

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

Prefacio

Las características oceanográficas y biológicas asociadas con la Corriente de Humboldt o Corriente Costera del Perú al frente del Ecuador, Perú y Chile, representan el ejemplo más sobresaliente del fenómeno denominado «afloramiento». La enorme productividad del ecosistema del Pacífico Suroriental, tipificada por este fenómeno es la piedra angular de una serie de procesos de importancia mundial: la famosa producción de guano en años pasados; las más altas capturas pesqueras provenientes de una sola área; la prosperidad de la industria de harina de pescado en la década de los sesenta y primeros años de los setenta, la cual con sus suministros influyó decisivamente en la composición y los precios de los alimentos para animales en los países agricolamente desarrollados en casi todo el mundo; así como las exigencias peruanas para ampliar la soberanía sobre sus aguas costeras adyacentes hasta una distancia de 200 millas, iniciando el desarrollo que conllevaría finalmente a la nueva Ley del Mar, al introducirse el concepto de Zona Económica Exclusiva.

Teniendo presente estas consideraciones, la comprensión de la dinámica de tal ecosistema es de gran importancia no solamente para las ciencias oceanográficas, biológicas y ecológicas sino también para la planificación económica y política. Por lo tanto, la ocurrencia periódica de radicales cambios como «El Niño» debe ser predecible para evitar serias, o incluso fatales equivocaciones. En este contexto asumiría especial importancia, la predicción temprana disponible de un evento inminente, indicando con razonable precisión la duración y la intensidad de los cambios a esperarse. Como el impacto de un «Niño» con una intensidad desusual no sólo afecta la oceanografía y las pesquerías, sino también la agricultura, el tráfico, la vivienda y las comunicaciones a través de temporales aunque fuertes alteraciones climáticas, tales predicciones son particularmente deseables.

En consecuencia, fue una decisión muy a tiempo y apropiada para desarrollar e implementar programas de monitoreo para estudiar los efectos oceanográficos y biológico-marinos durante el severo «El Niño» de 1982–83, cuando su nivel extremadamente intenso fue anticipado. Este esfuerzo fue emprendido conjuntamente por el Instituto del Mar del Perú IMARPE, Callao, el Instituto de Ciencias Biológicas «Antonio Raimondi» de la Universidad de San Marcos, Lima y el proyecto de investigación PROCOPA, Callao, implementado éste por el IMARPE y la GTZ, la Agen-

Foreword

The oceanographical and biological features connected with the Humboldt or Peru Coastal Current off Ecuador, Peru and Chile represent the most striking example of the phenomenon called «upwelling». The enormous productivity of the Southeast Pacific ecosystem characterized by this phenomenon, is the basis of a series of developments of worldwide significance: the famous guano production of former years; the highest fishery yields ever achieved from a single area; the fishmeal boom of the sixties and early seventies with supplies strongly influencing composition and prices of animal feed almost everywhere in agriculturally developed countries; as well as Peru's claim for sovereignty over the waters off its coast to a distance of 200 miles, thus initiating a development finally leading to the new Law of the Sea with the introduction of the EEZ concept.

With these considerations in mind, an understanding of the dynamics of such an ecosystem is of great importance not only for the oceanographical, biological and ecological sciences, but also for economic and political planning. For this reason, the periodic occurrence of incisive changes such as «El Niño» should be predictable in order to avoid serious or even fatal mistakes. In this context, forecasts available considerably in advance of a pending event and indicating with reasonable precision period and intensity of the changes to be expected, would assume particular significance. As the impact of an «El Niño» above the usual intensity not only affects oceanography and fisheries but also agriculture, traffic, housing and communication via temporary but heavy alterations in climate, such forecasts are particularly desirable.

It was, therefore, a very timely and appropriate decision to develop and implement monitoring programmes to investigate oceanographical and marine-biological effects of the severe «El Niño» of 1982/83 as soon as its extraordinary level of intensity was anticipated. A joint endeavour was undertaken by the Peruvian marine research institute IMARPE, Callao, the Institute of Biological Sciences «Antonio Raimondi» of the San Marcos University, Lima, and by the research project PROCOPA, Callao implemented by IMARPE and GTZ, the German Agency for Technical Cooperation of the Federal Republic of Germany.

By October 1983, enormous amounts of data had been accumulated and the collaborating institutions were invited to organize an «El Niño» symposium as

cia Alemana para la Cooperación Técnica de la República Federal de Alemania.

Para octubre de 1983, gran cantidad de datos habían sido recopilados y las instituciones cooperantes fueron invitadas a organizar un simposio sobre «El Niño» como parte del IX Congreso Latinoamericano de Zoología en Arequipa. Más de 30 científicos del Callao y Lima participantes en las investigaciones asistieron al simposio, donde por primera vez se pudo elaborar un cuadro comprensible de los variados efectos e implicaciones de «El Niño». Se mostró la interdependencia entre las diferentes partes del ecosistema; es decir, no sólo se consideró el componente pelágico sino también los benthicos y litorales. Saltó a la vista que «El Niño» produce también efectos «favorables» que facilitan la inmigración, el crecimiento y la reproducción de organismos que de otra manera, tienen muy poca o ninguna importancia económica.

Este volumen comprende 26 artículos presentados en el Simposio de Arequipa, atestiguando la estrecha y fructífera cooperación entre científicos e instituciones involucradas. La GTZ está satisfecha por haber tenido la oportunidad de contribuir a la realización del simposio y a la publicación de las conferencias.

part of the IX Latin-American Zoology Congress in Arequipa. More than 30 scientists from Callao and Lima who had participated in the investigations, attended the symposium, and for the first time a comprehensive picture of the various effects and implications of «El Niño» could be elaborated. It showed the relationships between the different parts of the ecosystem and considered not only the pelagic but also the benthic and littoral components. It became clear that «El Niño» also produces «useful» effects which favour immigration, growth and reproduction of organisms which previously were of no or only marginal commercial importance.

This volume comprises 26 papers presented at the Arequipa Symposium. It bears witness to the close and fruitful cooperation among scientists and institutions involved. GTZ is pleased to have been in a position to contribute to the symposium and to the publication of the proceedings.



Dr. Martin Bilio
Sección de Pesca y Acuicultura Fishery and Aquaculture Section
GTZ

Visión Integral del Problema «El Niño»: Introducción

WOLF E. ARNTZ y JULIO VALDIVIA

Programa Cooperativo Peruano-Alemán de Investigación Pesquera e Instituto del Mar del Perú, Apartado 22, Callao, Perú

Resumen. El ecosistema de afloramiento frente a la costa peruana ha sido considerado tradicionalmente por investigadores científicos, como un sistema pelágico con unos «apéndices» interesantes, pero de menor importancia, como lo son los lobos marinos o las aves guaneras. En realidad se trata de un ecosistema bastante complejo que aparte del sistema de media agua tiene una componente béntico-demersal e inclusive terrestre. Dentro de este ecosistema hay muchísimas conexiones e interdependencias entre los diferentes componentes que recién están empezando a conocerse en años normales; para épocas de El Niño están casi completamente desconocidas.

Sin embargo, El Niño forma parte de la dinámica del sistema de afloramiento, y es probable que muchas propiedades de este ecosistema se expliquen precisamente por la aparición de tal evento que se presenta, generalmente, cada cinco a siete años. Será necesario conocer con mucho más detalle no sólo los procesos generales que causan un Niño, sino también los efectos exactos que tiene en todos los niveles del sistema. Por ejemplo, la desaparición de muchos grupos taxonómicos — de aves y lobos de la orilla, de mariscos y peces de las capturas pesqueras y de los mercados — no siempre significa mortalidad, sino en muchos casos es migración; pero a menudo nuestras estadísticas básicas y nuestro sistema de muestreo son insuficientes para comprobarlo. Tampoco el efecto de El Niño es siempre perjudicial, aunque los efectos severos parecen haberse acumulado desde el desarrollo de una pesca de peces pelágicos en gran escala; aparentemente la resiliencia del sistema ya no es tal como fue antes del impacto humano masivo.

Este Simposio, en cuanto sabemos, es el primer esfuerzo de reunir datos biológicos de todo el sistema de afloramiento, de las algas microscópicas hasta los mamíferos, con referencia a El Niño. Nos estamos dando cuenta que la información que tenemos en muchos campos es todavía muy insuficiente. Sin embargo, solamente el resumen del *status quo* de nuestro conocimiento nos permitirá el desarrollo de programas adecuados para el estudio futuro.

Synopsis of the Problem: Introduction

Summary. The upwelling ecosystem off the Peruvian coast has been traditionally seen by scientific investigators as a pelagic system with some interesting, but less important «appendices» such as the sea lions or guano birds. In reality, however, we are dealing with a very complex system which in addition to the pelagic component also has benthic, demersal and terrestrial ones. Within this ecosystem, there are many connections and interactions between the various components which only recently are being understood for «normal» years; for El Niño periods they are almost completely unknown.

El Niño, however, forms part of the dynamics of the upwelling system, and it is likely that many properties of this ecosystem can be explained precisely by the appearance of this event, which occurs, on the average, every five to seven years. It will be necessary to find out in more detail not only about the general processes which cause El Niño, but also the exact effects on all levels of the system. For example, the disappearance of many taxonomic groups — of birds and sea lions from the seashore and invertebrates and fish from the fishery catches and markets — does not always signify mortality, but often migration. Our basic statistics and sampling system, however, are insufficient in order to prove this. The effect of El Niño is not always harmful, although the severe effects seem to have accumulated since the development of a large-scale pelagic fishery; apparently the resiliency of the system is no longer such as it was before the massive impact of man.

This symposium, as far as we know, is the first effort to assemble biological data from all of the upwelling system from microscopic algae to mammals, with reference to El Niño. We are taking into account that the information we have in many fields is still insufficient. However, only a resumé of the «*status quo*» of our knowledge will permit us to develop adequate programs for future studies.

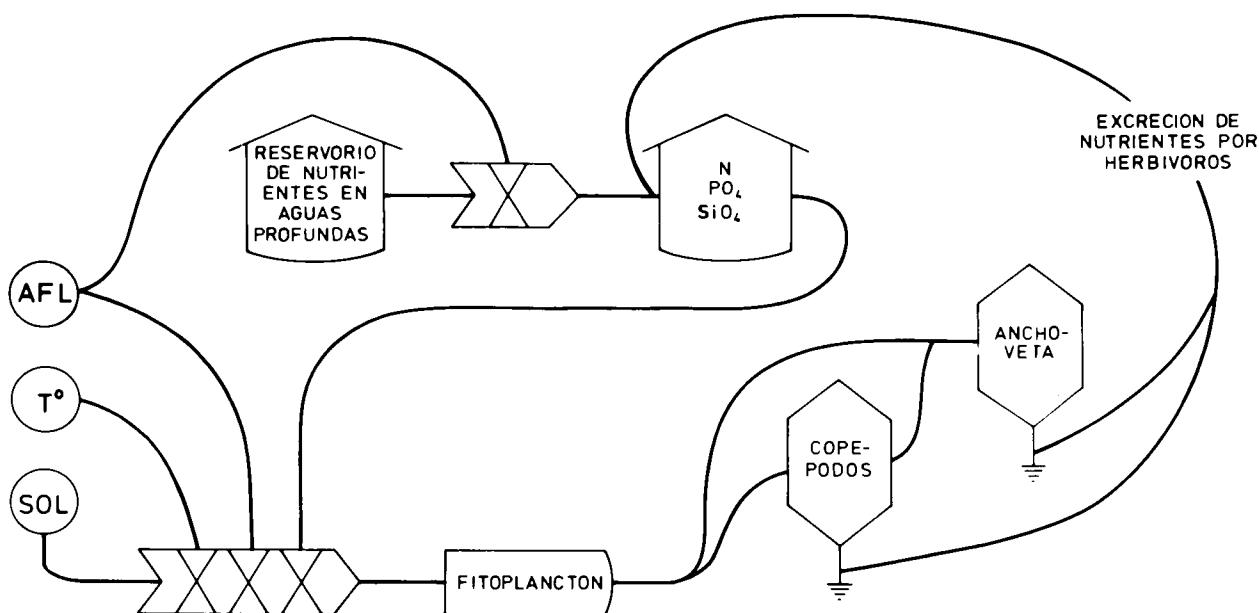


Fig. 1. Modelo simplificado del ecosistema peruano de afloramiento por KREMER y SUTINEN (1965), modificado.

A nuestro entender la respuesta apropiada a la invitación que recibieron el Instituto del Mar y el Programa Cooperativo Peruano-Alemán de Investigación Pesquera de los organizadores del IX Congreso Latinoamericano de Zoología para participar en el Simposio «El Fenómeno El Niño y su Impacto en la Fauna Marina», es presentar un cuadro lo más integral posible de los cambios detectados en el ecosistema del mar peruano como consecuencia de las enormes alteraciones del océano en 1982/83. Naturalmente, debemos comenzar por presentar el marco teórico el cual es dado por el inicio de la investigación sistemática muy reciente en el Perú. Transcurridos 22 años de vida, el IMARPE está en condiciones de presentar por primera vez resultados de los subsistemas pelágico, demersal, oceánico y costero incluyendo los aéreos y anfibios.

Pero volviendo a los antecedentes, presentamos la situación de investigación hace tres «Niños» importantes, recordando que se inició la investigación en 1961, a raíz de la explotación intensiva de la anchoveta desde 1958, lo cual determinó dirigir todo el esfuerzo de trabajo a esa especie. Esta situación indeseable no permitió que la planificación inicial de la investigación se orientara radialmente al ecosistema de afloramiento pues existían prioridades de asesoramiento a los administradores de la pesca de esa especie.

En este contexto, a inicios de los años 60 se produjeron los primeros resultados sobre la abundancia relativa de la anchoveta (SAETERSDAL *et al.*, 1965); del crecimiento, tamaño y reclutamiento de anchoveta (SAETERSDAL y VALDIVIA, 1964), el proceso reproductivo de anchoveta (EINARSSON *et al.*, 1966a), la distribución y abundancia relativa del plancton como alimento de la anchoveta (EINARSSON *et al.*, 1966b) y otros varios estudios económicos de la industria del aceite y la harina de anchoveta (DOUCET, 1965; TILIC, 1963).

La información acumulada durante 4 años (1961—1964) fue la base de la primera evaluación de esa población, que fue producida en 1965 y donde prioritariamente se recomendaba frenar el esfuerzo de pesca como la medida más apropiada para mantener saludable a la industria y simultáneamente preservar la especie (BOUREMA *et al.*, 1967).

Esta manera forzada de partir de las investigaciones crea la impresión en el observador externo que se trató al ecosistema peruano como un sistema de una sola especie; tal como trata el modelo simplificado de KREMER y SUTINEN, 1975 (Fig. 1) que aparte de la anchoveta sólo incluye elementos del plancton, incluso sin considerar los predadores tales como peces más grandes, mamíferos y aves marinas, y olvidándose completamente del impacto pesquero.

Entonces, El Niño de 1965 fue estudiado principalmente como un fenómeno que afectaba a la anchoveta y a través de ella a la industria harinera y a las poblaciones de aves guaneras y por lo tanto a la industria del guano. Posteriormente, a partir de 1972, la investigación comienza a considerar los cambios de un ecosistema «virgen» y autosuficiente ocasionados por efecto de la fuerte explotación y las variaciones de su ambiente, causadas por El Niño en el plancton, los peces pelágicos y costeros y los mamíferos marinos (véase la compilación de literatura por MARIATEGUI *et al.*, este Simposio).

Ahora, el sistema de afloramiento comienza a estudiarse como un sistema muy complejo que no sólo tiene una componente pelágica sino una demersal e inclusive terrestre. Si bien es predominantemente pelágico ya que la plataforma peruana es en general muy angosta, y las partes más profundas del talud y de las fosas están influenciadas por El Niño en menor escala, también hay interrelaciones muy estrechas entre los fondos de la

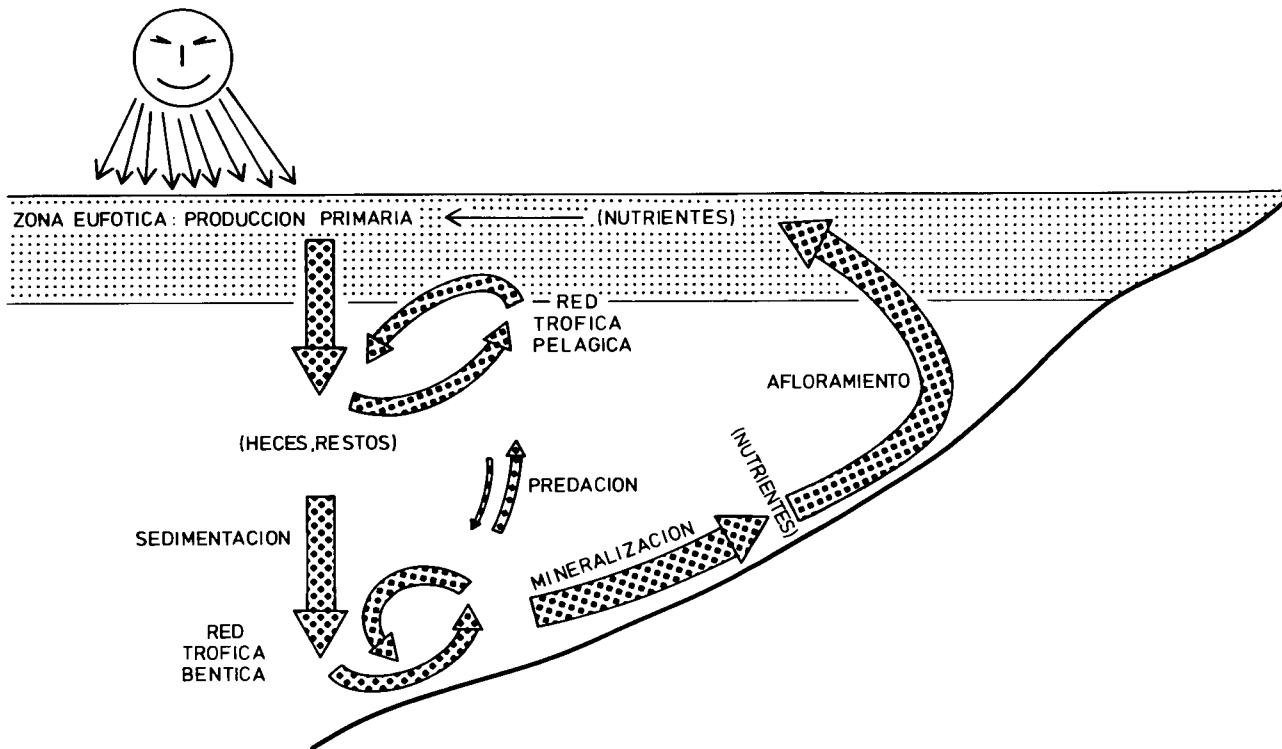


Fig. 2. Esquema de afloramiento, mostrando la estrecha conexión entre los subsistemas béntico y pelágico.

plataforma y el sistema pelágico; interrelaciones que sólo se encuentran en regiones con afloramiento o en las anchas plataformas de mares someros donde los vientos producen fuertes turbulencias con la resuspensión y el reciclaje resultante. Es precisamente el afloramiento (Fig. 2) que conecta la zona eufótica de alta producción con los fondos de manera muy eficiente en tiempos «normales», que relajado produce disturbios de esta misma relación durante un Niño.

El sistema de afloramiento, entonces, es mucho más complejo que la imagen que se ha dibujado en la literatura. Uno de los pocos investigadores que ha presentado un modelo con cierta semejanza a la realidad es WALSH, 1981 (Fig. 3). Algunos pueden tener otra opinión con referencia a ciertos postulados (por ejemplo, si en realidad hubo un aporte mayor a los sedimentos después de la reducción de la anchoveta), pero con todo Walsh se dió cuenta de la estrecha relación entre los subsistemas pelágico y demersal. Además vió la posibilidad de un cambio básico del flujo de energía en todo el sistema después de la acción conjunta de El Niño de 1972 y una pesquería de cerco muy intensa. En realidad, como vamos a mostrar en este Simposio, El Niño tiene efectos bien diferenciados sobre los distintos subsistemas, favoreciendo a unos y perjudicando a otros. Trataremos de identificar en forma clara, lo que hace El Niño desde la orilla hasta el talud continental (Fig. 4); y vamos a ver que la imagen que se ha formado referente al fenómeno en el pasado ha sido parcial.

La segunda observación que queremos hacer trata de la dinámica del sistema de afloramiento. Hay que

subrayar que El Niño forma parte de este sistema. En efecto, cada verano, con la disminución de los vientos alisios aparece algo como un Niño restringido a la parte subtropical del norte del Perú. Cada 6 años, en promedio, aparece un Niño mediano o fuerte (Fig. 5); tal vez cada 50 años un fenómeno tan extraordinario como él de este año. Hay que asumir que un Niño no presenta nada básicamente desconocido para la fauna del afloramiento y que, dentro de ciertos límites, esta fauna estará adaptada a tales cambios: incluso podría pensarse que se trata de un mecanismo de selección que haya funcionado por milenios. Por supuesto, no hay duda que eventos tan prominentes como los Niños fuertes causan una alta mortalidad entre los organismos, especialmente en los aionomorfos larvales y juveniles; sin embargo, aunque gran parte se muestra como mortalidad, en realidad es una respuesta adaptativa. En efecto, la falta de aves guaneras, lobos y pingüinos en las islas y puntas y la desaparición de peces y mariscos de las capturas o de los mercados puede significar mortalidad, pero también señala amplios desplazamientos hacia el sur y hacia aguas más profundas, donde las condiciones permanecen más estables. Vamos a tratar de separar más claramente en este Simposio, lo que es mortalidad y lo que es migración.

Finalmente, El Niño tiene efectos muy distintos sobre la productividad del sistema que se reflejan hasta cierto grado en las diferentes pesquerías: por un lado efectos negativos en los factores de condición, la reproducción y la supervivencia de ciertos peces pelágicos, por otro lado el aprovechamiento de áreas mucho más amplias y mejor oxigenadas para ciertos mariscos y

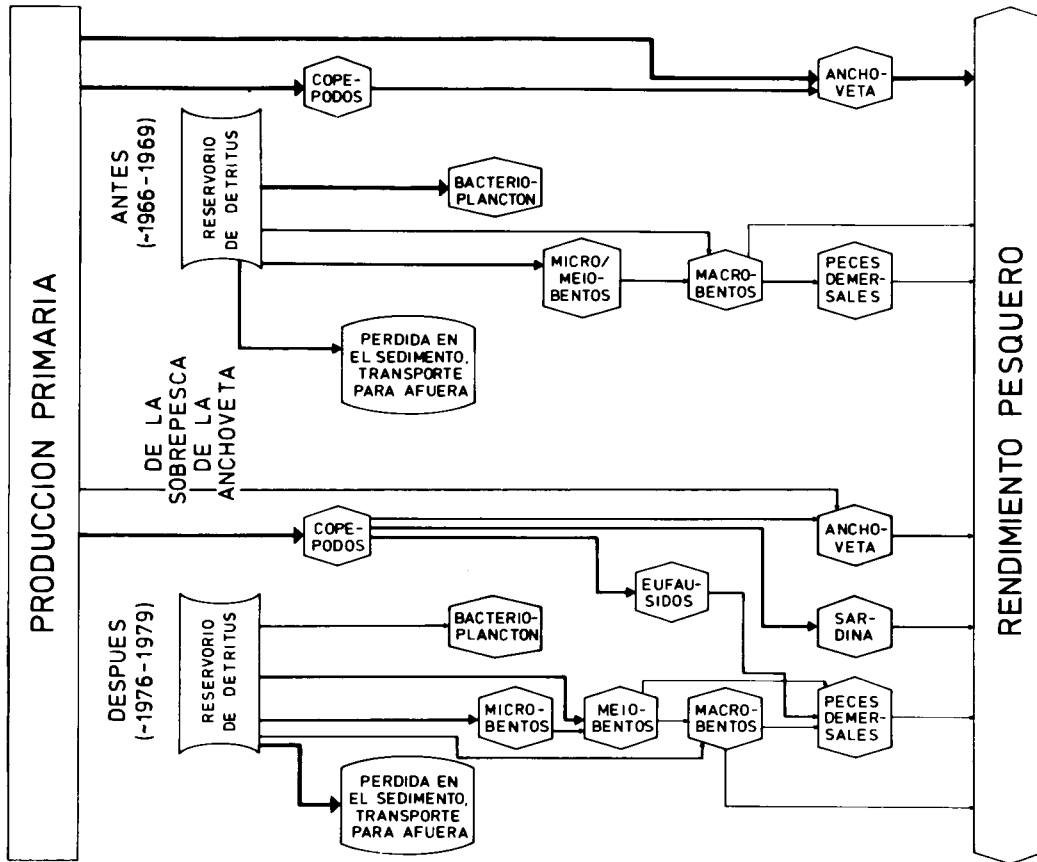


Fig. 3. Flujo de energía entre los principales compartimentos del ecosistema de afloramiento antes y después de la sobrepesca de la anchoveta (según WALSH 1981, modificado).

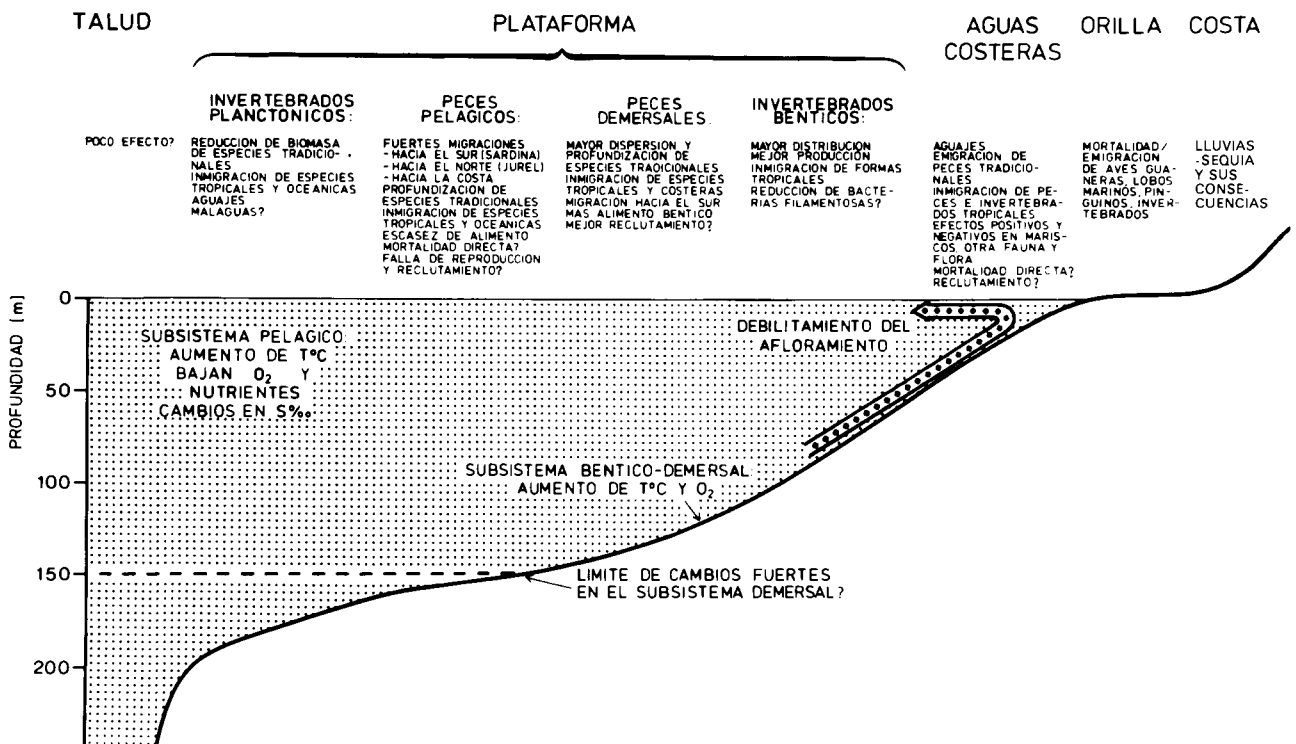


Fig. 4. Efectos registrados y asumidos del fenómeno EN sobre diferentes sistemas parciales del mar peruano.

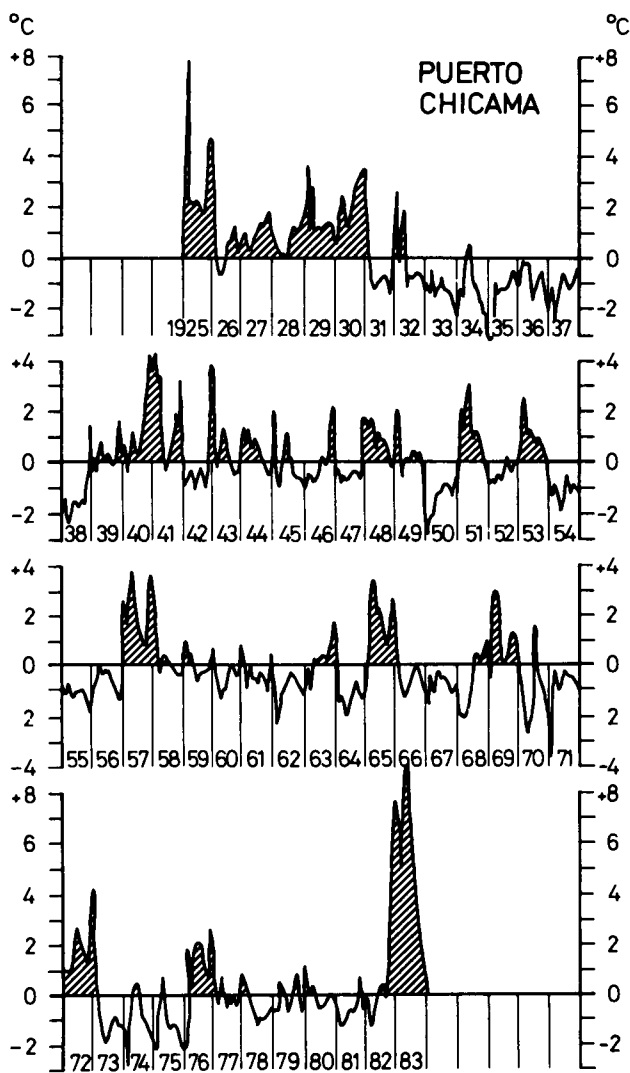


Fig. 5. Desviaciones del promedio de largo plazo de la temperatura superficial del mar frente a Pto. Chicama, 1925–1983. Anomalías positivas mayores de 2°C se registran como «El Niño».

los peces demersales, resultando posiblemente en un mejor reclutamiento de ellos. Por un lado tenemos las rocas que se quedaron desnudas de mariscos y que, por falta de consumidores, se cubrieron con enormes barbas de algas, y por otro lado la explosión de las conchas de abanico, los langostinos y la inmigración de enormes cantidades de jaibas predatoras. ¿Quién dice que muchos de estos cambios no sean necesarios para mantener — a largo plazo — la enorme producción del sistema? En ningún otro sistema hemos observado que nichos recientemente desocupados se ocuparan tan rápido como en este ecosistema y sea solamente por un lapso intermedio antes de la normalización de las condiciones. Tenemos que aprender dos cosas: que El Niño es una parte integral del sistema y no siempre se presenta como una catástrofe; y que la elasticidad del sistema de afloramiento — su «resiliencia» — es básicamente muy alta.

Esta elasticidad habría causado, en condiciones vírgenes que predominaron durante milenios, que el sistema de afloramiento volviese siempre muy rápido otra vez a su estructura normal después de la aparición de un Niño. La intervención humana fue por mucho tiempo insignificante, restringiéndose a la pesca artesanal y, más tarde, incluyendo también la cosecha del guano (que podría haber influenciado hasta cierto grado en la cantidad de fertilizantes que refluyeron al medio acuático). Sin embargo, los últimos veinte años fueron caracterizados por una intervención humana masiva, y desde El Niño de 1972 el sistema se encuentra posiblemente ya fuera de balance como lo indican los cálculos de WALSH (1981) arriba mencionados. Nadie puede predecir con algún grado de exactitud cual será el futuro del subsistema pelágico después del presente Niño; pero por lo menos podemos suministrar algunos datos sobre el *status quo*. Tampoco sabemos que pasará con los peces demersales, el bentos, las bacterias filamentosas; pero los datos que hemos tomado van a demostrar que será necesario seguir el desarrollo aún cuando se termine el fenómeno.

Este Simposio, en cuanto sabemos, es el mayor esfuerzo por analizar los efectos de El Niño sobre los diferentes niveles del ecosistema de afloramiento. Aunque estamos en un Congreso de Zoología, se incluirán ciertos aspectos de meteorología, oceanografía, del fitoplancton y de economía para presentar el impacto del fenómeno sobre la fauna en un marco más amplio. Es muy posible que este Niño extraordinario no haya pasado sino su primera etapa; además nos estamos dando cuenta que falta todavía mucha información para captar toda la amplitud de los cambios que ha traído. Sin embargo, después de este Simposio nuestro marco teórico se habrá ampliado; estaremos con más capacidad de formular los temas de investigaciones futuras y esto precisamente, fue la idea.

Sólo queda esperar que los países con cara al Pacífico Sur Oriental presten su apoyo decidido a las investigaciones, pues de otra manera todo quedará como enunciados teóricos.

Bibliografía

- BOUREMA, L.K., G. SAETERSDAL, I. TSUKAYAMA, J.E. VALDIVIA y B. ALEGRE. 1967. Informe sobre los efectos de la pesca en el recurso peruano de anchoveta. *Bol. Inst. Mar Perú-Callao* 4 (1): 133–186.
- DOUCET, W.F. 1965. Mercadeo de peces marinos de consumo en el Perú. *Inf. Inst. Mar Perú-Callao* 5: 162 pp.
- EINARSSON, H., L.A. FLORES y J. MINANO. 1966a. El ciclo de madurez de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens* J.). Mem. del Primer Seminario Latinoamericano sobre el Océano Pacífico Oriental. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima: 128–135.
- EINARSSON, H., B. ROJAS DE MENDIOLA y H. SANTANDER. 1966b. Los desoves de peces en aguas peruanas durante 1961–1964. Mem. del Primer Seminario Latinoamericano sobre el Océano Pacífico Oriental. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima: 110–127.

- KREMER, J.N. y J.G. SUTINEN. 1975. Ecosystem modelling. Economic considerations for a Peruvian coastal fishery. Int. Center for Mar. Res. Development. Univ. Rhode Island, *Mar. Memorandum* 39: 48 pp.
- SAETERSDAL, G., I. TSUKAYAMA y B. ALEGRE. 1965. Fluctuaciones en la abundancia aparente del stock de anchoveta en 1959–1962. *Bol. Inst. Mar Perú-Callao* 1 (2): 102 pp.
- SAETERSDAL, G. y J.E. VALDIVIA. 1964. Un estudio del crecimiento, tamaño y reclutamiento de la anchoveta (*Engraulis ringens* J.) basado en datos de frecuencia de longitud. *Bol. Inst. Invest. Rec. Mar. Callao-Perú* 1 (4): 85–136.
- TILIC, I. 1963. Información estadística sobre embarcaciones utilizadas en la pesca industrial en el Perú, 1953–1962. *Inf. Inst. Invest. Rec. Mar. Callao-Perú* 8: 36 pp.
- WALSH, J.J. 1981. A carbon budget for overfishing off Peru. *Nature* 290: 300–304.