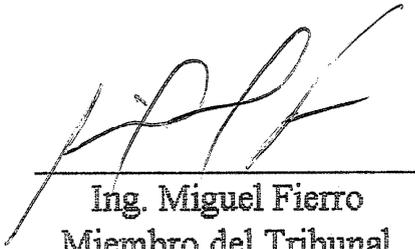
Al Oc. Johnny Chavarría, Director del Tópico,
por la valiosa ayuda prestada en el desarrollo de
este trabajo, la cual ha hecho posible la exitosa
culminación del mismo.



Oc. Johnny Chavarria
Director del Tópico



Ing. Eduardo Cervantes
Subdecano de la Facultad



Ing. Miguel Fierro
Miembro del Tribunal



Ing. Enrique Sánchez
Miembro del Tribunal

DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en este informe, nos corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL)




Lina Barraza Q.


Cecilia Hernández L.


Martha Porras M.



INDICE GENERAL

	Pág.
INDICE GENERAL	V
INDICE DE FIGURAS	VIII
INTRODUCCION	1
I CARACTERISTICAS DE LOS ECOSISTEMAS PELAGICOS ANALIZADOS	 5
1.1. Circulación y masas de agua	5
12. Afloramientos	19
13.. Productividad.....	24
1.4. Características biológico-pesqueras	32
1.4.1. Sardin a Peruana	36
1.4.1.1. Reseña histórica	36
1.4.1.2. Identidad	36
1.4.1.3. Distribución	37
1.4.1.4. Ciclo de vida	39
1.4.1.5. Relaciones ecológicas	42
1.4.1.6. Comportamiento	42
1.4.2. Macarela	46
1.4.2.1. Reseña histórica	46
1.4.2.2. Identidad	46
1.4.2.3. Distribución	47
1.4.2.4. Ciclo de vida	49
1.4.2.5. Relaciones ecológicas	51
1.4.2.6. Comportamiento	52
1.4.3. Pinchagua	54
1.4.3.1. Reseña histórica	54

	VII
3.1.3. Embarcaciones y sus artes de pesca	90
3.2. Tendencias de capturas	92
IV. ANALISIS DE VARIABLES BIOLOGICO-PESQUERAS	101
V. DISCUSION	110
CONCLUSIONES	132
RECOMENDACIONES	136
APENDICE	
FUENTES BIBLIOGRAFICAS DE LAS FIGURAS	139
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	144

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Distribución superficial de masas de agua en el Pacífico Suroriental durante a) verano-otoño, y b) invierno-primavera del hemisferio sur	16
2. Sistema de corrientes en el Pacífico Suroriental durante invierno-primavera del hemisferio sur (mayo-diciembre)	17
3. Sistema de corrientes en el Pacífico Suroriental durante verano-otoño del hemisferio sur (diciembre-abril)	18
4. Ficha de las características más representativas de <i>Sardinops sagax</i> (Sardina Peruana)	45
5. Ficha de las características más representativas de <i>Scomber japonicus</i> (Macarela)	53
6. Ficha de las características más representativas de <i>Opisthonema spp.</i> (Pinchagua)	60
7. Ficha de las características más representativas de <i>Cetengraulis mysticetus</i> (Chuhueco)	67
8. Ficha de las características más representativas de <i>Etrumeus teres</i> (Sardina Redonda)	70
9. a) Variabilidad de TSM en el PSO mediante la serie de tiempo Ship Track 1 b) Índice de Oscilación del Sur Guayaquil-Darwin	82

10.	Distribución de abundancia de clorofila <i>a</i> frente a la costa ecuatoriana	83
11.	Disposición normal de una red de cerco durante el proceso de captura	91
12.	Capturas anuales de a) Sardina Peruana, Macarela y Sardina Redonda, y b) Chuhueco y Pinchagua	99
13.	a) Porcentaje de las principales especies pelágicas pequeñas en relación a la captura total anual b) Distribución de las capturas de las principales especies pelágicas pequeñas en relación a la captura total anual	100
14.	a) Longitud-frecuencia de las capturas anuales de Sardina Peruana. Periodo 1982-1991 b) Distribución del número de individuos por edad en las capturas anuales de Sardina Peruana. Periodo 1982-1991	106
15.	a) Longitud-frecuencia de las capturas anuales de Macarela. Periodo 1982-1992 b) Distribución del número de individuos por edad en las capturas anuales de Macarela. Periodo 1982-1992	107
16.	a) Longitud-frecuencia de las capturas anuales de Pinchagua. Periodo 1982-1991 b) Distribución del número de individuos por edad en las capturas anuales de Pinchagua. Periodo 1982-1991	108
17.	Longitud-frecuencia de las capturas anuales de Chuhueco. Periodo 1987-1991	109
18.	Modelo generalizado de una pesquería	123

19. Distribución de la captura total anual de especies pelágicas pequeñas en comparación con el tamaño de la flota	124
20. Casos de alternabilidad entre especies afines a <i>Sardina Peruana</i> y <i>Anchoveta</i>	125
21. Profundización temporal de las isotermas de 15°C, 17°C y 25°C para el área comprendida entre 2°30'S - 3°30'S y 81°30'W - 83°00'W	126
22. Accesibilidad y vulnerabilidad de los recursos pelágicos al arte de cerco y arrastre de media agua	127
23. Capturas anuales de <i>Sardina Peruana</i> en el PSO	128
24. Capturas totales anuales en Perú y en la zona norte de Chile	129
25. Capturas anuales de <i>Trachurus murphyi</i> (Jurel) en el PSO	130
26. Distribución vertical de la biomasa frente a la costa ecuatoriana	131

INTRODUCCION

Según estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), para el año 1991 el continente asiático capturó el mayor porcentaje de la pesca mundial de peces marinos con el 42.8%, seguido por Sudamérica con el 18.5%, de un total aproximado mundial de 82 millones de toneladas métricas. Un alto porcentaje de las capturas de los países asiáticos no necesariamente es representativo de la riqueza de sus aguas adyacentes.

La captura correspondiente a los países desarrollados se ha mantenido con un ligero descenso a partir de 1988, sin embargo países en vías de desarrollo como Chile y Perú, han presentado un repunte y sus capturas están consideradas actualmente entre las seis principales potencias pesqueras del mundo junto con Japón, China, la ex Unión Soviética y Estados Unidos. El incremento en las capturas de nuestros vecinos obedece en parte a la recuperación de la anchoveta, pero otra parte muy importante está asociada a la explotación de nuevas áreas de pesca, como la de jurel en aguas oceánicas cercanas a las 200 millas, especie que junto con otras han sido tradicionalmente extraídas en tales áreas por flotas extraregionales (rusa, polaca, cubana, japonesa, etc).

Respecto a lo anterior cabe indicar que, primero en Chile y actualmente en Perú, sus autoridades han dado un gran impulso a las actividades relacionadas al quehacer

pesquero y es así que se puede hablar de un nuevo boom del sector, lo que ha propiciado un incremento en actividades conexas como construcción y ampliación de embarcaciones para obtener mayor capacidad y autonomía (Chile tiene ya un buque factoría), edificación de nuevas plantas de procesamiento, elaboración de nuevos productos, etc; siempre en relación a actividades de investigación científica y a la preparación de personal. De manera complementaria se está regulando la presencia de flotas extranjeras en la zona de explotación económica exclusiva (Perú rescindió el contrato con la flota rusa en 1991) lo que limita su presencia y permite una mejor administración de los recursos, en una época en la que se está discutiendo el manejo de stocks fuera de aguas jurisdiccionales.

En contraste con lo anterior, en Ecuador el sector ha presentado un retroceso o un estancamiento con respecto a la década anterior, especialmente en lo relacionado al plano investigativo. Esto es muy preocupante en un país cuya economía depende de sus recursos naturales, y en el cual la pesquería de especies marinas es la segunda industria más grande en el área de la costa, luego del camarón y soporta considerable empleo, generando ingresos de divisas de aproximadamente 93 millones de dólares americanos anuales (Subsecretaría de Recursos Pesqueros).

Dentro de estas pesquerías una de las más importantes es la de especies pelágicas pequeñas la cual inició su desarrollo con la introducción de la red de cerco en 1962, con la explotación de chuhueco-pinchagua especialmente, experimentando un rápido crecimiento a partir de 1974 con la pesca de sardina y macarela. Sin embargo, las

estadísticas pesqueras nacionales han mostrado en los últimos años una disminución alarmante en los niveles de extracción de la flota, tal es así que algunas especies comerciales prácticamente han desaparecido de las zonas tradicionales de pesca, produciéndose en otros casos, cambios importantes en su comportamiento habitual. Por otro lado, especies no tradicionales están reemplazando en las capturas, aunque no en los mismos volúmenes, a aquellas normalmente capturadas. La disminución en los volúmenes extraídos está relacionada directamente con factores oceanográficos, biológicos y, en un rango más amplio, pesqueros, que interactúan entre sí, destacándose entre ellos: el grado de explotación ejercida por la actividad extractiva, la dinámica de los recursos, y las características oceanográficas, de corto a largo plazo, del ecosistema marino.

Considerando que se ha profundizado muy poco en el estudio del efecto ocasionado, sobre esta pesquería, por los cambios oceanográficos que ocurren a distintas escalas de tiempo en el mar ecuatoriano, en el presente trabajo se busca relacionar fluctuaciones en los parámetros pesqueros con las condiciones oceanográficas prevalecientes frente a la costa del Ecuador, haciendo uso de datos pesqueros para el período 1965-1993 y analizando parámetros oceanográficos tanto en años considerados normales como en aquellos en que se han registrado grandes anomalías. Adicionalmente, se analizará esta pesquería en un contexto regional al relacionarla con sus similares de Perú y Chile, y además se hará una introducción al estudio de algunas especies no tradicionales.

Dado que la ciencia pesquera es una ciencia aplicada a un gran sistema pesquero edificado alrededor de un eje que es la pesca misma, con funcionamiento y comportamiento propio, y al tener la investigación pesquera un rol fundamental dentro de este contexto ya que abarca estudios interdisciplinarios que tienden a resolver problemas sobre conocimiento, explotación y aprovechamiento de los recursos marinos, el estudio realizado en esta tesis intenta ser un preámbulo para que se inicien en esta Facultad futuras investigaciones y actividades que permitan comprender el papel de la oceanografía como una ciencia pesquera, con el objeto de establecer un elemento importante a tener en consideración en la administración de la pesquería.

CAPITULO I

I. CARACTERISTICAS DE LOS ECOSISTEMAS PELAGICOS ANALIZADOS

1.1. MASAS DE AGUA Y CIRCULACION

La existencia de una relación directa entre el comportamiento de las especies pelágicas analizadas y las condiciones oceanográficas en las que se desarrollan, hace indispensable un análisis de tales condiciones, no sólo frente a la costa de Ecuador sino a nivel regional, centrandó este análisis en las masas de agua y la circulación de la zona (Figs. No. 1, 2 y 3). Por esta razón, para el presente estudio se definirá la zona en el Pacífico Oriental Tropical adyacente a la costas de Ecuador, Perú y el norte de Chile, como área PSO (Pacífico Suroriental), comprendida aproximadamente entre 3° N y 30° S.

En la región norte del área PSO, así como al norte de esta, se encuentra el Agua Tropical Superficial (ATS), la cual se forma en regiones donde superficialmente la temperatura es alta (superior a 25° C) y %a salinidad es baja (inferior a 33.8 ppm.) (Cucalón, 1982), debido a que la precipitación excede a la evaporación. Según Wyrski (1966) su límite meridional corre desde la costa, aproximadamente desde los 4° S, hasta el norte de las Islas

Galápagos; continúa hacia el oeste alcanzando los 4° N, donde coincide aproximadamente con el límite meridional de la Contracorriente Ecuatorial Norte. Su límite septentrional puede ser identificado con la isoterma de los 25° C que yace cerca de los 15° N y fluctúa en alrededor de 5 grados de latitud durante el año. La extensión vertical del ATS está limitada a la somera capa de mezcla, usualmente 20-50 m de profundidad, sin embargo, en el ramal sur de la Contracorriente Ecuatorial Norte, esta agua puede encontrarse en una extensión vertical de hasta 100 m.

Más al sur se localiza el Agua Subtropical Superficial (ASTS) la cual se forma en regiones donde la evaporación excede a la precipitación, caracterizándose por altas salinidades, con temperaturas que pueden variar en un amplio rango, de 28° a 15° C. Es identificada en el Pacífico Oriental por temperaturas superiores a 19° C y salinidades superiores a 35.1 ppm. Su centro coincide aproximadamente con el centro del giro anticiclónico del Pacífico Sur, y su límite meridional es la Convergencia Subtropical, cuya posición fluctúa ligeramente con la estación del año; en el este y en su límite septentrional el ASTS no puede ser determinada con precisión. Se ve frecuentemente separada de la costa peruana por una angosta franja de agua aflorada de baja temperatura. Al norte se identifica con la isohalina de 35 ppm, la cual, empezando en la costa cerca de los 5° S, corre al sur de las Islas Galápagos y luego hacia el oeste a lo largo del ecuador.

Entre los límites meridional y septentrional del ATS y del ASTS respectivamente, existe una zona de mezcla que se extiende desde la parte sur del ecuador (1° S - 3° S aproximadamente), en una dirección noroeste hasta pasar al norte de las Islas Galápagos, siendo más intensa cerca de la costa; a esta zona de mezcla se la conoce como Frente Ecuatorial, misma que algunos investigadores (Enfield, 1975; Calienes, 1989; Okuda *et. al.*, 1983) consideran como otra masa de agua del PSO y la denominan Agua Ecuatorial Superficial. La intensidad y la posición del frente varía estacionalmente y de un año a otro, además el extremo oriental del mismo puede sufrir continuos desplazamientos latitudinales.

Pak y Zaneveld (1974), tentativamente concluyeron que el afloramiento ecuatorial contribuye en forma permanente con el aporte de agua fría al Frente, mientras la corriente de Perú presenta una contribución estacional al Frente Ecuatorial en la región entre la costa de Perú y las Islas Galápagos.

Otras de sus conclusiones consideradas más importantes para este estudio son:

- 1.- El afloramiento ecuatorial asociado a la divergencia inducida por el viento y la Subcorriente Ecuatorial (Corriente de Cromwell), parece ser el

mayor origen del agua fría del Frente Ecuatorial al oeste de las Islas Galápagos.

2.- La Subcorriente Ecuatorial se extiende al este de las Islas Galápagos más allá de los $85^{\circ}30'$ W encontrándose así la subcorriente asociada con el afloramiento al lado este de las Islas Galápagos.

3.- Se observa que un bien definido Frente Ecuatorial está asociado con el afloramiento ecuatorial al este de las Islas Galápagos.

4.- Sugieren que en adición a la Corriente de Perú, el afloramiento asociado a la Subcorriente puede ser el mayor origen del agua fría del Frente Ecuatorial en la región de las Galápagos entre los 3° N y 3° S.

Por otro lado, Wyrcki (1965) observó que durante el periodo de fuertes alisios del sureste (mayo-diciembre) (Fig. No. 2), en la Bahía de Panamá se forma un remolino ciclónico débilmente desarrollado de forma elíptica cuya rama oriental es la Corriente de Colombia que fluye hacia el Norte a lo largo de la costa. En esta época la Corriente del Perú (Humboldt) y la Corriente Ecuatorial Sur son fuertes y algo de agua fluye hacia el norte a través de la línea equinoccial entre el Ecuador y las Islas Galápagos. Debido a esto el Frente Ecuatorial es normalmente evidente, especialmente en los meses de julio a septiembre cuando se desarrolla con mayor

intensidad, ubicándose en su posición más septentrional. En esa época el ATS se encuentra confinada a la costa norte de Ecuador, mientras que el ASTS es evidente en el límite exterior del Golfo.

Allanca (1990) observó a lo largo de la costa ecuatoriana la existencia de un flujo con tendencia hacia el norte, producto del ramal oriental de la corriente de Humboldt en su giro hacia el oeste, que se origina por la desviación de los vientos alisios del SE debido a la configuración continental alrededor de 5° S y desde donde predominan los vientos del sur y del suroeste, siendo estos más notorios cerca de la costa, principalmente en el sector centro-sur costero del Ecuador. Este flujo ha sido nombrado Corriente Costanera del Ecuador.

Durante el periodo de fuertes alisios del noreste (fines de diciembre - abril) (Fig. No. 3), el remolino ciclónico en la Bahía de Panamá está fuertemente desarrollado, presentando una fuerte surgencia. Justo al norte del ecuador parte de este flujo gira hacia el oeste y se incorpora a la región septentrional de la Corriente Ecuatorial Sur mientras que a lo largo de la costa de Ecuador algo de agua puede atravesar el ecuador hacia el sur, conociéndose a este flujo como Corriente del Niño la cual es una característica anual de la circulación costera que normalmente alcanza los 2° o 3° S. Para esta época las corrientes Peruana y Ecuatorial Sur son más débiles y el Frente puede estar ausente o desarrollado muy débilmente e

intersectando la costa más lejos al sur en Perú, por lo tanto frente al Ecuador el ASTS estará ausente y se encontrará únicamente AIS (Wyrki, *op. cit.*).

Stevenson y Taft (1971) encontraron la existencia de un núcleo de alta salinidad subsuperficial situado por debajo de la zona sur del Frente Ecuatorial lo cual está asociado con el flujo de la Subcorriente Ecuatorial. Esta subcorriente fluye hacia el este desde por lo menos 140° W hasta 92° W (Enfield, 1975), viajando a lo largo del eje ecuatorial entre 2° N y 2° S, entre profundidades de 30 a 300 m (Sonnenholzner, 1993).

Flujo hacia el este también ha sido encontrado al este de las Islas Galápagos y se considera que es una extensión de la Subcorriente Ecuatorial (Pak y Zaneveld, 1973; Moreano, 1983; Lucero y Cornejo, 1990; Sonnenholzner, *op. cit.*). Adicionalmente, se han hallado evidencias de que la Subcorriente se bifurca tanto hacia el norte como hacia el sur de las Galápagos; el ramal sur se halla desde los 2° S hasta los 4° S, a los 82° W, donde se ha encontrado evidencias de afloramientos por análisis de masas de agua al haberse asociado esta corriente con la presencia de AEES (Agua Ecuatorial Subsuperficial).

El AEES se forma en la región ecuatorial oriental subsuperficial del Pacífico, en donde la circulación anticiclónica no penetra o tiene una

menor influencia relativa, estando íntimamente relacionada a la presencia del termoclin que cuya temperatura se encuentra en un rango de 13 a 15° C, y al máximo salino subsuperficial que fluctúa entre 34.9 y 35.1 ppm. Debido a la débil circulación, largo tiempo de residencia y coincidencia con capas superficiales de alta productividad, estas aguas en su extensión hacia el sur, coinciden con la presencia de una capa de mínimo oxígeno. En aguas ecuatorianas el contenido de oxígeno es relativamente mayor (Wyrki, 1967).

Zuta y Guillén (1970) proponen una diferenciación para este tipo de agua en la costa del Perú, distinguiendo como AESS aquellas asociadas a valores relativamente altos de salinidad (34.9 - 35.1 ppm) y de oxígeno que se vincularía a la corriente de Cromwell y circulación subsuperficial de la zona norte del Perú, y como Aguas Ecuatoriales Profundas (AEP) a aquellas con salinidades inferiores y coincidentes con el mínimo de oxígeno que serían las que se extenderían hacia el sur, caracterizándose por tener temperaturas entre 13° y 7° C y salinidades entre 34.9 y 34.6 ppm, a una profundidad que fluctúa entre los 150-700 m (Guillén 1976).

En la zona norte de Chile esta masa de agua se ubica entre aproximadamente los 100 y los 400 m de profundidad y los 14° y 8° C de temperatura y está asociada a un máximo salino subsuperficial que fluctúa entre los 34.76 ppm en otoño-invierno y los 34.91 ppm en verano. El

mínimo de oxígeno asociado a ella presenta valores generalmente inferiores a 0.5 ml/l, alcanzando en la costa contenidos por debajo de los 0.25 ml/l.

En su extensión hacia el sur y debido a la influencia de la corriente de Humboldt (mencionada también a veces como Corriente de Chile en la costa chilena y Corriente Costera Peruana en la costa del Perú), la capa superior de las aguas ecuatoriales subsuperficiales, se ve afectada de manera tal que se desarrollan dos máximos salinos y correspondientes mínimos de O₂, uno netamente costero asociado a la Contracorriente Subsuperficial Peruano-Chilena y otro oceánico más atenuado, tal vez relacionado con la Contracorriente Oceánica Peruana (Peru Countercurrent) descrita por Wyrčki (*op. cit.*) para los 80° W. La extensión hacia el sur de la influencia de la Contracorriente Costera ha sido señalada como probablemente superando los 41° S. La extensión de la Contracorriente Oceánica no ha sido estudiada en detalle, pero probablemente supera los 33° S.

Enfield (1975) llama Agua Costera Peruana (ACP) al cuerpo de agua formado en una estrecha faja a lo largo de la costa peruana y cuyo límite septentrional se ubica aproximadamente en los 4° S. Esta masa de agua puede considerársela como ASTS modificada por la mezcla horizontal con los afloramientos costeros de aguas frías y salinas. Es identificada por

temperaturas entre 19° C y 15° C y salinidades entre 35.1 ppm y 34.9 ppm. En esta misma región, Guillén (*op. cit.*) ha definido la siguiente distribución de corrientes: frente y a lo largo de la costa peruana, fluye hacia el noroeste la Corriente Costera del Perú y más lejos de la costa la Corriente Oceánica del Perú que también se dirige hacia el noroeste como parte de la circulación anticiclónica del Océano Pacífico Sur. Estas dos corrientes están generalmente separadas por un flujo débil e irregular hacia el sur, que es la Contracorriente del Perú, la cual es subsuperficial pero ocasionalmente llega a la superficie permaneciendo ausente de esta durante los meses de julio a octubre y mostrando su mayor intensidad en los meses de noviembre a febrero. La Corriente Costera del Perú y la Corriente Oceánica del Perú, en los meses de julio a octubre forman un solo flujo uniforme hacia el noroeste para luego integrarse a la Corriente Surecuatorial.

El Agua Subantártica (ASA) tiene su origen en la región norte del Frente Polar y se caracteriza por temperaturas entre 15° y 13° C y salinidades inferiores a 34.8 ppm. Al norte de Chile, al igual que en la región costera sur del Perú, esta masa de agua se ubica entre el borde inferior de la termoclina estacional y aproximadamente a los 80 m de profundidad, aunque en zonas más alejadas de la costa (i.e., 80° W) puede alcanzar más de 150 m.

Estas aguas conforman, salvo excepciones, el contingente del afloramiento costero en el norte y centro de Chile y se tornan netamente superficiales desde aproximadamente los 27° S, especialmente en los inviernos de periodos fríos. La formación del mínimo salino, cuyos valores fluctúan en la zona costera entre aproximadamente los 34.5 y 34.25 ppm, parece estar ligada estrechamente a las variaciones estacionales de la estructura térmica superficial (Wyrki, *op. cit.*).

Cercana a la costa la Contracorriente Subsuperficial Peruano-Chilena (llamada también Undercurrent o Ghunter Current) fluye hacia el sur frente al Perú. Al sur de 15° S se caracteriza por su relativamente alta salinidad y temperatura y bajo contenido de oxígeno disuelto.

Para la región chilena del área PSO, Robles, Alarcón y Ulloa (1976) han descrito para la zona comprendida entre los 18° y 33° S un sistema de corrientes directamente relacionado con el descrito para la zona costera peruana. Así tenemos, por el SW el flujo hacia el norte de la Corriente Oceánica Chileno-Peruana que alcanza en la zona una profundidad de 200 o más metros en el otoño, con velocidades geostróficas relativas ligeramente superiores a 0.1 nudos. El origen de esta corriente es fundamentalmente subantártico.

Inmediatamente hacia el este se observa un flujo hacia el sur, que es la misma Contracorriente Oceánica Peruana presente en el sistema de corrientes peruano. Esta corriente ingresa a la zona hacia los 77° W, tomando luego una dirección SE.

Centrado a los 73° W se observa el flujo hacia el norte, de origen subantártico, correspondiente a la Corriente de Humboldt que se desplaza a través de toda la zona. Esta corriente seguramente se extiende por el norte, hasta la costa peruana, para conformar la Corriente Costera Peruana.

La contracorriente que aparece inmediatamente hacia la costa, corresponde a la que se ha denominado Contracorriente Costera de Chile; este flujo hacia el sur parece tener marcadas variaciones estacionales.

Finalmente, en la región netamente costera y a partir de los 28° S se observa hacia el norte la que se ha denominado Corriente Costera de Chile.

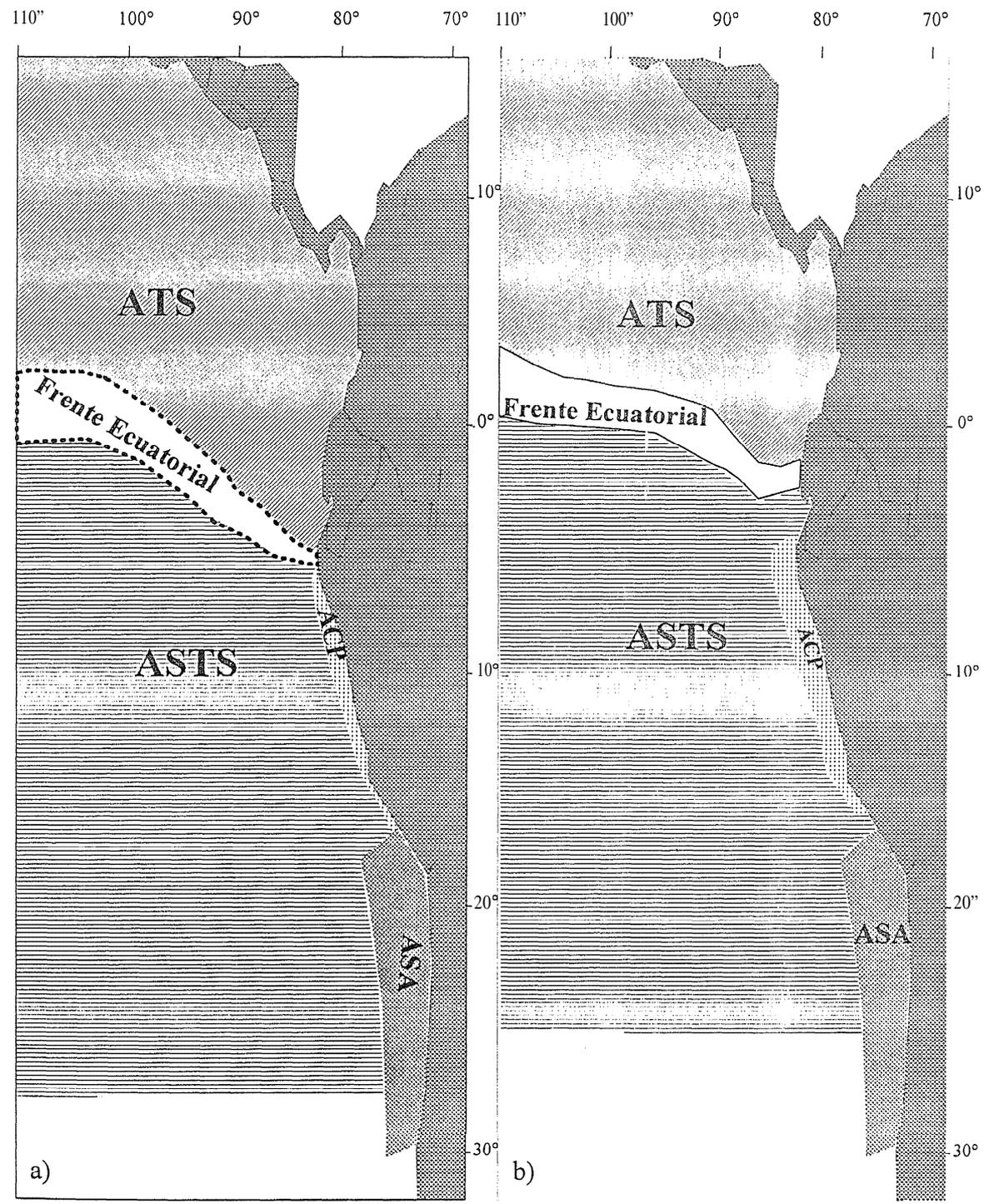


Figura No. 1: Dristibución superficial de masas de agua en el Pacífico Suroriental durante a) verano-otoño, y b) invierno-primavera del hemisferio sur

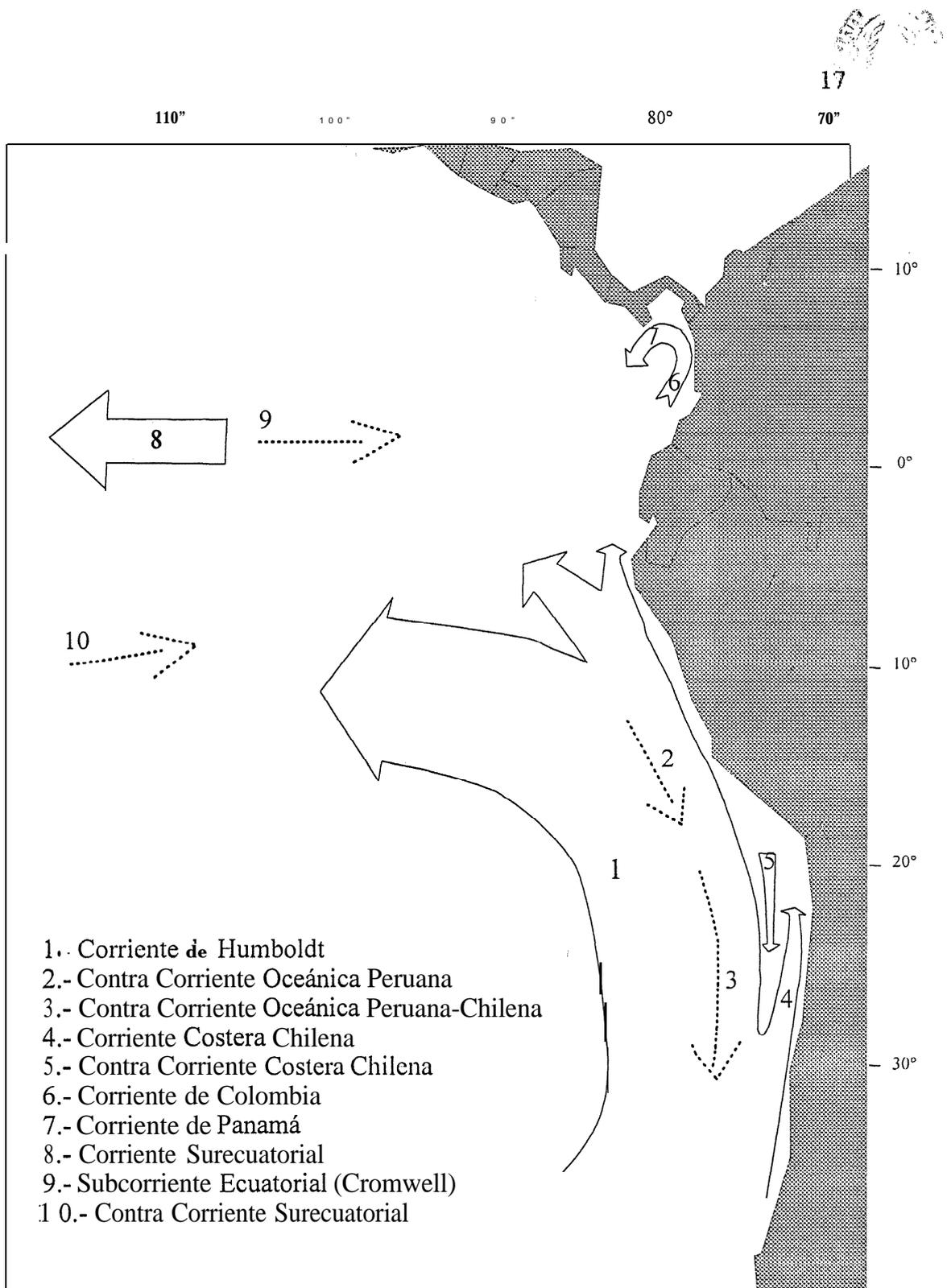


Figura No. 2: Sistema de corrientes en el Pacífico Suroriental durante invierno-primavera del hemisferio sur (mayo-diciembre)

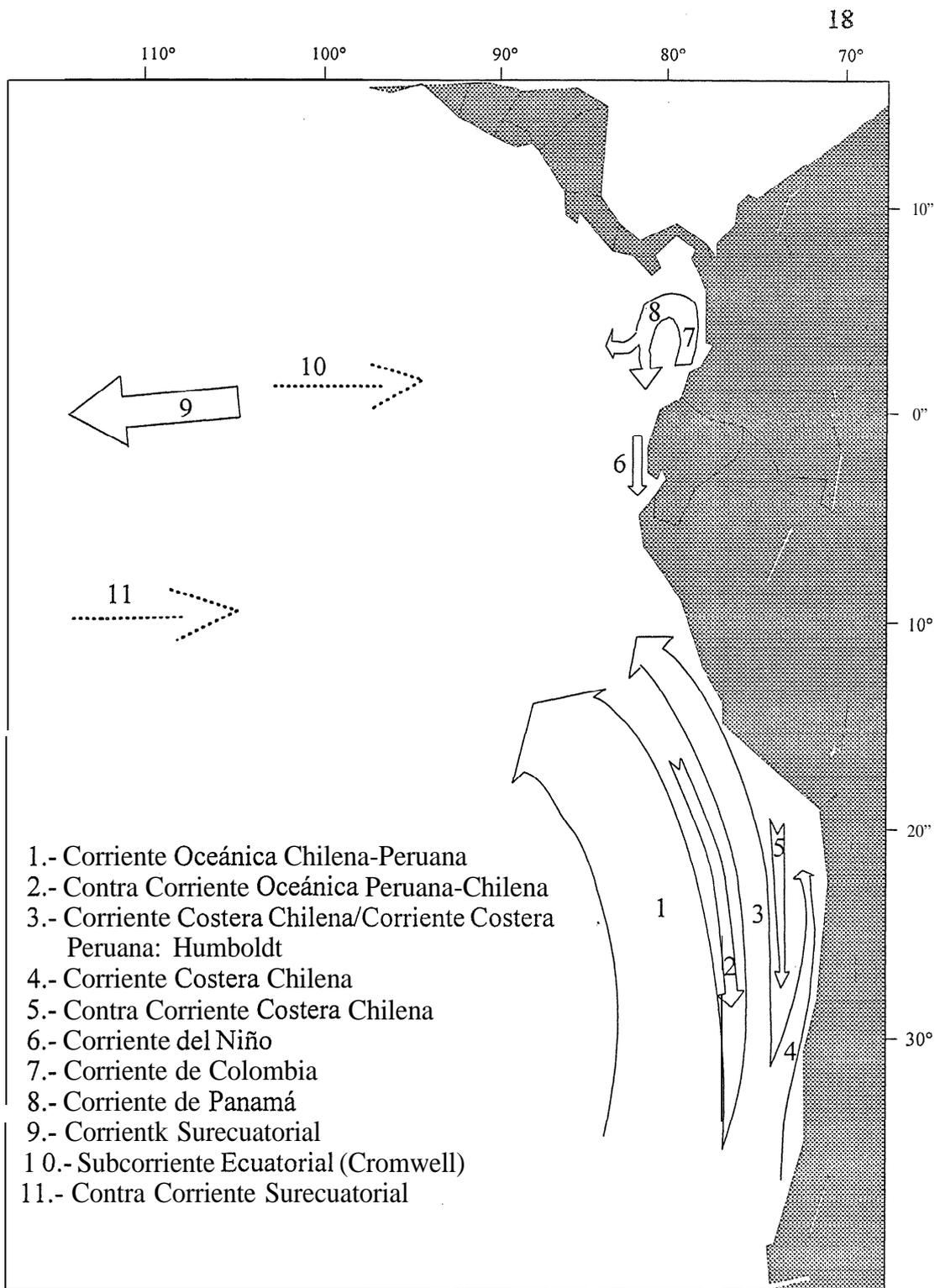


Figura No. 3: Sistema de corrientes en el Pacífico Suroriental durante verano-otoño del hemisferio sur (diciembre-abril)

1.2. AFLORAMIENTOS

Uno de los procesos oceanográficos y ecológicos más importantes de los sistemas de margen oriental, es el afloramiento costero. Este fenómeno es causado por el estrés del viento sobre la superficie del mar y por la presencia de una frontera, la costa. Los vientos, al acoplarse con la superficie del mar, por fricción mueven las capas superficiales transmitiéndoles movimiento. En el hemisferio sur, cada capa por debajo de la superficie, debido a la rotación de la tierra, tiende a desviarse cada vez más hacia la izquierda de la dirección en que sopla el viento, así, cuando el viento sopla de sur a norte, el resultado neto es que la capa superficial influenciada por el viento se desplaza hacia el oeste (transporte de Ekman). Este desplazamiento genera una divergencia adyacente a la costa, la que fuerza a ascender hacia la superficie las aguas ubicadas por debajo. Como la aparición del fenómeno depende de la intensidad, dirección y persistencia de los vientos locales, las surgencias presentan estacionalidad marcada (Bernal, 1986). La importancia de estas zonas radica en el hecho de que el fitoplancton encuentra suficientes nutrientes para crecer, ya que el suplemento de los mismos es constante.

Los afloramientos costeros son procesos que integran la circulación oceánica, por lo que no se los puede considerar como un fenómeno aislado (Santander, 1976), tanto el afloramiento costero (e n tnes

cúbicos/segundo/metros de línea costera) como la turbulencia (m^3/s^3) en la capa superficial del mar pueden afectar grandemente a los recursos pesqueros, principalmente en los procesos reproductivos, supervivencia de larvas y por lo tanto en el reclutamiento de estos (Mendo, *et. al*, 1987).

En el Ecuador se ha comprobado que la Subcorriente Ecuatorial (Corriente de Cromwell) puede aflorar en ciertas épocas del año en áreas al oeste y al este de las Islas Galápagos, originando una alta productividad biológica del plancton que determina que en estas áreas se localicen importantes recursos pesqueros (sardinas, atunes, etc.); en algunas épocas se produce una dispersión mayor de esta productividad como consecuencia de una divergencia oceánica en aguas próximas al continente. En investigaciones previamente realizadas se ha comprobado a través de la distribución del plancton que mucha de la fertilidad biológica de la costa del Ecuador es afectada por las corrientes ecuatoriales de origen oceánico (OEA, Ecuador 19714981).

Los diferentes procesos que originan los afloramientos, y por lo tanto la fertilidad marina, y las áreas en que se localizan no han sido aún claramente determinadas en el mar ecuatoriano (Chávez y Barber, 1985), siendo su estudio de gran importancia tanto desde el punto de vista oceanográfico como por su efecto en los recursos pesqueros de la región.

Una de las mayores áreas de afloramientos en el mundo se produce a lo largo de la costa peruana, que al incidir en las aguas de la Corriente del Perú la fertilizan produciendo la fotosíntesis (Santander, *op. cit.*). Guillén (1970) concluyó que los orígenes de los afloramientos a lo largo de la costa peruana pueden ser principalmente los siguientes:

- Las aguas de la extensa corriente de: Cromwell, las cuales afloran principalmente entre los 4° y 6° S, y que contribuyen en parte al afloramiento al norte de los 9° S.
- Las aguas provenientes de la Contracorriente Subsuperficial Peruano-Chilena, las cuales afloran principalmente al norte de los 12° S, y que eventualmente durante el verano y el otoño, pueden influenciar en el afloramiento más hacia el sur.
- Las aguas templadas subantárticas, las cuales vienen del sur a través del flujo chileno, y que principalmente afloran al sur de los 14° S.

Según Barber y Smith (1981), la dimensión del afloramiento costero está relacionada con el radio de deformación de Rossby. Este radio depende de la fuerza de Coriolis y se puede calcular aproximadamente como $R = C/f$, donde C es la fase baroclínica de una onda Kelvin (2.75 m/seg) y f es la fuerza local de Coriolis (Chávez y Barber, *op. cit.*).

El afloramiento típico y permanente se presenta entre 14° y 16° S, no obstante también ocurren afloramientos importantes durante gran parte del año entre las latitudes de 4-6°, 7-8° y 11-12° S. Aunque el afloramiento usualmente ocurre a través de todo el año, este es máximo durante el invierno y menos intenso durante el verano, época en la cual aguas cálidas avanzan hacia el sur a lo largo de la costa de Perú, normalmente hasta los 5° S (Santander, *op. cit.*).

Los procesos de surgencia en la zona norte de Chile provocados por los vientos predominantes del sur y suroeste muestran interesantes variaciones de carácter estacional y zonal en relación a las condiciones prevalecientes en períodos fríos y cálidos y a las características de las masas de agua superficiales y subsuperficiales que participan en el afloramiento durante dichos períodos. Sin embargo, el patrón general puede presentar a veces importantes excepciones locales (Robles *et. al.*, 1976). En esta área del PSO los afloramientos son máximos en primavera y en la zona central de Chile durante primavera tardía y verano (Bernal, *op. cit.*).

En la costa norte de Chile (Arica-Iquique, aprox. 18°-20° S) parece aflorar preferentemente agua de origen ecuatorial subsuperficial mientras que al sur de Mejillones (23° S) la surgencia es de origen preferentemente subantártico. La localización de los focos de surgencia muestra también

una notable persistencia con especial referencia al ubicado en el área correspondiente a la Península de Mejillones. Finalmente se ha encontrado una estrecha correlación entre las variaciones ambientales estacionales y periódicas observadas y las fluctuaciones en la abundancia relativa de recursos pelágicos costeros en la zona norte del país. Además se ha llegado a la conclusión de que los períodos en que la velocidad del viento es baja durante la época de desove, posiblemente permiten el mantenimiento de alimento larval en forma de parches concentrados (Robles *et. al.*, *op. cit.*).

Se ha podido determinar que incluso en El Niño 1982-83, que ha sido el más fuerte registrado hasta hoy, y en eventos previos de este tipo, los vientos costeros que manejan los afloramientos costeros no fueron debilitados. De hecho, los vientos costeros pueden intensificarse durante El Niño debido a las incrementadas diferencias térmicas entre el continente y el océano. Tal parece que durante El Niño el afloramiento costero continua, pero el agua llevada por la circulación del afloramiento costero es más cálida y pobre en nutrientes. A medida que la termoclina se profundiza progresivamente hacia y por debajo de la superficie de surgencia (40-80 m), el afloramiento costeros transportará cantidades cada vez menores de nutrientes hacia la superficie (Barber y Chávez, 1983; Zuta *et. al.*, 1976; Cowles *et. al.*, 1977).

1.3. PRODUCTIVIDAD

La productividad del PSO esta muy ligada a la hidrografía de cada región costera que lo conforma, presentando por lo tanto importantes variaciones latitudinales y longitudinales así como temporales.

En consecuencia, es necesario estudiar algún parámetro que nos permitan obtener una visión de la distribución, abundancia y variación que experimenta la productividad en el área estudiada, como una forma de conocer el potencial fitoplanctónico que poseen las aguas para el mantenimiento de la pesquerías pelágicas.

Regiones oceánicas tales como el PSO, por tener una termoclina cercana a la superficie y una capa de mezcla muy superficial, son biológicamente más ricas que otras regiones, esto se debe a que la estructura térmica de gran escala provee la oportunidad de incrementar simultáneamente la captación de luz solar y los nutrientes (Barber y Chávez, 1983).

La cantidad de clorofila *a* de los organismos fotosintetizadores del fitoplancton, si bien es cierto no es un indicador directo de productividad primaria, ha sido utilizada por mucho tiempo como un índice de la capacidad potencial que tienen los vegetales para captar energía radiante y realizar síntesis de materia orgánica.

En Ecuador la relación entre el máximo de clorofila *a* y la termoclina no está bien definida, lo que ha dado origen a variados criterios que tratan de explicar los factores que determinan la distribución vertical de clorofila *a*. Es evidente que los procesos circulatorios de una masa de agua influyen en la distribución de los organismos, pero en muchas ocasiones, las condiciones ambientales, como la luz, temperatura y nutrientes, pueden actuar decisivamente en la concentración y composición de las estructuras fitoplanctónicas a través de la columna de agua. El exceso de la luz solar, propio de las regiones tropicales, deteriora los cromatóforos, particularmente de aquellas células que se encuentran en las capas superficiales. Este fenómeno conocido como fotoinhibición, aún no ha sido estudiado en las aguas del Golfo de Guayaquil, pero se cree que podría ser un factor determinante en la localización del máximo de clorofila *a* detectado por Peribonio (1981) al nivel de la termoclina. La actividad zooplanctónica sobre el fitoplancton y el hundimiento de células envejecidas o parcialmente digeridas podrían dar lugar a la acumulación de pigmento degradado (feopigmento) en las capas estratificadas profundas, esto explicaría el incremento del porcentaje de feopigmento a través de la termoclina. En cambio, en las estaciones someras, la presencia de un elevado porcentaje de feopigmento en las capas inmediatas al fondo, sería el resultado de clorofila detrítica asociado a sedimento resuspendido.

Las diatomeas y los coccolitofóridos son los dos grupos fitoplanctónicos cuantitativamente más importantes en la producción primaria del mar ecuatoriano. Existen evidencias de que, especialmente en los trópicos, el fitoplancton se encuentra en niveles más atenuados de luz, produciéndose en algunas ocasiones una inhibición de la fotosíntesis en el fitoplancton por la fuerte radiación solar. Estas consideraciones parecen que para nuestra zona determinan las menores concentraciones de fitoplancton en la superficie del mar, localizándose en los niveles subsuperficiales las condiciones óptimas de la incidencia de la luz solar que determinarían las mayores concentraciones para el nivel de los 10-20 m de la columna de agua, tal como lo han descrito Jiménez y Bonilla (1980). Ellos observaron también que la distribución vertical del fitoplancton para las aguas costeras del Ecuador, ha presentado igualmente mayores concentraciones entre 10 y 20 m, con concentraciones menores en la superficie y bajo los 30 m de profundidad.

Por otro lado las zonas frontales revisten también una valiosa importancia biológica para las pesquerías. Se sabe desde hace mucho tiempo, que el contacto entre una masa de agua fría y rica y una masa de agua cálida y pobre se traduce en un aumento de la producción y de la biomasa en la vecindad del frente (French y Menz, 1983). Las zonas frontales son conocidas por ser ricas en biomasa animal, especialmente en los niveles

tróficos superiores. Se ha determinado que los desplazamientos de agua en las zonas frontales ponen en contacto comunidades de madurez diferentes, resultando transferencias de biomasa y energía e incidencias sobre la dinámica de las poblaciones encontradas de una y otra parte del contacto. Jiménez y Bonilla (*op. cit.*) encontraron que las particulares características del Frente Ecuatorial favorecen las altas concentraciones de biomasa de fitoplancton, microplancton y macrozooplancton asociadas a la parte sur del frente; una situación similar se ha detectado en la región frontal de la Corriente Kuroshio (Nakata *et. al.*, 1995).

De entre las ATS, las AES y las ASTS, Okuda *et. al.* (1983) caracterizan a las aguas provenientes del sur (ASTS) como las más ricas en nutrientes debido a la mezcla que mantienen con las ACP surgidas al norte de la costa peruana desde las capas más profundas con relativo alto contenido de nutrientes; en esa zona ellos atribuyen una baja actividad biológica a la escasez de productores primarios, mientras que las aguas provenientes del norte (ATS) son deficientes en nutrientes, especialmente en nitratos, sin embargo presentan una mayor actividad biológica.

En el siglo XIX ya se tenía conocimiento de la abundancia de vida en esta región y se la calificaba como el área marina más rica del mundo. Ya a principios del siglo XX se había establecido la relación entre las aguas frías del océano y los ricos recursos pesqueros. En 1918 Coker sugirió

que el proceso de afloramiento permite la presencia de aguas frías en este ambiente tropical y aventuró la idea que tal vez la mayor solubilidad de los gases en el agua de mar explicaba la capacidad de las aguas que afloran de las profundidades, de soportar un mayor “crecimiento de las minúsculas plantas que constituyen la base de la alimentación de todos los animales marinos”. Sin ayuda de análisis químico alguno, Coker se aproximó asombrosamente a la realidad. Actualmente se entiende que las altas concentraciones de nitrógeno, fósforo y silicio disponibles en el agua fría que aflora explican la singular riqueza biológica de los océanos en las costas de esta región (Barber *et. al.*, 1986).

Se ha determinado que, cuando el afloramiento impulsado por el viento es máximo, la producción primaria se reduce considerablemente a un tercio del valor medio para el resto del año. El nivel de producción primaria en toda la región antes señalada es relativamente alto. Barber *et. al.* (*op. cit.*) pudo predecir una producción primaria anual de 1.2×10^{14} gC/año en la región de afloramiento tomando como base dos estimados, el de la producción primaria ($900 \text{ gC/m}^2/\text{año}$ ó $3.00 \text{ gC/m}^2/\text{día}$) y el de la extensión del área ($13 \times 10^{10} \text{ m}^2 = 1300 \text{ Km}$ en sentido paralelo a la línea costera x 100 Km en sentido perpendicular a la línea costera). Observaciones de este tipo sugieren que la eficacia de transferencia de energía o la porción de productividad primaria consumida por los peces deben ser mucho menores que lo que anteriormente se pensaba.

Un hecho extraordinario que evidencia esto lo constituye el colapso de la pesquería de anchoveta del Perú, cuyos volúmenes de captura no volvieron a equipararse con los registrados en la década del sesenta aún cuando paralelamente al decrecimiento de la anchoveta se incrementaron las poblaciones de sardina, jurel y caballa, esto debe haber alterado la estructura de la cadena alimenticia costera por reducción de la presión alimenticia sobre el fitoplancton. Santander (1986) cree que bajo la termoclina, en la plataforma continental en el área norte de Perú, la alta utilización de oxígeno por la gran biomasa fitoplanctónica en la zona eufótica, excedería la tasa de provisión de oxígeno del afloramiento produciendo un balance precario entre el consumo y la provisión de oxígeno. Además se estaría presentando un incremento en el flujo de carbón hacia los sedimentos originado por la mayor sedimentación de las poblaciones de fitoplancton no utilizadas.

Frente a la costa peruana el promedio anual de clorofila *a* superficial es de 1.47 mg/m^3 , con un rango de $0.18 - 5.27 \text{ mg/m}^3$ (Guillén e Izaguirre, 1973), hallándose los valores más altos cerca de la costa con concentraciones mayores a 2 mg/m^3 , mientras que los valores menores a 1 mg/m^3 se hallaron en las aguas subtropicales superficiales y aguas ecuatoriales superficiales (Guillén, 1976).

En esta área la distribución de clorofila a es baja y homogénea lejos de la costa, mientras que cerca de ella es irregular y generalmente presenta un máximo que se ubica en las capas superiores; este máximo suele situarse cerca de la base de la zona eufótica en la región de la termoclina, esto es, en la capa de 0 a 20 m (Zuta y Guillén, 1970; Guillén e Izaguirre, *op. cit.*; Guillén y Rojas de Mendiola, 1974; Guillén, *op. cit.*). Un valor máximo de **212** mg/m² de clorofila a fue encontrado por Zuta y Guillén (*op. cit.*) para la capa de 0 a 100 m. Guillén e Izaguirre (*op. cit.*) encontraron que durante el invierno cuando la estabilidad disminuye, la distribución de la clorofila a es bastante uniforme con la profundidad. La concentración de la clorofila a estaría también relacionada con la latitud y la estación del año.

Más hacia el sur en la zona norte de Chile 'se encuentra una riqueza fitoplanctónica en las zonas costeras coincidente con los fenómenos de afloramientos. A lo largo de la costa existe una diferencia marcada en las concentraciones de clorofila a , sin embargo de manera general se observa una mayor capacidad fotosintética para las aguas costeras en relación a las oceánicas. Alrededor de los 78° W se localiza un núcleo que podría deberse a la divergencia producida entre el flujo hacia el norte de la rama oceánica de la corriente de Humboldt y el flujo hacia el sur detectado en las proximidades del Archipiélago Juan Fernández (Ramírez *et. al.*, 1976).

En general, en esta zona se puede apreciar que:

1. Las regiones de alta productividad; están situadas en las áreas costeras comprendidas entre los 18° y 25° S y en una región oceánica localizada alrededor de los 75° W, frente a Arica.
2. Las regiones de mediana productividad están situadas alrededor de los 30° S, y también en las regiones oceánicas que coinciden con el flujo hacia el sur de la Contracorriente Oceánica Peruana-Chilena.
3. Las regiones de baja productividad están situadas fundamentalmente frente a Huasco (cerca de los 28° S) y también en las regiones coincidentes con el flujo hacia el norte de la rama oceánica y costera de la Corriente de Humboldt (Ramírez *et. al.*, *op. cit.*).

1.4. CARACTERISTICAS BIOLOGICO-PESQUERAS

Para el área PSO las pesquerías pelágicas se encuentran distribuidas en una zona que se extiende desde 1° S hasta 42° S aproximadamente, en donde la mayoría de los cardúmenes se encuentran compuestos de dos o más especies.

Las pesquerías de especies pelágicas pequeñas más importantes en el Ecuador son: *Sardinops sagax* (Sardina peruana), *Scomber japonicus* (Macarela), *Etrumeus teres* (Sardina redonda), *Opisthonema spp.* (Pinchagua) y *Cetengraulis mysticetus* (Chuhueco).

Esta pesquerías mantienen una estrecha relación con respecto al medio físico en el que se desarrollan, se podría comenzar mencionando una de las características más importantes, el Golfo de Guayaquil, el que con una área aproximada de 12000 Km², constituye el estuario más grande de la costa del Pacífico de Sudamérica y está localizado en un clima tropical que tiene marcadas temporadas secas y lluviosas. Más del 95% de la precipitación cae durante la temporada de lluvia (enero-abril), en contraste, el 2% o menos de la precipitación anual ocurre durante la temporada seca que se prolonga de agosto a noviembre. Además, recibe el desagüe de unos 20 ríos que desocupan una cuenca de drenaje con un área de unos 51320 Km². El volumen de agua dulce y la cantidad de

nutrientes disueltos como silicatos, nitratos y fosfatos proveen al Golfo con el enriquecimiento necesario para ocasionar el alto nivel de producción ahí observado y que en consecuencia permite el exitoso aprovechamiento de los recursos pesqueros.

Otras de las características que revisten una notable importancia dentro de las pesquerías pelágicas ecuatorianas es el Frente Ecuatorial, del cual ya se hizo una descripción previa. Aparte del interés científico que conlleva la investigación de las formas frontales no es menor la importancia biológica que tienen los frentes para las pesquerías del país (French y Menz, 1983).

En el Perú, particular relevancia para la economía del país constituyen las siguientes especies pelágicas: *Engraulis ringens* (Anchoveta), *Sardinops sagax* (Sardina), *Trachurus murphyi* (Jurel) y *Scomber japonicus* (Macarela).

En la costa peruana, el intenso y permanente proceso de afloramiento por el cual los nutrientes son recirculados hacia las capas superficiales, hacen que el área frente al Perú sea una de las más productivas en el mundo. En este ambiente altamente dinámico se desarrolla una comunidad de peces pelágicos de gran biomasa, aunque de un reducido número de especies,

que en los últimos años han experimentado sustanciales cambios en su magnitud (Tsukayama,1983).

Las especies extraídas en las pesquerías pelágicas de Chile son: *Trachurus murphyi* (Jurel), *Sardinops sagax* (Sardina española), *Engraulis ringens* (Anchoveta), *Scomber japonicus* (Macarela).

La Subsecretaría de Pesca de Chile (1983) ha dividido el área de pesquería pelágica frente a la costa chilena en tres unidades de pesquerías que son: Zona Norte, límite con Perú - 25° S; Coquimbo, 29°15' S - 30°15' S; y Talcahuano, 36°10' S - 37°10' S.

En lo que respecta al medio físico en que se desarrollan las pesquerías pelágicas, estas se encuentran dentro del sistema de corrientes del borde oriental del océano Pacífico Sur. Este hecho tiene gran importancia debido a que se han desarrollado interesantes hipótesis concernientes a variaciones en las pesquerías pelágicas causadas por fluctuaciones ambientales, las que se encuadran en los siguientes campos físicos del ambiente:

- Campo de advección horizontal, ligado al transporte horizontal de cuerpos de agua, producidos por corrientes geostroficas.
- Campo de estabilidad vertical, que induce procesos de turbulencia.

- Campo de la temperatura, de efectos fisiológicos fundamentalmente.
- Campo de divergencia y convergencia del flujo superficial, en que se produce la formación de zonas frontales de divergencia y convergencia, las que tienen efectos directos en la agregación de huevos y larvas, además generan los procesos de surgencia costera de incidencia directa en la productividad.

De lo anterior se puede concluir que estas especies se encuentran en un ambiente físico altamente inestable caracterizado por fenómenos de surgencia. Algunos hechos que permiten asegurar lo señalado anteriormente son la estrecha concordancia observada entre las situaciones críticas de la pesquería pelágica y el fenómeno El Niño, las que están correlacionadas con la biomasa del zooplancton, todo lo cual estaría indicando que este tipo de ecosistema se encuentra bajo condiciones permanentes de no equilibrio.

Las características representativas de los principales recursos pelágicos son detalladas a continuación.

1.4.1. SARDINA PERUANA (*Sardinops sagax*, Jenyns)

1.4.1.1. RESEÑA HISTORICA

A partir de 1973 en las aguas costeras peruanas se produjo un incremento en su captura, a la vez que la de anchoveta decrecía, acompañada de una expansión horizontal en su distribución llegando hasta Ecuador en 1974 (Menz, 1986). La importancia de esta especie se incrementó a partir de 1976, se cree que anteriormente ya se encontraba distribuída frente a las costas de Ecuador, pero en un bajo nivel poblacional y que no era detectado por la flota pesquera (Coello y Arriaga, 1989).

1.4.1.2. IDENTIDAD

Pertenece a la familia de clupeidos. En el Ecuador se la conoce como sardina peruana o sardina del sur, en Chile sardina española (Pacific pilchard). En general se la conoce como *Sardinops sagax*, pero se ha hecho la siguiente distribución de subespecies: *Sardinops sagax caerulea* en el Pacífico Oriental norte; en el Pacífico Oriental sur están presentes dos stocks, uno compartido entre Ecuador y Perú

(*Sardinops sagax sagax*) y otro entre Perú y Chile (*Sardinops sagax musica*) (Patterson y Scott, 1991; Serra, 1986).

1.4.1.3. DISTRIBUCION

En la actualidad era el Pacífico Sur Oriental se extiende desde el norte del Golfo de Guayaquil, (1° S) en Ecuador, hasta Chiloé (42° S) en Chile. No existe información actualizada sobre la presencia de sardina en las Islas Galápagos (Serra, *op. cit.*) (Fig. No. 4).

La sardina prefiere aguas de 100 a 800 m de profundidad, a distancias de la costa entre 10 a 60 millas. Se profundiza más en el día, por otro lado en la noche se alimenta de las espesas capas de plancton que se encuentran cerca de la superficie (Patterson y Scott, *op. cit.*).

El patrón de distribución de la sardina del sur es casi idéntico a la de la macarela, las diferencias más notables consisten en que de enero a abril su presencia se manifiesta en áreas más internas del Golfo de Guayaquil y su extensión hacia el norte es limitada (French y Menz, 1983). También se la encuentra alrededor de la Islas Galápagos, distribuyéndose a lo largo de

toda la costa hasta la Isla Mocha ($38^{\circ}20' S$); en el litoral peruano su distribución sobrepasa las 100 MN afuera de la costa y parece estar delimitado por el frente de penetración de las aguas oceánicas y/o por las isotermas que identifican o limitan estas masas de agua.

STOCKS

Existen dos stocks claramente definidos en el PSO, uno norte que se extiende desde el sur de Ecuador al centro de Perú y otro al sur que va desde el sur de Perú al norte de Chile, separados por una población mínima en el centro y sur de Perú (Patterson *et. al.*, 1991; González y Santos, 1992).

PESQUERIA

Es estacional y está relacionada con las épocas de desove. Ni la temperatura ni el tamaño del stock tienen efectos perceptibles en su capturabilidad; no hay evidencia de que la capturabilidad parcial de la flota del Ecuador varíe con el tamaño del stock (Patterson *et. al.*, *op. cit.*).

En el stock del sur, Chile es el que más explota. En 1986 Ecuador pescaba el 20% del stock total (ha sido la máxima pesca); entre 1986 y 1989 pescaba el 10% del stock total; entre 1989 y 1992 pescaba menos del 1%; a finales de 1994 la sardina prácticamente desapareció de la pesquería ecuatoriana.

1.4.1.4.. CICLO DE VIDA

La sardina tiene un ciclo de vida relativamente largo; se recluta una fracción importante de la población entre el cuarto y quinto año y permanece en la pesquería entre los diez y once años con varios grupos de edades soportando la presión de la pesca, factor que le permite superar con mayor facilidad las alteraciones ambientales (Avaria, 1986).

REPRODUCCION

Sexualidad: Heterosexual.

Apareamiento: Presumiblemente promiscuo.

Fertilización: Externa.

Fecundidad: Se estima de 255 huevos por gramo de peso corporal.

Desove: Es parcial y estacional. Época de desove prolongada de julio a marzo. En Ecuador se presentan dos picos, uno principal de febrero a marzo y uno secundario de agosto a septiembre, y se efectúa durante el día entre las 20 y 23h; en Perú y Chile los picos son al contrario y el desove se realiza entre las 18h y 4h (González y Santos, *op. cit.*; Coello y Arriaga, *op. cit.*; Patterson y Scott, *op. cit.*; Oliva *et. al.*, 1989; Serra, *op. cit.*). Su área de desove en aguas ecuatorianas se localiza alrededor de la Península de Sta. Elena (Coello y Arriaga, *op. cit.*), frente a Perú es entre los 7° y 12°S y entre los 18° y 24°S frente a Chile (Serra, *op. cit.*).

LONGITUD-EDAD

Se mide longitud total. Longitud de primera madurez en Ecuador es de 19 a 20 cm, en Perú 26 cm y en Chile 24 cm. Longitud media de madurez en Ecuador es de 26 cm para las hembras y 25 cm para los machos, en Perú 28 y 27 cm para hembras y machos respectivamente, y en Chile la longitud es de 26 a 27 cm para ambos sexos (Coello y Arriaga, *op. cit.*; Serra, *op. cit.*), siendo en estas aguas la longitud máxima 27 cm y la mínima 12 cm.

Entre 1979 y 1986, desde agosto-septiembre hasta marzo-abril las tallas eran mayores a 25 cm con predominio de 27 a 29 cm, entre mayo y agosto se podían esperar tallas menores a 25 cm con edades entre 1 y 2 años. En 1986 se reclutaron por primera vez en cantidades significativas individuos de tallas entre 10 y 14 cm (comunicación personal J. Chavarría).

Longevidad: En Ecuador se han hallado individuos de hasta 8 años, en Chile hasta de 11 años (Patterson y Scott, *op. cit.*; Serra, *op. cit.*).

Clave de edad (Ecuador)

16 - 19 cm > 1 año

20 - 22 cm > 2 años

26 - 28 cm > 3 - 4 años

Edad (años):	1	2	3	4	5	6	7	8
Longitud (mm):	15.4	21.6	25.0	27.3	28.7	30.0	30.5	31.0

(Dawson, 1986)



1.4.1.5. RELACIONES ECOLOGICAS

ALIMENTACION

La alimentación varía con el incremento del tamaño y la edad. Los juveniles son planctófagos; los adultos son zooplanctófagos y preferentemente se alimentan de copéodos pero también comen huevos de anchoveta (González y Santos, *op. cit.*).

DEPREDADORES

Los juveniles son presa fácil del jurel y la macarela en el Perú. Los principales depredadores de la sardina adulta son pews pelágicos grandes tales como bonito y dorado. En forma adicional posiblemente sean delfin, tiburones pelágicos, pez espada y algunas aves (Patterson y Scott, *op. cit.*).

1.4.1.6. COMPORTAMIENTO

Han habido reportes de migraciones a lo largo de la orilla en respuesta a cambio ambientales; hay evidencias de que migran hacia el norte desde el centro de Perú hacia Ecuador alrededor

de los 3 y 4 años de edad. Aparentemente migran hacia el sur cuando la temperatura alcanza valores altos que sobrepasan sus límites de tolerancia, especialmente durante eventos de El Niño. En épocas en que se produce una depresión de la termoclina posiblemente la sardina se adapte a una distribución más profunda haciéndose menos vulnerable al arte de pesca. Lo anteriormente dicho implica que la sardina puede sufrir migraciones tanto verticales como horizontales (Patterson *et. al.*, *op. cit.*).

En el Pacífico sudeste la sardina se desarrolla preferentemente en los estratos superficiales del mar; debido a este comportamiento y a la formación de grandes agregaciones es altamente vulnerable y especialmente susceptible, aunque según Patterson *et. al.* (*op. cit.*) no tanto como la anchoveta, a los cambios climático-oceanográficos, de pequeña y mediana escala, que se presentan en la región, destacando al respecto los efectos de fenómenos El Niño.

Hay indicios de que la sardina reacciona antes de que se detecte una alteración en la temperatura del océano por el instrumental tradicional; por ejemplo, un mes antes de medirse un calentamiento el índice gonádico sufre una baja, esto es

importante pues podría usarse como indicador biológico (Kelly *et. al.*, 1987).

Los stocks de clupeidos han tenido "regímenes", es decir, períodos prolongados de abundancia muy alta o muy baja. De los análisis de paleosedimentación hay evidencias de los cambios en la abundancia de la sardina en intervalos de aproximadamente 100 años. Aparentemente existe una alternabilidad entre la anchoveta y la sardina. También hay evidencias de que los factores climáticos juegan un rol importante al determinar la fase de expansión o de contracción de la población, así como también la radiación solar y la temperatura del mar y del aire (Patterson *et. al.*, *op. cit.*; conferencia, Maridueña, 1994).

Sardina Peruana (*Sardinops sagax*)

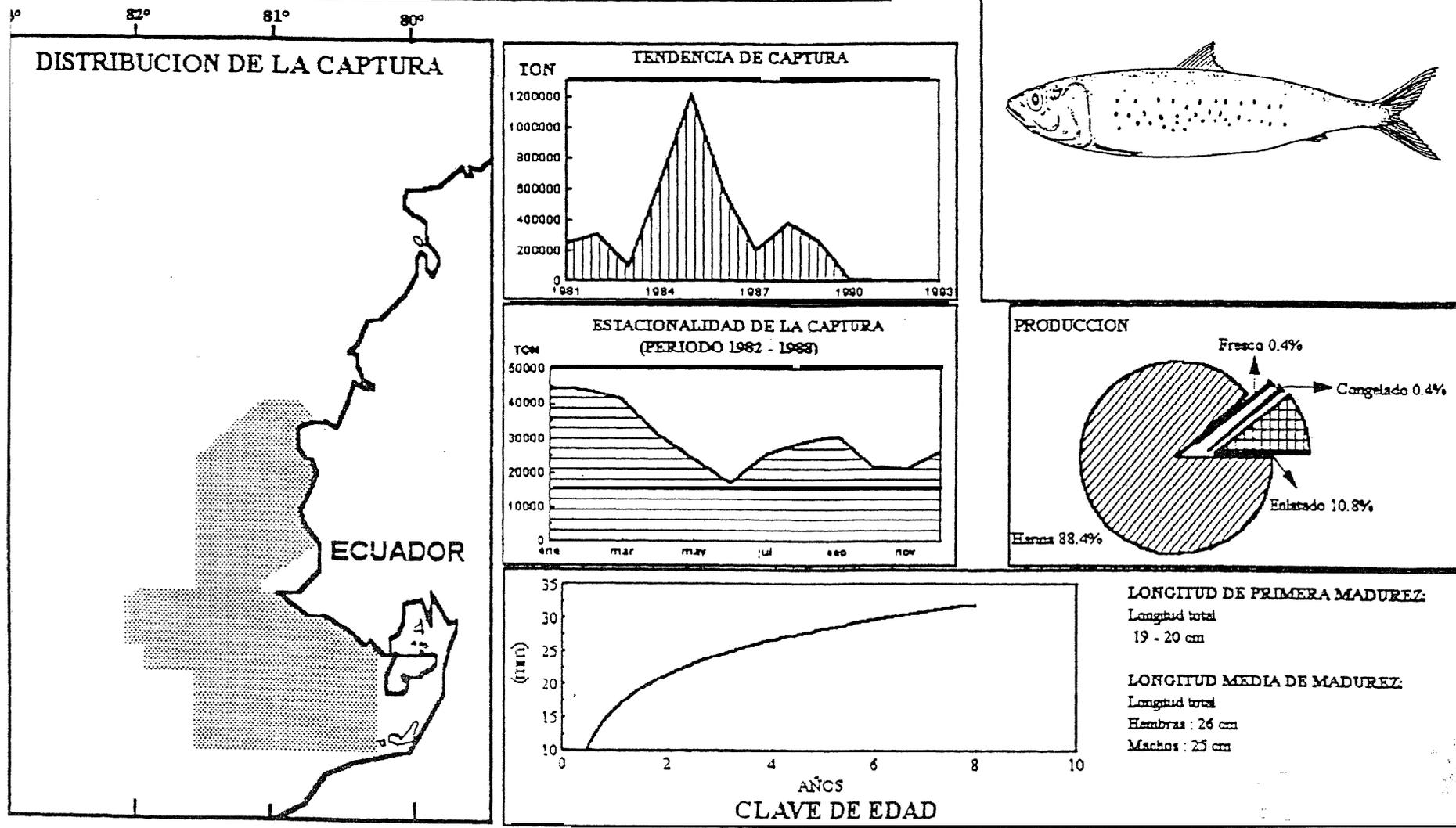


Figura No. 4: Ficha de las características más representativas para *Sardinops sagax* (Sardina Peruana) (Información procesada en base a trabajos y estadísticas del INP y Sub-Secretaría de Pesca)

1.4.2. MACARELA (*Scomber japonicus*, Houttuyn)

1.4.2.1. RESEÑA HISTORICA

En 1973 fue reportada por primera vez en aguas ecuatorianas, coincidiendo con un evento El Niño acontecido ese año y con un grave descenso en la abundancia de anchoveta a la vez que se incrementaron las capturas de macarela, sardina peruana y jurel (Santos y González, 1992).

1.4.2.2. IDENTIDAD

En el PSO se la conoce como macarela, morenillo o caballa (Chub mackerel o Pacific macarel) (Maridueña y Menz, 1986; Santos y González, *op. cit.*; Patterson y Scott, 1991). En 1967 Matsui diferenció tres poblaciones de *S. japonicus*; una en el Pacífico y las otras en el Atlántico este y oeste, indicando que no existen suficientes diferencias entre estas poblaciones ni entre las subpoblaciones en las tres áreas que justifiquen una separación a nivel de subespecies, por lo tanto se recomienda el uso exclusivo de *S. japonicus* en toda la región (Maridueña y Menz, *op. cit.*).

1.4.2.3. DISTRIBUCION

En el Pacífico Suroriental se la encuentra desde Panamá hasta Chile y alrededor de las Islas Galápagos (Maridueña y Menz, *op. cit.*; Santos y González, *op. cit.*; Patterson y Scott, *op. cit.*) (Fig. No. 5).

Investigaciones científicas indican la distribución de las especies hasta por lo menos 1200 millas fuera de la costa a latitudes de 3° - 5° S (Patterson y Scott, *op. cit.*).

En el litoral peruano esta especie se encuentra a lo largo de toda la costa sobrepasando las 100 MN, mientras que en la costa chilena se la captura preferentemente en una franja costera de no más de 50 MN.

En la costa ecuatoriana las principales capturas de cardúmenes de macarela han sido obtenidas dentro de las 50 MN. Dichos cardúmenes se hallan localizados al norte del Golfo de Guayaquil de enero a febrero; de marzo a julio su distribución sugiere que existe una migración hacia el sur, llegando probablemente hasta la zona central de Chile; en agosto las capturas empiezan a incrementarse pero en esta ocasión su

distribución se extiende hacia áreas más oceánicas; en el mes de septiembre la pesca se concentra una vez más al frente de Salinas y en los subsiguientes meses se presentan con una cierta dispersión hacia el sur (Santos y González, *op. cit.*).

PESQUERIA

Es estacional y está relacionada con las épocas de desove. Se desarrolla desde los 0°45' S en Ecuador hasta los 45°41' S en Chile. En Chile y Perú se la encuentra en cardúmenes mezclada con jurel y sardina peruana; en Ecuador se mezcla con sardina peruana y sardina redonda (Maridueña y Menz, *op. cit.*; Santos y González, *op. cit.*).

STOCKS

Se cree que existen dos stocks en el Pacífico suroriental, uno norte ecuatoriano-peruano y otro peruano-chileno al sur. Económicamente el stock del norte tiene mayor importancia (Menz, 1986).



1.4.2.4. CICLO DE VIDA

REPRODUCCION

Sexualidad: Heterosexual (Maridueña y Menz, *op. cit.*)

Apareamiento: Presumiblemente promiscuo

Fertilización: Externa

Fecundidad: Se estima de 200 a 300 huevos por gramo de peso corporal

Desove: Parcial y estacional, en Ecuador con dos picos, el principal se presenta de diciembre a marzo y el secundario de agosto a septiembre; su área principal de desove se localiza entre los 2° y 3° S en el límite externo del Golfo de Guayaquil. En Perú y Chile hay un solo pico de desove; el área principal frente a Perú está entre los 6° y 10° S, y aproximadamente en los 24° S frente a Chile (Maridueña y Menz, *op. cit.*).

LONGITUD-EDAD

Longitud furcal. La longitud de primera madurez para machos es de 21-22 cm y para hembras es de 22-23 cm, esta longitud en Ecuador corresponde a edades mayores a dos años. La

longitud media de madurez es de 29 a 30 cm, esta longitud en Perú está entre 28 y 30 cm (Maridueña y Menz, *op. cit.*).

Las longitudes predominantes durante el año son:

* 28-30 cm entre agosto y septiembre y entre marzo y abril

* < 25 cm el resto del año

* 20-22 cm en mayo

* talla mínima para mayo-junio por ser meses de reclutamiento

Longevidad: En Ecuador se han hallado individuos de hasta 10 años y en Chile de hasta 9 años (Maridueña y Menz, *op. cit.*).

Clave de edad (Ecuador)

Edad (años): 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Longitud(mm): 19.4 23.3 27.2 29.4 31.7 33.3 35.0 36.1 36.5

(Dawson, 1986)

1.4.2.5. RELACIONES ECOLOGICAS

ALIMENTACION

Su dieta difiere de acuerdo a la distribución geográfica, y consiste básicamente de crustáceos zooplantónicos. En Chile se alimentan principalmente de eufásidos y anfípodos, y en un menor porcentaje de anchoveta y bonito; en Perú de eufásidos y copépodos, peces como anchoveta, pequeños calamares, huevos y larvas de peces (Maridueña y Menz, *op. cit.*). En Ecuador las larvas comen principalmente copépodos, los juveniles e inmaduros se alimentan de los pececillos de otra especies pero en ausencia de estos consumen calamar, eufásidos y pequeños crustáceos planctónicos (Patterson y Scott, *op. cit.*).

COMPETIDORES: Jurel, bonito (Patterson y Scott, *op. cit.*).

DEPREDADORES: Atún, picudo, tiburón, delfín, etc.
(Patterson y Scott, *op. cit.*).

1.4.2.6. COMPORTAMIENTO

Altamente migratoria. Maridueña y Menz (*op. cit.*) han encontrado que la macarela tiene migración nictimeral, durante el día se la halla a profundidades mayores a 50 m, en la tarde se dispersa en pequeños cardúmenes y por la noche asciende hasta la superficie (hasta 30 m) para alimentarse.

La macarela se encuentra en el área de movimiento de los sistemas de corrientes, aún así parece tener una distribución más oceánica (30 millas fuera de la costa). Forma cardúmenes separados por edades (Patterson y Scott, *op. cit.*).

Migra hacia el sur a aguas más frías durante los meses de verano (Dawson, *op. cit.*).

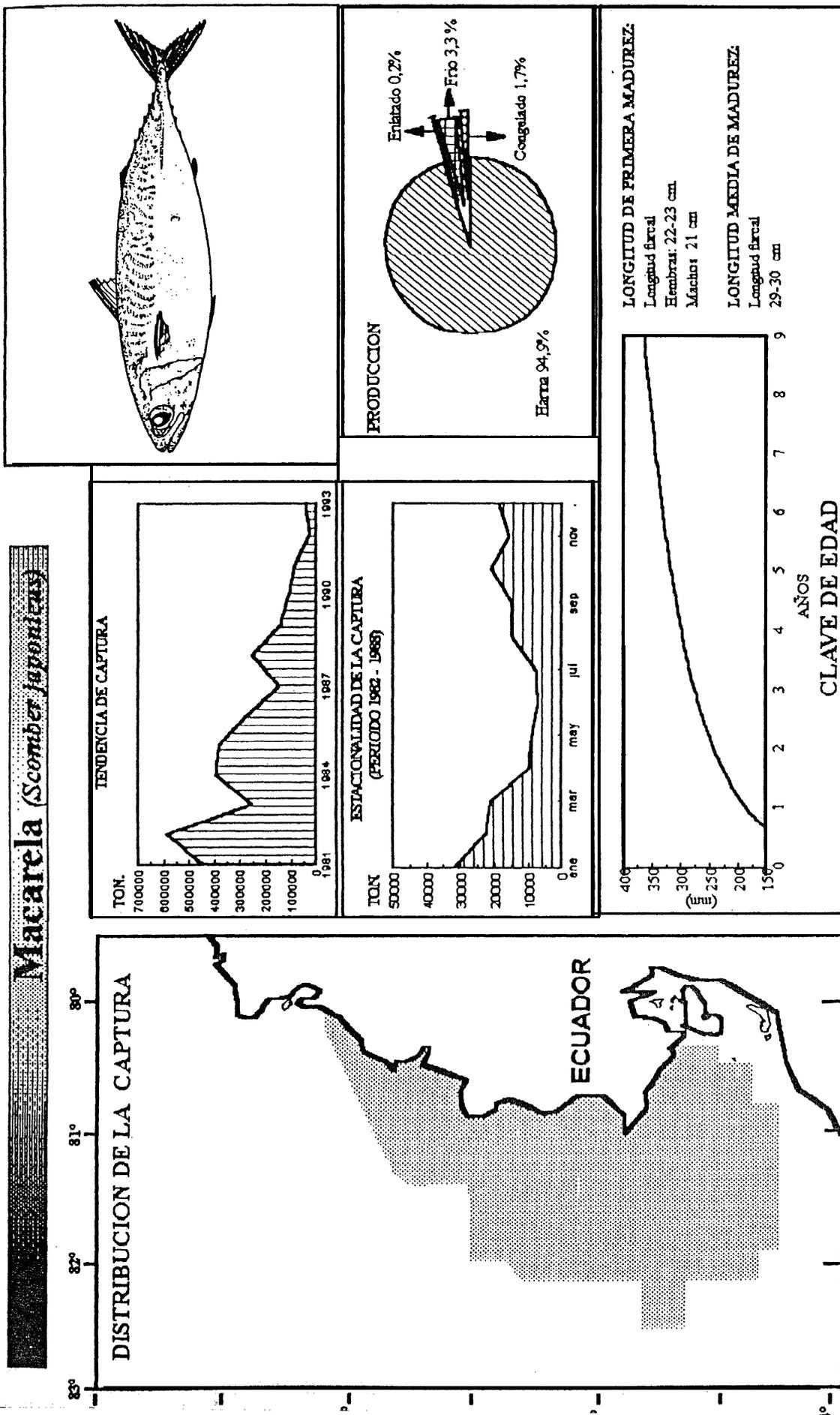


Figura No. 5: Ficha de las características más representativas para *Scomber japonicus* (Macarela) (Información procesada en base a trabajos y estadísticas del INP y Sub-Secretaría de Pesca)

1.4.3. PINCHAGUA (*Opisthonema* spp.)

1.4.3.1. RESEÑA HISTORICA

En 1962 se introduce en la pesquería ecuatoriana la red de cerco, predominando en la pesca la pinchagua y el chuhueco. Inicialmente las capturas de pinchagua por parte de la flota se obtenían en áreas no mayores a una milla frente a la línea de costa, y hasta 1970 las capturas totales de la flota estaban constituidas casi exclusivamente por este recurso (French y Menz, 1983).

1.4.3.2. IDENTIDAD

Perteneciente a la familia Clupeidae; se acostumbra a no hacer diferenciación entre las especies de este género ya que no es posible hacerlo de modo visual, para este fin se debe realizar un conteo de branquiespinas por medio del cual se han identificado en el Pacífico Oriental cuatro especies, *Opisthonema libertate*, *Opisthonema bulleri*, *Opisthonema medirastre* y *Opisthonema berlangai*. En Ecuador se la conoce como pinchagua o sardina ecuatoriana, en Perú y Chile como machete de hebra, en Panamá arenca de hebra y en

México sardina crinuda (thread herring) (Patterson y Scott, 1991; Santos y Fuentes, 1992).



1.4.3.3. DISTRIBUCION

Se la encuentra en el Atlántico y Pacífico Oriental pero en general casi no existe en aguas chilenas y peruanas. Su localización es la siguiente:

Opisthonema bulleri: Desde Masatlán (~23° N) en México, hasta Punta Picos en Perú.

Opisthonema libertate: Desde San Pedro (~34° N), California, hasta Bahía Sechura (5° S), Perú.

Opisthonema medirastre: Desde Los Angeles, California, hasta Bahía Sechura, Perú.

Opisthonema berlangai: Endémica de las Islas Galápagos.

Patterson y Scott (*op. cit.*) observaron que en Ecuador usualmente se la encuentra dentro de los 20 Km costa afuera y en aguas de menos de 15 m de profundidad, encontrándose especies co-distribuidas e incluso combinadas. La pinchagua vive en aguas muy cercanas a la costa. En la costa ecuatoriana la pinchagua permanece en aguas no mayores a las 20 MN

fuera de la costa, sin embargo, existen algunos informes de embarcaciones que han capturado estas especies en pequeñas cantidades más allá de las 80 MN. Presenta una distribución a lo largo de todo el litoral ecuatoriano; esta especie es capturada a lo largo de la costa durante todo el año.

En Ecuador forman pequeños cardúmenes, desde Bahía de Caráquez hasta el Golfo de Guayaquil, con mayor presencia cerca de la Isla Puná, zona en la cual se puede capturar las tres especies mezcladas y con tallas más grandes; también es posible encontrar grupos representativos frente a Esmeraldas (Santos y Fuentes, *op. cit.*) (Fig. No. 6).

STOCKS

Dado que *O. medirastre* y *O. bulleri* son capturadas y desembarcadas juntas y es virtualmente imposible separarlas sin realizar un conteo de branquiespinas, pues son genéticamente diferentes, no se puede efectuar la evaluación de los stocks en base a la separación de las especies; en vista de esto en 1986 Dawson estableció que sería aceptable utilizar los datos combinados de ambas especies con este fin, ya que la longitud promedio a la edad no difiere significativamente para

las mismas. De igual manera se consideran conjuntamente las tres especies presentes para propósitos del Plan de Ordenamiento Pesquero (Patterson y Scott, *op. cit.*).

1.4.3.4. CICLO DE VIDA



REPRODUCCION

Sexualidad: Heterosexual

Apareamiento: Aparentemente promiscuo

Fertilización: Externa

Desove: Se conoce poco pero se han establecido febrero, abril y septiembre como épocas más marcadas de desove (Santos y Fuentes, *op. cit.*).

LONGITUD-EDAD

Longitud total. La longitud de primera madurez es de 18 cm; para la longitud media de madurez, basándose mayormente en datos de hembras, los individuos miden entre 25 y 26 cm.

Presenta un amplio rango de tallas por estar mezcladas las especies, aunque principalmente se encuentran dos modas. De

1982 a 1990 se identificaron dos grupos modales, el primero de ellos con tallas de 13 a 21 cm. con un predominio de las tallas de 16 a 18 cm. El segundo grupo modal con tallas de 22 a 30 cm. con predominio de peces en el rango de 23 a 25 cm. En esa década este último fue el grupo más numeroso, sin embargo desde 1989 el primer grupo tiende a prevalecer.

Clave de edad (*Opisthonema spp.*, Ecuador)

Edad (años): 1 2 3 4 5 6 7 8

Lungitud (mm): 19.6 21.3 22.9 24.2 25.4 26.3 27.1 27.5

(Dawson, 1986)

1.4.3.5. RELACIONES ECOLOGICAS

ALIMENTACION

Patterson y Scott (*op. cit.*) han determinado que esta especie es fitozooplanctófagos, alimentándose básicamente de dinoflagelados, diatomeas y copépodos; no poseen selectividad alimenticia y aparentemente son más zooplanctófagos.



DEPRIDADORES

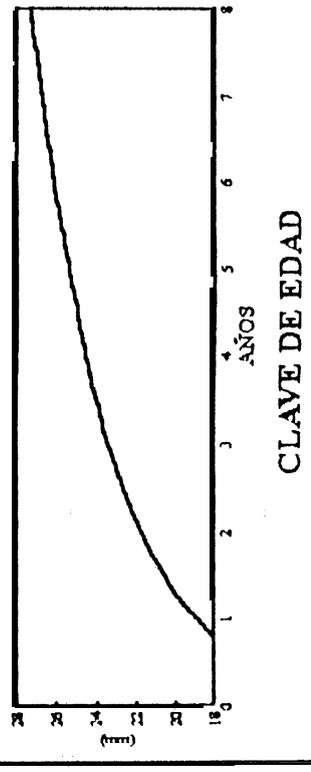
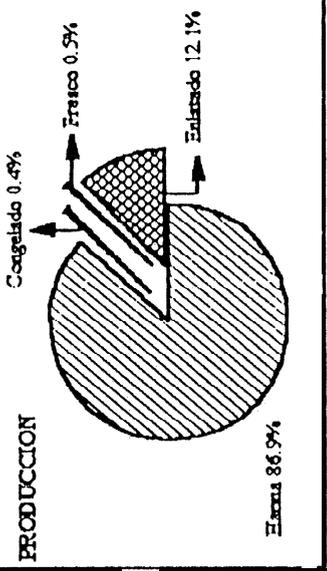
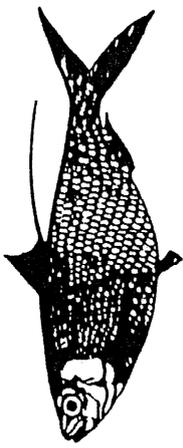
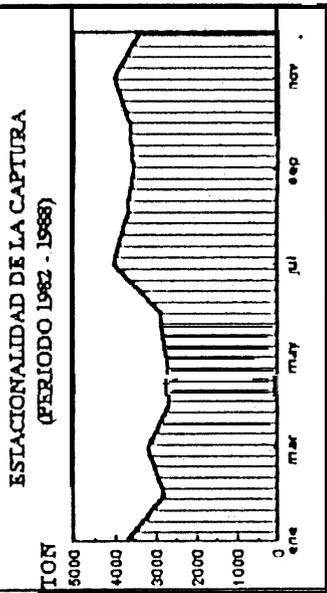
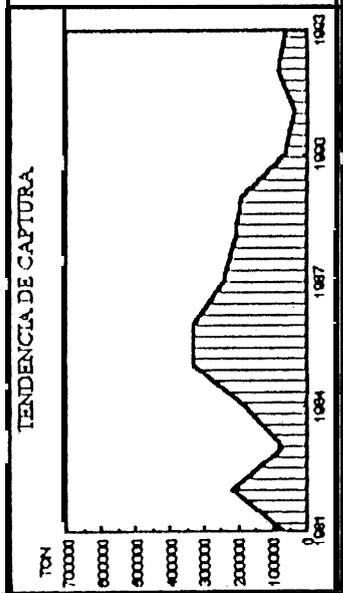
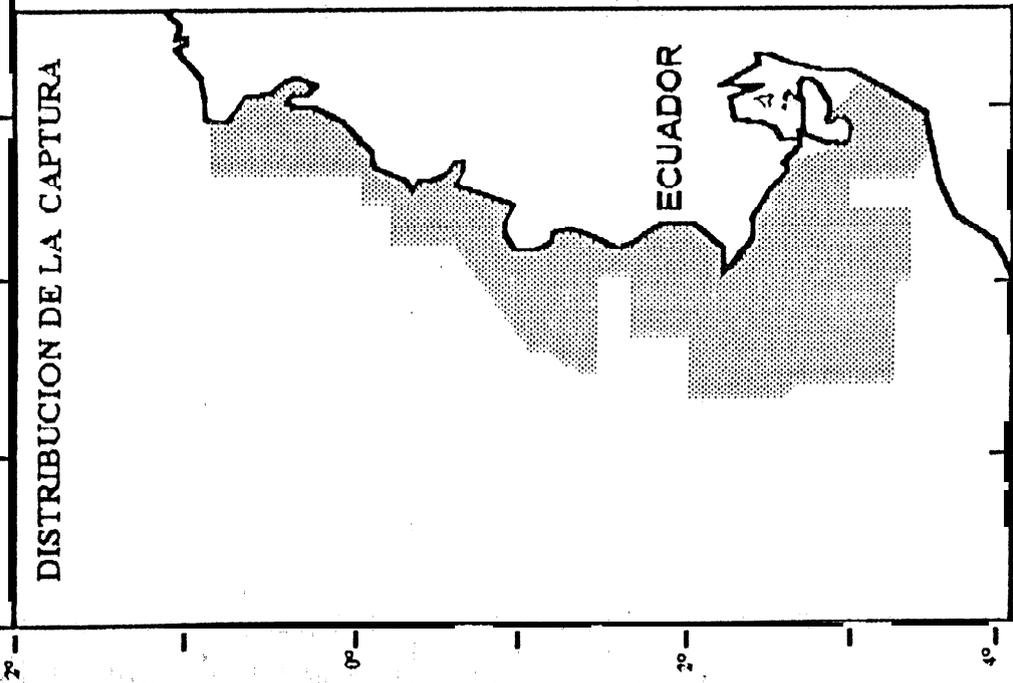
REPUBLICA DEL ECUADOR
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

Macarela (*Scombrodorous caballa*). En aguas ecuatorianas otros posibles depredadores son el delfín, tiburón y varias aves buceadoras (Patterson y Scott, *op. cit.*).

1.4.3.6. COMPORTAMIENTO

Posee un fototropismo positivo y la atracción de la luz ha sido usada con algún efecto en su pesca. Los peces tienden a formar pequeños cardúmenes y usualmente son capturados en la noche cuando estos causan luminiscencia en el agua, o en el día cuando el pez puede estar saltando, o cuando es detectado por concentraciones de aves marinas (Patterson y Scott, *op. cit.*).

Pinchagua (*Opisthonema spp.*)



LONGITUD DE PRIMERA MADUREZ:
18 cm

LONGITUD MEDIA DE MADUREZ:
25-26 cm

Figura No. 6: Ficha de las características más representativas para *Opisthonema spp.* (Pinchagua) (Información procesada en base a trabajos y estadísticas del INP y Sub-Secretaría de Pesca)

1.4.4. CHUHUECO (*Cetengraulis mysticetus*, Günther)

1.4.4.1. RESEÑA HISTORICA

Esta especie ha sido muy estudiada en Panamá. En 1951 hubo el primer reporte de chuhueco en Ecuador, siendo utilizada por los atuneros como carnada viva. Con la introducción de la red de cerco en 1962, se incrementa la pesca industrial en el país especialmente con el binomio chuhueco-pinchagua (French y Menz, 1983). En 1976 el chuhueco representó el 70% de la pesca. A finales de la década de los setentas comienza a disminuir la captura y se inicia una veda parcial en 1978 (Acuerdo Ministerial 14146 Reg. Of. No. 540). De 1981 a 1986 se establece veda total (Acuerdo Ministerial No. 767 Reg. Of. No. 400), sin embargo en 1983 fue levantada parcialmente (julio-agosto) debido a que esta especie se favorece con El Niño. En 1992 se regresó al binomio chuhueco-pinchagua.

1.4.4.2. IDENTIDAD

Es el único de su género en el Pacífico. En Ecuador se lo conoce como chuhueco, ojito, hojita, anchoveta (ecuatoriana);

en Panamá y Colombia se le llama carduma, sardina, anchoveta (Bayliff, 1969; Ansaldo, 1964; Mora y Barreto, 1989).



INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS SUPERIORES
DE OCCIDENTE

1.4.4.3. DISTRIBUCION

Según Bayliff (*op. cit.*) se haya en el Océano Pacífico distribuida desde San Diego (California) en los 33°40' N hasta Paita (Perú) a 5°30' S, siendo el Golfo de Panamá el área de mayor abundancia, otras áreas importantes son Bahía Almejas, Bahía Guaymas, Punto Ahome y el Golfo de Guayaquil

Especie tropical y subtropical, soporta altos rangos de temperatura, se la ha encontrado a 17.5° C en México hasta 30.8° C en el Golfo de Fonseca (El Salvador). En el Golfo de Guayaquil se la ha encontrado de 22° C a 30° C. Se lo reporta en salinidades mayores a 30 ppm.

En Ecuador se lo encuentra en el Golfo de Guayaquil, zona Manta-Bahía de Caráquez y Esmeraldas, siempre asociado a la desembocadura de los ríos (Ansaldo, 1980) (Fig. No. 7).

1.4.4.4. CICLO DE VIDA

REPRODUCCION

Sexualidad: Heterosexual (Bayliff, *op. cit.*)

Apareamiento: Presumiblemente promiscuo

Fertilización: Externa

Fecundidad: Estudios hechos en Panamá establecen que una hembra está en capacidad de desovar 26000 huevos en el primer año, 48000 en el segundo año y 60000 en el tercer año.

Desove: Es un reproductor total. El desove parece ocurrir durante la noche. Se ha reportado el período diciembre-abril como la época de desove en el Golfo de Guayaquil (Aguilar, 1992), y de marzo-agosto frente a Esmeraldas (Ansaldó, 1964).

LONGITUD-EDAD

Alcanza la madurez sexual a un año de edad (Ansaldó, *op. cit.*, y Bayliff, *op. cit.*). En el Golfo de Guayaquil la longitud (estándar) de primera madurez es de 118 mm (Bayliff, *op. cit.*).

Longevidad: 1 año en promedio. La edad máxima registrada en Panamá es de alrededor de 38 o 39 meses, en el zona Ecuador-Perú se lo ha encontrado de hasta 28 meses (Bayliff, *op. cit.*).

Fase juvenil: De 2-6 em (longitud estándar) se dirige fuera de la costa hasta 60 m de profundidad, de 9 -12 cm (4 a 5 meses ya son considerados adultos) regresa a las áreas costeras (Patterson y Scott, 1991 y Bayliff, *op. cit.*).

Clave de edad (Ecuador)

Edad (meses):	6	12	18	24
Longitud (mm):	95.5	117.8	-	136.0

(Ansaldo, *op. cit.*)

1.4.4.5. **RELACIONES ECOLOGICAS**

ALIMENTACION

Los juveniles se alimentan de plancton. Parecen remover el fondo para ingerir lodo y obtener detrito. Se ha encontrado en el contenido estomacal lodo y diatomeas bentónicas (Patterson y Scott, *op. cit.*).

COMPETIDORES: Moluscos y crustáceos (Bayliff, *op. cit.*, y Patterson y Scott, *op. cit.*).

DEPREDADORES: Corvina, pelícanos y fragatas (Bayliff, *op. cit.*, y Patterson y Scott, *op. cit.*).

1.4.4.6. COMPORTAMIENTO

Los adultos se los encuentra principalmente en aguas poco profundas con fondos planos y lodosos, por esta razón también se la considera como una especie semi-demersal; una anomalía interesante es que los peces juveniles normalmente se los encuentra en aguas más profundas que los adultos. Se agrupan en pequeñas y grandes concentraciones especialmente en grupos de longitudes similares; no se ha observado que forme cardúmenes con otras especies a pesar que pequeños peces en su mayoría engraulidos y cupleidos lo acompañan en sus capturas (Patterson y Scott, *op. cit.* y Bayliff, *op. cit.*).

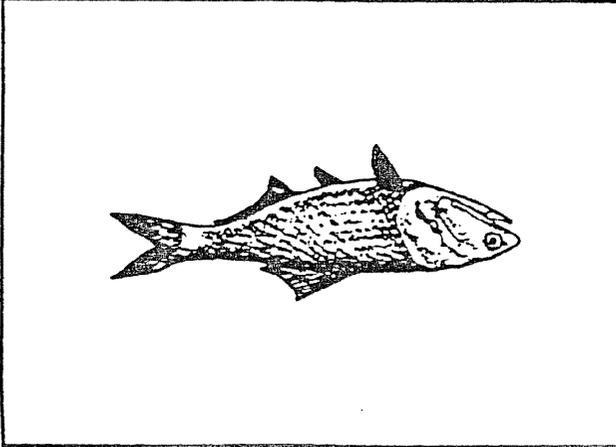
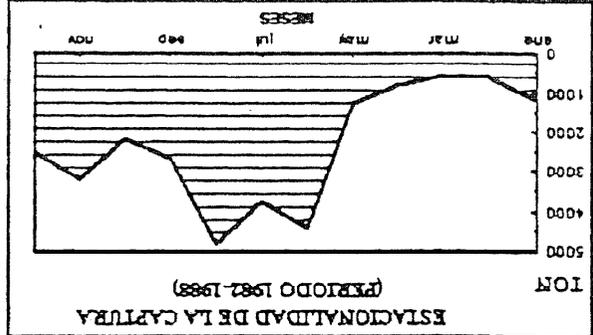
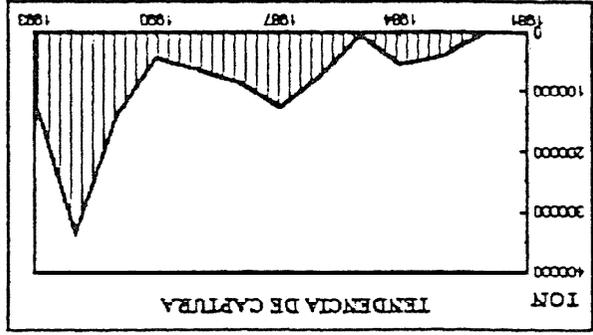
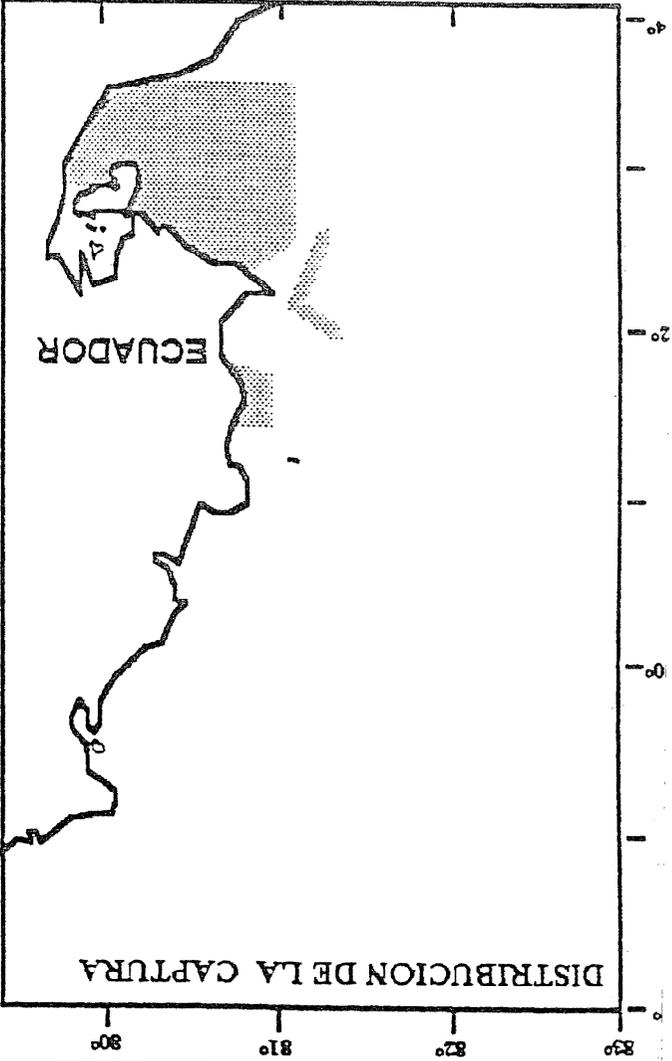
Se los detecta por aves predatoras como pelícanos y fragatas, por el aleteo superficial de los peces y por la turbidez del agua (Bayliff, *op. cit.*).



BIBLIOTECA
EXC. ING.
GUAYAS

Debido a que esta especie se alimenta en los bancos de lodo del Río Guayas resulta ser la más susceptible a la contaminación, pero sin llegar a ser una grave preocupación ya que el chuhueco es usado en su mayoría para propósitos de reducción en lugar de uso para el consumo humano directo. Adicionalmente, el corto tiempo de vida del chuhueco sugiere que es poco probable que este concentre significativamente altos valores de ciertas sustancias contaminantes, tal como metales pesados. Sin embargo, rangos de sobrevivencia del chuhueco pueden reducirse si las áreas de desove están demasiado contaminadas (Patterson y Scott, *op. cit.*).

Chahuaco (*Cetengrulis mysticetus*)



PRODUCCION

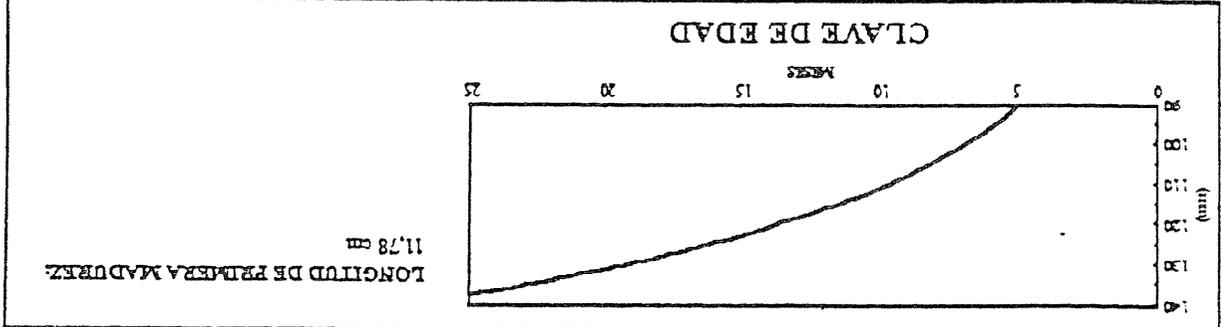
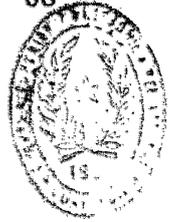


Figura No. 7: Ficha de las características más representativas para *Cetengrulis mysticetus* (Chahuaco) (Información procesada en base a trabajos y estadísticas del INP y Ansaldo (1964)).



1.4.5. SARDINA REDONDA (*Etrumeus teres*)

1.4.5.1. IDENTIDAD

Pertenece a la familia Dusumeridae. Se la conoce como sardina redonda, sardina ojo rojo, sardina pelada.

1.4.5.2. DISTRIBUCION

Costa de Los Angeles, Golfo de California hasta las Islas de Lobos frente a Perú (Fig. No. 8). Ha sido reportado en las Islas Galápagos y en el Japón.

Debido a que la distribución de la sardina redonda es muy similar a la de la sardina peruana; se presenta un cierto grado de dificultad en la interpretación de los datos de captura y distribución.

CAPTURAS

En octubre se 1983 su captura representó el 23% de la total, normalmente equivale al 5%.

1.4.5.3. CICLO DE VIDA

REPRODUCCION

Desove: Febrero-marzo (pico principal) y octubre-diciembre (pico secundario).

LONGITUD-EDAD

Longitud asintótica: 28.1 cm (Dawson, 1986).

Clave de edad (Ecuador)

Edad (años): 1 2 3 4 5 6 7 8

Longitud (mm): 18.5 21.5 23.5 25.0 25.8 26.5 27.3 27.5

(Dawson, 1986).

Sardina Redonda (*Etrumeus teres*)

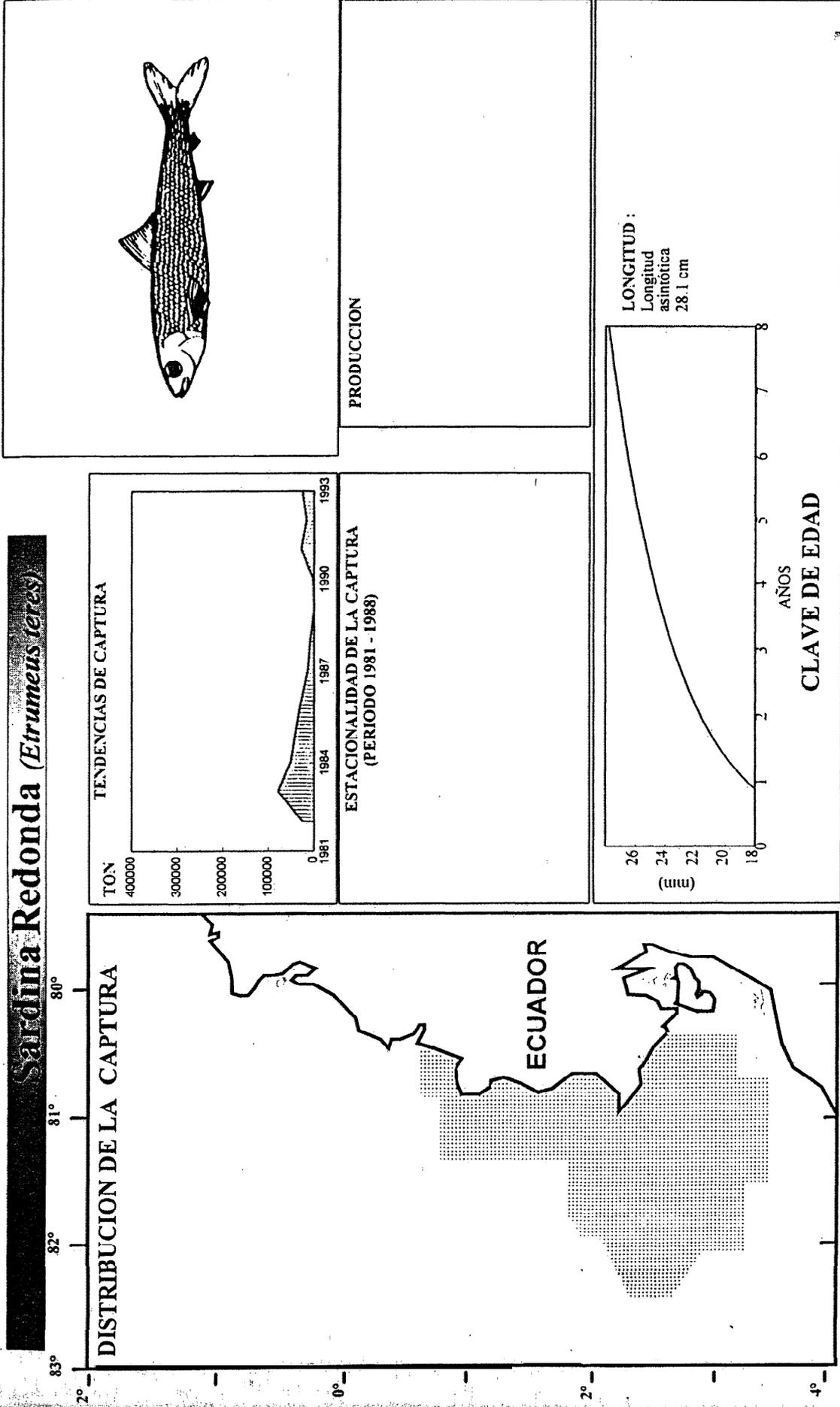


Figura No. 8: Ficha de las características más representativas para *Etrumeus teres* (Sardina Redonda)(Información procesada en base a trabajos y estadísticas del INP)



1.4.6. JUREL (*Trachurus murphyi*, Nichols)

1.4.6.1. IDENTIDAD

Es un pez pelágico perteneciente a la familia Carengidae. Diversos autores entre 1880 y 1955 lo llamaron *Trachurus trachurus*, en 1920 se lo conocía en todo el Pacífico Suroriental como *Trachurus murphyi*, en 1954 se lo llamaba *Trachurus symmetricus murphyi*, finalmente desde 1974 en el hemisferio norte se lo conoce como *Trachurus symmetricus* y en el hemisferio sur *Trachurus murphyi* (Zuzumaga, 1986).

En Ecuador su nombre común es chicharro (Arriaga y Coello, 1984), y en Perú y Chile es jurel; en Chile también se lo conoce como jurelillo y furel (jack mackerel o horse mackerel) (IFOP, 1988).

1.4.6.2. DISTRIBUCION

Se distribuye en el Pacífico Suroriental principalmente a lo largo de las costas de Perú y Chile, se lo puede encontrar desde Talcahuano (37° S) en Chile hasta las Islas Galápagos, presentando una relativa mayor abundancia frente a Punta Dofia

María y San Juan (15° S) y frente a Punta Aguja (5° S), en la costa peruana, y en la costa chilena desde Arica hasta Antofagasta (18°-24° S) y frente a Coquimbo (30° S) (Zuzunaga, *op. cit.*).



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

Anteriormente durante los períodos previos o posteriores a El Niño llegaba hasta el Golfo de Guayaquil haciéndose más costera (Arriaga y Coello, 1984). Se lo puede localizar en grandes cantidades comerciales dentro de las 200 millas, pero se supone que puede llegar hasta las 900 millas dada la presencia de larvas de esta especie (Zuzunaga, *op. cit.*).

El jurel se encuentra principalmente en las costas de Perú, sobrepasando las 200 MN costa afuera; en Chile alcanza las 900 MN. Estudios recientes determinaron que la distribución de esta especie en Chile llega hasta la boca del Estrecho de Magallanes (52° S) (Zuzunaga, *op. cit.*).

CAPTURAS

En Ecuador ya se había detectado su aparición en forma esporádica y poco significativa durante 1982 (Arriaga y Coello, *op. cit.*), después de lo cual se ha notado una presencia

coincidente con períodos El Niño, llegando a representar el 70% de las capturas en 1983 entre septiembre y diciembre y en 1987 entre septiembre y noviembre, con estas excepciones sus capturas fueron ocasionales hasta 1990. En 1991 (año Anti-El Niño) su captura representó el 30%, hecho que ha sido extraordinario; en 1992 representó el 7% y en 1993 el 15%.

1.4.6.3. CIGLO DE VIDA

REPROIXCCION

Sólo se tiene información acerca de su desove del cual se cree que es parcial.

En Perú el principal período de desove se da de septiembre a noviembre aproximadamente entre los 14° y 17° S; de octubre a febrero es el período de desove de mayor intensidad en Chile aproximadamente entre los 24° y 40° S. Generalmente ocurre entre las 30 y 300 millas. Los huevos muestran una gran dispersión y se han contabilizado aproximadamente 240 huevos/m² en Chile y alrededor de 100 huevos/m² en Perú (Zuzunaga, *op. cit.*).

En Ecuador, en las pocas veces que se han encontrado áreas de desove de esta especie, este se ha presentado en el periodo comprendido entre septiembre y noviembre (comunicación personal J. Chavarría).

LONGITUD-EDAD

La **longitud** media de madurez es 32 cm de **longitud furcal**, y de 34 a 35 cm de **longitud total** (Zuzunaga, *op. cit.*). Esta especie tiene parámetros de crecimiento característicos para cada una de las aguas en las que se la pesca, así tenemos:

PERU

* Longitud asintótica furcal: 79.16 cm

* Longitud asintótica total: 86.02 cm

* Longitud máxima: 71.00 cm

CHILE

* Longitud asintótica furcal: 41.40 cm

* Longitud máxima: 68.00 cm

1.4.6.4. RELACIONES ECOLOGICAS

ALIMENTACION

Consumen organismos macroplancónicos y pequeños peces. En el estómago de especies costeras se ha hallado eufásidos, copépodos, pterópodos, anchovetas y sardinas (en ese orden de frecuencia), en individuos más oceánicos se les ha encontrado el estómago lleno de mictófidos. También se ha observado una variación estacional en su alimentación pero no se sabe aún si se debe a preferencia o disponibilidad de cierto tipo de alimento. Por lo general los cardúmenes de jurel coinciden con manchas de eufásidos (Zuzunaga, *op. cit.*).

1.4.6.5. COMPORTAMIENTO

Presenta una migración estacional, durante el verano austral (diciembre-febrero) tiene un movimiento hacia la costa, mientras que en invierno y años relativamente fríos su tendencia es a hacerse más oceánico. En sus migraciones verticales puede llegar hasta los 300 m de profundidad. Esta especie tiene una gran dispersión (Zuzunaga, *op. cit.*).

CAPITULO II



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

II. VARIABILIDAD OCEANOGRÁFICA Y SU IMPACTO

Además de las variaciones estacionales que se observan en el PSO, se presentan otros eventos oceanográficos que tienen como consecuencia la intensa variabilidad de la zona en comparación con la relativa estabilidad del Pacífico Occidental; entre dichos eventos los más sobresalientes son los conocidos como El Niño y Anti-El Niño los cuales están relacionados con el balance calórico de la Tierra en escala interanual. Siendo los océanos almacenadores de calor, estos determinan fases de exceso o déficit en dicho almacenamiento, dichas fases corresponden a los fenómenos El Niño y Anti-El Niño respectivamente. La Oscilación del Sur (OS), después de Bjerknes (1966, 1969) -quien estableció la relación entre la OS y la temperatura superficial del mar-, permite apreciar, por medio del registro del Índice de Oscilación del Sur (IOS) y en respuesta al acoplamiento inestable océano-atmósfera (Philander, 1989), los distintos cambios de fase de este balance a través del tiempo.

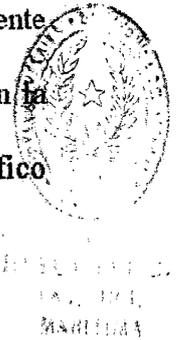
En la figura No. 9 (a) se presenta la variabilidad de temperatura superficial del mar en el área PSO mediante la serie de tiempo Ship Track 1 cuya posición (Rasmusson y Carpenter, 1980) se puede apreciar en el recuadro y cuyos datos fueron tomados mediante FTP del National Climatic Center of the Environmental

Data and Information Service for the Equatorial Pacific Ocean Climate Studies (EPOCS) Program; en la misma figura (b) se puede apreciar el IOS Guayaquil-Darwin, que representa el intercambio este-oeste de aire en escala zonal en latitudes ecuatoriales (circulación Walker) sin la interferencia de las perturbaciones extratropicales.

Cuando la OS entra en su fase negativa -lo que puede ocurrir porque la presión en el centro de alta se debilita, porque la presión en el centro de baja aumenta, o por ambas razones-, los vientos que normalmente se dirigen hacia el oeste se debilitan o cambian de dirección, permitiendo que el agua cálida acumulada en el océano Pacífico occidental, se mueva hacia el este como ondas Kelvin hasta llegar al PSO, originando la ocurrencia del fenómeno El Niño (Wyrtki, 1975). Este es el nombre dado a una serie de cambios dramáticos del océano y la atmósfera que, aunque concentrados en el Pacífico a partir de la costa occidental de Sudamérica, se extienden a través de dicho océano a Australia y Asia. Estos cambios se dispersan hacia el norte y el sur de modo que toda América se ve afectada desde Alaska hasta el extremo de Chile (Barber *et. al.*, 1985). Dichos cambios pueden tener efectos más o menos graves dependiendo de la magnitud del fenómeno.

Condiciones típicas, pero no exclusivas, de la ocurrencia de un evento El Niño/Oscilación Sur (ENSO de las siglas en inglés) pueden ser resumidas a continuación: cambios en la estructura térmica en el Pacífico Oriental (la

termoclina se hunde con la presencia de aguas superficiales anómalamente cálidas), incremento en el nivel del mar, disminución en el IOS y cambios en la dirección e intensidad de los vientos zonales en la faja ecuatorial del Pacífico central (Wyrski, *op. cit.*; Philander, 1980; Enfield, 1989).



Estas anomalías océano-atmosféricas se ven acompañadas de grandes alteraciones en las cantidades tanto de nutrientes como de la biomasa de los diferentes niveles tróficos en las aguas normalmente ricas del océano Pacífico ecuatorial, viéndose así afectada la cadena alimenticia de este ecosistema. Los niveles tróficos inferiores son claramente regulados por los cambios físicos asociados a El Niño; sin embargo, la respuesta biológica de corto período de los organismos superiores hacia la anomalía de productividad que se presenta durante este fenómeno, puede ser medida a través de un comportamiento que responde a la anomalía térmica (Barber y Chávez, 1983).

En contraposición, en la fase positiva de la Oscilación del Sur, se presenta el fenómeno conocido como Anti-El Niño o La Niña (Philander, 1989), que también conlleva consecuencias importantes, aunque no hay registros de que los eventos de este tipo hayan llegado a tener igual magnitud que los El Niño. Esta fase se caracteriza por una estabilización de la atmósfera, presencia de aguas anómalamente frías, ascenso de la termoclina, descenso del nivel del mar e incremento en la fertilidad de las aguas, principalmente.

Aquí se analiza el impacto de estos eventos sobre el potencial productivo de las aguas ecuatorianas del área de estudio, expresado en términos de clorofila *a*; en la figura No. 10 se presenta una comparación de la concentración de clorofila *a* a nivel superficial para los eventos El Niño 1982-83 y 1987, año normal 1990 y La Niña 1988.

Una condición extrema de la fase negativa de la OS fue El Niño 1982-1983, en que por ejemplo en Ecuador, en enero de 1983 (Jiménez *et. al.*, 1984), se observó una acusada disminución de fitoplancton, expresada por las bajas concentraciones de clorofila *a*, con registros entre 0.1 mg/m³ y 0.2 mg/m³, en el Golfo de Guayaquil y entre Cabo Pasado y Puntilla de Sta. Elena. Estas bajas concentraciones se mantuvieron en toda la columna de agua hasta los 50 m de profundidad, en la que se registró un ligero incremento de 0.3 mg/m³. En comparación, para diciembre de 1990, año considerado como normal en este estudio, se hallaron valores de clorofila mayores a 0.5 mg/m³ al sur y al oeste de 82° W, llegando a registrarse más de 1.0 mg/m³ alrededor de 1°30' S, y con concentraciones menores a 0.5 mg/m³ al norte de 1° S.

En la etapa de finalización de El Niño 1982-1983, esto es en noviembre de 1983 cuando las temperaturas empezaron a declinar hacia el oeste de aguas ecuatorianas, se pudo observar un incremento de clorofila *a* con valores de 0.2 a 1.5 mg/m³ entre el continente y las Galápagos. Dichos valores se consideran normales para aguas ecuatorianas en esa época (Jiménez *et. al.*, *op. cit.*).

Como contraparte, durante una fase positiva de la Oscilación del Sur y tomando como ejemplo diciembre de 1988, frente a la costa ecuatoriana se evidenció un enriquecimiento de las aguas característico de esta fase, registrándose valores de clorofila *a* entre 0.5 mg/m³ y 2 mg/m³, en el interior del Golfo de Guayaquil llegaron a observarse concentraciones de hasta 22 mg/m³.



INSTITUTO ECUATORIANO DE RECURSOS ACUÁTICOS
MARITIMA

Los efectos sobre la productividad son menos graves durante un evento El Niño moderado, así por ejemplo para febrero de 1987 las concentraciones de clorofila frente a la costa ecuatoriana estaban entre 0.2 mg/m³ y 0.3 mg/m³ observándose un crecimiento gradual hacia el sur y valores de 0.5 mg/m³ al norte, entre Cabo Pasado y Manta, y alrededor de la Puntilla de Sta. Elena. En el Golfo las concentraciones se iban incrementando hacia el interior del mismo desde 0.5 mg/m³ hasta 6.0 mg/m³, y registrándose un máximo de 19.3 mg/m³ al este de la Isla Puná. Como puede observarse, la fertilidad de las aguas se vió disminuída durante este evento pero sin llegar a las condiciones extremas registradas en El Niño 1982-1983, período en que los valores de clorofila oscilaban entre 0.2 mg/m³ y 0.7 mg/m³.

Las perturbaciones que se manifiestan en la zona PSO afectan también a los niveles tróficos superiores. Bajo condiciones físicas consideradas normales las diatomeas son propias de aguas frías mientras que los dinoflagelados son característicos de aguas cálidas, así mismo las diatomeas son el grupo

predominante en aguas ecuatorianas (Jiménez *et. al.*, *op. cit.*); esta situación varió en noviembre de 1982 cuando el fitoplancton presentó bajas concentraciones con respecto a las poblaciones de diatomeas, grupo que restringió su distribución a un pequeño parche ubicado hacia el sur a la altura del Golfo, predominando diatomeas típicas de aguas cálidas.

Durante esta época los dinoflagelados se observaron distribuidos en todo el mar ecuatoriano, presentando sus mayores concentraciones al norte y al oeste de los 85° W (Jiménez *et. al.*, *op. cit.*).

Esta variación en la composición del fitoplancton y zooplancton también fue evidente durante el evento El Niño 1987, observándose entre agosto y noviembre de 1987 un predominio de dinoflagelados sobre diatomeas. A fines de noviembre se observó la presencia de dinoflagelados y diatomeas propios de aguas cálidas que se distribuyen hasta 50 MN. A 12° S predominaron diatomeas pequeñas propias de aguas de afloramiento asociadas a diatomeas grandes y dinoflagelados de aguas cálidas (Zuzunaga *et. al.*, 1988).

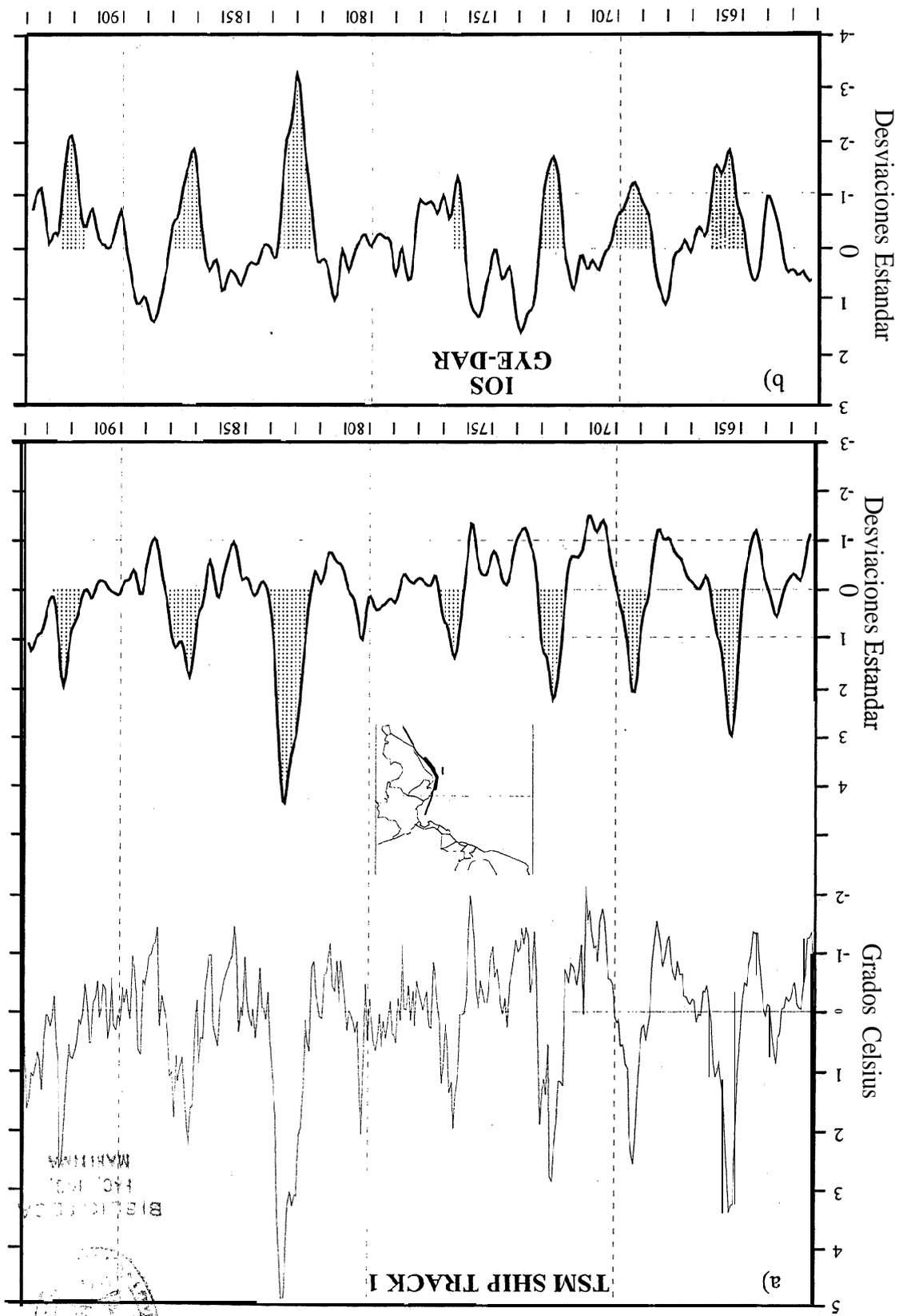
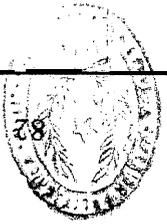


Figura No. 9: a) Variabilidad de TSM en el PSO mediante la serie de tiempo
 Ship Track 1 (recuadro)
 b) Índice de Oscilación Sur Guayaquil-Darwin (Gye-Dar)



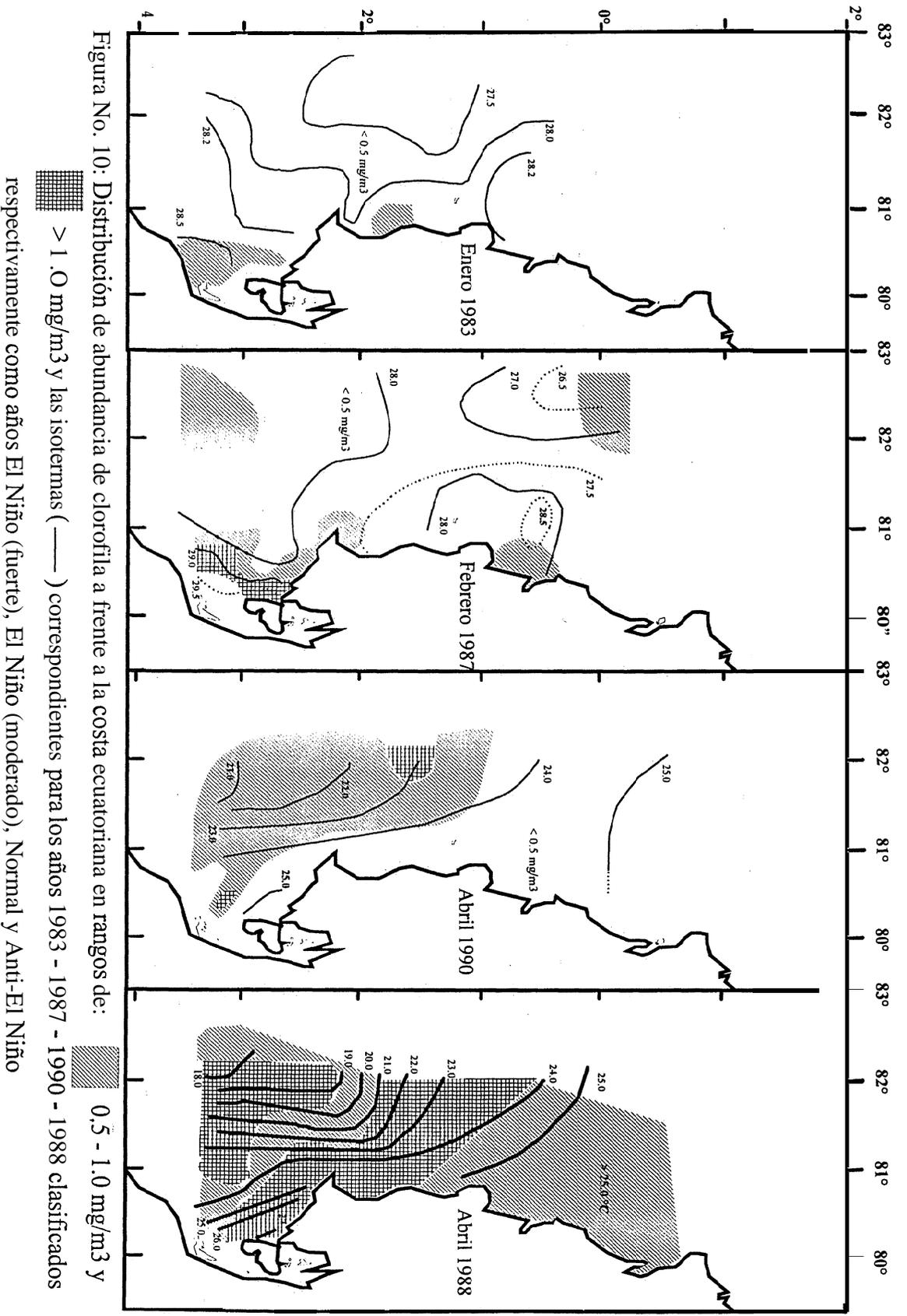


Figura No. 10: Distribución de abundancia de clorofila a frente a la costa ecuatoriana en rangos de:
 > 1.0 mg/m³ y las isotermas (—) correspondientes para los años 1983 - 1987 - 1990 - 1988 clasificados
 respectivamente como años El Niño (fuerte), El Niño (moderado), Normal y Anti-El Niño

CAPITULO III



III. METODOS DE EXTRACCION Y TENDENCIAS DE CAPTURAS

BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

3.1. METODOS DE EXTRACCION

Las mayores pesquerías en el océano son explotadas con la ayuda de cuatro principales técnicas de captura: la cuerda y anzuelo, conocida en la pesquería a gran escala como long-line, la red de deriva, la red de arrastre y la red de cerco (Cushing, 1982). Existen otras técnicas de captura pero usualmente se las encuentra en pesquerías menores o especializadas.



BIBLIOTECA

La técnica long-line se deriva del primitivo arte de pesca de cuerda y anzuelo, es una evolución de éste y es utilizado en muchas pesquerías en aguas continentales. Con este método se utiliza carnada que es colocada en los anzuelos mas o menos a cada pie de longitud de cuerda, la cual es extendida en el mar en toda su longitud con ayuda de la marea.

Otro método es la red de deriva, también conocida como trasmallo, que consiste en desplegar verticalmente en el mar redes que se mantienen a flote ayudadas por boyas a partir de una pesada cuerda guía que permanece ligada a la embarcación.

Un tercer arte y uno de los más importantes es el de la pesca de arrastre, que es usado ampliamente a través de todo el mundo. Básicamente consiste de una o dos redes cónicas donde el pez es capturado a medida que la embarcación avanza en su arrastre. El arrastre fue una de las técnicas esenciales de la industrialización, adaptado a la mecanización y capaz de ser maniobrado por una pequeña tripulación. Esta técnica se utiliza actualmente tanto en la pesca demersal como en la pelágica.

Por último una de las mayores técnicas de captura es la red de cerco (purse seine) o red embolsada, que consiste en una cortina de red que en el proceso de pesca se va dejando alrededor del cardumen desde la nave principal, la cortina de red es cerrada por debajo o embolsada completando un hemisferio (Fig. No. 11) e impidiendo que el cardumen encerrado descienda a gran profundidad, de esta manera es recolectado para luego ser llevado a bordo (Villalta, 1993). En la actualidad la red de cerco es el instrumento de pesca más poderoso, y los administradores de stocks de peces deberían tratarlo con precaución ya que peces pequeños y adultos son capturados indiscriminadamente.

El ecosonda con la red de arrastre y el sonar con la red de cerco han establecido enormes diferencias en las técnicas de pesca (Cushing, *op. cit.*).



3.1.1. RED DE CERCO

BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

La red de cerco es un arte que se utiliza para capturar peces que viven normal o frecuentemente en las capas superficiales del mar, concentrados en cardúmenes relativamente compactos (ESPOL, 1984, Vol. I y II). La pesca con esta arte se puede clasificar en dos categorías o técnicas:

- 1.- La técnica tradicional que cerca un cardumen de peces en la superficie, observando al ojo el comportamiento del mismo y el desarrollo de la operación, sin ayuda alguna de instrumentos hidroacústicos.

- 2.- La técnica relativamente nueva de cercar a cardúmenes que nadan entre aguas, en capas más profundas y por lo tanto invisibles al ojo desnudo. En esta, los instrumentos electrónicos (ecosonda, sonar) registran continuamente los datos sobre el movimiento y la profundidad del cardumen, dependiendo mucho el éxito de la operación de la habilidad del patrón para interpretar correctamente lo registrado por ellos.

3.1.2. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LAS ESPECIES Y LA RED DE CERCO

En los períodos de máxima concentración de peces pelágicos se utilizan redes de cerco por su gran rendimiento en capturas masivas.

En general, y de acuerdo a la especie y su estado biológico, cuando un cardumen es rodeado por la red, el mismo trata de escapar hacia abajo o a través de alguna sección abierta de lared.

Otro punto importante a tener en cuenta al elegir el diseño de lared a usar, es el comportamiento de los cardúmenes y su velocidad de desplazamiento horizontal y vertical, generalmente dicha velocidad para los peces pelágicos es proporcional a su longitud; se debe añadir que la mayoría de estas especies son sensibles a la luz y al sonido, u otros estímulos (ruidos de máquinas, hélices, etc.).

Con respecto al comportamiento de la especie, durante el tiempo que la misma se está alimentando, arenques, sardinas, anchovetas, caballas y atunes, normalmente se concentran y desplazan formando grandes cardúmenes, entre 20 y 100 m de longitud, con espesores que varían ente 1/3 a 1/5 de su longitud, con formas circulares,

triangulares etc. El modelo de concentración de la especie depende de la temperatura, comida, condiciones del tiempo y otros factores.

La velocidad de hundimiento se encuentra en un rango de 0.3 a 0.7 m/seg debido a la habilidad de la especie para soportar los cambios en la presión hidrostática. La velocidad (tanto horizontal como vertical) del cardumen siempre será mayor que la velocidad del barco y que la velocidad de hundimiento de la red; dicha velocidad en dirección horizontal puede alcanzar hasta 7 nudos cuando está asustado, de acuerdo a la especie y su estado biológico. No hay información sobre la máxima profundidad a la cual pueden descender peces individuales de determinadas especies cuando encuentran las paredes de paño de la red, pero se ha comprobado que descienden casi verticalmente.

No hay fórmulas prácticas para calcular la longitud de una red de cerco. Sin embargo, debemos destacar que se han desarrollado fórmulas teóricas que tienen en cuenta la velocidad, dirección y sentido del movimiento del cardumen, el tamaño del cardumen y la velocidad del buque, siendo estas fórmulas aplicadas para determinadas especies y en casos específicos de su comportamiento para cada estado biológico.

Normalmente la altura de la red se diseña teniendo en cuenta la especie a capturar, su habitat y su comportamiento durante las diferentes épocas del año; también es importante tener en cuenta la profundidad máxima a la cual puede descender, y la velocidad de descenso. Hay especies que son sensibles a las termoclinas, las cuales actúan como barreras que les impide descender a mayores profundidades, por lo tanto la profundidad de la termoclina es un parámetro muy importante para la pesca con red de cerco; también puede suceder que la misma especie en una época del año se desplace por razones biológicas en aguas someras y en otra época emigre a aguas profundas. Todos estos factores se deben tener en cuenta en el diseño, para obtener buenos rendimientos económicos.

Las redes de cerco no deben enmallar al pescado, para capturar las diferentes especies de peces pelágicos, el tamaño de las mallas es considerablemente más pequeño que el tamaño de mallas de la red de agallas, para la misma especie y tamaño de peces. El método más preciso es medir la circunferencia de muchos ejemplares en la parte de mayor altura del cuerpo para obtener un promedio, la circunferencia de la malla debe ser un 20% menor que dicho promedio (ESPOL, *op. cit.*; Villalta, *op. cit.*).



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

3.1.3. EMBARCACIONES Y SUS ARTES DE PESCA

Prácticamente sólo las redes cerqueras necesitan ser consideradas para propósitos de ordenamiento. No se usa ningún otro aparejo en la captura de sardina, macarela y chuhueco, aunque hay una pequeña cantidad de pesca acompañante en la última especie en las operaciones de camaroneras. Una pequeña cantidad de pinchagua se cosecha usando chinchorros de playa.

Todas las embarcaciones más grandes son las del tipo de cerco americano, con una caseta delantera y una embarcación auxiliar para ayudar a tirar de la red y para retenerla durante el trayecto. Se usan redes grandes con una profundidad de hasta 120 m y una longitud de hasta 2 Km. Las redes más pequeñas se usan en las actividades más cercanas a la orilla (Patterson y Scott, 1991).



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

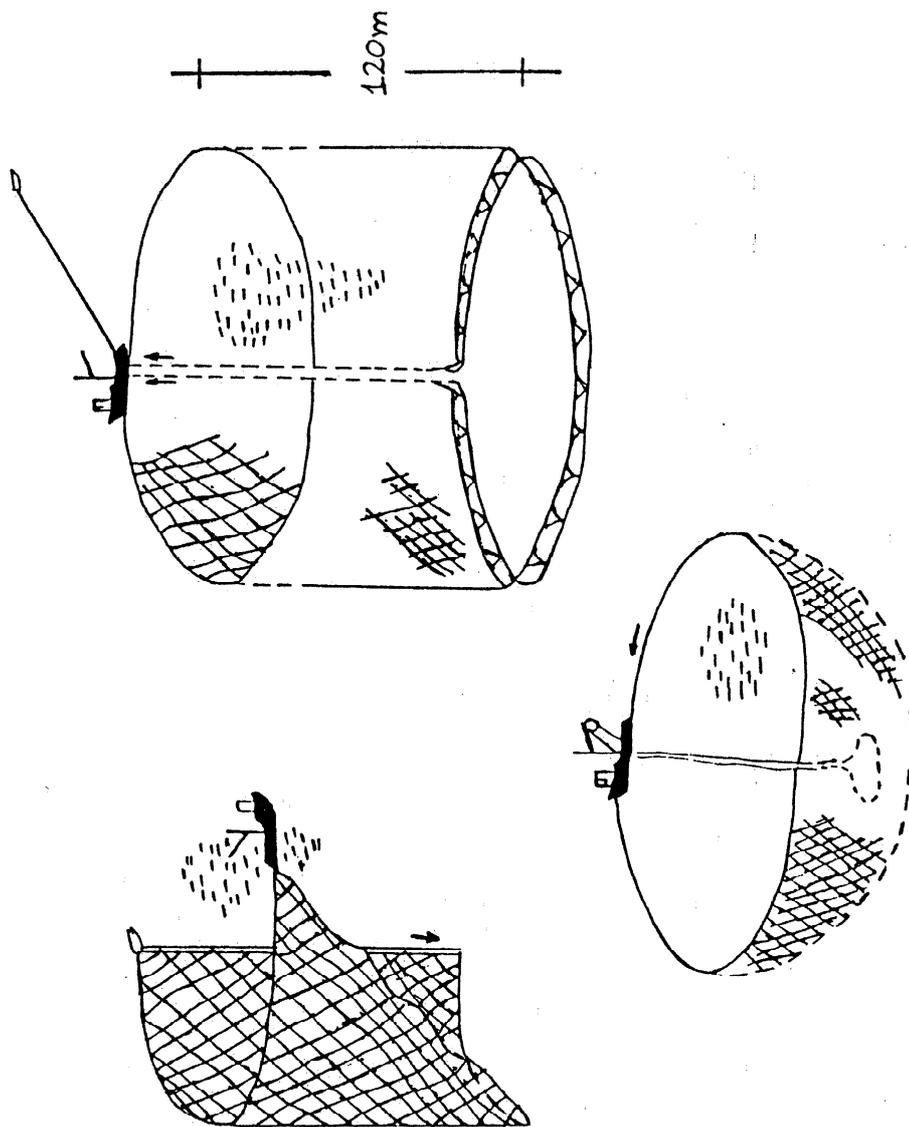


Figura No. 11: Disposición normal de una red de cerco durante el proceso de captura

3.2. TENDENCIAS DE CAPTURAS

Se realiza un análisis de las tendencias de captura de especies pelágicas pequeñas tradicionales en aguas ecuatorianas, principalmente en base a datos de desembarques publicados por el INP (Bol.Cient.Téc.: Vol. X (2), Vol. XII (2), Vol. XII (3)) para el período 1981-1993. Para períodos anteriores la información es más bien referencial y ha sido tomada de distintas fuentes (OLDEPESCA Doc. No. 001, CPPS Rev. No. 13, CENDES)

Con la introducción de la red. de cerco en 1962, se incrementa la pesca en el país con el predominio del binomio chuhueco-pinchagua (French y Menz, 1983). La primera actividad de procesamiento industrial empezó en 1967 con la instalación de una planta de reducción en gran escala (Patterson y Scott, 1991); sin embargo, el punto de partida real de las actividades extractivas de nivel industrial lo marcó el ingreso de macarela y sardina peruana a la pesquería ecuatoriana en 1974 (Menz, 1986), luego del colapso de la anchoveta. A finales de la década de los setentas comienza a disminuir la captura de chuhueco a la vez que cobraba importancia la pesquería del binomio sardina peruana-macarela.

Según la curva de capturas anuales por especies, la pesquería de sardina peruana (Fig. No. 12a) ha pasado por varias etapas: una fase de inicio que

se prolonga aproximadamente hasta 1976, luego una fase de crecimiento que se dió entre 1977 y 1982, seguida de una etapa de apogeo que se inicia en 1984 para finalizar en 1986, alcanzando un máximo de 1.2 millones de toneladas métricas en 1985. A partir de 1990 esta pesquería entra en una etapa de colapso hasta prácticamente desaparecer en 1992.

Por otro lado, el desarrollo de la pesquería de macarela se ha comportado de manera similar al de sardina peruana, con fases de inicio coincidentes; luego, entre 1977 y 1980 se puede observar la etapa de crecimiento y a continuación la fase de apogeo que abarca de 1981 a 1985 con un máximo en 1982 y únicamente alterada por El Niño extraordinario 1982-1983. A partir de 1986 la captura de macarela sufre un profundo y paulatino declive, entrando a una fase de “estabilización” a muy bajos niveles de captura (menos de un cuarto de las capturas respecto de la etapa anterior) desde 1989, con graves síntomas de colapso. Esta estabilización no es el resultado de la adopción de medidas de manejo del recurso, sino que probablemente se debe a una disminución del tamaño del stock y a que el esfuerzo de la flota ha sido redirigido hacia especies no tradicionales o ha regresado a la pesca de pinchagua y chuluco, viéndose sustituida. Es necesario mencionar que las especies reemplazantes no han llegado a alcanzar los volúmenes de pesca del período de apogeo del binomio macarela-sardina peruana, el mismo que desde su ingreso en las pesquerías ecuatorianas representó más del 50% de las capturas totales

desde 1978 hasta 1989, llegando a significar cerca del 80% entre 1982 y 1985 (Fig. No. 13a). A su vez cada una de estas especies predominó durante casi toda su etapa de apogeo.



BIBLIOTE
FAC. ING
MARITIM

El predominio del binomio chuhueco-pinchagua en las pesquerías se mantuvo hasta 1976 en que representó aproximadamente el 70% de la pesca. En la figura No. 12b se observa que para fines de los setentas la captura de chuhueco se vió disminuída, por lo que se creyó conveniente establecer una veda temporal a partir de mayo 7 de 1978 (Acuerdo Ministerial 14146 Reg. Of No. 540) la cual no arrojó los resultados deseados, observándose que el descenso en las capturas y en las longitudes continuaba, optándose por una veda indefinida a partir de marzo de 1981 (Acuerdo Ministerial, No. 767 Reg. Of No. 400) hasta detectar indicios de recuperación del recurso. Esta no fue rigurosamente respetada ya que, aunque mínimos, se registraron desembarques, los que se vieron incrementados en 1983 cuando fue parcialmente levantada debido a la fuerte disminución en la pesquería de las demás especies pelágicas de importancia comercial. A partir de 1987 la veda fue levantada totalmente debido a que los muestreos de chuhueco indicaban que la población se había recuperado, encontrándose individuos mayores a dos años de edad, lo que indicaba que si el recurso no se capturaba sería desaprovechado por parte de la industria dado el corto período de vida de esta especie (Fig. No. 7).

A partir de entonces las capturas de chuhueco han sido variables presentando un notable incremento durante 1987 (126420 T.M.) y un excepcional incremento en **1992 (337505 T.M.)**, años correspondientes a eventos El Niño, que en base a parámetros oceanográficos físicos han sido catalogados como moderado y débil respectivamente. El desarrollo hasta aquí descrito de la pesquería del chuhueco debe ser analizado con precaución ya que la variabilidad en los volúmenes de desembarque no necesariamente representan cambios en el tamaño del stock, sino más bien cambios en el esfuerzo dedicado a esta especie en ausencia de otras más rentables comercialmente. Sin embargo, es necesario mencionar que porcentualmente el chuhueco ha venido incrementando su representación en la pesca total a partir de 1989 (Fig. 13a).

La pesquería de pinchagua al igual que la de sardina peruana y macarela ha pasado por varias etapas, encontrando que su fase de inicio se extiende hasta aproximadamente **1978 o 1979**, a partir de lo cual empieza un ciclo de crecimiento que dura hasta 1982, seguido de una fase de apogeo que abarca de **1984 a 1987** afectada en **1983** por el evento El Niño presentando un gran decremento en su captura. En **1988** la captura de pinchagua disminuye dando inicio a partir de 1990 a una etapa de estabilización pero con muy bajos niveles de captura lo que podría llegar a significar el colapso de esta pesquería; aunque hay que notar que

porcentualmente la captura de pinchagua no ha variado significativamente a lo largo del período 1981-1993.

Observando la figura No. 13a se puede apreciar que partiendo de 1991 el porcentaje en conjunto de chuhueco y pinchagua ha superado el 50% de la captura total anual, lo que indicaría un regreso al binomio chuhueco-pinchagua, que en términos de volumen (Fig. No. 12b) presentan mayores desembarques que aquellos observados en la década de los setentas, probablemente asociados a un mayor esfuerzo.

La sardina redonda es otra de las principales especies pelágicas pequeñas que se encuentra en aguas ecuatorianas. Esta especie siempre ha estado presente en las pesquerías aunque sus niveles de captura no han llegado a tener porcentajes significativos (Figs. No. 12a y 13). Cabe mencionar que esta especie es continuamente confundida por los pescadores con sardina peruana, por tal razón a inicios de la sistematización de las estadísticas pesqueras aparecen sobrestimados los valores de capturas para esta especie.

La pesca de estas especies industriales siempre se ha presentado con ciertos niveles de pesca acompañante, los mismos que se mencionan en las estadísticas con el término de “varios”. En una pesquería establecida tal porcentaje se conserva dentro de ciertos márgenes, mas cuando éste tiende

a incrementarse es un síntoma de alarma que indica que algo anormal está sucediendo en dicha pesquería. Así, en la figura No. 13a se puede observar que el ínfimo porcentaje de "varios" presenta un notable incremento a partir de 1989 representando más del 12% de la pesca total en 1990, año en que colapsa la sardina peruana. Este porcentaje se ha incrementando progresivamente y cabe mencionar que dentro de "varios", entre 1988 y 1989, las mayores capturas fueron de la especie botellita (*Auxis thazard*, Lacepede) y a partir de 1991 correspondieron a jurel (J. Chavarría, com. pers.), especies no tradicionales en la pesquería de especie pelágicas pequeñas en Ecuador. Cabe mencionar que jurel es una especie que se presentaba en aguas ecuatorianas sólo durante épocas previas o posteriores a anomalías t&micas tipo El Niño, un ejemplo de lo anterior son las capturas reportadas por Arriaga y Coello (1984) y por Herdson (1984) durante el período post-El Niño 1982-83. Otra especie dentro de "varios", aunque de menor importancia, es gallineta (Herdson y Martínez, 1985), con sus dos subespecies: *Prionotus stephanophrys*-Lockington y *Prionotus albirostris*-Jordan & Bollman, las cuales son especies demersales que realizarían una migración vertical en razón de la disponibilidad de un nicho ecológico.



BIBLIOTE
FAC. ING
MARÍTIMA

De acuerdo a la curva de capturas totales y a reseñas históricas de las especies analizadas, se puede decir que la etapa de apogeo de la pesquería ecuatoriana abarca los años 1984-85-86. A partir de 1987 se dió inicio a

una etapa que, de no implementarse prontas y efectivas medidas de manejo que lleven a una producción estabilizada, corresponderá al colapso de la pesquería.

Cada vez que ocurrió un fenómeno El Niño las capturas estuvieron afectadas directamente, unas se vieron disminuidas como la sardina peruana y la macarela, mientras que se incrementaron las capturas de especies como el chuhueco debido a que, además de ser favorecidas durante estas eventos sus capturas compensan la disminución de otras especies importantes; en general las capturas totales se vieron disminuidas en tales períodos. Por el contrario, durante el evento frío Anti-El Niño de 1985 la pesca de sardina se vio favorecida reflejándose esto en el incremento de los valores de captura total, no así durante el Anti-El Niño de 1988-89 en que, a pesar de haberse presentado anomalías negativas superiores a las de 1985, el incremento de la captura total correspondió a un 48% de la captura de 1985.

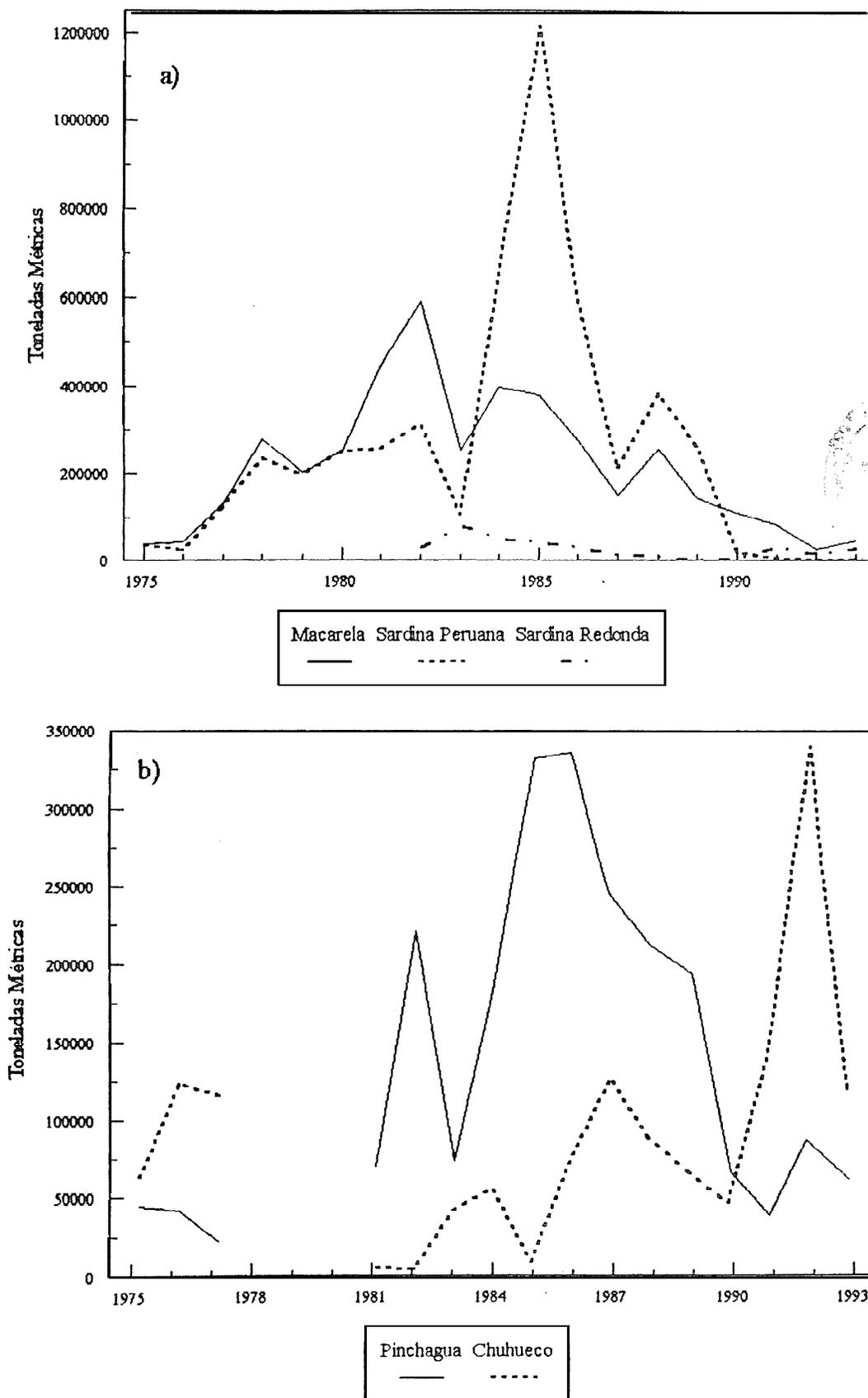


Figura No. 12: Capturas anuales de a) Sardina Peruana, Macarela y Sardina Redonda y b) Chuhueco y Pinchagua

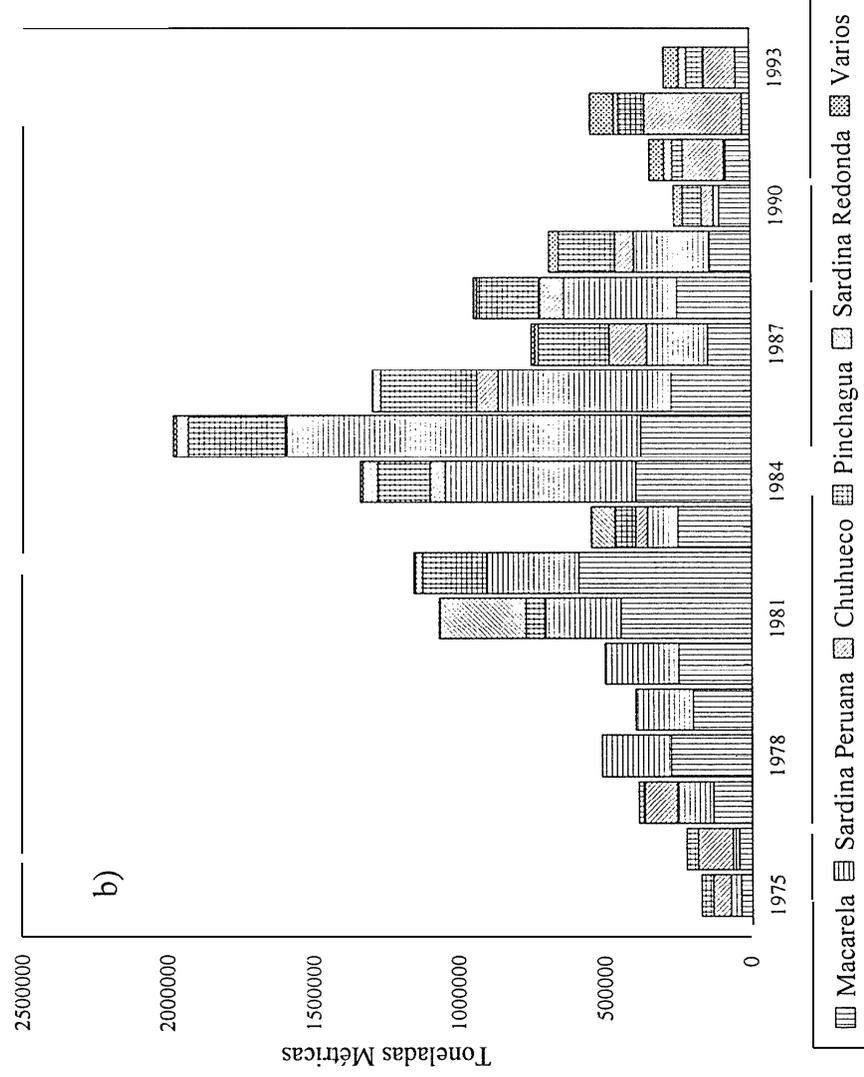
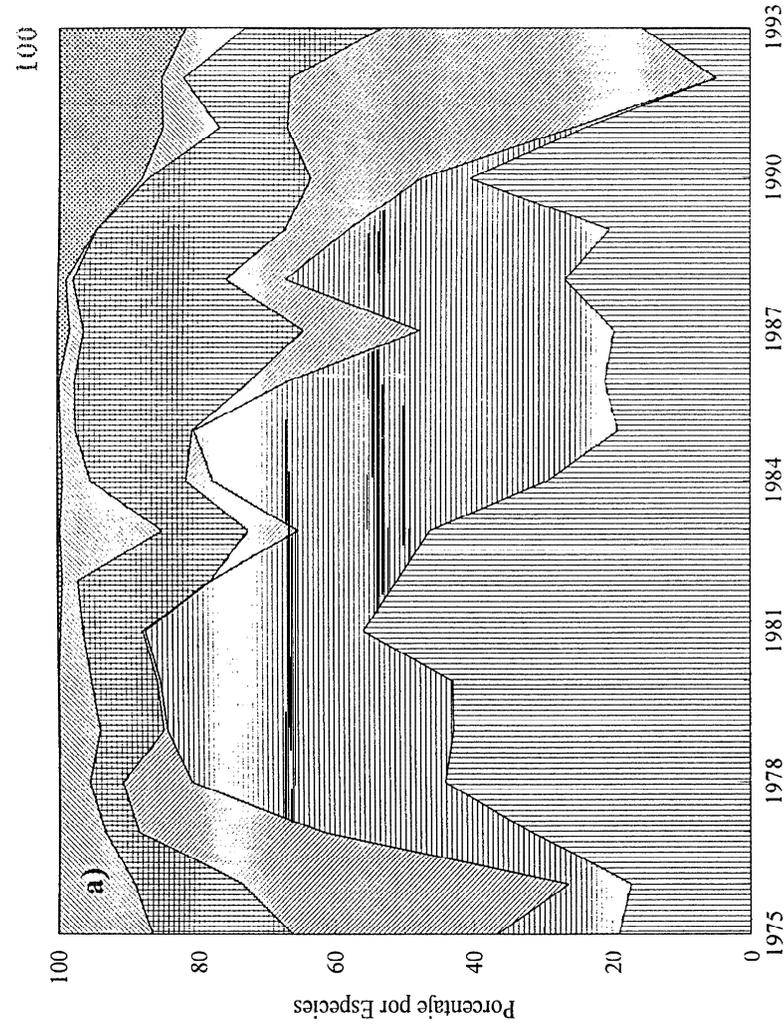


Figura No. 13: a) Porcentaje de las principales especies pelágicas pequeñas en relación a la captura total anual
 b) Distribución de las capturas de las principales especies pelágicas pequeñas en relación a la captura total anual

Macarela Sardina Peruana Chuhueco Pinchagua Sardina Redonda Varios

CAPITULO IV

IV. ANALISIS DE VARIABLES BIOLOGICO-PESQUERAS

El presente análisis fue realizado en base a datos estadísticos de las estructuras de longitud y edad de las principales especies pelágicas pequeñas de aguas ecuatorianas, recopilados por el Dill?. A pesar de que existen pocos registros (máximo 11 años) en relación a los años de pesca industrial, estos cubren los periodos más importantes de esta pesquería, por lo que es factible realizar un análisis de las principales cohortes durante este periodo.

La pesquería de sardina peruana en aguas ecuatorianas, cuyo stock es compartido con Perú, tuvo sus mejores cohortes en 1981 y 1982 (Fig. No. 14). Para 1983 el , comportamiento del stock se vio gravemente afectado por el evento El Niño extrafuerte 1982-83 debido a su alta susceptibilidad frente a alteraciones ambientales (ver cap. 1.4.1.), luego en 1984 se advierte la presencia de pre-reclutas en las capturas a la vez que se aprecia un notable incremento en el esfuerzo pesquero. 1985 mostró el mejor nivel de captura de esta pesquería con un número elevado de individuos de 3 y 4 años de edad (longitud promedio: 25.6 cm) correspondientes a las clases anuales de 1981 y 1982, esto probablemente representó una falla por sobrepesca en vista de que dichos individuos no pudieron ser reemplazados, lo que afectó el desove llevado a cabo ese año en

que fue deficiente, pero sin llegar a las pésimas condiciones que mostró la clase anual de 1986. Estas irregularidades propiciaron un reclutamiento débil tanto en 1987, año en que la población se vio afectada además por la presencia de El Niño moderado 1987, como en 1988. Ya para 1989 la pesca de pre-reclutas nacidos el mismo año representaba un porcentaje importante dentro de las reducidas capturas de sardina peruana. La suma de todas las anomalías observadas llevaron a esta pesquería a su virtual desaparición en 1990.



BIBLIOT
FAC. IN
MARITIM

En el caso de macarela, especie que en promedio desde 1989 hasta 1993 reporta capturas de 81614 T.M., presentó en 1982 su mejor año (589375 T.M.), con un predominio de individuos de alrededor de 4 años de edad pertenecientes a las excelentes cohortes de 1977-78-79, con longitudes entre 28 y 30 cm (Fig. No. 15), es decir individuos maduros que habrán desovado una o más veces (ver fig. No. 5, clave de edad), presentando sin embargo un reclutamiento deficiente en ese año. Para 1983 ingresan en la captura por primera vez individuos de edad cero que por lo tanto no alcanzaron a desovar ni una sola vez y, similarmente a 1982, se registra una ausencia casi total de reclutas. Si bien es cierto el volumen de pesca en 1983 se vio reducido por efectos del fenómeno El Niño, a diferencia de lo que ocurrió con la sardina el desove en ese año no muestra evidencias de haber sido alterado, esto se observa claramente en 1984 con la presencia de individuos de 1 y 2 años que sobrepasaron ampliamente en número a los de mayor edad; esta sobreexplotación daría inicio al decaimiento de esta pesquería.

1985 también presentó un porcentaje importante de pre-reclutas (individuos de cero y un año), lo cual afectaría el reclutamiento en 1986 y 1987.

Las capturas elevadas de inmaduros tendrán siempre un efecto a mediano plazo (3 o 4 años) afectando por un lado al reclutamiento y por otro a la reproducción de la especie entrando en una etapa de retroalimentación. Para el último periodo el stock ya debilitado se vio afectado también por el evento El Niño “moderado” 1987. En adelante los volúmenes de capturas se verían cada vez más disminuidos de manera significativa, presentando reducidos stocks desovantes y débiles reclutamientos.

Cabe recordar que el stock norte de macarela en el PSO es compartido entre Ecuador y Perú (Menz, 1986) correspondiéndole al primero el mayor porcentaje del mismo, por lo tanto el análisis realizado aquí puede ser tomado como representativo para todo el stock,

En lo que respecta al género *Opisthonema spy.*, cuya pesquería siempre ha estado presente en los desembarques de aguas ecuatorianas, este presenta un amplio rango de tallas por encontrarse mezcladas varias especies; siendo imposible realizar una evaluación de los stocks en base a la separación de especies, Dawson (1986) estableció que sería aceptable utilizar los datos combinados de las especies presentes en aguas ecuatorianas para este propósito; esto ha sido corroborado por Patterson y Scott (1991).

Aunque su captura en 1982 fue muy superior a la obtenida en 1983, en ambos años predominaron los reclutas lo cual significa que los desoves de 1980 y 1981 fueron exitosos (Fig. No. 16). El desove de 1983 no fue afectado por el evento El Niño extraordinario 1982-83 por lo que 1985 (periodo de máximas capturas) registró el más alto índice de ejemplares de: 2 años de edad (reclutas), mientras que para 1986 y 1987 predominaron los pre-reclutas con individuos entre 15 y 21 cm de longitud; así se observa que 1986 fue un buen año para el desove de esta especie al igual que 1987, pero en este último año ya se sentían las consecuencias del gran esfuerzo aplicado sobre los reclutas y pre-reclutas, agravado quizás por el evento El Niño moderado 1987. Para 1988 se pescaron principalmente ejemplares maduros, presentando las capturas una longitud promedio de 23 cm que se desajustaba con la escala descendente de longitudes que sufría la población. Un hecho importante dentro de esta pesquería es la captura de individuos de edad cero en casi todos los años en los que se tiene registros llegando a sobresalir en 1989. En los dos últimos años de registros (1990-91) los niveles de captura fueron muy bajos, y en 1991 los promedios de longitud y edad fueron los más bajos observados a lo largo de la serie.

En relación al chuhueco se cuenta únicamente con registros de longitud para el periodo 1987-91 (Fig. No. 17), la madurez de los ejemplares muestreados se determinaba en la misma embarcación en función de la longitud ya que una vez llevada a puerto lapasca se encuentra bastante malograda. La ausencia de datos

previos se justifica con las etapas de veda a las que ha estado sometido este recurso; por otro lado hay que recordar que se trata de una pesquería alternativa que se explota principalmente cuando los niveles de captura de las pesquerías más rentables decrecen, por esta razón la reducida serie de datos con los que se cuenta no puede ser tomada como un indicador definitivo de la evolución del stock. Recién en 1991 esta especie mostró predominio sobre las demás pesquerías en vista de la drástica caída de sus capturas, y situación de colapso en alguno de los casos, llegando a un máximo absoluto en 1992. 1991 aparentemente propició un buen reclutamiento, en ese año las longitudes se distribuyeron principalmente entre 12 cm y 18 cm (ejemplares de 12 cm los más capturados). De acuerdo a las longitudes se evidenciaron dos grupos en las capturas en donde sobresalieron los de aproximadamente 1 año y 3 años de edad (Fig. No. 7).

Hasta hace pocos meses el INP no hacía seguimiento a esta especie debido a la falta de presupuesto, pero en la actualidad dicha institución ya se encuentra realizando muestreos periódicos a esta pesquería (N. González, com. pers.). Mientras el chuhueco mantenga preponderancia sobre las demás especies se puede asegurar el seguimiento temporal objetivo a su stock.



BIBLIOTECAS
123 1997
MAY 1998

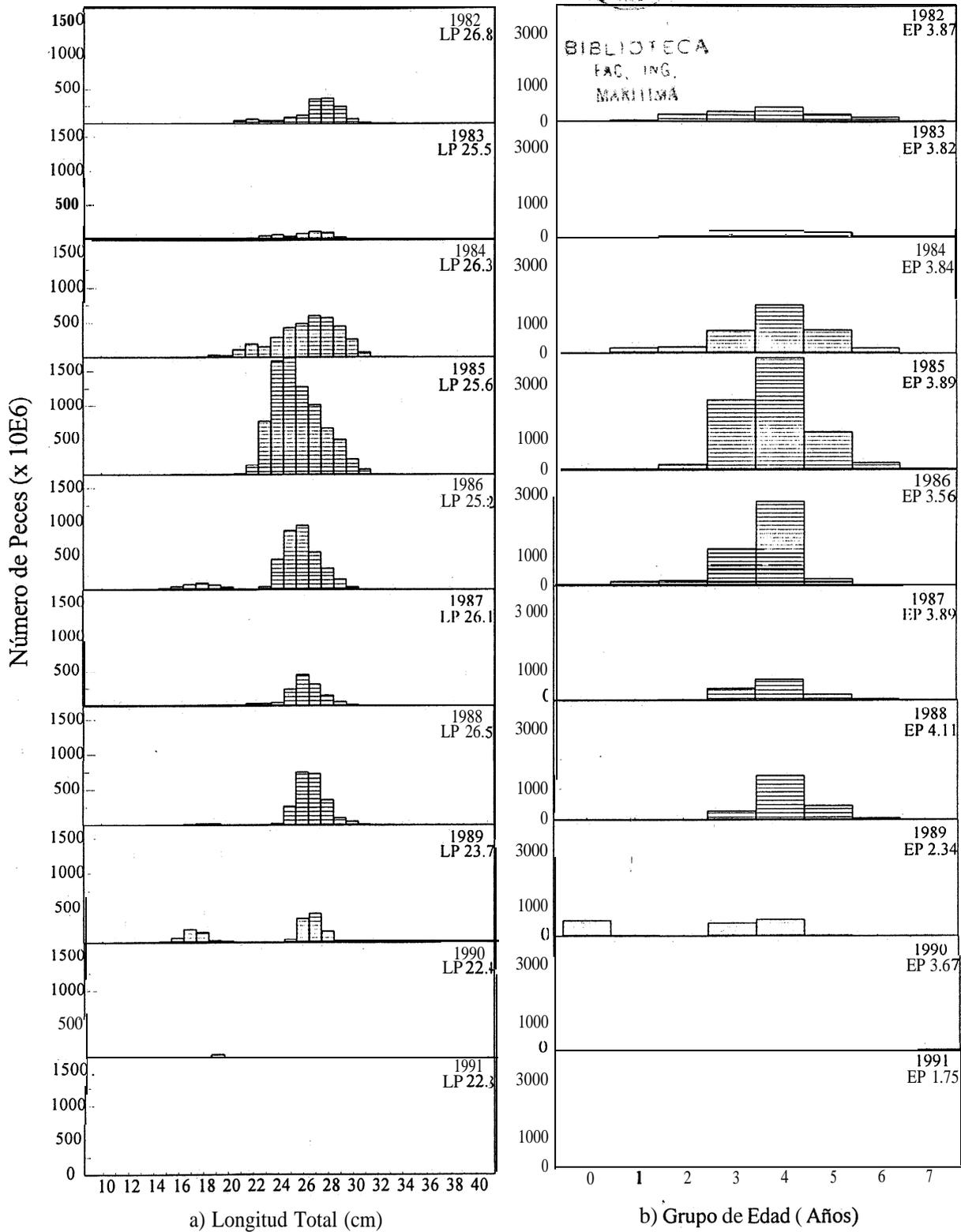


Figura No. 14: a) Longitud-frecuencia de las capturas anuales de Sardina Peruana. Periodo 1982-1991
b) Distribución del número de individuos por edad en las capturas anuales de Sardina Peruana. Periodo 1982-1991

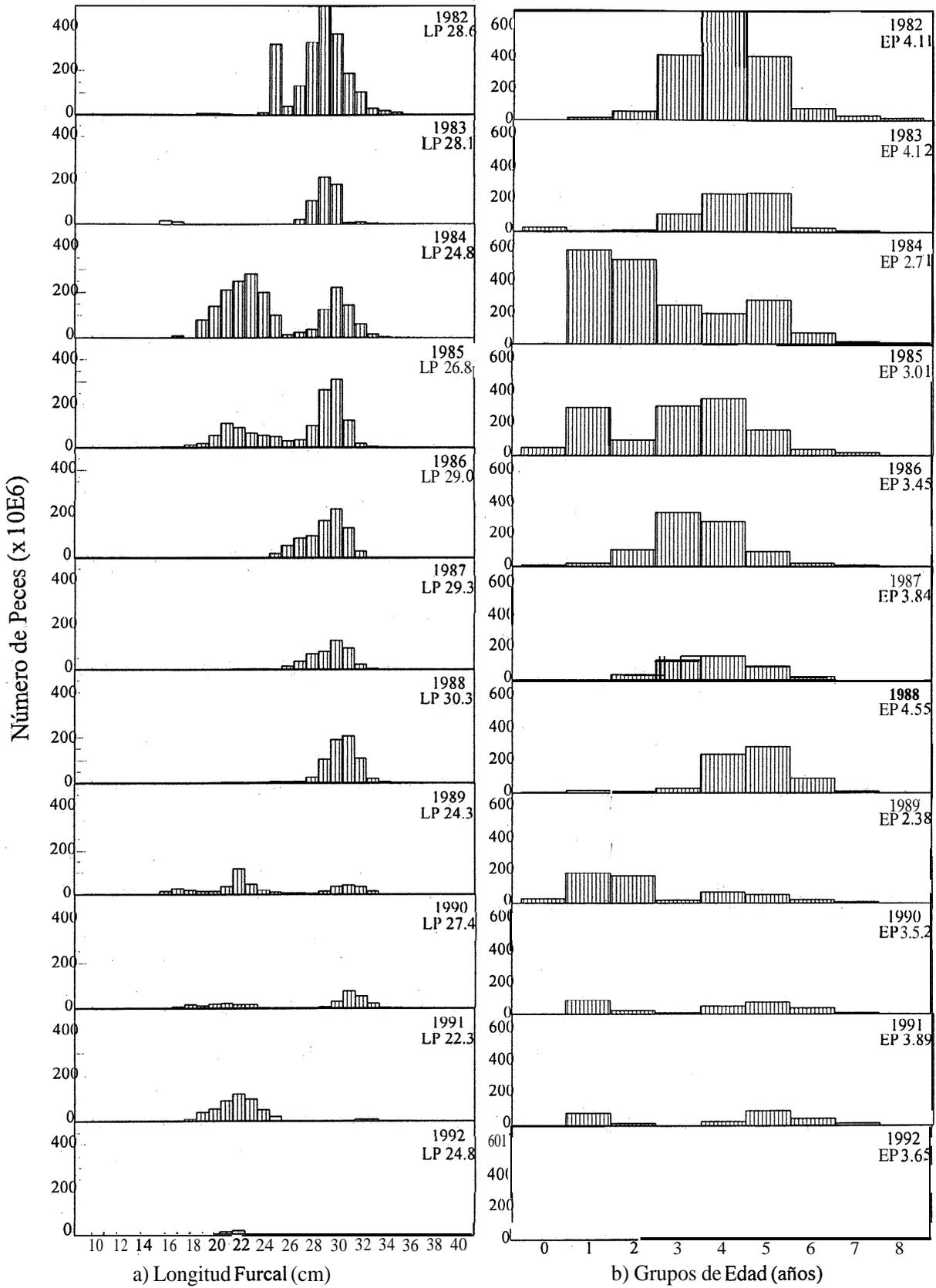


Figura No. 15: a) Longitud-frecuencia de las capturas de Macarela. Periodo 1982-1 992
 b) Distribución del número de individuos por edad en las capturas anuales de Macarela. Periodo 1982- 1992

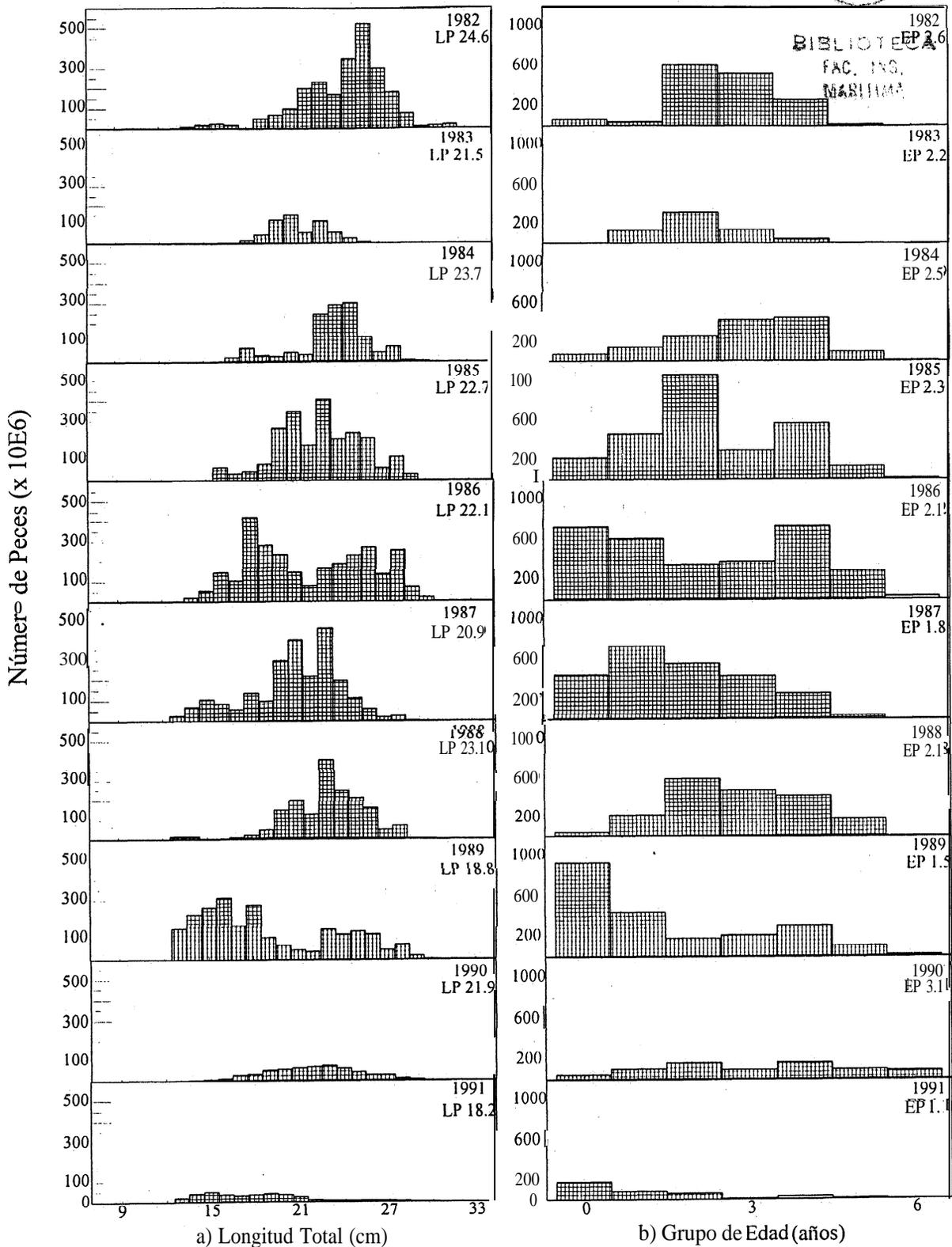


Figura No., 16: a) Longitud-frecuencia de las capturas anuales de Pinchagua. Periodo 1982-1991

b) Distribución del número de individuos por edad en las capturas anuales de Pinchagua. Periodo 1982-1991

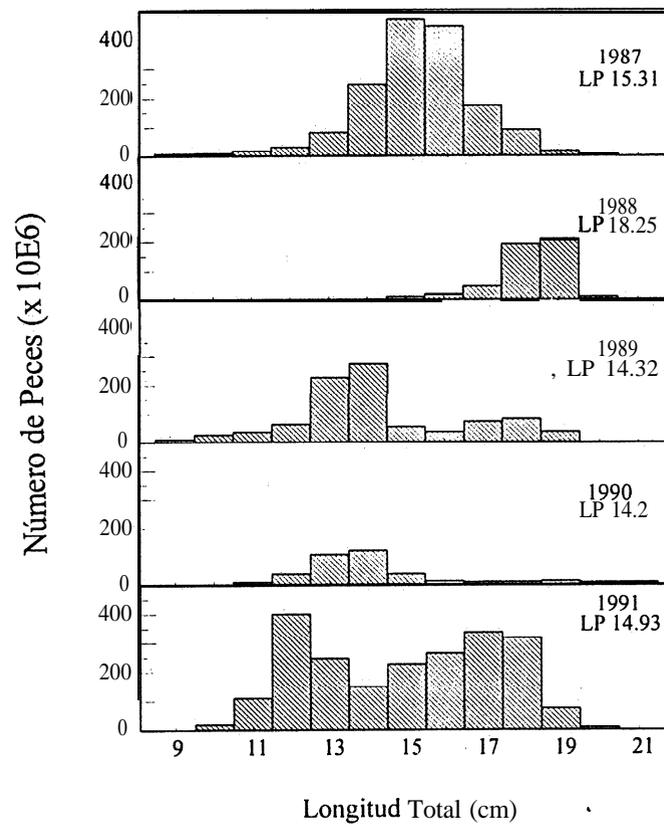


Figura No. 17: Longitud-frecuencia de las capturas anuales de Chuhueco. Periodo 1987- 1991

CAPITULO V

V. DISCUSION

En este capítulo se discute acerca de varios factores importantes en el análisis de toda pesquería, haciendo énfasis en el efecto de la variabilidad de las condiciones ambientales en combinación con una explotación intensiva.

La pesquería nacional de especies pelágicas pequeñas ha atravesado por las diferentes etapas que caracterizan una pesquería (Fig. No. 18 y Fig. No. 19). Los primeros registros (fase de inicio) que se tienen de esta actividad datan desde 1962 (ver cap. 3.2) con capturas del binomio pinchagua-chuhueco. Entre 1972 y 1973 decae bruscamente la abundancia de anchoveta (*Engraulis ringens*) en Pet-ii, lo cual produjo la venta al Ecuador de un gran número de embarcaciones de esta flota anchovetera; otro alcance de la caída de la anchoveta fue la expansión de la distribución y aumento en la abundancia de macarela (*Scomber japonicus*) y sardina peruana (*Sardinops sagax*) (Fig. No. 20a), especies que resultaban ser más rentables que el binomio predecesor, cubriendo mejor la gran demanda de harina de pescado que existía en la década de los 70 como consecuencia del déficit mundial de este producto (French y Menz, 1983; Menz, 1986; Patterson y Scott, 1991). Todo esto representó la etapa de crecimiento de la pesquería nacional.



La alternabilidad entre sardina y anchoveta observada en el PSO no puede considerarse como un hecho aislado, mas bien parece ser una regla si consideramos otros ejemplos donde la pesquería de especies afines se ha comportado de manera similar, tal es el caso de lo sucedido en Sudáfrica y Africa Suroeste (*Sardinops ocellata* y *Engraulis capensis*), California (*Sardinops caerulea* y *Engraulis mordax*), o Japón (*Sardinops melanosticta* y *Engraulis japonicus*) (Fig. No. 20). Esta alternabilidad siempre ha estado asociada a anomalías oceanográficas, lo que sugiere que estos stocks podrían, aun sin la intervención del hombre, pasar por periodos de contracción y expansión. Sin embargo, De Vries *et. al.* (1982, tomado de Shannon *et. al.*, 1986), mediante el estudio de deposición de escamas contenidas en los sedimentos de la zona de afloramiento frente a Perú, encontraron que el predominio de una especie sobre otra es de escala geológica (ver cap. 1.4.1.); en vista de esto cabría la idea de que una actividad extractiva intensa combinada con un comportamiento oceánico cada vez más inestable, podría acelerar este proceso.

El periodo 1981-86 corresponde a la etapa de apogeo de la pesquería. Esta etapa ha sufrido cambios drásticos que han obedecido en parte a eventos oceano-atmosféricos que provocaron en el PSO una intensa variabilidad, dichos eventos fueron El Niño 82-83 y La Niña 85 que coincidieron respectivamente con una disminución y un aumento severos en las capturas. Para 1981 (anomalía térmica

máxima negativa: 1.2° C, promedio mensual en el Ship Track I), uno de los mejores años de la pesquería nacional, las capturas estuvieron representadas principalmente por macarela con más del 50%, seguida de sardina peruana con alrededor del 30% de las capturas.

Una de las características principales del evento El Niño 82-83 fue el gran incremento en la temperatura del mar, alcanzando una anomalía máxima de 4.9° C en los meses de mayo y junio de **1983**, manteniéndose esta anomalía hasta inicios de junio, además se observó una marcada profundización de la isoterma de 15° C la cual, a finales de **1982**, alcanzó los **215 m** (Fig. No. 21), con lo cual el stock remanente de las diferentes pesquerías se tornó inaccesible a las redes cerqueras (Fig. No. 22) que no suelen llegar mas allá de los 120 m.

Cabe resaltar que las anomalías térmicas alcanzadas en estos años han sido las mayores observadas en la serie de tiempo analizada; esto afectó claramente la distribución y abundancia de la productividad frente a la costa ecuatoriana como se puede inferir de la figura de Cl α correspondiente a enero de 1983, en la que se observan valores mínimos entre **0.1** y **0.2 mg/m³** en el Golfo de Guayaquil y entre la Pla. de Sta. Elena y Cabo Pasado. La baja productividad en aguas ecuatorianas se debe a que durante eventos de este tipo las corrientes Peruana y Surecuatorial ricas en nutrientes se debilitan y el Frente Ecuatorial aparece muy poco desarrollado e intersectando la costa más al sur en las costas de Perú, o incluso puede llegar a desaparecer (ver subcaps. 1.1., 1.3., y cap. II).

Durante 1983 macarela, sardina peruana y pinchagua (*Opisthonema spp.*) fueron directamente afectadas por El Niño, sufriendo cambios en su comportamiento y patrón de distribución; por otro lado sardina redonda (*Etrumeus teres*) y chuhueco (*Cetengraulis mysticetus*) incrementaron sus capturas pero sin llegar a volúmenes importantes dentro de la pesquería nacional.

En enero de 1983 se presentó un desplazamiento de sardina desde Ecuador, en cuyas costas prácticamente desapareció, dirigiéndose hacia el sur de Perú y norte de Chile donde se registraron las mayores biomásas (CPPS-ERFEN, 1983). Esto se hace evidente al analizar la figura No. 23 en la que se observa un declive en las capturas de Ecuador y Perú, de 314102 T.M. en 1982 a 104163 T.M. en 1983, y de 1515000 en 1982 a 1047000 T.M. en 1983, respectivamente, mientras que en Chile se dio un notable incremento de 1008650 T.M. durante ese periodo. Seguramente la búsqueda de alimento y de condiciones ambientales propicias para la supervivencia fueron las causas principales de este movimiento migratorio.

Una causa posible para el incremento de las capturas chilenas (Fig. No. 24) es la presencia de un régimen oceanográfico costero que se ve poco afectado por la advección del ASTS e indirectamente perjudicado por la llegada de ondas Kelvin a la zona norte del PSO a través de su extensión hacia los polos conocida como ondas costeras atrapadas u ondas de plataforma (Allen y Romea, 1980;

Enfield, 1980; Smith, 1978; Brink, 1982), las mismas que pierden energía a medida que aumenta la latitud por efectos de fricción con la plataforma y por la estratificación del océano (Romea y Allen, 1984). Estas ondas al arriar a la región provocan que la termoclina se profundice y, aunque los afloramientos no son debilitados (ver cap. 1.2.) debido a que los vientos costeros mantienen su intensidad, el agua aflorada es más cálida y pobre en nutrientes. Es razonable afirmar que ondas de plataforma debilitadas a estas latitudes implican una menor profundización de la termoclina y por lo tanto un menor efecto negativo sobre la fertilidad del mar.

Los cardúmenes a lo largo del PSQ se concentraron en una estrecha franja costera, donde aún se mantenía una alta biomasa fitoplanctónica, quedando muy vulnerables al arte de pesca (Martínez *et al.*, 1989). Un factor importante en la disminución de la biomasa de este recurso fue la pérdida de peso de los individuos y la mortalidad de diversos tipos en sus diferentes estadios causada por las condiciones ambientales presentes. La estacionalidad de este recurso y su ciclo reproductivo también se vieron afectados provocando alteraciones en el desove (Avaria, 1986). Esto responde a dos posibles causas: por un lado la zona de desove se ubica en un área que en esa época presentaba baja productividad (Fig. No. 10); por otra parte la migración ocurrida produjo una reabsorción del vitelo de las gónadas traducida en pérdida de peso corporal (ver cap. 1.41.).

Entre 1982 y 1984 (excepto 1983) las capturas de jurel (*Trachurus murphyi*) en el PSO tuvieron un marcado incremento con respecto a los años anteriores (Fig. No. 25), según Tsukayama (1986) este hecho puede deberse tanto al gran incremento del esfuerzo pesquero como al aumento de los niveles poblacionales causado posiblemente por la declinación del stock de anchoveta y por el desarrollo acentuado del frente formado entre las aguas de la corriente costera peruana y el ASTS como se puede observar en las cartas de TSM de esos años (Miller, 1982 y 1984), ubicándose a lo largo de la costa de Perú y de la zona norte de Chile, constituyéndose en condiciones hiperbaroclínicas propicias para su crecimiento (ver cap. 1.3.).

En 1983 se observó una ampliación de su rango de distribución latitudinal hacia el norte, capturándose comercialmente por primera vez frente a Ecuador (Arriaga y Coello, 1984). No se ha demostrado que en este año (El Niño) el recurso haya sufrido pérdidas en su biomasa, por el contrario, la evidencia parece indicar más bien un incremento que se explica por el debilitamiento de los alisios del sureste que le restan intensidad a la corriente costera peruana, la que a su vez provoca que el frente que se forma entre la corriente y el Agua Subtropical Superficial (masa de agua preferida por esta especie) se desplace hacia la costa tornando al recurso más accesibles a la flota pesquera; en vista de que el desove de jurel se produce en el frente, el desplazamiento del mismo explica el por qué de la abundancia de larvas de jurel en la etapa post-Niño (Ñiquen y Vilchez, 1989; Dioses *et al.*, 1989; Zuzunaga, 1986).



El efecto negativo de El Niño 1982-83 sobre la pesquería de macarela fue más acentuado en la pesquería pelágica ecuatoriana por encontrarse dirigida en un grado importante hacia este recurso, a diferencia de los otros dos países en que la macarela ha sido una especie acompañante para la sardina, anchoveta y jurel (datos de capturas del IMARPE y del IFOP). Cabe anotar que hasta febrero de 1983 la flota comercial ecuatoriana siguió trabajando casi en forma exclusiva sobre esta especie. Se determinó que este recurso se concentró en áreas muy restringidas del Golfo de Guayaquil haciéndose muy vulnerables y accesibles a la flota pesquera (Jiménez y Herdson, 1984).

BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARÍTIMA

Avaria (*op. cit*) manifiesta que esta especie tiene afinidad para desovar en aguas cálidas; además, el desove que se lleva a cabo entre los 2° S y 3° S en el límite externo del Golfo de Guayaquil, encuentra casi en forma permanente índices de productividad aceptables para el sustento larval. Estos factores indujeron, durante 1982-83, un gran incremento en la abundancia larval de la macarela desde septiembre de 1982 y principalmente en enero de 1983, continuando el desove aún en marzo y abril de 1983 (CPPS-ERFEN, *op. cit.*).

Debido a que la distribución de pinchagua es netamente superficial, el stock es naturalmente afectado durante eventos cálidos como El Niño. Sin embargo, a pesar del evento ocurrido en 1983, el desove de esta especie fue exitoso, siendo

favorecido por los mismos factores que el de la macarela, al tener su ubicación al interior del Golfo.

Aunque las capturas de macarela, sardina y pinchagua decrecieron, con los desoves no ocurrió lo mismo, viéndose afectados los de sardina y no así los de macarela y pinchagua que manifiestan menos susceptibilidad a las altas temperaturas.

De las especies analizadas en este estudio, chuhueco y sardina redonda fueron las únicas que incrementaron sus capturas en el periodo 1982-83 (Fig. No. 12), lo cual, como se dijo en el capítulo 3.2., pudo obedecer no sólo a una reorientación del esfuerzo pesquero en vista del fuerte decremento en las capturas de las especies más rentables, sino también a un incremento del stock de dichas especies debido al hecho de que especies como el chuhueco se favorecen durante la época de fuertes precipitaciones (verano hemisferio sur) en que los ríos arrastran una gran cantidad de sedimento aumentando su contenido de detritos (ver cap. 1.4.4.).

Una vez superado este periodo se inició un ascenso vertiginoso en las capturas hasta llegar a los niveles más altos jamás registrados en la pesquería nacional con cerca de dos millones de T.M. en 1985, de las cuales aproximadamente 15% correspondió a pinchagua, 20% a macarela y 60% a sardina peruana; cabe resaltar que los individuos extraídos pertenecieron en un amplio porcentaje a las

cohortes 1981-1982, periodo (1981 y primer semestre de 1982) que corresponde a un enfriamiento del océano que no llegó a ser de la magnitud del evento frío de 1985 (comenzó a principios de 1984 y duró hasta mediados de 1986 aproximadamente), el cual generó una anomalía térmica máxima de -1.4°C en el mes de mayo, al respecto King (1977, tomado de Shannon *et. al.*, 1986) señala que eventos fríos extremos pueden ser contraproducentes al desarrollo de los huevos (estudio de *Sardinops ocellata*), esto está probablemente asociado a cambios en la estratificación de la columna de agua, turbulencias, patrones alterados de corrientes o a cambios en el suministro de alimento. Adicionalmente otros autores, como por ejemplo Nakata *et. al.* (1995), estudiando la disponibilidad de alimentos para larvas de *Sardinops melanosticta*, encontraron que estas tenían una mayor probabilidad de supervivencia cuando son desovadas en una zona frontal bien desarrollada y por tanto con mayor disponibilidad de alimento; obviamente un mayor desarrollo de Humboldt implicará un Frente Ecuatorial más intenso y, en teoría, un desove más exitoso, no obstante durante esos periodos los procesos de turbulencias y corrientes se hallan más desarrollados y esto sería desfavorable para procesos de retención larval a menos que contribuyan a la formación de “eddies” que favorecen los mecanismos de retención (Schumacher y Stabeno, 1994).

A lo largo de este último periodo (Anti-El Niño) la zona norte del PSO estuvo bajo la influencia acentuada del Frente Ecuatorial y de las aguas del afloramiento costero peruano, extendiéndose ambos hasta el Golfo de Guayaquil en

coincidencia con las áreas de distribución y desove de las especies pelágicas ecuatorianas, permitiendo a su vez que especies con un régimen migratorio longitudinal lleguen hasta aguas ecuatorianas. El área que estuvo bajo la influencia del afloramiento peruano seguramente tuvo la presencia de varias especies de eufásidos con altos valores de biomasa zooplanctónica mientras que la población mantenida en la región del frente pudo haber incluido especies neríticas sustentadas por un alta productividad fitoplanctónica, como la encontrada por Arcos y Fleminger (1986) en una época de condiciones oceanográficas similares, esto es 1967 y 1968, años considerados como Anti-El Niño según la nomenclatura de Rivera (1987), y con anomalías térmicas similares según la serie del Ship Track analizada en este estudio. A pesar de que se dieron condiciones favorables para el desove, el mismo no puede ser considerado como exitoso debido probablemente a una falla por sobrepesca (excesiva pesca de individuos maduros) en combinación con los factores previamente mencionados (ver cap. IV).

A esta le siguió la etapa de El Niño 1987 en el que la anomalía térmica máxima fue de 2.2° C. En febrero de 1987 se destaca la profundidad alcanzada (250 m) por la isoterma de 15° C, mientras que las temperaturas superficiales oscilaban entre 26.5° C - 29° C, esto estuvo asociado con bajos índices de Cl *a* frente a la costa ecuatoriana. En marzo la isoterma de 15° C llegó a estar ubicada en los 160 m de profundidad (Fig. No. 21), lo cual guarda una estrecha relación con la distribución vertical de biomasa observada en este mes (Fig. No. 26b), ya que un



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

alto porcentaje de la misma se concentró alrededor de los 140 m de profundidad. En los meses siguientes las condiciones se normalizaban observándose un ascenso, tanto de la isoterma de 15° C como de la biomasa, ratificando la relación existente entre ambos parámetros.

En los meses de agosto y septiembre de 1987 el jurel amplió su distribución hacia el Ecuador (hasta 2° S), llegando a constituir el 70% de la captura total de especies pelágicas (Maridueña *et. al.*, 1988), mientras que las especies tradicionales más importantes se replegaron hacia el sur de la área PSO (datos de capturas del IMARPE y del IFOP); tales situaciones fueron semejantes a las ocurridas en eventos cálidos anteriores, pero sin haber llegado a lo observado durante el evento 1982-83 dada la intensidad moderada de El Niño 1987.

Como se puede observar en el figura No. 9a, a partir de 1988 hasta mediados de 1991 las condiciones de temperatura pueden ser consideradas normales, pero aún bajo estas circunstancias ya es notable la declinación de los niveles de captura de sardina y macarela así como también de su potencial reproductivo, esto como consecuencia de las anomalías acontecidas en años anteriores y de la intensa explotación. Para 1990 se empieza a notar un incremento en el porcentaje de la pesca acompañante (varios) de las principales especies analizadas y en 1991 jurel por primera vez es una de las principales especies capturadas en Ecuador, acompañado de un aumento sustancial en la pesca de chuhueco que volvió a predominar desde 1992 hasta 1994.

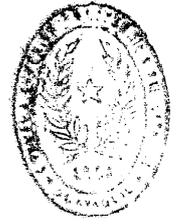


Actualmente la pesquería pelágica nacional debería encontrarse en una etapa de estabilización con las especies tradicionales, pero esto no ha sucedido debido en gran parte a la falta de una política reguladora estricta que controle las actividades pesqueras, lo cual se ha visto reflejado en un incremento excesivo del esfuerzo pesquero. Este factor ha sido decisivo en el colapso o casi colapso de muchas pesquerías, tales son los casos observados en Perú, con la anchoveta; en California, con la sardina del Pacífico; y en Namibia (Africa Sur Occidental), con la sardina (Glantz, 1985). Una situación similar se dio en Ecuador con la pesquería de sardina peruana y macarela, esto se tradujo en la disponibilidad del nicho ecológico antes ocupado por estas especies, el mismo que está siendo aprovechado por especies migratorias como el jurel y botellita (*Auxis thazard*) y en ocasiones por especies que realizan una migración vertical como la gallineta (*Prionotus stephanophrys* y *Prionotus albirostris*), que es demersal.

A pesar del colapso en 1991 de la pesquería de sardina peruana, en los últimos meses (julio-septiembre 1995) han habido reportes de altos índices de capturas de esta especie (J. Chavarría, comunicación personal), esto ha coincidido con el inicio de una etapa de anomalías térmicas negativas como las vistas en el periodo 1984-1986, en que los niveles de captura fueron los más altos registrados a lo largo de su pesquería; asimismo se observa una fuerte relación entre la ausencia de esta especie en aguas ecuatorianas y la presencia de un largo periodo cálido (1990-1994). Los altos índices de capturas reportados

recientemente pueden deberse a una expansión del recurso o a la migración del mismo en vista de las condiciones desfavorables que encuentra frente a Perú, tales como grandes anomalías térmicas negativas y su desventaja natural frente a la anchoveta (recurso que ha evidenciado recuperación) en la competencia por alimento; al mismo tiempo esta especie halla mejores condiciones al sur del Ecuador, como una termoclina muy superficial (columna de agua bien estratificada) y un Frente Ecuatorial bien definido.

Mientras que las opiniones de algunos científicos sostienen que los cambios en las variables ambientales han sido la causa que llevó a esta pesquería al colapso y otros afirman con igual convicción que la sobrepesca fue el motivo del mismo, a lo largo del estudio efectuado en este trabajo se ha llegado a la conclusión que ambos factores son decisivos en el éxito o fracaso de una pesquería.



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MANILA

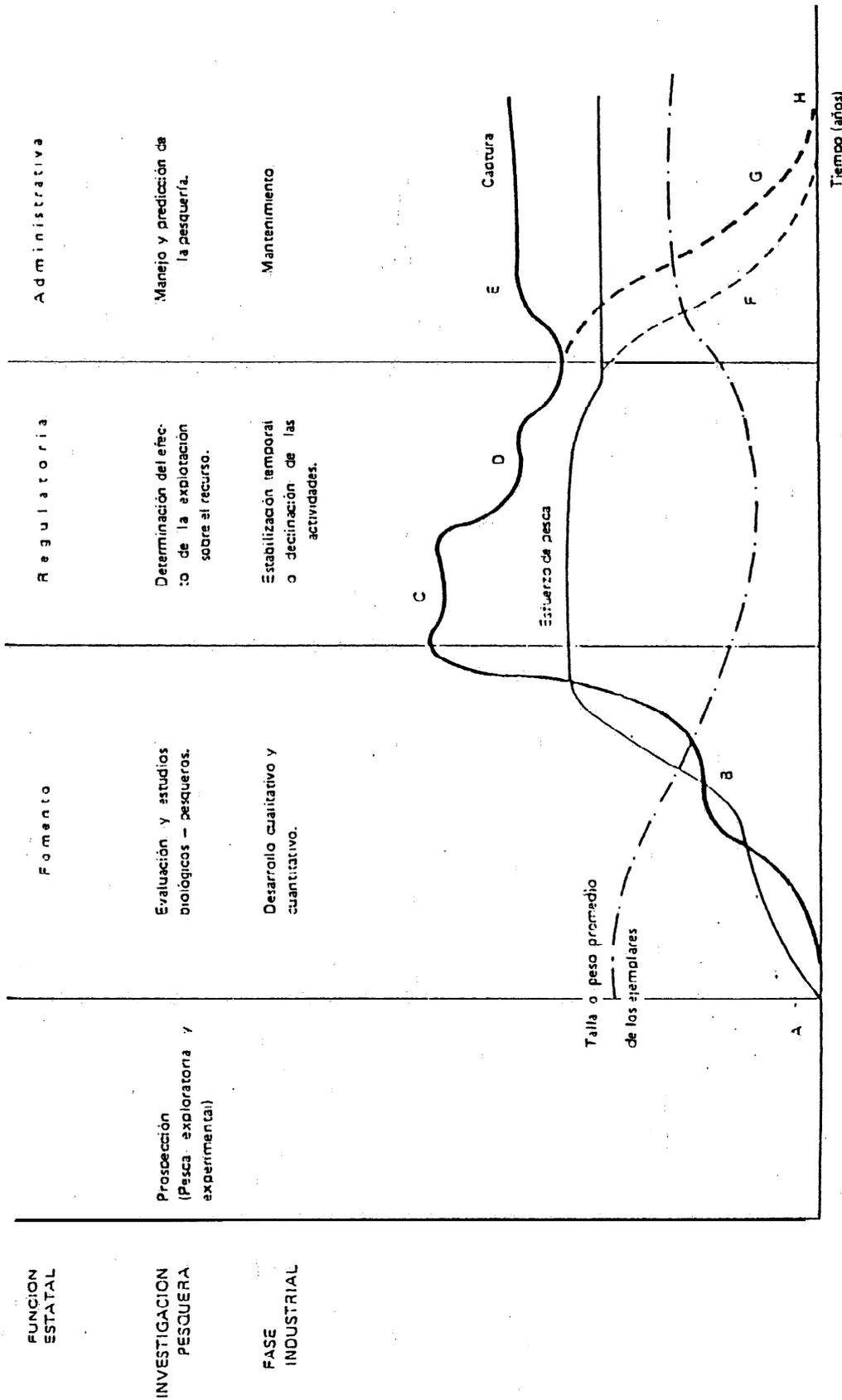


Figura No. 18: Modelo generalizado de una pesquería

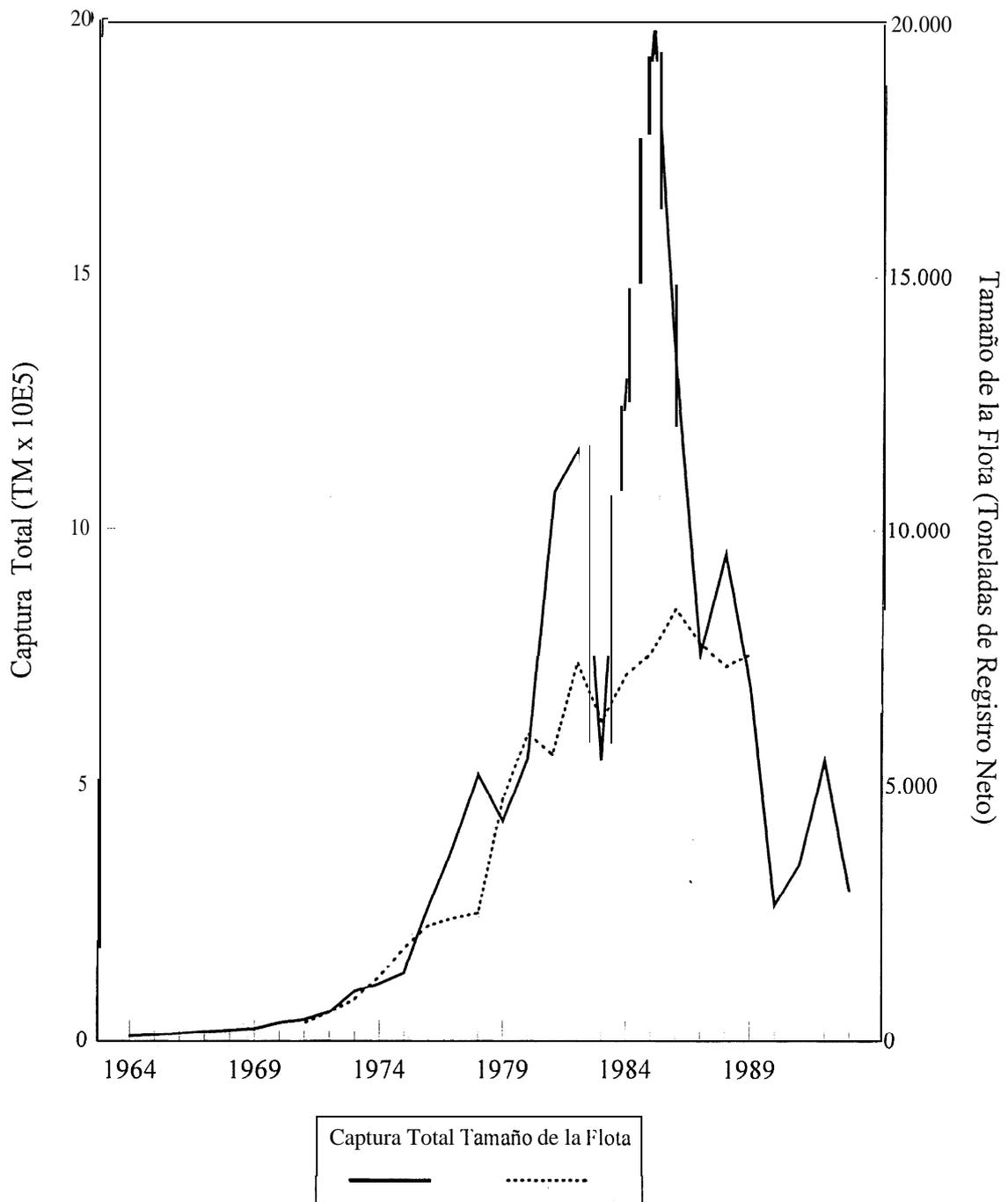


Figura No. 19: Distribución de la captura total anual de especies pelágicas pequeñas en comparación con el tamaño de la flota

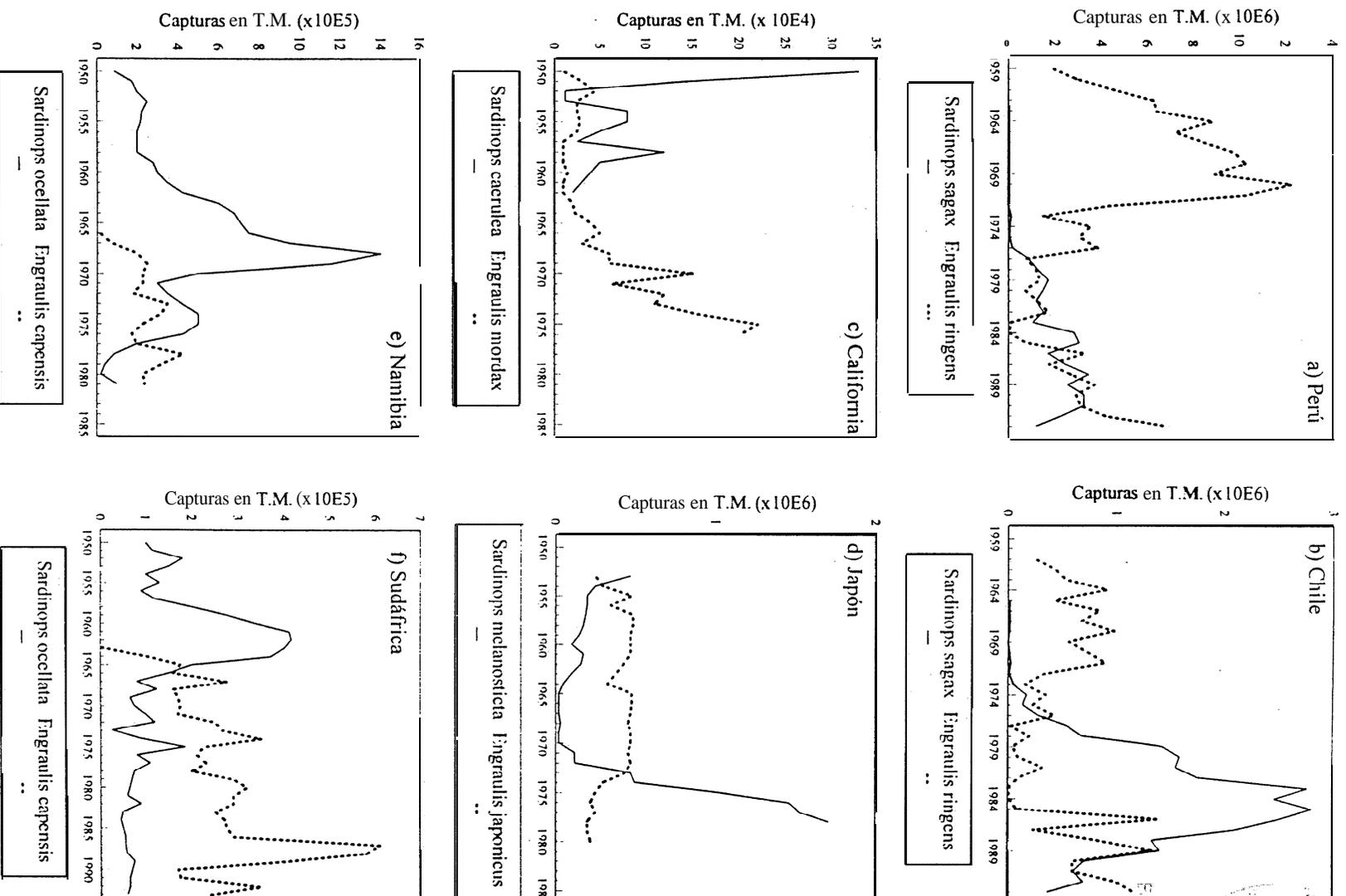


Figura No. 20: Casos de alternabilidad entre especies afines a Sardina Peruana y Anchoveta

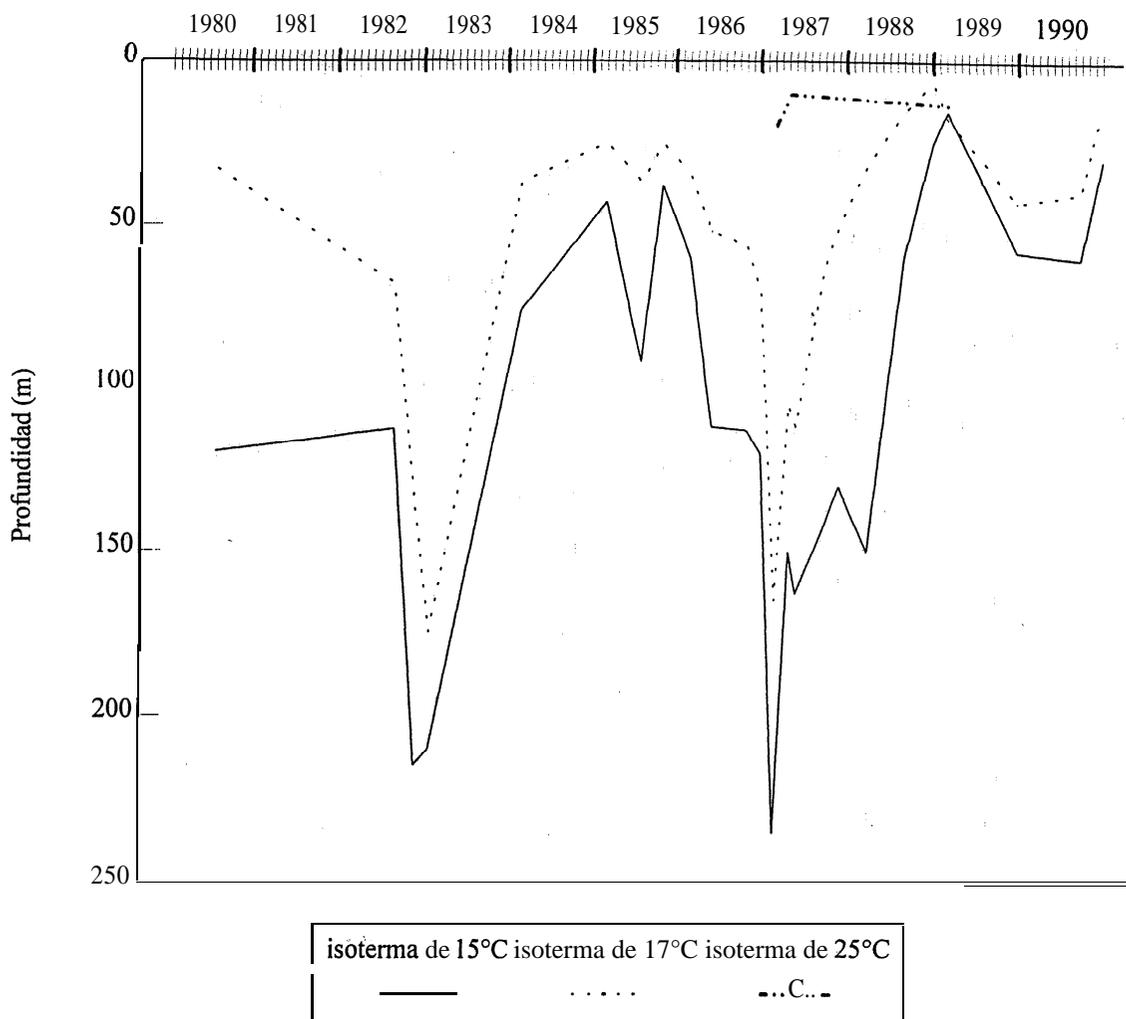
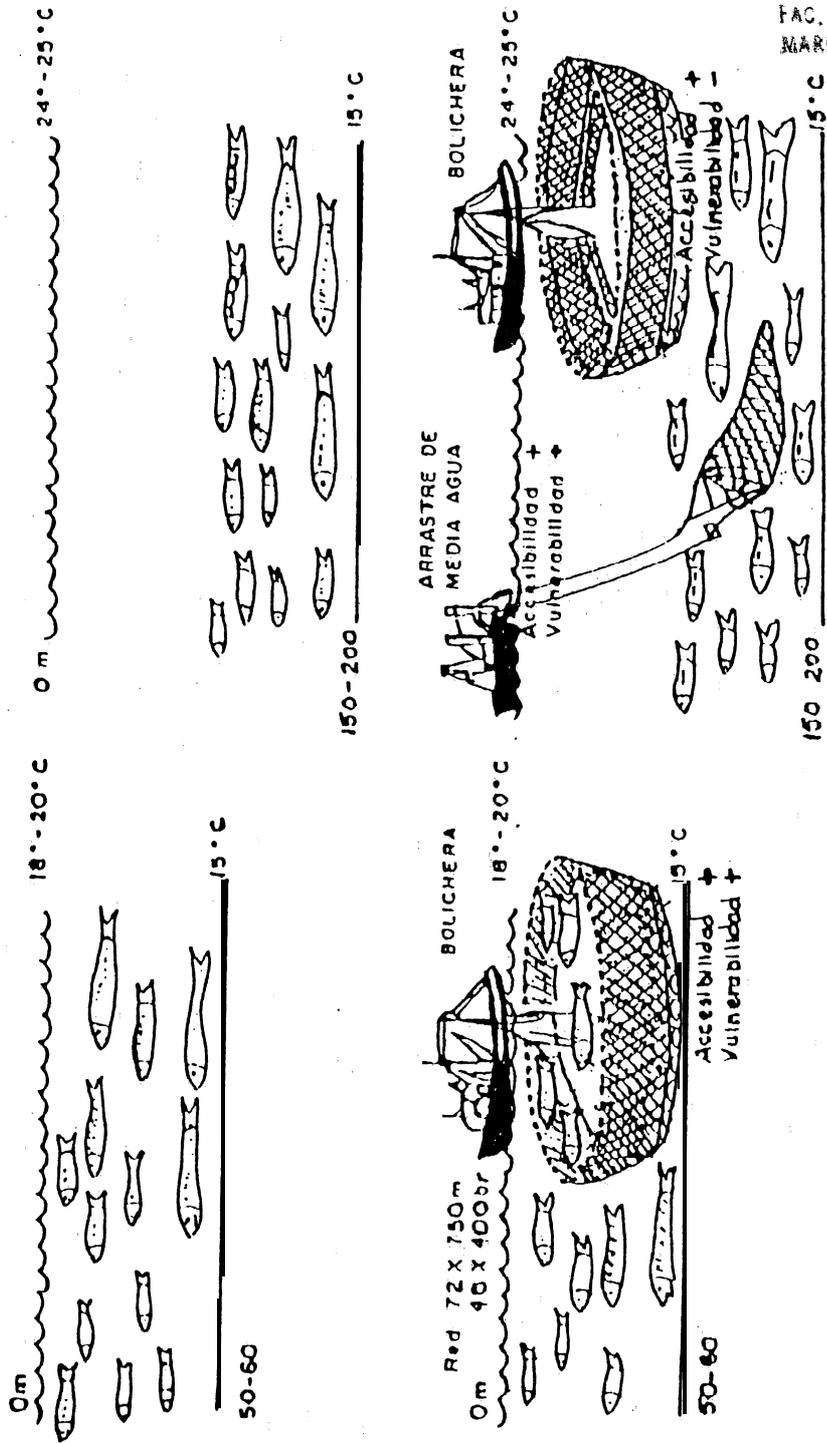


Figura No. 21: Profundización temporal de las isothermas de 15°C, 17°C y 25°C para el área comprendida entre 2°30'S - 3°30'S y 81°30'W - 83°00'W



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARIITIMA

Figura No. 22: Accesibilidad y vulnerabilidad de los recursos pelágicos al arte de cerco y arrastre de media agua

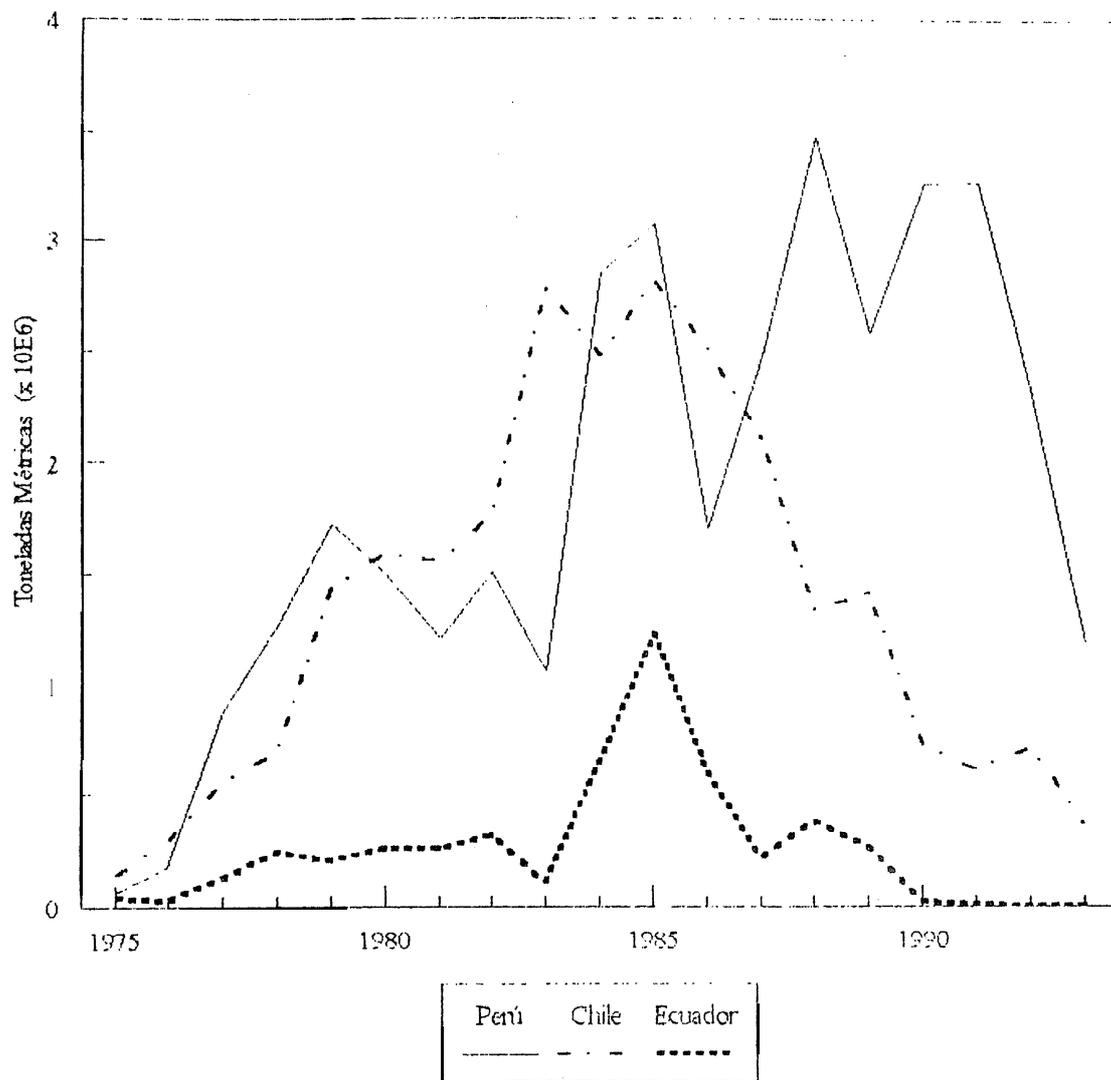


Figura No. 23: Capturas anuales de Sardina Peruana en el PSO



INSTITUTO TECNOLÓGICO
FAC. ING.
MARITIMA

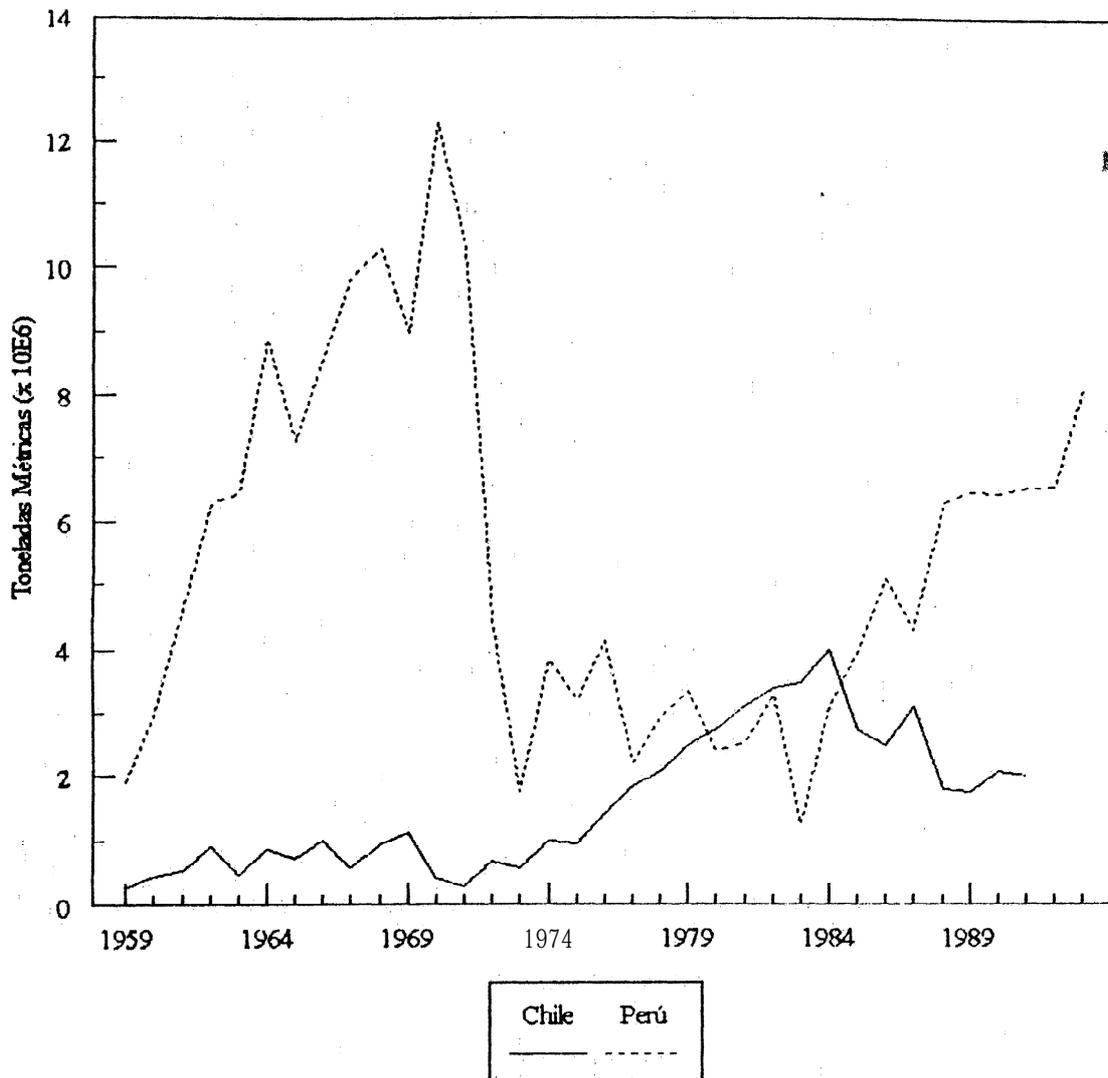


Figura No. 24: Capturas totales anuales en Perú y zona norte de Chile

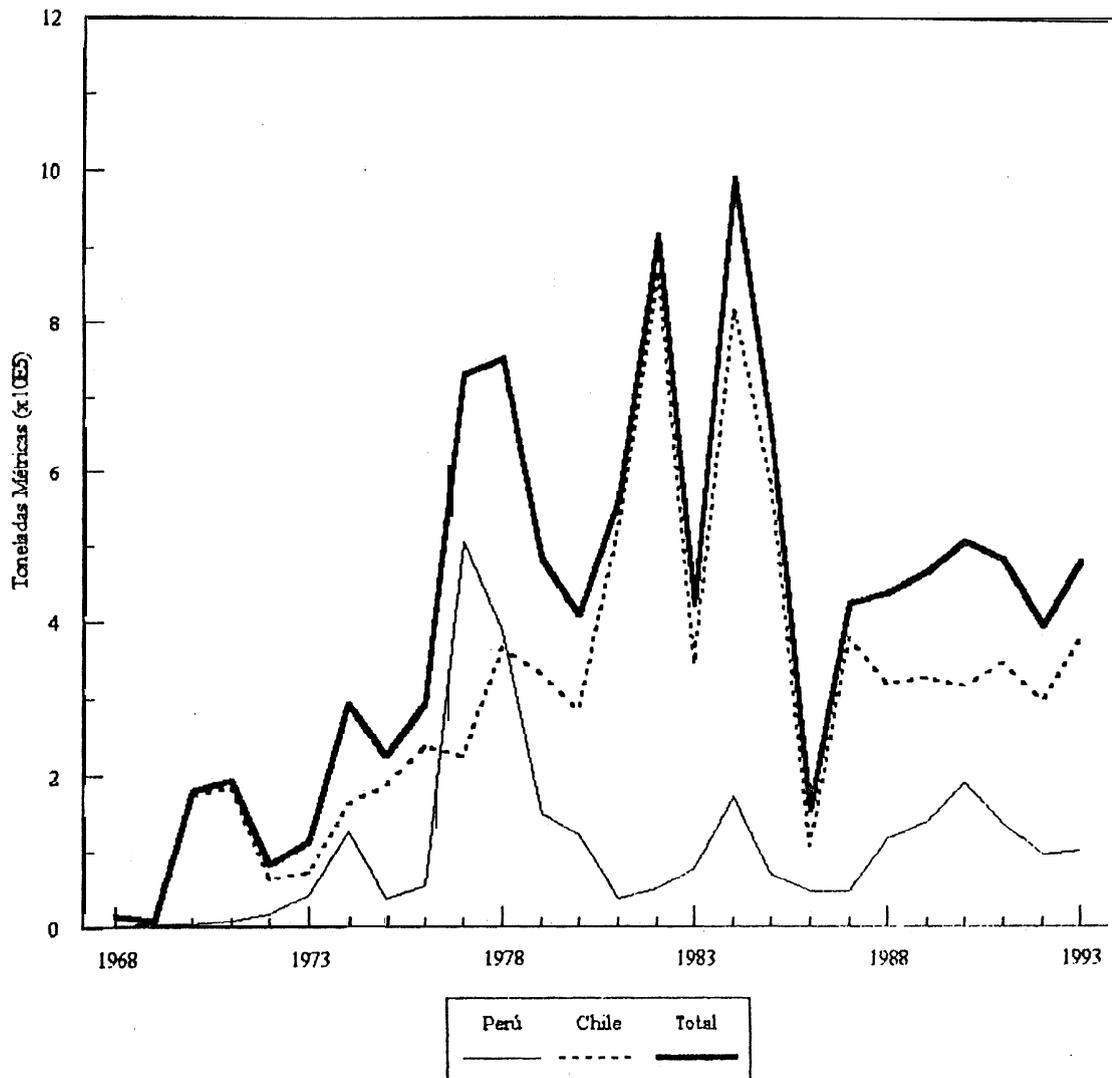


Figura No. 25: Capturas anuales de *Trachurus murphyi* (Jurel) en el PSO

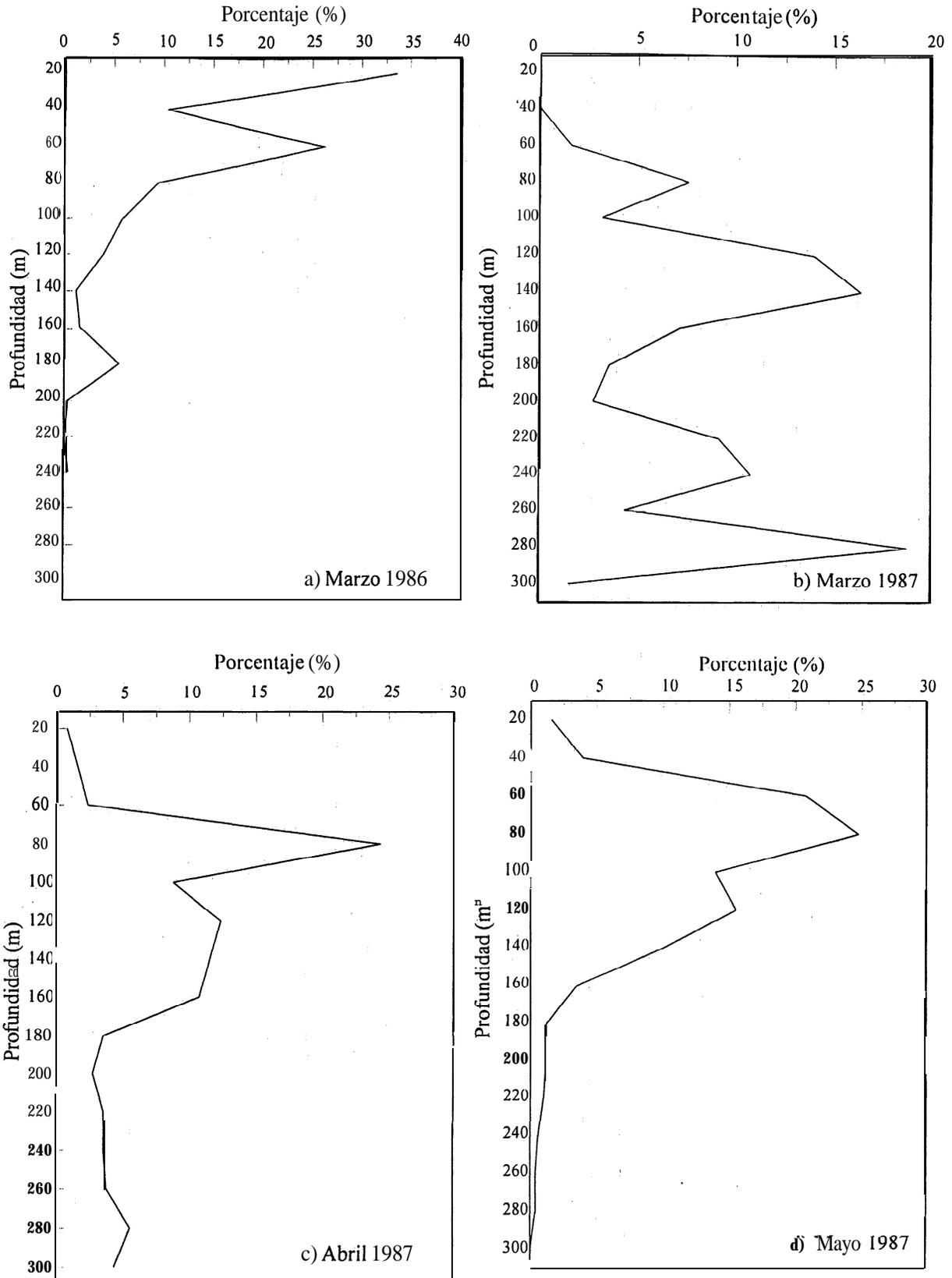


Figura No. 26: Distribución vertical de biomasa frente a la costa ecuatoriana



CONCLUSIONES

BIBLIOTECA
IAC, ING.
MARITIMA

El estudio combinado de los aspectos oceanográfico y pesquero de especies pelágicas pequeñas en el PSO (Pacífico Suroriental) ha permitido obtener algunas conclusiones; a continuación se detallan las que se han considerado como las más importantes.

1. En el PSO, de manera similar a los casos ocurridos en California, Japón, Namibia y Sudáfrica, existen stocks que pasan por largos períodos de abundancia y escasez, y cada vez que esto último ocurre el nicho ecológico desocupado suele ser inmediatamente aprovechado por otra especie produciéndose una alternabilidad entre las mismas, aunque los grupos reemplazantes no siempre representen el mismo valor para la economía pesquera. Dicho proceso se ha venido dando en el PSO principalmente entre sardina y anchoveta, y ha sido asociado con anomalías oceanográficas que se presentan durante eventos extraordinarios. Esto conduce a pensar que una actividad extractiva intensa combinada, con un comportamiento oceánico cada vez más inestable acelera este proceso. Ecuador, con una pesquería multiespecífica, se ve afectado por esta alternabilidad puesto que un descenso en la población de anchoveta en el PSO implica un incremento en la población de sardina peruana y macarela, por el contrario, al incrementarse la anchoveta y al estar esta

ausente de aguas ecuatorianas debido a que las características oceanográficas del área no son favorables para el desarrollo de este recurso, las disminuidas poblaciones de sardina peruana y macarela son reemplazadas por especies tales como sardina redonda, chuhueco, pinchagua y, recientemente, por un notable incremento del ítem “varios” representado principalmente por botellita, gallineta, etc, mereciendo una consideración especial la aparición en grandes cantidades de jurel.

2. Cada stock manifiesta un normal desarrollo en un medio ambiente definido, el cual se ve modificado durante eventos fríos o cálidos presentando incidencias en las zonas en las que se desenvuelven, las cuales se ven afectadas al modificarse los frentes, masas de agua, productividad, temperatura del mar, sistemas de afloramientos y corrientes, etc. Esto provoca que los stocks también sufran alteraciones tales como variación en los desoves y en la disponibilidad de alimento, intensificación de las migraciones, etc.

3. Durante los eventos cálidos se produce la profundización y/o debilitamiento de la termoclina, causando el hundimiento de los stocks remanentes que se vuelven inaccesibles al arte de pesca. Dicha migración vertical se debe a la susceptibilidad de las especies frente a temperaturas que se encuentran fuera de su rango de tolerancia. En general, durante estos eventos el principal mecanismo de supervivencia es la migración, la cual provoca que la estacionalidad de los recursos y su ciclo reproductivo se vean afectados.

4. El aumento de la población de jurel durante eventos cálidos en el PSO coincide con una extensión del ASTS. Su presencia en aguas ecuatorianas se ha visto favorecida además por la disponibilidad de un nicho ecológico, en vista del decaimiento de las pesquerías tradicionales.

5. En el periodo analizado, durante eventos extraordinarios, cuando en Ecuador y Perú las capturas totales disminuyen, se produce un incremento en Chile, mientras que cuando en Chile disminuyen, en Ecuador y Perú aumentan.

6. El análisis de las imágenes obtenidas a través del Coastal Zone Color Scanner (CZCS, radiómetro que fue operado desde el satélite Nimbus 7 de la NASA) han permitido concluir que el límite externo del Golfo de Guayaquil cuenta en forma permanente con índices de productividad aceptables para el sustento larval, condición favorable para los desoves que se efectúan en esta área.

7. Aunque el desove se realice en una zona con condiciones propicias de temperatura y productividad, este puede fallar por factores externos como la pesca excesiva de individuos maduros tal como ocurrió en 1985 con sardina y macarela, año en que a pesar de que las condiciones oceanográficas eran favorables para que ocurra un buen desove, este falló debido a la sobrepesca de individuos aptos para desovar, lo que implica que buenos niveles de captura no necesariamente están asociados con una pesquería saludable.

8. La presencia de sardina peruana en aguas ecuatorianas está relacionada con etapas de anomalías térmicas negativas y su ausencia guarda relación con períodos cálidos, este comportamiento responde al rango de tolerancia térmica que caracteriza a esta especie.

9. Cambios en las variables ambientales (factor natural) y sobrepesca (factor externo) son decisivos en el éxito o fracaso de una pesquería.



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

RECOMENDACIONES

Dada la importancia de la actividad pesquera en la economía de nuestro país, se hace necesario realizar estudios tendientes a complementar el aquí presentado. Es lamentable que de la costa del Pacífico Suroriental, el Ecuador sea el único país que no tenga un programa global de investigaciones permanentes y periódicas de los aspectos oceanográficos ni de sus interrelaciones con los biológico-pesqueros, lo cual no permite disponer de una serie de tiempo larga de los distintos parámetros requeridos. Es por esta razón que recomendamos la ejecución de estudios, a lo largo de la costa, relacionados con los siguientes temas: transporte y afloramientos, vientos y corrientes, turbulencia y mezcla, estabilidad de la columna de agua, así como también mecanismos de retención larval tales como meandros y eddies, que son procesos considerados críticos para los estadíos de vida temprana de peces. Es igualmente importante estudiar la relación que tiene la productividad con los stocks de las especies pelágicas.

Cabe anotar que mucha de la información en base a la cual se ha elaborado este estudio ha sido obtenida de publicaciones del Instituto Nacional de Pesca, institución que realiza investigaciones sobre temas afines a los que acabamos de sugerir, las

mismas que podrían ser complementadas con los trabajos realizados por otras instituciones tales como INOCAR, Subsecretaría de Recursos Pesqueros y ESPOL a través de la Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar. En vista de esto recomendamos que se realicen gestiones tendientes a la ejecución de un trabajo conjunto entre las entidades que desarrollan individualmente este tipo de actividades, para así obtener el máximo provecho de las mismas.

Por otra parte, se debe determinar urgentemente el ojo de malla apropiado para el paño de red utilizado en la captura de cada una de las especies pelágicas pequeñas de modo que no se atente contra la supervivencia de las mismas, hacienda del cumplimiento de esta norma una condición ineludible para otorgar un permiso de pesca.

Por último se recomienda que, en Base a un estudio minucioso del estado actual de los stocks en el que se determine el RMS (Rendimiento Máximo Sostenido) para cada uno de ellos, se establezcan medidas de manejo para lograr una recuperación de los stocks y la posterior estabilización de su pesquería.



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

A P E N D I C E

FUENTES BIBLIOGRAFICAS DE LAS FIGURAS

Figura No. 1:

Elaborado en base a la teoría del capítulo 1.1.

Figura No. 2:

Elaborada en base a la teoría del capítulo 1.1.

Figura No. 3:

Elaborado en base a la teoría del capítulo 1.1.

Figura No. 4, 5 y 6:

- INP, Bol. Infor. Vol. III (3), IV (1), V (1), VI (1), VII (1), VIII (1)
- Figura No. 12a
- DAWSON, W., 1986
- Subsecretaría de Recursos Pesqueros
- IFOP, 1988

Figura No. 7:

- INP, Bol. Infor. Vol. III (3), IV (1), V (1), VI (1), VII (1), VIII (1)
- Figura No. 12b
- Ansaldo, 1964
- BAYLIFF, W., 1969

Figura No. 8:

- INP, Bol. Infor. Vol. III (3), IV (1), V (1), VI (1), VII (1), VIII (1)
- Figura No. 12b
- DAWSON, W., 1986

Figura No. 9:

- a) - RASMUSSEN, E. y T. CARPENTER, 1980, pp.1 (recuadro)
 - National Climatic Center of the Environmental Data and Information Service
 from the EPOCS Program.

b) CHAVARRIA, J. y B. BAYOT, 1994

**Figura No. 10:**

- JIMENEZ, R., D. BONILLA y F. PESANTES, 1984
 - JIMENEZ, J. y D. HERDSON, 1984
 - INP, 1987. Informe del crucero T 87-02-1 a bordo del BI Tohalli.
 - INP, 1988. Informe del crucero T 88-12-4 a bordo del BI Tohalli.
 - ESPINOZA, J. y A. MARIDUEÑA, 1991
 - SONNENHOLZNER, S., 1991

BIBLIOTECA
 IAC. ING.
 MARITIMA

Figura No. 11:

VILLALTA M., 1993

Figura No. 12:

- 1975-80, sardina peruana y macarela: MENZ, A., 1986
 1975-80, chuhueco y pinchagua: FRENCH, S. y A. MENZ, 1983
 1981-89: PATTERSON, K., M. CASTELLO, M. SANTOS y M. BARCIA,
 1990
 1990: INP, 1992. Bol. Cient. Técn. Vol. XII (2)
 1991-92: AGUILAR, F. y M. SANTOS, 1993
 1993: INP, Centro de cómputo

Figura No. 13:

- 1975-80, macarela y sardina peruana: MENZ, A., 1986
 1975-77, chuhueco y pinchagua: FRENCH, S. y A. MENZ, 1983

1978-80, chuhueco: valor estimado al mínimo de captura debido a la veda establecida para ese periodo

1978-80, pinchagua: valor estimado promediando las capturas de años anteriores

1975-80, sardina redonda: valor estimado manteniendo constante el primer valor de captura registrado en la serie

1981-89: PATTERSON, K., M. CASTELLO, M. SANTOS y M. BARCIA, 1990

1990: INP, 1992. Bol. Cient. Técn. Vol. XII (2)

1991-92: AGUILAR, F. y M. SANTOS, 1993

1993: INP, Centro de cómputo

Figura No. 14:

GONZALEZ, N. y M. SANTOS, 1992

Figura No. 15:

SANTOS, M. y N. GONZALEZ, 1992

Figura No. 16:

SANTOS, M. y E. FUENTES, 1992

Figura No. 17:

AGUILAR, F., 1992

Figura No. 18:

ARANA, P., 1977

Figura No. 19:

1964-80: FRENCH, S. y A. MENZ, 1983

1964-80: MARIDUEÑA, L., 1986

1981-89: PATTERSON, K., M. CASTELLO, M. SANTOS y M. BARCIA,
1990

1990: INP, 1992. Bol. Cient. Técn. Vol. XII (2)

1991-92: AGUILAR, F. y M. SANTOS, 1993

1993: INP, Centro de cómputo

Figura No. 20:

- IFOP, 1994. Estadísticas
- FLORES, M., 1994
- SHANNON, L.V., R. J. CRAWFORD y D.C. DUFFY, 1986
- Fishing News International, mayo 1995

Figura No. 21:

- OKUDA, T., R. TREJOS, M. VALENCIA y A. RODRIGUEZ, 1983
- MOREANO, H., E. ZAMBRANO, R. TREJOS y N. PAREDES, 1986
- LUCERO, M. y M. CORNEJO, 1990
- SONNENHOLZNER, S., 1993

Figura No. 22:

FLORES, M., 1989

Figura No. 23:

- FLORES, M., (1994)
- IFOP, 1994
- Figura NO. 12a

Figura No. 24:

- FLORES, M., (1994)
- IFOP, 1994

Figura No. 25:

- FLORES, M., (1994)

- IFOP, 1994



Figura No. 26:

CPPS-ERFEN, 1987

BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AGUILAR, F., 1992. "Situación actual y perspectivas del recurso chuhueco (*Cetengraulis mysticetus*) en Ecuador", Instituto Nacional de Pesca (INP), Boletín Científico y Técnico, Vol. XII (2), pp. 7-10.

AGUILAR, F. y M. SANTOS, 1993. "La pesquería de peces pelágicos pequeños en 1992", INP, Bol. Cient. Técn. Vol. XII (3), 16 pp.

ALLAUCA, S., 1990. "Presencia de la Corriente Costanera Ecuatoriana", INOCAR, Acta Oceanográfica del Pacífico, Ecuador, Vol. 6 No. 1, pp. 10-17.

ALLEN, J.S. y R.D. ROMEA, 1980. "On coastal trapped waves at low latitudes in a stratified ocean", J. Fluid Mech., Vol. 98, part 3, Oregon, pp. 555-585.

ANSALDO, A., 1964. "Recuento taxonómico y estudio de la edad, crecimiento, madurez, sexual y desove de la anchoveta, *Cetengraulis mysticetus*, en aguas ecuatorianas, con especial referencia al Golfo de Guayaquil", Tesis previa al grado de doctor en medicina y veterinaria, Universidad de Guayaquil, 109 pp.

ANSALDO, A., 1980. "Breves notas sobre el chuhueco y su importancia en la industria pesquera ecuatoriana", INP, Bol. Cient. y Técn., Vol. I (6), pp. 1-3.

ARANA, P . , 1977 "Aspectos generales sobre ciencia pesquera", INP, Serie de Informes Pesqueros No. 08, pp. 33-38.

ARCOS, F. y A. FLEMINGER, 1986. "Distribution of filter-feeding calanoid copepods in the Eastern Equatorial Pacific", CalCOFI Rep., Vol. XXVII, pp. 170-180.

ARRIAGA, L. y S. COELLO, 1984. "Presencia de jurel, *Trachurus murphyi* Nichols, en aguas ecuatorianas durante El Niño 1982-83", ERFEN, Boletín No. 10, pp. 9-10.

AVARIA, S., 1986. "Efectos de El Niño en las pesquerías del Pacífico sudeste" ERFEN, Bol. No. 18, pp. 3-11.

BARBER, R. y F. CHAVEZ, 1983. "Biological consequences of El Niño", Science, 222, 1203-1210.

BARBER, R., F. CHAVEZ y J. KOGELSCHATZ, 1985. "Biological effects of El Niño", ERFEN, Bol. No. 14, pp. 3-29.

BARBER, R., J. KOGELSCHATZ y F. CHAVEZ, 1986. "Productividad primaria en las aguas costeras entre los 5° y 15° S del Pacífico Suroriental", Bases biológicas y marco conceptual para el manejo de los recursos pelágicos en el Pacífico Suroriental. Publicación sobre los resultados del Proyecto Regional de Evaluación de los Recursos Sardina, Jurel y Caballa en el Pacífico Suroriental, ejecutado por Ecuador, Perú y Chile, con el apoyo financiero del BID. Edición coordinada por O.A. Mathisen e I. Tsukayama. OLDEPESCA. Documento de Pesca 1, pp. 33-37.

BARBER, R. y R. SMITH, 1981. "Coastal upwelling ecosystems", en: Analysis of Marine Ecosystems, ed A.R. Longhurst, Academic Press, pp. 31-68.

BAYLIFF, W.H., 1969. "Synopsis of biological data on the Anchoveta, *Cetengraulis mysticetus* Günther, 1866", FAO Fisheries Synopsis No. 43, 27 pp.

BERNAL, P., 1986. "La oceanografía del sistema de corrientes de Chile-Perú en relación a sus pesquerías", Bases biológicas y marco conceptual para el manejo de los



BIBLIOTECA
FAC. INC.
MARITIM

recursos pelágicos en el Pacífico Suroriental. Publicación sobre los resultados del Proyecto Regional de Evaluación de los Recursos Sardina, Jurel y Caballa en el Pacífico Suroriental, ejecutado por Ecuador, Perú y Chile, con el apoyo financiero del BID, Edición coordinada por O.A. Mathisen e I. Tsukayama. OLDEPESCA. Documento de Pesca 1, pp. 24-25.

BJERKNES, J., 1966. "Survey of El Niño 1957-58 in its relations to Tropical Pacific meteorology", *Inter-American Tropical Tuna Commission, Bulletin No. 12*, pp. 11-62.

BJERKNES, J., 1969. "Atmospheric teleconnections from the Equatorial Pacific", *Monthly Weather Review*, Vol. 97 (3), pp. 163-172.

BRINK, K.H., 1982. "A comparison of long coastal trapped waves theory with observations off Peru", *Journal of Physical Oceanography*, Vol. 12, No. 8, pp. 897-913.

CALIENES, R., 1989. "Condiciones oceanográficas de invierno-primavera 1989 frente a la costa peruana", Instituto del Mar de Perú (IMARPE), CEE, Informe No. 96, pp. 4.

CENDES, 1980. "Perspectivas para el desarrollo de la actividad de construcción naval en el Ecuador", Guayaquil-Ecuador. pp. 45.

CHAVARRIA, J. y B. BAYOT, 1994. "Campos de Presión del Pacífico Tropical Suroriental en relación a la Oscilación del Sur: Los índices San Cristobal / Guayaquil-Darwin", INOCAR, Acta Oceanogr. Pac., por publicar.

CHAVEZ, F. y R. BARBER, 1985. "La productividad de las aguas frente a las costas del Perú", *ERFEN*, Bol. No. 15, pp. 9-13.

COELLO, S. y L. ARRIAGA, 1989. "Aspectos reproductivos de la sardina del sur (*Sardinops sagax*) en aguas ecuatorianas", Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), Revista Número Especial, pp. 229-233.

COWLES, T., R. BARBER y O. GUILLEN, 1977. "Biological consequences of the 1975 El Niño".

CPPS-ERFEN, 1983. Informe del Comité Científico del ERFEN sobre El Niño 1982-1983 (III Reunión, Cali, Colombia, 16-19 de febrero de 1983), Bol. No. 4, pp. 13-19.

CPPS-ERFEN, 1987. Informes sobre las condiciones oceanográficas prevalecientes frente a las costas de Ecuador durante 1986-1987 y sus efectos en la pesquería" IV Reunión del Comité Científico ERFEN, Callao, Perú.

CUCALON, E., 1982. "Oceanografía física del fenómeno de El Niño de 1976", Tesis de Grado, ESPOL, pp. 36, 38.

CUSHING, D., 1982. "The nature of fisheries", en: Climate and Fisheries, (ed. Academic Press), London, U.K. pp. 3-6.

DAWSON, W., 1986. "La interpretación de las estructuras en otolitos para la estimación de edad y crecimiento de algunos peces pelágicos del Ecuador", INP, Bol. Cient. Técn., Vol. IX (1), 24 pp.

DIOSES, T.; V. ALARCON; M. NAKAMA y A. ECHEVERRIA, 1989. "Desarrollo ovocitario, fecundidad parcial y distribución vertical de los cardúmenes en desove del jurel *Trachurus murphyi* (N)", CPPS, Rev. Número Especial, pp. 287-294.

ENFIELD, D., 1975. "Oceanografía de la región norte del Frente Ecuatorial: Aspectos físicos", INOCAR, Publicación científica, pp. 1-12, 39-20, 54.

ENFIELD, D., 1980. "El Niño, Pacific eastern boundary response to interannual forcing", Resources Management and Environmental Uncertainty, cap. 8, pp. 213-251.



ENFIELD, D., 1989. "El Niño, Past and Present", Reviews of Geophysics, Vol. 27 (1), pp. 159-187.

BIBLIOTE
FAC. ING.
MARITIMA

ESPINOZA, J. y A. MARIDUEÑA, 1991. "Distribución de clorofila a. frente a la Costa ecuatoriana durante Septiembre y Diciembre de 1990", INP, Bol. Cient. Técn., Vol. XI (1), pp. 51-57.

ESPOL, Escuela de Pesquería, 1984. "Materiales didácticos para la capacitación en tecnología de artes y métodos de pesca", Vol. I, pp. 59.

ESPOL, Escuela de Pesquería, 1984. "Materiales didácticos para la capacitación en tecnología de artes y métodos de pesca", Vol. II

FAO, 1991, "Estadísticas de pesca: Capturas y desembarques", Vol. 72.



Fishing News International, mayo 1995. "Million tonne herring fishery needs bigger ships", Londres. pp. 32.

BIBLIOTE

FLORES, M., 1989. "Incidencia de los fenómenos "El Niño" en la extracción de recursos pesqueros marinos de la pesquería peruana en el periodo 1950-1987", CPPS, Rev, Número Especial, pp. 474.

FLORES, M., (1994). Oficina de Estadística y Economía Pesquera-IMARPE, Callao, Perú.

FRENCH, S., 1984. "Estadísticas de capturas, análisis de las distribuciones mensuales de las capturas y evaluación de las actividades de la flota durante los años de 1982 y 1983", INP, Boletín Informativo, Vol. III (3), 48 pp.

FRENCH, S. y A. MENZ, 1983. "La pesquería para peces pelágicos en Ecuador y la distribución de las capturas en relación con factores ambientales", CPPS, Rev. No. 13, pp. 65-67.

FRENCH, S., C. MARIN y J. PACHECO, 1985.. "Estadísticas de capturas, análisis de las distribuciones mensuales de capturas y evaluación de las actividades de la flota sardinera durante 1984", INP, Bol. Infor., Vol. IV (1), 25 pp.

FRENCH, S., C. MARIN y J. PACHECO, 1988. "Estadísticas de capturas de las principales especies pelágicas pequeñas y evaluación de las actividades de la flota sardinera ecuatoriana durante 1987", INP, Bol. Infor., Vol. VII (1), 22 pp.

FRENCH, S., C. MARIN y J. PACHECO, 1989. "Estadísticas de capturas de las principales especies pelágicas pequeñas y evaluación de las actividades de la flota sardinera ecuatoriana durante 1988", INP, Bol. Infor., Vol. VIII (1), 23 pp.

GLANTZ, M.A., 1985. "Climate and Fisheries: a peruvian case study", ERFEN, Bol. No. 15, pp. 26-28.

GONZALEZ, N. y M. SANTOS, 1992. "Situación actual y perspectivas del recurso sardina (*Sardinops sagax*) en Ecuador", INP, Bol. Cient. y Técn., Vol. XII (2), pp. 34-39.

GUILLEN, O., 1976. "El sistema de la Corriente Peruana", Reunión de trabajo sobre el fenómeno conocido como "El Niño", FAO, Actas, pp. 252-254.

GUILLEN, O. y R. IZAGUIRRE DE RONDÁN, 1973. "Distribution of chlorophyll *a* in the Peru coastal", *Oceanography of the South Pacific 1972*, Compiled by R. Fraser. Wellington, New Zealand National Commission for UNESCO.

GUILLEN, O. y B. ROJAS DE MENDIOLA, 1974. "Productividad de la Corriente Peruana". ONER.

HERDSON, D., 1984. "Changes in the demersal fish stocks and other marine life in ecuadorian coastal waters during the 1982-83 El Nifio", Tropical Ocean-Atmosphere, Newsletter No. 28, pp. 14-16.

HERDSON, D. y J. MARTINEZ, 1985. "Ocurrencia de la gallineta con joroba, PRIONOTUS STEPHANOPRYS Lockington (Pisces: Triglidae), en aguas ecuatorianas, y aspectos de su comportamiento, biología y utilización", INP, Bol. Cient. y Técn., Vol. VIII (6), pp. 18-34.

Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), 1988. "Chile: Sus Recursos Pesqueros".

IFOP, 1994. División de Recursos y Pesquerías.

INP, 1981. Proyecto Multinacional de Ciencias del Mar, OEA-Ecuador. pp. 18.

INP, 1987. Informe del crucero T 87-02-1 a bordo del B/I Tohalli.

INP, 1988. Informe del crucero T 88-12-4 a bordo del B/I Tohalli.

JIMENEZ, R. y D. BONILLA, 1980. "Composición y distribución de la biomasa del plancton en el Frente Ecuatorial", INOCAR, Acta Oceanogr. Pac., Vol. 1 No. 1, pp. 19-64.

JIMENEZ, R., D. BONILLA y F. PESANTES, 1984, "Condiciones Biológico-Pesqueras durante El Nifio 1982-83", ERFEN, Bol. No. 7, pp. 11-13.

JIMENEZ, J. y D. HERDSON, 1984. "Efectos de El Nifio 1982-83 sobre los recursos pesqueros en Ecuador", CPPS, Rev. No. 15, pp. 269-291.



BIBLIOTECA
FAC. DE
MARITIMAS

KELLY, R., J. BLANCO y C. MARTINEZ, 1987. "Fluctuaciones ambientales de baja frecuencia y su relación con el índice gonádico de *Sardinops sagax* en el norte de Chile", ERFEN, Bol. No. 20, pp. 11-19.

LUCERO, M. y M. CORNEJO, 1990. "Evidencia de la Corriente de Cromwell entre 92° W y 84° W observada en periodos normales y durante el Niño 82-83", INOCAR, Acta Oceanogr. Pac., Vol. 6 No. 1, pp. 18-27.

MARIDUEÑA, L., 1986. "Estado actual de la pesquería pelágica ecuatoriana" (manuscrito no publicado). Memorias del Tercer Encuentro Pesquero "La pesquería Pelágica en el Pacífico Sur". Univ. Arturo Prat, Iquique-Chile.

MARIDUEÑA, L., L. ARREAGA, M.H. CORNEJO, E. CABEZAS, M. CRUZ, M. HURTADO, S. CARRASCO y J. ZUZUNAGA, 1988. "Condiciones oceánicas, climáticas y biológicas en el Pacífico Sudeste durante el segundo semestre de 1987", ERFEN, Bol. No. 24. Resultados de la Reunión de Emergencia del ERFEN, pp. 3-28.

MARIDUEÑA, L. y A. MENZ, 1986: "Caballa", La ictiofauna; Bases biológicas y marco conceptual para el manejo de los recursos pelágicos en el Pacífico Suroriental. Publicación sobre los resultados del Proyecto Regional de Evaluación de los Recursos Sardina, Jurel y Caballa en el Pacífico Suroriental, ejecutado por Ecuador, Perú y Chile, con el apoyo financiero del BID. Edición coordinada por O.A. Mathisen e I. Tsukayama. OLDEPESCA. Documento de Pesca 1, pp. 50-52.

MARIN, C. y J. PACHECO, 1986. "Estadísticas de capturas, análisis de las distribuciones mensuales de capturas y evaluación de las actividades de la flota sardinera durante 1985", INP, Bol. Infor., Vol. V (1), 21 pp.

MARIN, C. y J. PACHECO, 1987. "Estadísticas de capturas, análisis de las distribuciones mensuales de capturas y evaluación de las actividades de la flota sardinera durante 1986", INP, Bol. Infor., Vol. VI (1), 21 pp.

MARTINEZ, C., L. CABALLERO y G. BOHM, 1989. "Evolución de la pesquería pelágica del norte y situación de sus recursos", Chile Pesquero, pp. 33-41.

MENDO, J., L. PIZARRO y A. HUAYTALLA, 1987. "Reporte de datos sobre índices de afloramiento y turbulencia diarios para Trujillo y Callao, Perú, 1953-1985", IMARPE, Boletín Vol. 11 (2), pp. 44-48.

MENZ, A., 1986. "Ecuador", Patrones de captura y tendencias; Bases biológicas y marco conceptual para el manejo de los recursos pelágicos en el Pacífico Suroriental. Publicación sobre los resultados del Proyecto Regional de Evaluación de los Recursos Sardina, Jurel y Caballa en el Pacífico Suroriental, ejecutado por Ecuador, Perú y Chile, con el apoyo financiero del BID. Edición coordinada por O.A. Mathisen e I. Tsukayama. OLDEPESCA. Documento de Pesca 1, pp. 57-59.

MENZ, A., 1986. "Caballa", Dinámica poblacional de las especies pelágicas y estimación de parámetros vitales; Bases biológicas y marco conceptual para el manejo de los recursos pelágicos en el Pacífico Suroriental. Publicación sobre los resultados del Proyecto Regional de Evaluación de los Recursos Sardina, Jurel y Caballa en el Pacífico Suroriental, ejecutado por Ecuador, Perú y Chile, con el apoyo financiero del BID. Edición coordinada por O.A. Mathisen e I. Tsukayama. OLDEPESCA. Documento de Pesca 1, pp. 142..

MILLER, F. Sea surface temperature analysis, Isotherm in 1° C Intervals.

MORA, O. y C. BARRETO, 1989. "Recursos pesqueros del Pacífico colombiano y sus principales pesquerías", CPPS, Rev. Número Especial pp. 389-395.

MOREANO, H., 1983. "Interacción océano-atmósfera sobre la zona costera del Ecuador", INOCAR, Acta Oceanogr. Pac., Vol. 2 No. 1, pp. 1-11.

MOREANO, H., E. ZAMBRANO, R. TREJOS y N. PAREDES, 1986. "El Niño 1982-83, su formación, su desarrollo y sus manifestaciones en aguas ecuatorianas", INOCAR, Acta Oceanogr. Pac., Vol. 3 No. 1, pp. 1-23.



BIBLIO
FAC. I
MARIT

NAKATA, K., H. ZENITANI y D. INAGAKE, 1995. "Differences in food availability for Japanese sardine larvae between the frontal regions and the waters on the offshore side of Kuroshio", Fisheries Oceanography, Vol. 4 (1), pp. 68-79.

National Climatic Center of the Environmental Data and Information Service from the Equatorial Pacific Ocean Climate Studies (EPOCS) Program, datos del Ship Track I tomados mediante FTP.

ÑIQUEN, M. y R. VILCHEZ, 1989. "Fluctuaciones poblacionales del recut-so jurel (*Trachurus murphyi* N.) en la costa peruana del 1980 a 1987", CPPS, Rev. Número Especial, pp. 253-260.

OKUDA, T., M. VALENCIA y R. TREJOS, 1983. "Nutrientes en las aguas superficiales y subsuperficiales en las aguas frente al Ecuador", INOCAR, Acta Oceanogr. Pac., Vol. 2 No. 1, pp. 33-35.

OKUDA, T., R. TREJOS, M. VALENCIA y A. RODRIGUEZ, 1983. "Variación estacional de la posición del Frente Ecuatorial y su efecto sobre la fertilidad de las aguas superficiales ecuatorianas", INOCAR, Acta Oceanogr. Pac., Vol. 2 No. 1, pp. 53-84.

OLIVA, J., J. BARAÑADOS y M. TIRADO, 1989. "Determinación de la fecundidad y frecuencia del desove de la sardina (*Sardinops sagax*), 1986", CPPS, Rev. Número Especial, pp. 341-347.

PAK, H. y J. ZANEVELD, 1973. "The Cromwell Current on the east side of the Galapagos Islands", *Journal of Geophysical Research*.

PAK, H. y J. ZANEVELD, 1974. "Equatorial Front in the Eastern Pacific Ocean", *J. of Physical Oceanography*, Vol. 4, pp. 570-578.

PATTERSON, K., G. CARDENAS y J. ZUZUNAGA, 1991. "Dinámica Poblacional de la sardina (*Sardinops sagax*) en el área Ecuador-Perú, con comentarios de las migraciones y la influencia de la variación hidrográfica del stock", *INP, Bol. Cient. Técn.*, Vol. XI (5), 45 pp.

PATTERSON, K., M. CASTELLO, M. SANTOS y M. BARCIA, 1990. "Validación y recálculo de datos de captura y esfuerzo de la flota costera cerquera ecuatoriana en el periodo 1981 hasta 1989", *INP, Bol. Cient. Técn.*, Vol. X (2), pp. 2-40.

PATTERSON, K. e I. SCOTT, 1991.. "Plan de ordenamiento pesquero para las especies pelágicas pequeñas del Ecuador", *INP, Bol. Cient. Técn.* Vol. XI (9), 80 pp.

PERIBONIO, R. de, 1981. "Distribución de clorofila a y feopigmento en el Golfo de Guayaquil", *INP, Rev. Ciencias del Mar y Limnología*, Vol. 1 (1), pp. 1-7.

PHILANDER, S., 1981. "The response of equatorial oceans to a relaxation of the trade winds", *J. of Physical Oceanography*, Vol. 11, pp. 176-189.

PHILANDER, S., 1989. "El Niño, La Niña and the Southern Oscillation", *Academic Press, International Geophysics Ser.*, Vol. 46, pp. 1-8, 230-235.

RAMIREZ, B., S. PALMA y H. BARRIENTOS, 1976. "Productividad primaria de las aguas costeras y oceánicas de las zonas norte y central de Chile", *Reunión de trabajo sobre el fenómeno conocido como "El Niño"*, *FAO, Actas*, pp. 232-235.

RASMUSSEN, E. y T. CARPENTER, 1980. "SST Lag Relationships in the Eastern Pacific", Tropical Ocean-Atmosphere, Newsletter No. 4, pp. 1, 4.

RIVERA, T., 1987. "Nomenclatura de El Niño según Número Índice de cinco estaciones costeras", ERFEN, Bol. No. 21, pp. 9-18.

ROBLES, F., E. ALARCON y A. ULLOA, 1976. "Las masas de agua en la región norte de Chile y sus variaciones en un periodo frío (1967) y en periodos cálidos (1969, 1971-1973)", Reunión de trabajo sobre el fenómeno conocido como "El Niño", FAO, Actas, pp. 95-104, 112-127.

ROMEA, R.D. y J.S. ALLEN, 1984. "The effect of friction and topography on coastal internal Kelvin waves at low latitudes", Tellus, 36A, pp. 384-400.

SANTANDER, H., 1976. "La Corriente Peruana: Aspectos biológicos", Reunión de trabajo sobre el fenómeno conocido como "El Niño", FAO, Actas, pp. 285-286.

SANTANDER, H., 1986. "Producción secundaria en el sistema del Pacífico Suroriental", Bases biológicas y marco conceptual para el manejo de los recursos pelágicos en el Pacífico Suroriental. Publicación sobre los resultados del Proyecto Regional de Evaluación de los Recursos Sardina, Jurel y Caballa en el Pacífico Suroriental, ejecutado por Ecuador, Perú y Chile, con el apoyo financiero del BID. Edición coordinada por O.A. Mathisen e I. Tsukayama. OLDEPESCA. Documento de Pesca 1, pp. 39..

SANTOS, M. y N. GONZALEZ, 1992. "Situación actual y perspectiva del recurso macarela (*Scomber japonicus*) en Ecuador", INP, Bol. Cient. y Técn., Vol. XII (2), pp. 57-62.

SANTOS, M. y E. FUENTES, 1992. "Situación actual y perspectivas del recurso pinchagua (*Opisthonema spp.*) en Ecuador"; INP, Bol. Cient. y Técn., Vol. XII (2), pp. 16-21.

SCHUMACHER, J.D. y P.J. STABENO, 1994. "Ubiquitous eddies of the eastern Bering Sea and their coincidence with concentrations of larvae pollock", Fish. Oceanog., Vol. 3 (3), pp. 182-190.

SERRA, R., 1986. "Sardina", La Ictiofauna; Bases biológicas y marco conceptual para el manejo de los recursos pelágicos en el Pacífico Suroriental. Publicación sobre los resultados del Proyecto Regional de Evaluación de los Recursos Sardina, Jurel y Caballa en el Pacífico Suroriental, ejecutado por Ecuador, Perú y Chile, con el apoyo financiero del BID. Edición coordinada por O.A. Mathisen e I. Tsukayama. OLDEPESCA. Documento de Pesca 1, pp. 43-47.

SHANNON, L.V., R.J. CRAWFORD y D.C. DUFFY, 1986. "Pelagic fisheries and warm events: a comparative study", ERFEN, Bol. No. 17, pp. 3-13.

SMITH, R.L., 1978. "Poleward propagating perturbations in currents and sea levels along the Peru coast", J. Geophys. Res., Vol, 83, No. C12, pp.. 6083-6091.

SONNENHOLZNER, S., 1991. "Condiciones oceanográficas frente a la costa ecuatoriana durante octubre-diciembre 1990", INP, Bol. Cient. Técn., Vol. XI (1), pp. 18.

SONNENHOLZNER, S., 1993. "Variabilidad oceanográfica subsuperficial frente a la costa ecuatoriana asociada a la subcorriente ecuatorial '(1984 - 1990)", Tesis de Grado, ESPOL-FIMCM, pp. 19-30, 89-112.

Subsecretaría de Pesca de Chile, 1983. "Recursos pelágicos y pesquerías en Chile", CPPS, Rev. No. 13, pp. 5-6.

Subsecretaría de Recursos Pesqueros, Dirección General de Pesca, Unidad de Estudios Pesqueros y Estadísticos (1984-1993). Recursos: Atún, pinchagua y sardina, macarela, chuhueco y otros. Ecuador.



STEVENSON, M., y V. TAFT, 1971. "New evidence of the equatorial undercurrent eastern of the Galapagos Island", Jour. Mar. Res., 29(2), pp. 103-115.

BIBLIO
FAC. I
MARITI

TSUKAYAMA, I., 1983. "Recursos pelágicos y sus pesquerías en Perú", CPPS, Rev. N o . 13, pp. 25-27. . .

TSUKAYAMA, I., 1986. "Jurel", Dinámica poblacional de las especies pelágicas y estimación de parámetros vitales; Bases biológicas y marco conceptual para el manejo de los recursos pelágicos en el Pacífico Suroriental. Publicación sobre los resultados del Proyecto Regional de Evaluación de los Recursos Sardina, Jurel y Caballa en el Pacífico Suroriental, ejecutado por Ecuador, Perú y Chile, con el apoyo financiero del BID. Edición coordinada por O.A. Mathisen e I. Tsukayama. OLDEPESCA. Documento de Pesca 1, pp. 139.

VILLALTA, MI, 1993. "Las redes de cerco para la captura de sardina y su influencia en la conservación de dicha especie", Monografía de grado. Programa de Tecnología Pesquera, ESPOL, Sta Elena-Ecuador. pp. 33-34, 56-57.

WYRTKI, K., 1965. "Surface current of the Eastern Tropical Pacific Ocean", Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Vol. 9 (5), pp. 271-303.

WYRTKI, K., 1966. "Oceanography of the eastern equatorial Pacific Ocean", Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., No. 4, pp. 33-68.

WYRTKI, K., 1967. "Circulation and water masses in the Eastern Equatorial Pacific Ocean". Int. J. Oceanol. Limnol., Vol. 1 (2), pp. 167-247.

WYRTKI, K., 1975. "El Niño - The dynamic response of the Equatorial Pacific Ocean to atmospheric forcing", J. of Physical Oceanography, Vol. 5 (4), pp. 572-584.

ZUTA, S. y O. GUILLEN, 1970. "Oceanografía de las aguas costeras de Perú", IMARPE, Boletín Vol. 2 (5), pp. 157-324.

ZUZUNAGA, J., 1986. "Jurel", La ictiofauna; Bases biológicas y marco conceptual para el manejo de los recursos pelágicos en el Pacífico Suroriental. Publicación sobre los resultados del Proyecto Regional de Evaluación de los Recursos Sardina, Jurel y Caballa en el Pacífico Suroriental, ejecutado por Ecuador, Perú y Chile, con el apoyo financiero del BID. Edición coordinada por O.A. Mathisen e I. Tsukayama. OLDEPESCA. Documento de Pesca 1, pp. 47-50.

ZUZUNAGA, J., L. MARIDUEÑA, S. CARRASCO, L. ARRIAGA, M. CORNEJO, E. CABEZAS, M. CRUZ y M. HURTADO, 1988. "Condiciones oceánicas, climáticas y biológicas en el Pacífico Sudeste durante el segundo semestre de 1987", ERFEN, Bol. No. 24, pp. 22.



BIBLI
FAC.
MAR