

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU



Boletín
Volumen extraordinario



Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH

Editores:

Wolf Arntz
Programa Cooperativo
Peruano-Alemán de
Investigación Pesquera
(PROCOPA)

Antonio Landa
Instituto del Mar
del Perú
(IMARPE)

Juan Tarazona
Universidad
Nacional Mayor
de San Marcos
(UNMSM)

«El Niño» Su Impacto en la Fauna Marina

Conferencias del Symposium
“El fenómeno «El Niño» y su impacto en la fauna marina”
dentro del
Noveno Congreso Latinoamericano de Zoología
Arequipa, Perú, 9 – 15 Octubre 1983

Callao – Perú, 1985

Cambios del Equilibrio Poblacional entre la Anchoveta (*Engraulis ringens*) y la Sardina (*Sardinops sagax*) en el Sistema de Afloramiento frente al Perú

JORGE ZUZUNAGA

Instituto del Mar del Perú, Apartado 22, Callao, Perú

Resumen. La separación tradicional de las poblaciones de anchoveta y sardina, con predominancia de la sardina en el límite de aguas oceánicas con la Corriente Peruana y dominio de la anchoveta en las aguas frías de la misma corriente, se ha modificado desde «El Niño» (EN) 1972–73. Desde entonces la sardina ha reemplazado paulatinamente a la anchoveta en el área de afloramiento.

Mientras la sardina durante EN 1972–73 y 1976 se limitó a una migración hacia la costa para evitar las calientes masas de agua pobres en alimento, la población en 1982–83 hizo adicionalmente una amplia migración hacia el sur, imitando de tal manera el comportamiento que la anchoveta ya había mostrado en Niños anteriores.

Se analizan las diferentes fases de este cambio en el comportamiento de la sardina en relación a los últimos fenómenos EN y se discuten las consecuencias para el balance poblacional en el ecosistema marino frente al Perú. La sardina parece encontrarse ahora en una situación semejante a la de la anchoveta antes de EN 1972–73.

Changes in the Equilibrium between the Anchovy (*Engraulis ringens*) and Sardine (*Sardinops sagax*) Populations in the Upwelling System off Peru

Summary. The traditional separation of the anchovy and sardine populations, with sardines dominating at the border of oceanic waters and the Humboldt Current, and anchovies dominating in the cool waters of the current itself, has undergone changes since «El Niño» (EN) 1972–73. Since then, the sardine has gradually replaced the anchovy in the upwelling area.

During EN 1972–73 and 1976 the sardine migrated nearshore to avoid the warm water masses with poor food supply; the population in 1982–83, however, undertook a massive migration to the south following the behavior of the anchovy during former EN events.

These changes in behavior of the sardine are analyzed with regard to the latest EN phenomenon, and the

effects on the population equilibrium in the Peruvian marine ecosystem are discussed. It seems likely that the sardine now finds itself in a situation similar to that of the anchovy before EN 1972–73.

Introducción

Frente a la costa peruana existen poblaciones de peces pelágicos de gran importancia, por su magnitud y fácil accesibilidad, que contribuyen a las pesquerías con gran implicancia socio-económica para el país. A la vez en la zona pelágica se producen los mayores cambios ambientales, que cuando van acompañados de otros factores externos tales como la sobrepesca, llegan a producir variaciones de gran magnitud en el ecosistema, los que se manifiestan en alteraciones del crecimiento, de la reproducción y la mortalidad de las poblaciones ícticas.

El ecosistema de la Corriente Costera Peruana donde la anchoveta fue la especie dominante, experimentó esta clase de cambio con origen en los fenómenos EN, que sumados al efecto de la pesquería, variaron el volumen y la composición de la biomasa pelágica.

En el presente trabajo se tratan de explicar algunos de los mecanismos que debieron producir tal cambio en el ecosistema, desde cuando se manifestaba el dominio de la anchoveta hasta su declinación relacionándolo con los fenómenos EN 1972–73, 1976 y 1982–83.

1. Periodo previo al y durante EN 1972–73

1.1 Periodo previo a 1972–73

En estudios de sedimentos efectuados frente al Perú por DE VRIES (1979) se ha encontrado que las escamas de anchoveta están presentes en alrededor del 79 % de las capas que abarcan un periodo de 11.000 a 12.000 años, en comparación con la sardina que sólo se presenta en forma intermitente y en periodos cortos de tiempo. Esto

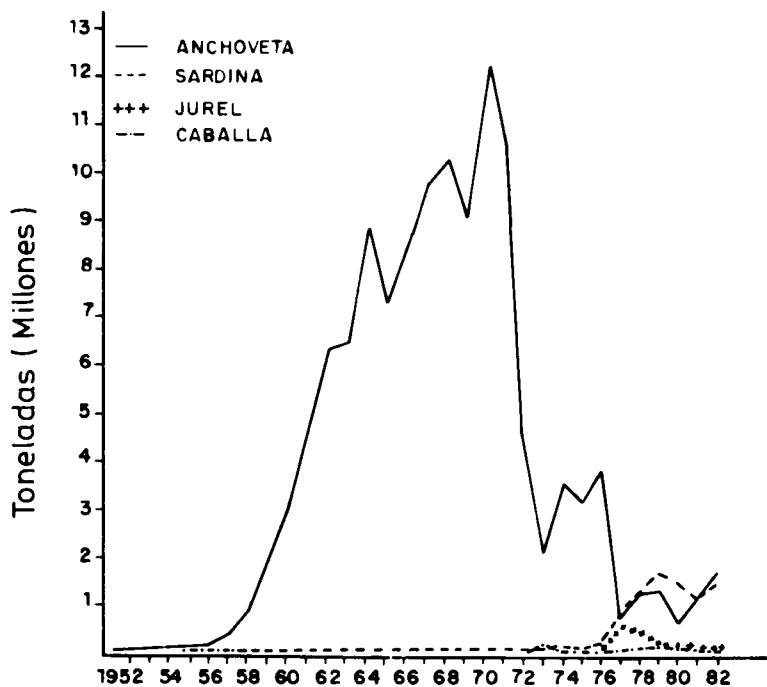


Fig. 1a. Desembarques anuales de anchoqueta, sardina, jurel y caballa en la costa peruana.

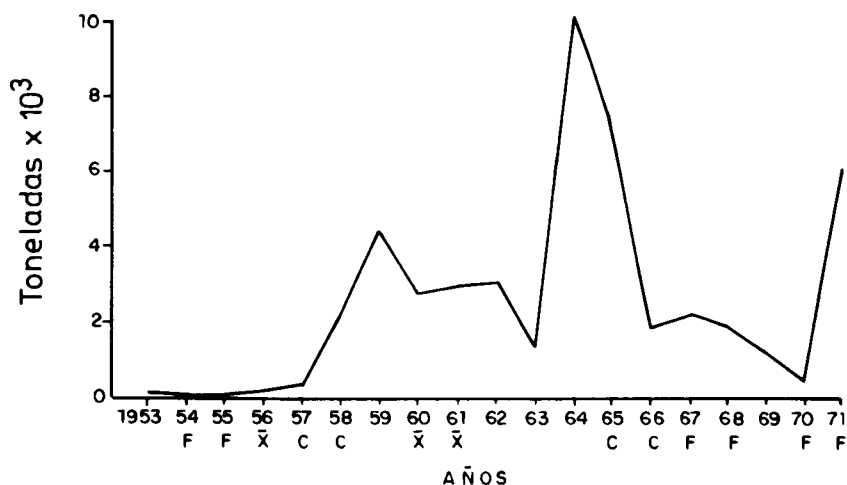


Fig. 1b. Capturas de sardina durante el período 1953-71. Años cálidos (C), fríos (F) y promedio (X̄).

comprobaría la hipótesis del predominio de la anchoqueta sobre otros recursos y su importancia trófica dentro del ecosistema pelágico, como eslabón entre los niveles superiores y los organismos planctónicos. Hipótesis que se ve reforzada por la abundancia de las especies que dependieron de ella como fueron las aves guaneras y el bonito.

Las estadísticas de la pesquería para reducción en harina y aceite (Fig. 1a) muestran la gran abundancia de la anchoqueta en los desembarques hasta el período 1972-73, cuando la sardina comenzó a incrementar su presencia en las capturas, haciéndose evidente que se estaba produciendo ciertas modificaciones en este ecosistema tradicionalmente dominado por la abundante anchoqueta.

Las causas y mecanismos del progresivo reemplazamiento de una especie por otra han sido y serán materia de estudio. En el caso de la sardina y la anchoqueta se piensa que la declinación de la primera se debió a dos

factores que incidieron negativamente en ella, el cambio desfavorable que se presentó en el ambiente costero marino y, decisivamente, la sobrepesca.

Con anterioridad al período 1972-73 la sardina se encontraba sólo localizada fuera del área costera ocupada por la anchoqueta, y en la zona adyacente a ésta, con una escasa o casi nula mezcla de cardúmenes de ambas especies, diferente a la que sucedería en los siguientes periodos.

Es probable que las características de la masa de agua asociada al borde externo del frente de Aguas Oceánicas o Subtropicales Superficiales (ASS) en que se desarrollaba la sardina, aguas menos ricas que las aguas costeras o de la Corriente Peruana, limitaron su abundancia. A este factor se aunaba la presencia abundante de grandes cardúmenes de anchoqueta que le impedían el acceso al ambiente más favorable, en el cual podría encontrar alimento con mayor facilidad y a la vez reproducirse más exitosamente.

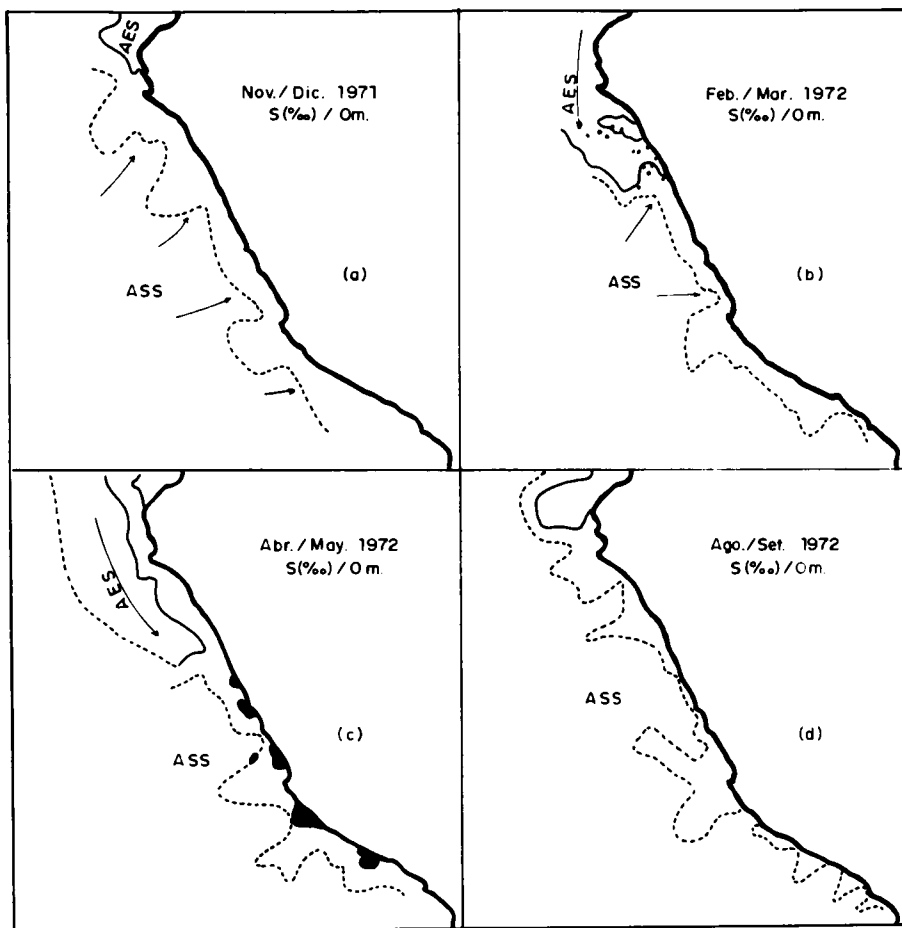


Fig. 2a, b, c, d. Isohalinas de 35,1‰ (---) y de 34,8‰ (—) durante el fenómeno El Niño 1972–73.

En períodos cálidos las ASS se acercan hacia la costa, por lo que la sardina se volvía más accesible a las flotas pesqueras, tanto de consumo directo como la que abastecía a las fábricas conserveras (Fig. 1b).

1.2 Cambios durante EN 1972–73

El fenómeno EN 1972–73 fue en cierta manera el primero en ser estudiado sistemáticamente. A finales de 1971 las condiciones oceanográficas comenzaron a cambiar cuando las ASS iniciaron un acercamiento hacia la costa especialmente frente a Pimentel, Supe, Callao y Atico (Fig. 2a); este proceso continuó en los primeros meses de 1972 (Fig. 2b), siendo el mes de febrero (Fig. 2d) cuando se encontró el frente de ASS casi pegado a la costa entre Ilo y Atico y frente a Pisco y Pimentel.

El proceso de calentamiento también había incluido el avance de Aguas Ecuatoriales de norte a sur (Fig. 2a, b, c). En abril de 1972 estas últimas se encontraban al norte de los 9°S (Chimbote). La operación Anchoveta I, ejecutada a principios del mes, mostró que los cardúmenes (Fig. 2c) se hallaban sumamente costeros y se habían desplazado de su área normal de distribución en la región norte, localizándose en su mayor parte de Huarney al Sur, siendo los bancos más amplios y densos los de Punta María y Punta Caballa; es decir, en aquella zona en la cual aún persistían las aguas frías

provenientes de los afloramientos costeros. La distribución vertical señaló que los cardúmenes densos de anchoveta se encontraban en profundidades entre 7 y 27 metros.

Este suceso tendría posteriormente repercusión en la pesquería. En febrero, durante el crucero 7202, se detectó abundantes larvas de sardina en el área norte (Fig. 3a). Este suceso inusual contrasta con los registros que para este tipo de larvas se había tenido anteriormente (Fig. 3b) y si se observa secuencialmente a partir de agosto de 1971 (Fig. 3a) se nota una estrecha correspondencia entre la distribución de larvas y el proceso de calentamiento o penetración de masas de agua diferentes a las caracterizadas normalmente para la región costera.

Parece que el avance de las ASS y las Ecuatoriales es desfavorable para la anchoveta por lo que su distribución se reduce disminuyendo el tamaño del área ocupada. Se torna costera y finalmente se repliega hacia el sur en busca (o en seguimiento) de las aguas frías de los focos de afloramiento que persisten, en donde permanecerá mientras continúe el fenómeno. Para la sardina el cambio es favorable, ya que conforme se produce el avance de las ASS y Aguas Ecuatoriales, el área habitada por esta especie aumenta, siendo a la vez favorecida en el aspecto de su reproducción lo que es detectado en una abundancia inusual de larvas. Estas larvas conformarán posteriormente gracias a su exitosa

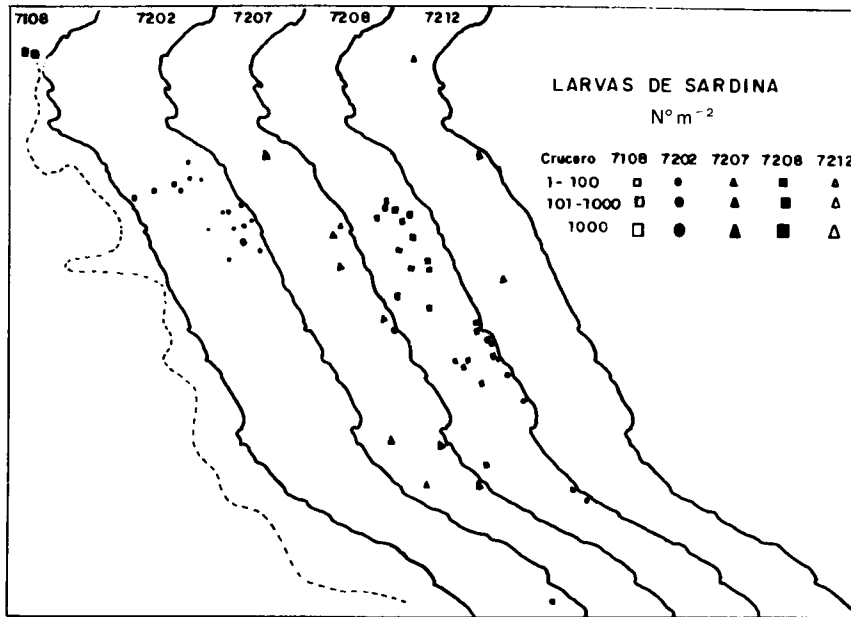


Fig. 3a. Distribución de las larvas de sardina durante el fenómeno El Niño 1972-73.

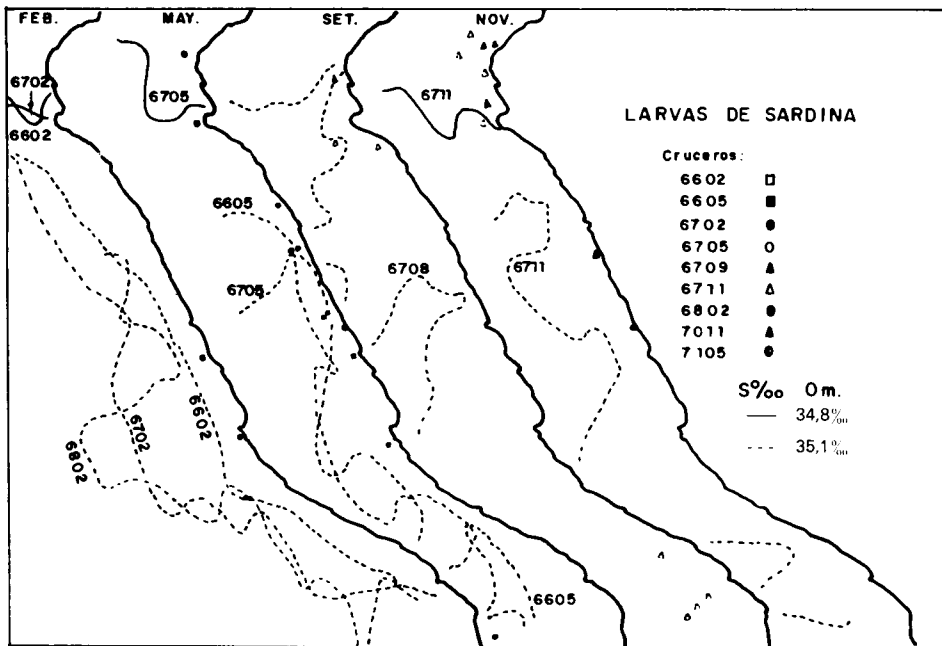


Fig. 3b. Distribución de las larvas de sardina con anterioridad al fenómeno El Niño 1972-73 en relación a las isohalinas de 34,8‰ y 35,1‰.

sobrevivencia la clase anual que tendrá repercusión muy importante en la pesquería desde 1973.

En julio 1972, con los resultados de la Operación Eureka XXII, al compararse la información de ecoabundancia relativa con las observaciones físicas del ambiente (salinidad y temperatura) (Fig. 4a), puede distinguirse dos tipos de distribución: Una costera asociada a aguas con temperaturas de 20 °C o menos y otra que se insinúa en el borde más caliente del frente de Aguas Oceánicas (sobre el mismo borde de la isohalina de 31,1‰). En las zonas central y sur, donde la distribución fue más costera, los cardúmenes detectados correspondieron a anchoveta. Concentraciones de jurel también fueron encontradas y aunque su presencia pudo relacionarse al frente de penetración se puede

deducir además una relación en cuanto a la mayor disponibilidad de alimento (anchoveta?) en la zona.

Una identificación más segura de las especies a las cuales pertenecen las distribuciones detectadas ecoicamente en julio, se obtuvo al mes siguiente al identificarse las capturas del borde exterior del frente de aguas oceánicas como parte de los resultados de las capturas en la Operación Eureka XXIII como de sardina que ocupaba el área comprendida principalmente entre las isotermas de 20° y 21 °C o muy cerca a estas. Su concentración se ubicó solamente en la región al norte del Callao, donde persistía la penetración de aguas cálidas subtropicales las cuales tuvieron su mayor acercamiento hacia la costa frente a Salaverry y Chancay (Fig. 4a).

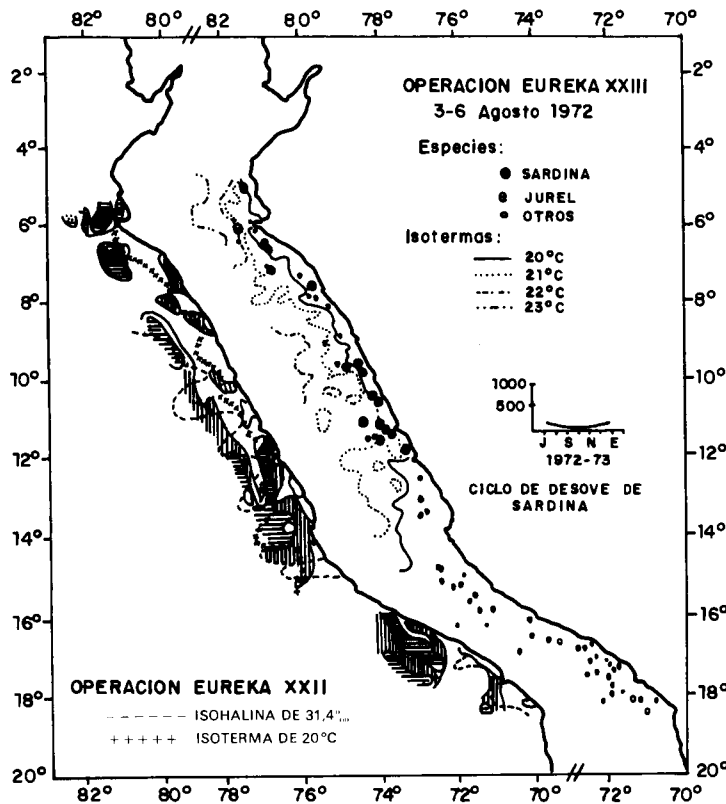


Fig. 4a. Ecoabundancia relativa relacionada con observaciones físicas del ambiente (Eureka XXII). Distribución de especies relacionadas con las isotermas durante la Eureka XXIII.

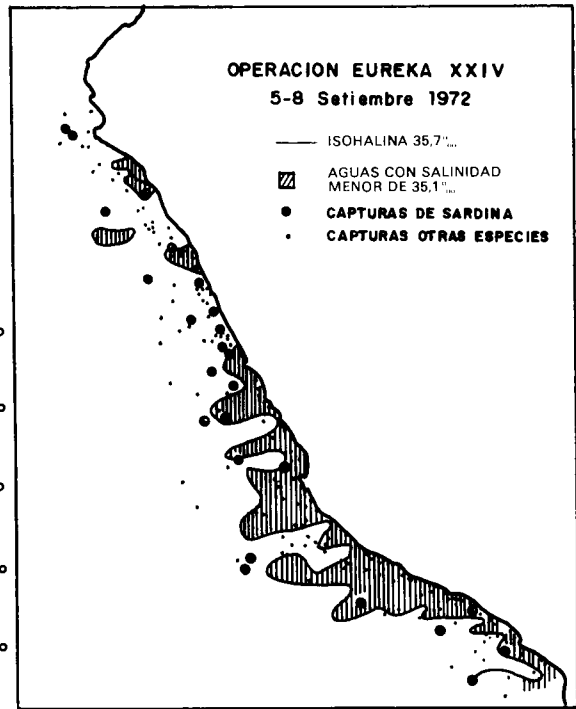


Fig. 4b. Presencia de sardina relacionada con aguas de salinidad menor de 35,1‰ durante la Eureka XXIV.

En este mismo mes se produjo la mayor intensidad del desove de sardina, tal como se observa en el recuadro de la Fig. 4a, que muestra el ciclo de desove entre julio 1972 y febrero 1973.

Paralelamente estas observaciones mostraron al jurel ocupando una área más amplia con cierta abundancia en el litoral sur en la zona de Camaná e Ilo, donde las aguas cálidas se habían retirado.

En setiembre 1972 se realizó otra Operación Eureka (XXIV), la mayor en esfuerzo de pesca (Fig. 4b), en la que se detectó sardina en un mayor número de casos. Casi todas ellas estaban asociadas al borde de la masa de agua clasificada como subtropical superficial; en el norte estas aguas estuvieron sobre el área costera, principalmente entre Chimbote y Supe siendo también a su vez las de mayor concentración de sardina. Es también en este período cuando se observó la mayor presencia de sardina, ya que en los siguientes meses las operaciones de exploración detectaron y/o capturaron esta especie en muy reducida proporción, lo que posiblemente se debió al enfriamiento que fue produciéndose en este lapso y el retorno de las condiciones ambientales a la normalidad. Se replegaron las masas de Aguas Oceánicas y Ecuatoriales junto con las especies propias de éstas.

Los primeros resultados de estas alteraciones, comenzaron a ser conocidos a través de la actividad pesquera; ya que en marzo de 1973, las pesquerías tanto de consumo humano directo como de reducción en

harina y aceite obtuvieron importantes capturas de sardina con un tamaño modal en 17 cm. En este mes sólo la pesquería industrial capturó 130.000 toneladas de la nueva clase anual, lo cual puso de manifiesto su extraordinaria abundancia.

Es importante la fecha de origen de esta clase, ya que su relación con los sucesos producidos durante el año anterior explica el aspecto favorable que las alteraciones oceanográficas ambientales habrían tenido sobre la distribución y posterior abundancia de la sardina.

Considerando el crecimiento en longitud descrito por una curva de von Bertalanffy obtenida para este período (SAMAME, 1974) y posteriormente los resultados de CARDENAS (en prensa), estos peces debieron haber tenido una edad entre 1 año 9 meses y 1 año 6 meses al momento de su captura en marzo 1973, lo cual los señala como los productos del mismo desove que originó el extraordinario número de larvas de sardina observadas en el área costera durante el verano de 1972.

2. Período 1973–1982

2.1 De 1973 a 1977

A partir de 1973, el área de distribución de la sardina abarcó incluso aquella área costera en la cual la anchoveta había sido la especie dominante; paralelamente la anchoveta continuó siendo disminuida cada vez más por la pesquería y por las consecuencias del

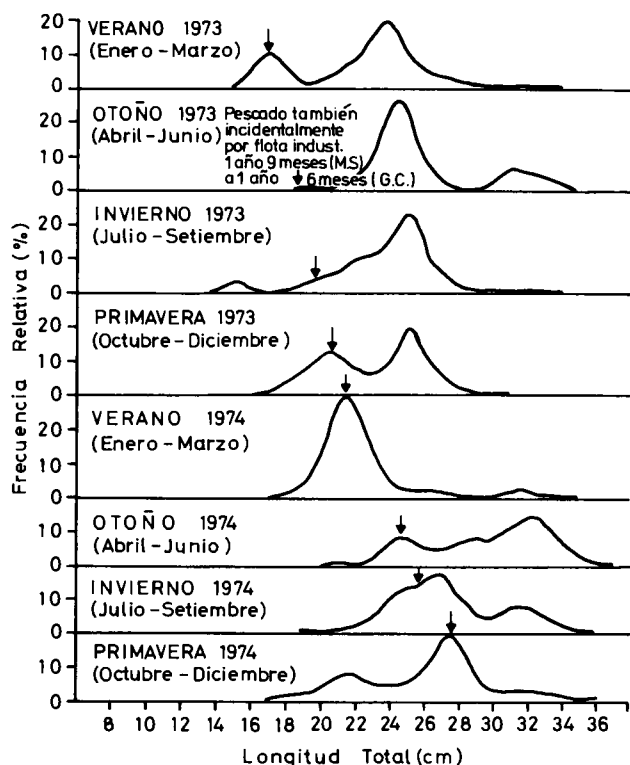


Fig. 5. Composición por tamaños de la sardina capturada por la flota del Callao en el período 1973-74.

fenómeno EN 1972-73, cediendo su área de distribución y concentrándose extremadamente en el área costera.

Un fenómeno que no se había notado hasta ahora fue la presencia en la franja costera de cardúmenes mezcladas de anchoveta y sardina, con la característica de encontrarse ambas especies con tamaños similares dentro de un rango de longitudes de los 8 a 18 cm, es decir de un año a un año y medio de edad.

Siguiendo el crecimiento del grupo de peces procedentes del desove previo al verano 1972, es posible observar la importancia que aquel tuvo para el aumento en la población de sardina, tal como se muestra en la Fig. 5; este grupo aparte de contribuir en las capturas de la especie desde 1973, fue incrementando su importancia dentro de la población de forma tal que en el invierno-primavera de 1974 debió haber participado muy eficazmente en el proceso de desove de aquel año, ya que el posterior aumento de la población (observado manifiestamente por la pesquería a partir de 1977) se debió en parte a la gran disponibilidad de esta clase adulta y la de las nuevas generaciones a que dió lugar.

Paralelamente al desarrollo de esta clase anual y su descendencia así como la creciente disponibilidad de la sardina a la pesquería se va dando el proceso de ocupación del espacio costero por parte de la especie, lo cual es observado con claridad mediante los gráficos de distribución obtenidos en las Operaciones Eureka a partir de setiembre de 1973 a agosto 1976 (Fig. 6). En este último año, 1976, es cuando la sardina ocupa

predominantemente el área costera y de manera principal la de la región norte. Es también a partir de este período coincidente otro fenómeno EN el cual tiene un adicional efecto deprimente en la abundancia de anchoveta cuando por primera vez las capturas de sardina sobrepasaron a las de anchoveta. La población de sardina, ocupando esta área ampliamente crece y este incremento se traduce en sus abundantes capturas (Fig. 7). El rápido crecimiento de la población es evaluado desde 1977; con 1,8 millones de toneladas en 1978 la biomasa total alcanza $3,7 \times 10^6$ toneladas (Informe Situación de los Recursos Anchoveta, Sardina, Jurel y Caballa, junio 1978). En el siguiente año llega al «pico» de máxima abundancia antes de decrecer. El crecimiento de la población que se manifestó hasta 1978 luego disminuyó debido a la acción de la pesca. Los primeros indicios de sobrepesca se fueron manifestando en la disminución del tamaño de los ejemplares obtenidos por la pesquería de consumo humano directo a partir de 1979. Esta pesquería se había caracterizado por obtener peces con tallas mayores a 30 cm (tamaño modal entre 33 y 34 cm) en los veranos de 1977 y 1978 lo que indicaba que la pesca se ejercía sobre peces adultos con edades entre 5 a 7 años. Al disminuir el tamaño modal, se evidenció que se estaba terminando con las clases anuales de mayor edad y se iniciaba un peligroso período de pesca sobre las clases más jóvenes que posiblemente sólo alcanzaban a su primer desove antes de ser aniquiladas por la pesca.

Otro elemento de presión que sobre la población de sardina era ejercido por la pesca fue la captura de ejemplares juveniles (menores de 20 cm) principalmente por la pesquería que destinaba sus capturas para harina y aceite. Esta pesquería que emplea artes de pesca propias para anchoveta (con malla de 0,5 pulgadas), debido a la disminución de los cardúmenes de anchoveta y por la presencia de las mezclas en los cardúmenes costeros con ejemplares de sardina menores de 18 cm, inició una fuerte depredación de la parte muy joven de la población de sardina. El mismo hecho del destino que se daba a las capturas según el esquema de extracción en el cual no tenía importancia el tamaño y la calidad de los ejemplares capturados, enmascaró en un inicio el grave problema de la sobrepesca de los ejemplares juveniles, situación esta que ha continuado en cierto modo hasta el presente (y la cual es necesario cambiar tanto por motivos biológicos como tecnológicos y económicos).

2.2 De 1978 a 1981

La diferencia en la forma en que las dos pesquerías han actuado sobre la población de sardina es visible a través de la Fig. 8. Durante el período 1978 a 1981, se observa a partir de 1979 primero el decrecimiento del tamaño modal de las capturas de la pesquería de consumo humano directo, luego el efecto de la pesquería no selectiva de consumo indirecto (harina y aceite) que de manera general captura mayor número de ejemplares pequeños (menores de 20 cm) que la anterior. Un tercer

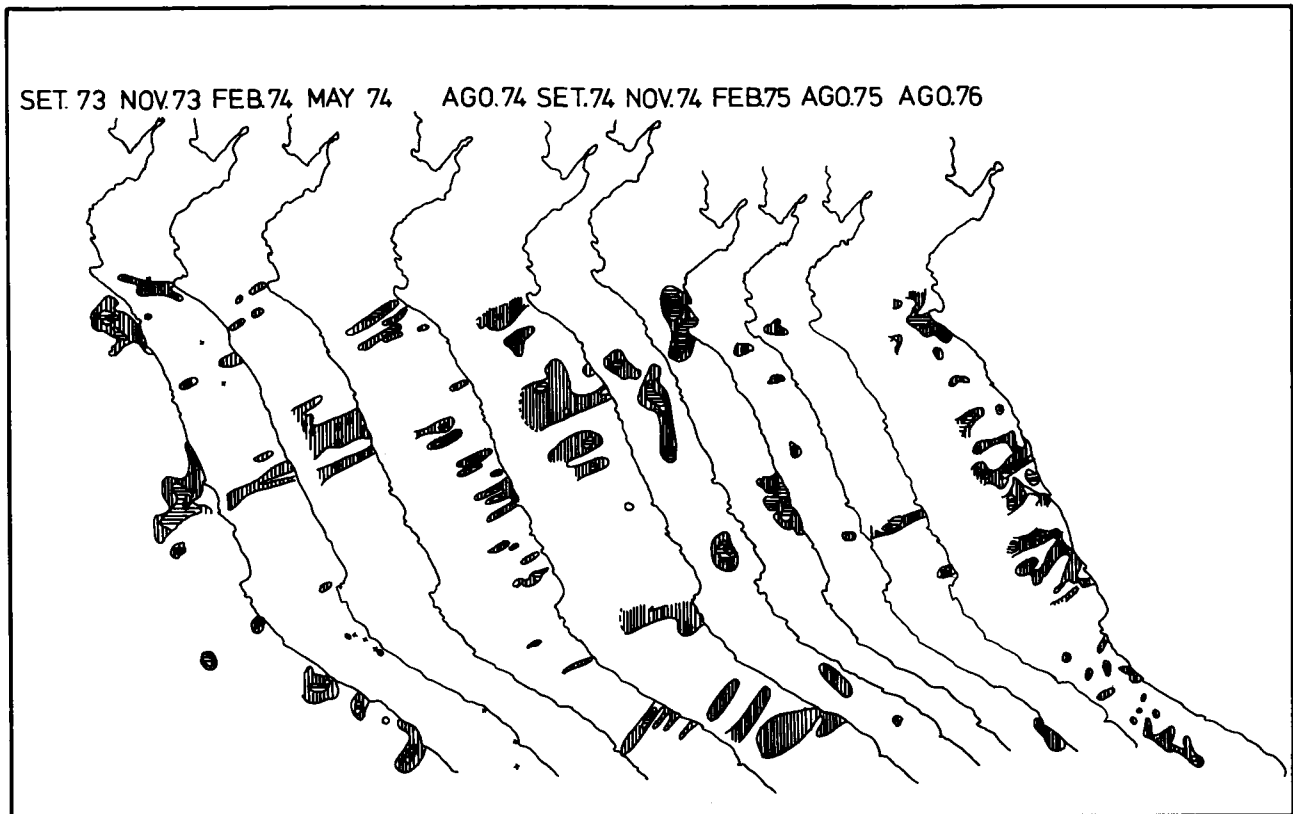


Fig. 6. Distribución de sardina en base a los rastreos acústicos durante las operaciones Eureka entre setiembre 1973 y agosto 1976.

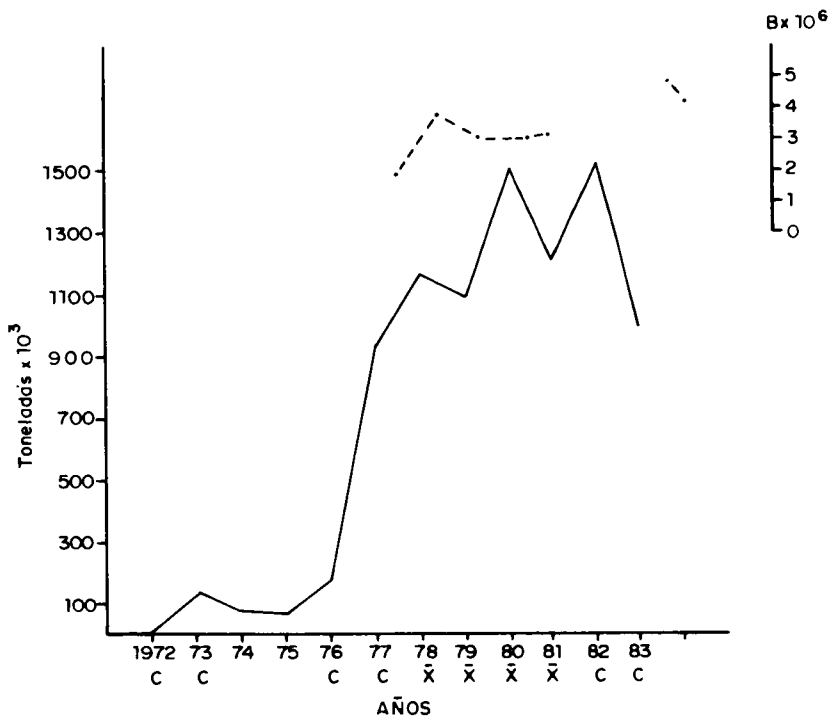


Fig. 7. Biomasa y captura de sardina en la costa peruana para el período 1972-1983. Años cálidos (C) y promedio (X).

elemento se refiere para esta pesquería (principalmente durante los años 1978 y 1979) a la captura durante el primer trimestre de las tallas menores de 8 cm y con tamaño modal en 15 cm (ejemplares dentro del primer año de vida) y su relación con el desove producido

anualmente entre el invierno-primavera. De esta evidencia se concluye que la pesca en gran medida tomó los ejemplares que no alcanzaron ni remotamente la edad de la primera madurez antes de su captura. Esta pesca aumentó en los años de 1980 y 1981.

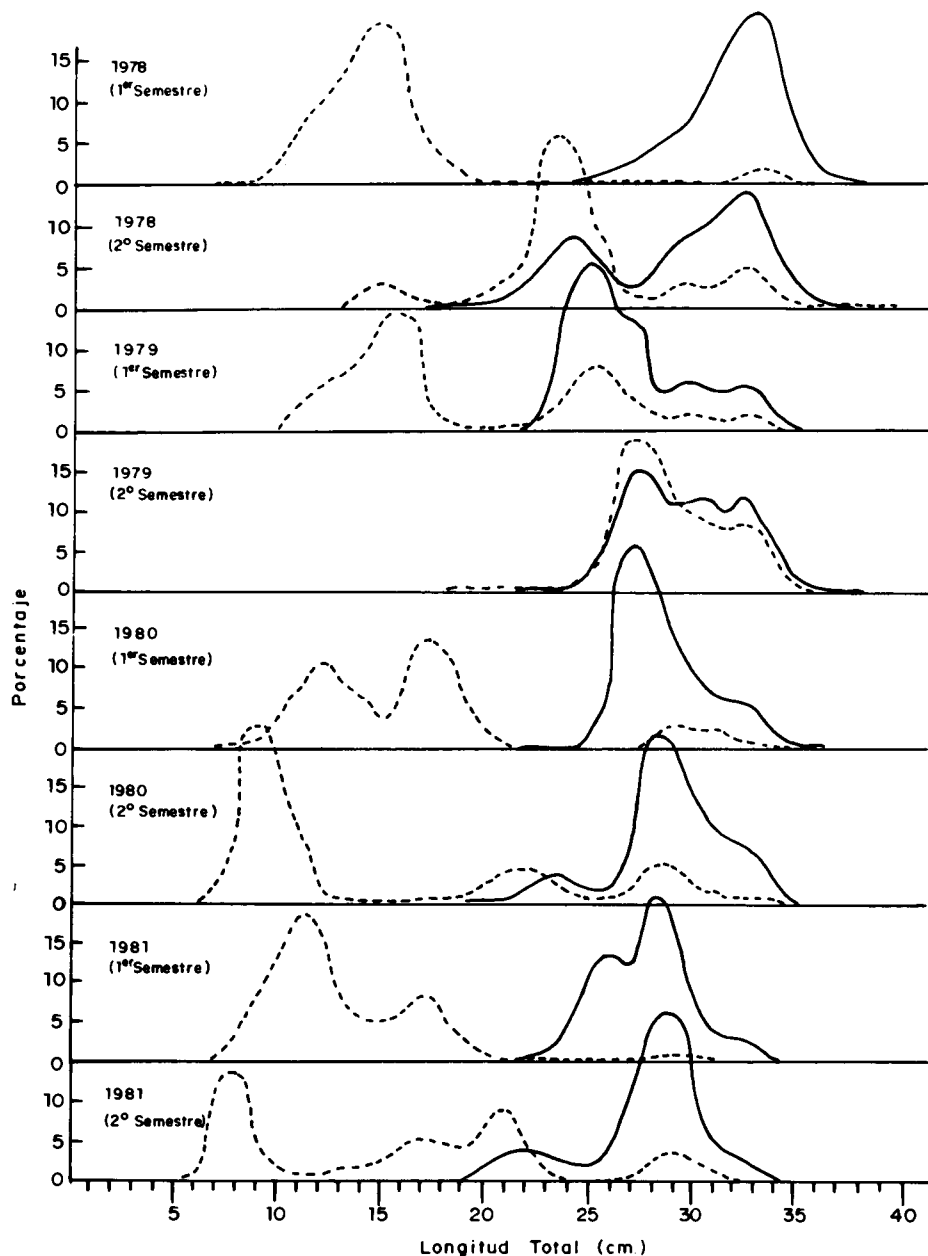


Fig. 8. Composición por tamaños de sardina por semestres entre 1978 y 1981. Pesquería para consumo humano directo (—), pesquería para reducción en harina y aceite (---).

3. El Niño 1982–83

Según las observaciones realizadas a principios de 1982, la sardina se hallaba distribuida a lo largo del litoral con una mayor abundancia en la región norte de aproximadamente 2/3 del total de la población, ubicándose esta cantidad principalmente entre Huarmey y Punta Chao. Este comportamiento poblacional se había observado que se mantenía en forma general a lo largo de los anteriores años, lo cual motivó que en esta región estuviera actuando de manera continua la pesquería de consumo humano directo. La información obtenida a través de aquella actividad nos ha permitido tener un buen conocimiento sobre la estructura de la población adulta de sardina en esta región y principalmente en el

período inicial del fenómeno EN 1982–83. Así mismo en las regiones centro y sur (Fig. 9) la actividad pesquera ponía de manifiesto la composición por tamaños de la población que era accesible a las pesquerías. En el sur donde se desarrollaba con mayor énfasis la pesca para reducción (con los característicos artes de pesca no selectivos), los ejemplares capturados correspondían a tamaños pequeños, además de agregarse el hecho que la actividad pesquera en la parte sumamente costera determinaba más rigidamente que las capturas fueran constituidas casi exclusivamente por los ejemplares jóvenes. Durante este período y en esta región la parte adulta de la población se hallaba prácticamente ausente. Los resultados de la Operación Eureka XLVII realizada en marzo 1982 presentaron

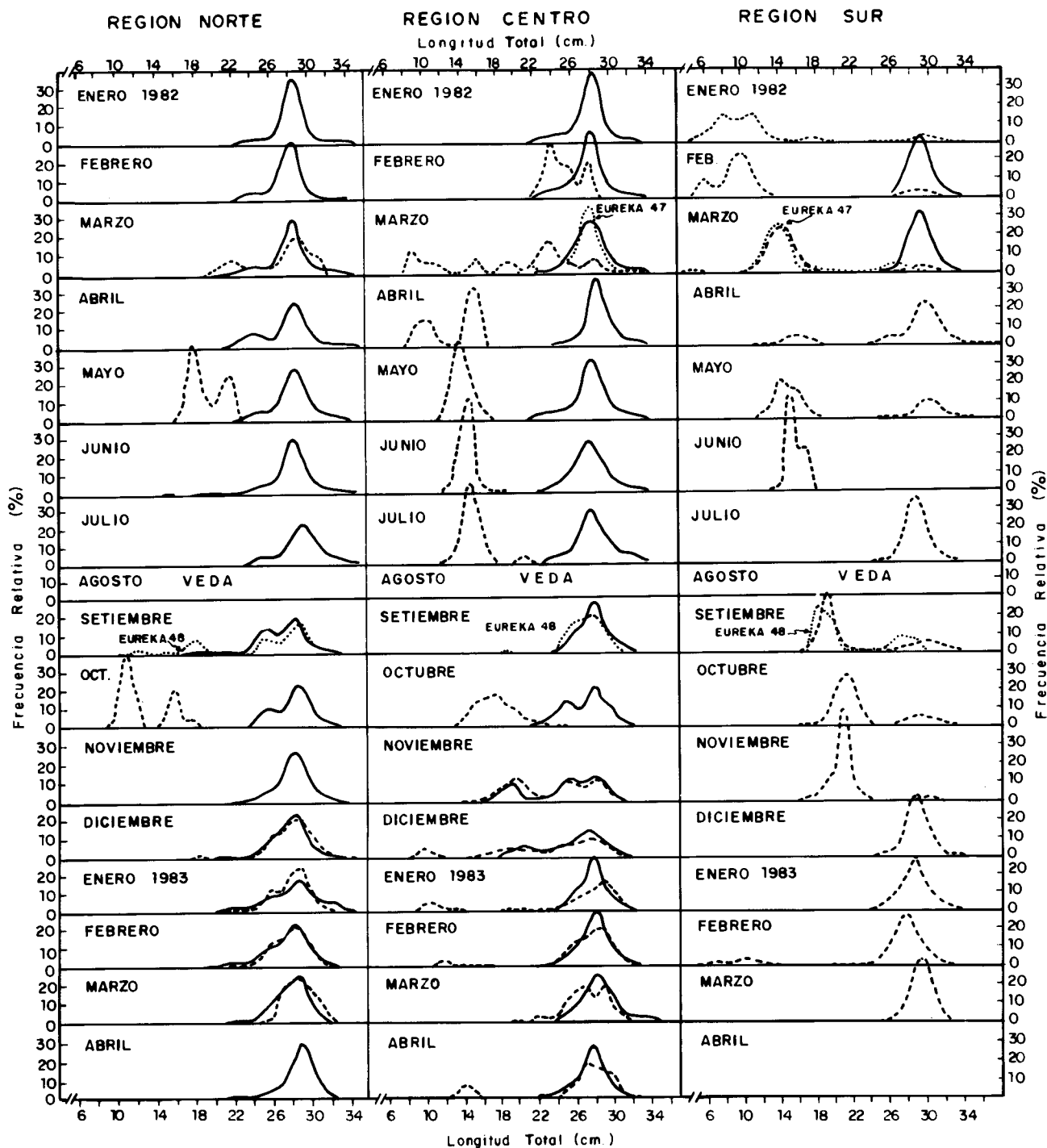


Fig. 9. Composición mensual por tamaños de sardina en las capturas según regiones (enero 1982-abril 1983). Pesquería consumo directo (—), pesquería para harina (---).

una composición por tamaños de la población similar a la que era señalada por la pesquería especialmente en las regiones norte y sur, lo cual confirma la aseveración hecha. Esta situación persiste hasta noviembre 1982, cambiando radicalmente en los meses siguientes coincidiendo con la presencia de las anomalías del fenómeno EN.

Se pueden probar tres elementos que demuestran cambios que ocurren en la población de sardina y sus

pesquerías frente a los eventos del fenómeno. Uno de ellos es el descrito en el párrafo anterior o sea la variación en la estructura por tamaños de la población explotada por la pesquería en la región sur. Otro elemento está relacionado con las modificaciones de la distribución que se observan comparando tres operaciones de exploración: Eureka XLVII en marzo de 1982; la Operación Eureka XLVIII en setiembre del mismo año y el crucero 8303-05 en marzo-mayo

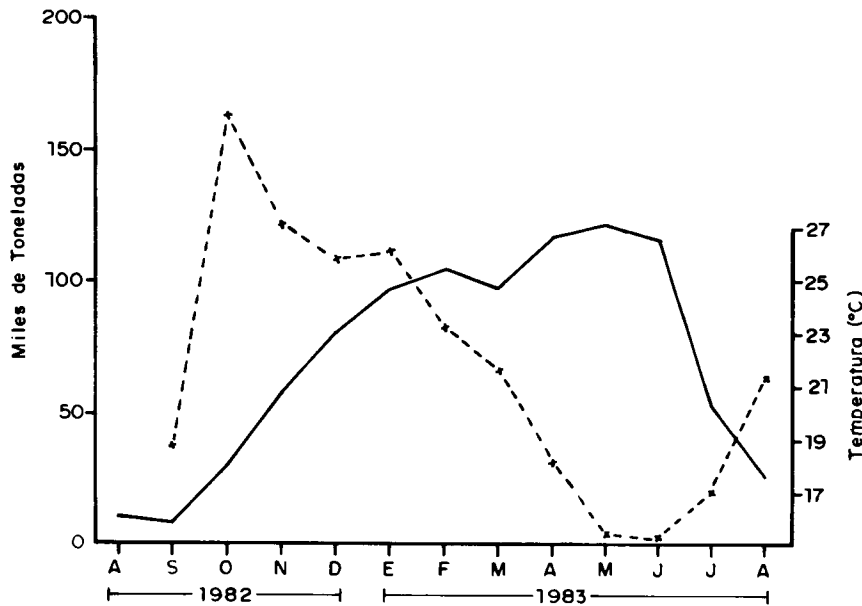


Fig. 10. Capturas de la flota de consumo humano directo para la región norte durante el fenómeno El Niño 1982–83 relacionadas con la temperatura superficial del mar en Puerto Chicama (T.S.M. —, capturas PCHD ---).

1983 (Fig. 10); estas operaciones se realizaron en tres momentos claves en relación a EN 1982–83. La primera se hizo cuando las condiciones fueron normales, la segunda previa a la ocurrencia del fenómeno cuando si bien hubo anomalías éstas no fueron tan drásticas que afectaran al recurso, y la tercera cuando el fenómeno ya se manifestaba con intensidad. De la comparación se establece que la distribución horizontal de la sardina durante marzo-abril de 1983 fue diferente a la de un año antes, destacando la ubicación más sureña que la mayor parte de la población tenía durante el pico de EN, lo cual era índice del hecho de un desplazamiento general de las concentraciones hacia el sur. Este desplazamiento no sólo había ocurrido a lo largo de la costa peruana, también la distribución de las capturas de sardina en Ecuador había puesto en evidencia que tal suceso había ocurrido. En 1981 y primera parte de 1982 el patrón distributivo permaneció sin cambios, pero a partir de julio y agosto 1982 los stocks de sardina se movieron primero hacia la costa y luego hacia el sur, desapareciendo de setiembre en adelante coincidentemente con el avance del fenómeno EN.

El restante elemento de cambio observado está referido a las fluctuaciones de las capturas de sardina, en especial las de la pesquería de consumo directo obtenidas en la zona al norte de Callao. Esta pesquería actuó de manera uniforme durante el período de EN en cuanto al esfuerzo de pesca ejercido y el monto de sus capturas tuvo relación con las fluctuaciones de las temperaturas, principalmente con la variación térmica registrada en la estación de Chicama que se toma como indicadora del proceso de calentamiento a consecuencia del fenómeno (Fig. 10).

Discusión

Uniendo los elementos descritos, la explicación en cuanto al comportamiento de la población de sardina en relación al fenómeno ambiental que se presentó en 1982–83 fue: En un principio la población se acercó hacia la costa (lo que la hizo bastante vulnerable a la pesquería durante el mes de octubre de 1982), y luego se desplazó hacia el sur (hecho comprobado posteriormente con la recuperación de sardinas marcadas en el norte de Chile). Estos movimientos hacia el sur motivaron que las capturas de la región norte peruana disminuyeran en los meses posteriores a octubre 1982.

El comportamiento descrito es diferente al de la misma especie durante los dos fenómenos EN anteriores (1972–73 y 1976), durante los cuales la migración fue exclusivamente de acercamiento hacia la costa coincidiendo con el avance del frente de penetración de las ASS y que resultó con el consiguiente aumento de su abundancia en la pesquería costera. Tal migración correspondía al desplazamiento del medio en el cual habitaba la sardina en aquellos periodos, o sea el asociado al frente de ASS. En lugar de aquel comportamiento, el movimiento de la distribución de la sardina en 1982–83 fue doble y comparable al realizado por la anchoveta en los anteriores Niños (1972–73 y 1976); es decir igual al de una especie asociada al ambiente de aguas frías del afloramiento costero.

También fue observado que la anchoveta en 1972 como en 1976 y anchoveta y sardina en 1982–83 sufrieron la reducción de sus pesos corporales (véase el trabajo de DIÓSES en este volumen) lo cual es significativo de lo adverso que fueron las condiciones ambientales durante los fenómenos EN para las especies

relacionadas con los procesos del afloramiento costero. Otro factor decisivo fue el gasto energético empleado en realizar la migración hacia el sur retirándose del avance de las ASS y de las Aguas Ecuatoriales. Esto último puede deducirse debido a las diferencias encontradas en los pesos de los ejemplares capturados en el sur, los que fueron menores con respecto a los pesos de los capturados en el norte y detectados durante la realización del crucero del BIC «Humboldt» 8303–05 (marzo–abril 1983).

En conclusión, todos los sucesos presentados pueden atribuirse directamente a cambios físicos que han sucedido en el ecosistema costero, aquel ambiente marino desde la línea de costa hasta las 60 ó 100 millas mar adentro.

Dentro de los eventos biológico-pesqueros ha sido él de mayor trascendencia el relacionado a las especies sardina-anchoveta. El colapso de la anchoveta ya ha sido explicado con anterioridad en otros trabajos como debido fundamentalmente a dos causas: falla en el reclutamiento como efecto de un progresivo deterioro del stock adulto debido a la sobrepesca y a los efectos negativos que sobre el ambiente habitado por la especie ocurrieron durante los fenómenos EN 1972–73 y 1976 (CSIRKE, 1980). El surgimiento de los niveles poblacionales de la sardina se podría explicar colateralmente por una serie de hechos: (1°) Una ventajosa situación debida al calentamiento del ambiente costero; (2°) La declinación del stock de anchoveta que dejó paulatinamente al medio ambiente para ser aprovechado beneficiosamente por la especie competidora y (3°) Por una adaptación de la sardina a las condiciones relativamente más frías del medio costero y que se relacionan más directamente, entre otros, con los procesos de afloramiento, y producción primaria y secundaria.

El punto (1) que son los eventos que ocurrieron durante EN de 1972–73 y 1976, ha sido ya dado a conocer y no cabe mayor discusión sobre éste. El punto (2) implica un proceso de competición entre las dos especies, que se plantea fue dado en el período desde 1976 hasta 1982–83 y finalmente el punto (3) es el producto del proceso iniciado por 1) y 2) del cual resultó la predominancia de la sardina. La causa por la cual esta última especie haya logrado tal estado de abundancia no se dió solamente porque hubiera mayor espacio o mayor cantidad de alimento disponible; debió darse mayormente porque la sardina fue capaz de competir exitosamente en estas condiciones (más aun tratándose

de una especie de mayor longevidad y crecimiento corporal que la anchoveta y por lo tanto con mayores requerimientos). El hecho aislado de mayor capacidad competitiva implica la aptitud de utilizar con mayor eficiencia lo que halló disponible, lo cual comprendió el adecuarse a otras condiciones para utilizarlas en mayor grado y finalmente lograr imponerse en el medio ambiente y sobre la especie en competencia.

La cuestión si esta «adaptación», en el sentido biológicamente riguroso, signifique que hayan ocurrido cambios genéticos en los individuos que componen la población de sardina va más allá de los objetivos del presente trabajo. Se deberá considerar como hipótesis, considerando la profundidad del proceso, el espacio de tiempo en el que ha sido observado y los efectos causados, como los de migración, diferenciados en cuanto a respuestas diferentes frente a las mismas causas de origen. Lo claramente establecido por los cambios producidos es que éstos han ubicado a la sardina en una problemática similar a la que tuvo la anchoveta en el período previo a 1972–73, es decir, le afectan todas aquellas condiciones tanto de riesgo que provienen de los cambios ambientales como las que repercuten por la importancia de su rol dentro de la actividad pesquera. Frente a esta situación hay que considerar que si las del riesgo ambiental no son controlables, las que dependen de la pesquería sí lo son; por lo cual es imprescindible la necesidad de tomar medidas de regulación para la explotación de la especie, debiendo éstas tener como fin mantener a la población en un nivel suficiente como para ser aprovechada como un recurso estable a largo plazo para la pesquería y suficientemente fuerte para dejarle opciones de sobrevivir frente a la ocurrencia de fenómenos ambientales.

Bibliografía

- CARDENAS, G. En prensa. Estudio de la edad y crecimiento de la sardina *Sardinops sagax sagax* (J.) del área del Callao. *Bol. CPPS*.
- CSIRKE, J. 1980. Recruitment in the Peruvian anchovy and its dependence on the adult population. *Rapp. P.-v. Réun. CIEM 177*: 307–313.
- DE VRIES, T. 1979. Nekton remains, diatoms and holocene upwelling off Peru. M.S. Dissertation, Dept. Oceanogr. Univ. Oregon.
- SAMAME, M. 1974. Determinación de la edad y crecimiento de la sardina *Sardinops sagax sagax* (J.). *Bol. Inst. Mar Perú-Callao* 3 (3): 95–112.