



BOLETÍN

ISSN: 0378-7699

IMARPE

Instituto del Mar del Perú

Vol. 21 / Nos. 1 y 2 / Enero - Diciembre 2004

Causas posibles de la drástica disminución de la longitud media de la merluza peruana en 1992

Possible causes of the drastic decline in mean length of Peruvian hake in 1992

CLAUDIA WOSNITZA-MENDO, RENATO GUEVARA-CARRASCO, MICHAEL BALLÓN

Sobrepesca de la merluza peruana: lecciones mal entendidas

Peruvian hake overfishing: misunderstood lessons

RENATO GUEVARA-CARRASCO

Informe de la primera sesión del panel internacional de expertos para evaluación de la población de la merluza peruana. Marzo 2003

Report of the first session of the international panel of experts for assessment of Peruvian hake population. March 2003

Informe de la segunda sesión del panel internacional de expertos para evaluación de la población de la merluza peruana. Marzo 2004

Report of the second session of the international panel of experts for assessment of Peruvian hake population. March 2004

CALLAO, PERÚ

Boletín Instituto del Mar del Perú (IMARPE)
ISSN 0378 – 7699, Bol Inst Mar Perú
Vol 21 / Nos. 1 y 2 / Enero - Diciembre 2004

© 2005 **Instituto del Mar del Perú (IMARPE)**
Esquina Gamarra y General Valle s/n
Casilla postal 22, Callao. Perú
Teléfonos 429.7630 y 420.2000
Fax 4299811
C. electrónico: imarpe@imarpe.gob.pe

Editor Científico:
Dr. PEDRO G. AGUILAR FERNÁNDEZ, *Biólogo*

Registro de Depósito Legal N° 2005-8982
Reservados todos los derechos de reproducción total o
parcial, la fotomecánica y los de traducción.
Tiraje: 500 ejemplares
Terminado de imprimir: Diciembre 2005

Distribución: canje, suscripción o compra

KINKO'S IMPRESORES S.A.C.
Av. Venezuela 2344
Teléfonos: 336-6699

La información estadística, los mapas, figuras, términos y designaciones empleadas en la presentación de este documento son referenciales, no tienen valor oficial y son de completa responsabilidad de cada autor.

CAUSAS POSIBLES DE LA DRÁSTICA DISMINUCIÓN DE LA LONGITUD MEDIA DE LA MERLUZA PERUANA EN 1992

POSSIBLE CAUSES OF THE DRASTIC DECLINE IN MEAN LENGTH OF PERUVIAN HAKE IN 1992

CLAUDIA WOSNITZA-MENDO^{1*}
 RENATO GUEVARA-CARRASCO^{1*}
 MICHAEL BALLÓN¹

RESUMEN

WOSNITZA-MENDO C, GUEVARA-CARRASCO R, BALLÓN M. 2004. *Causas posibles de la drástica disminución de la longitud media de la merluza peruana en 1992*. Bol. Inst. Mar Perú 21(1-2): 1-26.- La drástica disminución de la longitud media de la merluza en 1992 fue hasta cierto punto inesperada para los biólogos pesqueros peruanos, acostumbrados a manejar esta población como un stock unitario controlando el rendimiento y la longitud mínima en las capturas. Durante toda la década de los años ochenta, el esfuerzo pesquero no fue muy alto y afectó principalmente a los grupos de edades IV+. Menos del 10% de los desembarques fueron de tallas menores a la longitud media de desove (35 cm). Por esto, la gran ocurrencia de tallas pequeñas de merluza a partir de marzo de 1992 en las capturas de todas las flotas dedicadas a esta especie, parecía deberse a las condiciones oceanográficas, ya que un evento El Niño Oscilación Sur (ENOS) se estaba desarrollando. Sin embargo, igual que en anteriores ENOS, se hubiera esperado un cambio de sitio de toda la población hacia el sur y lejos de la costa. Esto significaría que las merluzas jóvenes de tamaño mediano estarían más al sur fuera del alcance de la flota de Paita. Contrario a lo esperado, durante El Niño 1991-93, debido a una intrusión de aguas oceánicas subtropicales, las merluzas grandes migraron hacia el norte. Mientras que El Niño podría haber actuado como un disparador, la causa fundamental de los cambios estructurales en la población fue la desaparición de la sardina como especie de presa principal para las merluzas grandes a partir de 1987, y la falta de pequeños Sciaenidae (bereche) durante El Niño, para las merluzas de tamaño medio. Lo primero podría deberse al alto esfuerzo pesquero sobre la sardina, en conjunto, probablemente, con una presión depredadora alta de una población sana de merluza a partir de mediados de la década de los años 80. Estudios futuros deben incluir las relaciones entre predador y presa en el ecosistema. Estas relaciones, que se desarrollaron durante largos períodos, probablemente soportan la estabilidad del sistema, y las pesquerías, que actúan como un fuerte depredador, deben ser incluidas en un modelo multiespecífico.

PALABRAS CLAVE: merluza peruana, *Merluccius gayi peruanus*, composición por longitud, El Niño 1991-93, cambios estructurales, presión de pesca.

1. Instituto del Mar del Perú

* Corresponding authors

ABSTRACT

WOSNITZA-MENDO C, GUEVARA-CARRASCO R, BALLÓN M. 2004. Possible causes of the drastic decline in mean length of Peruvian hake in 1992. *Bol. Inst. Mar Peru* 21(1-2): 1-26.- The drastic decline in mean length of hake in 1992 was, to a certain extent, unexpected by Peruvian fisheries biologists, accustomed to manage this population as a single stock and controlling yield and minimum length in catch. During all the decade of the 1980s fishing effort was not very high and affected mainly age groups IV+. Less than 10% of the landings were smaller than the mean spawning length of 35 cm. Thus, the numerous occurrence of small hake in the catches of all the fleets dedicated to this species, starting in March 1992, seemed to be due to oceanographic conditions, as an El Niño Southern Oscillation (ENSO) event was going on. Nevertheless, a shift of the whole population southward and offshore would have been expected, as during former ENSO conditions. This would mean medium-sized and young hake being farther south out of the range of the Paita fleet. Against all expectations during the 1991-93 El Niño, due to the intrusion of subtropical oceanic waters, large hake migrated northward. Yet it seems, that while the El Niño might have acted as a trigger, the principal underlying cause of the structural changes in the population was the disappearance of the sardine as a prime prey species for large hake since 1987 onwards, and the lack of small Sciaenidae during the El Niño for medium-sized hake. The former might be due to heavy fishing on sardine along with perhaps high predator pressure from a healthy hake population starting from the mid-1980s. Future studies must include predator-prey relationships in the ecosystem. These relationships, which evolved over long periods, are probably supporting the stability of the systems, and fisheries captures acting as a strong predator, must be included in a multispecies model.

KEYWORDS: Peruvian hake, *Merluccius gayi peruanus*, length composition, El Niño 1991-93, structural changes, fishing pressure.

INTRODUCTION

In 1992, Peruvian hake (*Merluccius gayi peruanus* Ginsburg) landings suffered a drastic decline in mean total length of about 8 cm (more than 20 %) in both sexes. Usually, a gradual decrease in mean length is expected with increasing fishing pressure. Peruvian hake has been exposed to heavier fishing since the decade of the 1970s, when large factory trawlers joined in the fisheries and the yearly landings elevated to more than 100 000 t. But the history of Peruvian hake fishery is not one of continuity, being disrupted periodically by El Niño events (WOSNITZA-MENDO and GUEVARA-CARRASCO 2000). These events produce changes in distribution and concentration of the population, restraining the impact of the fleet and discouraging foreign investors to continue fishing. That is why the fishery statistics of hake do not reflect real abundance, but rather the reaction of ship owners to cyclic changes in the environment as well as to anthropogenic factors.

Despite of, in some years before 1990, an excessive fishing pressure on the population as a whole (300 000 t of an estimated initial population of 670 000 t in 1978, and 150 000 t of an estimated population of 315 000 t in 1980; ESPINO and WOSNITZA-MENDO 1989), mean length only declined from 44 to 40 cm in male and from 46 to 43 cm in female between 1971 and 1990 (Fig. 1).

The following decline of 3 cm in 1991 and 8 cm abruptly in austral summer/fall of 1991/92 (Fig. 1 inset), has intrigued several Peruvian fisheries biologists, but has been found very difficult to explain by only looking at fisheries statistics. We did not find any description of similarly dras-

INTRODUCCIÓN

En 1992 los desembarques de la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus* Ginsburg) mostraron una drástica disminución en la longitud media de este recurso, de alrededor de 8 cm (más del 20%) en ambos sexos. Generalmente, con el aumento de la presión pesquera, se espera una disminución gradual de la longitud media de un recurso íctico. La merluza peruana ha sido expuesta a una creciente pesquería a partir de la década de los años 70, cuando grandes arrastreros de factoría se unieron a la pesca y los desembarques anuales se elevaron a más de 100.000 t. Pero la historia de la pesquería de la merluza peruana no es continua, pues periódicamente es interrumpida por eventos El Niño (WOSNITZA-MENDO y GUEVARA-CARRASCO 2000). Estos eventos producen cambios en la distribución y concentración de la población, refrenando el impacto de la flota y desalentando a los inversionistas extranjeros a continuar la pesca. Por esta razón, las estadísticas pesqueras de la merluza no reflejan la abundancia real, sino más bien la reacción de los propietarios de las embarcaciones a los cambios cíclicos del ambiente y a otros factores antropogénicos.

A pesar de un esfuerzo pesquero excesivo sobre la población total durante algunos años antes de 1990 (Ej.: según ESPINO y WOSNITZA-MENDO 1989: en 1978, 300.000 t de una población inicial estimada de 670.000 t; y en 1980, 150.000 t de una población estimada de 315.000 t), la longitud media solamente decreció de 44 a 40 cm en machos y de 46 a 43 cm en hembras entre 1971 y 1990 (Figura 1).

El siguiente descenso de 3 cm en 1991 y de 8 cm, abruptamente en el verano - otoño austral de 1991/92 (Figura 1, recuadro), ha

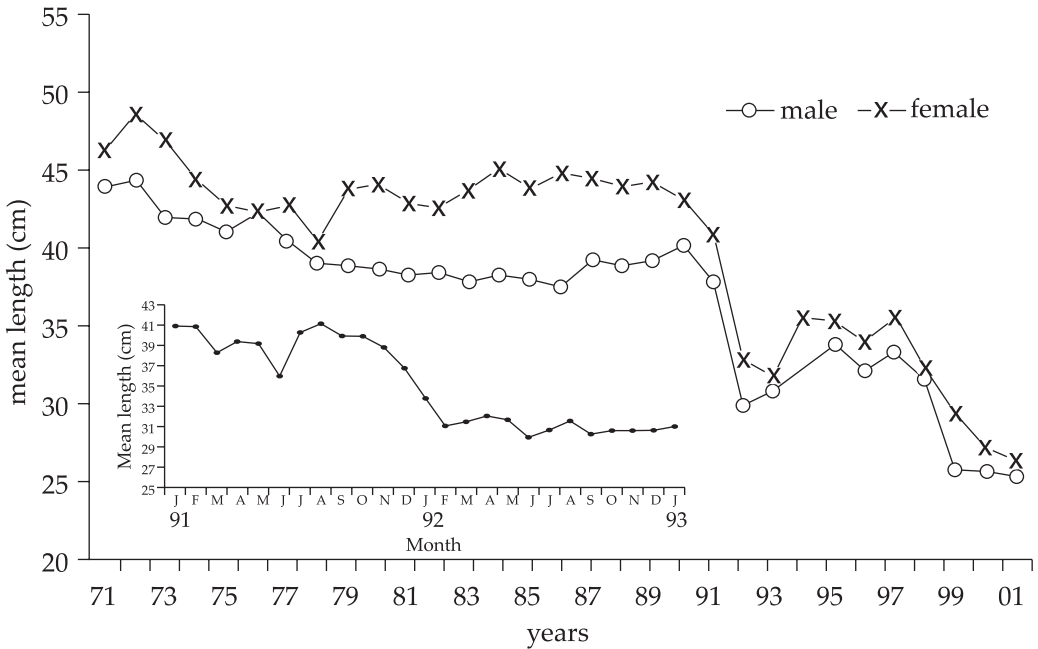


Figure 1.- Mean length in landings of hake (Paita fleet 1971-2001), (inset: mean monthly length between January 1991 and January 1993).

Figura 1.- Longitud media de la merluza peruana en los desembarques de la flota de Paita de 1971 al 2001. En el recuadro, la longitud media mensual entre enero 1991 y enero 1993.

tic length decline from other hake populations in published literature.

The Peruvian Upwelling System is unique concerning the impact of El Niño on the living resources. The influence of El Niño on hake is directly related to the extension of the Cromwell Current.

In the following, we want to propose some possible explanations for the observed decline in length, being conscious of our limited knowledge and database of some important parameters.

MATERIAL AND METHODS

In this paper we analyze a set of historical data of the 1970s and 1980s, referring to

intrigado a varios biólogos pesqueros peruanos, pero ha sido difícil de explicar considerando solamente las estadísticas pesqueras. En la literatura no se ha encontrado referencia alguna sobre una disminución similar de la longitud de merluza.

El sistema de afloramiento peruano es único referente al impacto de El Niño sobre los recursos vivos. La influencia de El Niño en la merluza está directamente relacionada con la extensión de la Corriente de Cromwell.

En el presente trabajo deseamos proponer algunas posibles explicaciones sobre la disminución en longitud observada, siendo conscientes de la limitación de nuestros conocimientos y de la base de datos de algunos parámetros importantes.

landings, mean length in catch, preferred food items and percentage of mature females of Peruvian hake, and we compare them with non-published data recorded in internal reports of the PERUVIAN SEA RESEARCH INSTITUTE (IMARPE) and an original database of the 1990s, to find an explanation for structural changes in the population.

The material was collected from 1971 onwards by the technical scientific staff of IMARPE in Paita, northern Peru, as a routine task of taking monthly random samples from all operating fleets, for length distribution and stratified sub-samples for biological parameters (otoliths, stomachs, gonads, weight) of the most important species. The sample plan has not changed over the years. The volume of data for length distribution of the hake is usually between 10 000 to 40 000 annually before 1995.

During El Niño 1982-83 only about 400 individuals were measured in 1983 due to the lack of hake in the fishing grounds and also the lack of cruise data. Nevertheless, El Niño 1991-93 is well represented with about 10 000 measurements. From 1995 onwards the amount of annual length measurements rises steadily up to almost 300 000 in 2000. We chose the Traditional Paita Fleet (see explanation below) as an indicator of the trends, because it includes the whole period, while the other fleets operated only in certain decades and other areas. Nevertheless, those fleets show the same trends.

Oceanographic information about El Niño 1991-93 from cruises (kindly made available by L. VÁSQUEZ, IMARPE, pers. communication) is included for further

MATERIAL Y MÉTODOS

Para encontrar una explicación sobre el cambio estructural de la población de la merluza peruana, en esta publicación analizamos una serie de datos históricos de las décadas de 1970 y 1980, referente a desembarques, longitud media en la captura, dieta preferida y porcentaje de hembras maduras, y los comparamos con datos no publicados, que están disponibles en informes internos en el IMARPE y con una base de datos original de los años 1990.

El material fue coleccionado a partir de 1971 por los Técnicos Científicos del IMARPE (TCI) en Paita, norte del Perú, como parte de una rutina. En todas las flotas operativas, se tomaron muestras mensuales al azar, para la distribución de longitud, y submuestras para los parámetros biológicos (otolitos, estómagos, gónadas, peso) de las especies más importantes. El plan de muestreo no ha cambiado a través de los años. El volumen anual del muestreo para la distribución de longitud de la merluza, antes de 1995 fue, en general, entre 10.000 a 40.000 individuos.

Durante El Niño 1982-83 se midieron solamente alrededor de 400 individuos en 1983, debido a la falta de merluza en los caladeros y también la falta de datos de crucero. El Niño 1991-93 está bien representado con alrededor de 10.000 mediciones. A partir de 1995 el total de las mediciones anuales aumentó constantemente hasta llegar a casi 300.000 en el año 2000. Escogimos la "Flota Tradicional de Paita" (ver explicación más abajo) como indicador de las tendencias, porque incluye todo el período, mientras que las otras flotas operaban solo en ciertas décadas y en otras áreas. Sin embargo, estas flotas muestran las mismas tendencias.

illustration. The population structure is expressed as a percentage per length group, thus avoiding problems with age determination, because satisfying age-length keys are not available for each year. For the cohort analysis a mean age-length key for all years was used.

Before we begin with the exposition of possible sources of drastic change in mean length in landings, we have to mention that we can exclude sampling errors and changes in mesh size. Both have been constant, as much as can be expected on a large scale. Cruise data taken over the years confirm the results from the samples of the fishery. We can suppose different types of causes for length reduction, either natural or man-induced, either internal dynamics or external influences. We might accept a mixing of the different causes. In the following we will look at different scenarios, each acting on certain life stages of hake in distinct ways.

RESULTS

The Cromwell Current (CC) and El Niño Southern Oscillation (ENSO)

The Cromwell Current is a subsuperficial, oxygen-rich equatorial current concentrated due to Coriolis force, like a band of currents with eastward directed velocities of more than 1 ms^{-1} and in its nucleus even more than 1.5 ms^{-1} . Its water transport fluctuates about $40 \times 10^6 \text{ km}^3 \text{ sec}^{-1}$, thus being not much inferior to the Gulf Stream (DIETRICH et al. 1975). Near the coast it branches southward varying in extension and depth from season to season and year to year. In austral summer, and even more

Para una mayor ilustración, se incluye información oceanográfica de los cruceros sobre El Niño 1991-93 (puesta a nuestra disposición amablemente por L. VÁSQUEZ, IMARPE, com. pers.). La estructura poblacional se expresa como un porcentaje por grupo de longitud, evitando así problemas con la determinación de la edad, porque las claves satisfactorias sobre edad-longitud no están disponibles para todos los años. Para el análisis de cohortes se utilizó una clave promedio de edad-longitud, para todos los años.

Antes de empezar con la exposición de posibles fuentes del cambio drástico en la longitud media en los desembarques de merluza, debemos mencionar que podemos excluir errores en el muestreo y cambios en el tamaño de la malla. Ambos han sido constantes, tanto como se puede esperar en gran escala. Los datos tomados durante los cruceros, a través de los años, confirman los resultados del muestreo de la pesquería. Podemos suponer diferentes tipos de causas para la reducción de la longitud, sean ellas naturales o inducidas por el hombre, sean dinámicas internas, o influencias externas. Podríamos aceptar el efecto de diferentes causas.

A continuación, vamos a analizar diversos escenarios, cada uno con actuación diferente sobre ciertos estadios de vida de la merluza.

RESULTADOS

La Corriente de Cromwell (CC) y El Niño Oscilación Sur (ENOS)

La Corriente de Cromwell es una corriente subsuperficial ecuatorial, rica en oxígeno, concentrada debido a la Fuerza de Coriolis,

during ENSO events, it broadens, deepens and flows further southwards. As a symmetrically disposed undercurrent ($2^{\circ}\text{S} - 2^{\circ}\text{N}$), also a transversal circulation northwards can be observed, but not as strong as off the Peruvian coast (DIETRICH et al. 1975). The Cromwell Current is crucial for the distribution of Peruvian hake. Hake is distributed within the Cromwell Current following two size (age) gradients, one from north to south (big-little), and another delineated by depth, from offshore (big) to onshore (little), latter not so markedly and first mentioned by DEL SOLAR (1968).

Not all El Niño events seem to have the same impact. In the beginning of the 1990s, a strong and long lasting constant warming, made the difference to other at their peaks even stronger but shorter El Niños. The 1991-93 ENSO began in June of 1991 and lasted until the austral summer of 1993-94 having its peak in 1992.

Several internal IMARPE's documents have been revised to recover nonpublished data (IMARPE M.S.1; IMARPE M.S.2; PIZARRO M.S.; PIZARRO et al. M.S.). Thus, one document mentions positive temperature anomalies of 1.4 to 2.2 °C during May/June of 1991 off Paita. At the beginning of 1992, cruise data showed an El Niño of major intensity (+3.9 °C) and a deepening of the 15 °C isotherm to 180 m off Paita. From December of 1991 an invasion of subtropical oceanic water coastward was observed, retreating temporarily in February of 1992 and occupying the whole coastal area in the following months until July of 1992 (Fig. 2).

In December of 1993 the 15 °C isotherm was still depressed to about 170 m at 5°S and to 190 m at 9°S , although surface tem-

como una banda de corrientes con velocidades dirigidas hacia el este, de más de 1 ms^{-1} , y en su núcleo aún más de 1,5 ms^{-1} . Su transporte de agua fluctúa alrededor de $40 \times 10^6 \text{ km}^3\text{s}^{-1}$, siendo de tal manera no mucho menor que la Corriente del Golfo (DIETRICH et al. 1975). Cerca de la costa, la Corriente de Cromwell se ramifica hacia el sur, variando en extensión y profundidad de estación a estación y de año a año. En el verano austral, y aún más durante eventos ENOS, se ensancha, se profundiza y se extiende más al sur. Como una subcorriente dispuesta simétricamente ($2^{\circ}\text{S} - 2^{\circ}\text{N}$), también se observa una circulación transversal hacia el norte, pero no tan fuerte como frente a la costa peruana (DIETRICH et al. 1975). La Corriente de Cromwell es crucial para la distribución de la merluza peruana. La merluza está distribuida dentro de la Corriente de Cromwell siguiendo dos gradientes de tamaño (edad), uno de norte a sur (grandes - pequeños) y otro delineado por la profundidad, de mar afuera (grandes) hacia la playa (pequeños); este último gradiente no tan marcado y mencionado por primera vez por DEL SOLAR (1968).

No todos los eventos El Niño parecen tener el mismo impacto. Al inicio de los años 90, un calentamiento fuerte y de mayor duración marcó la diferencia con otros El Niño que tuvieron temperaturas más altas pero de una duración más corta. El Niño 1991-93 empezó en junio de 1991 y duró hasta el verano de 1993-94 con un pico en 1992.

Se ha revisado varios documentos internos de IMARPE para recuperar datos no publicados (IMARPE M.S.1; IMARPE M.S.2; PIZARRO M.S.; PIZARRO et al. M.S.). Un documento menciona anomalías positivas de temperatura de +1,4 a +2,2°C durante mayo - junio de 1991 frente a Paita. Al inicio de 1992,

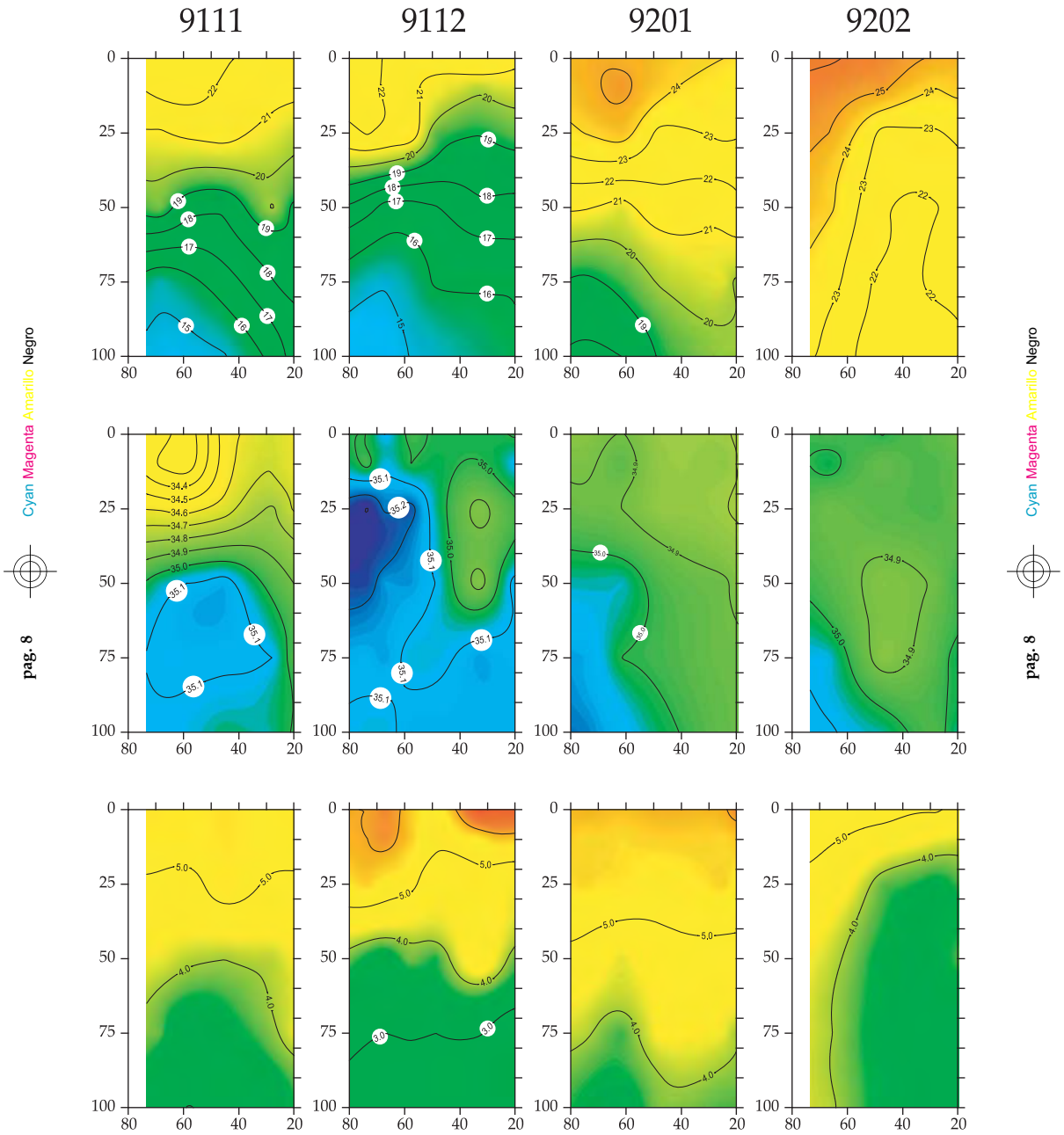


Figure 2.- Invasion of subtropical oceanic waters (SOW) off Paita, related with depth and off shore distance. Upper series: temperature (°C); middle series: salinity (spu); bottom series: dissolved oxygen (mL/L). November 1991 to August 1992

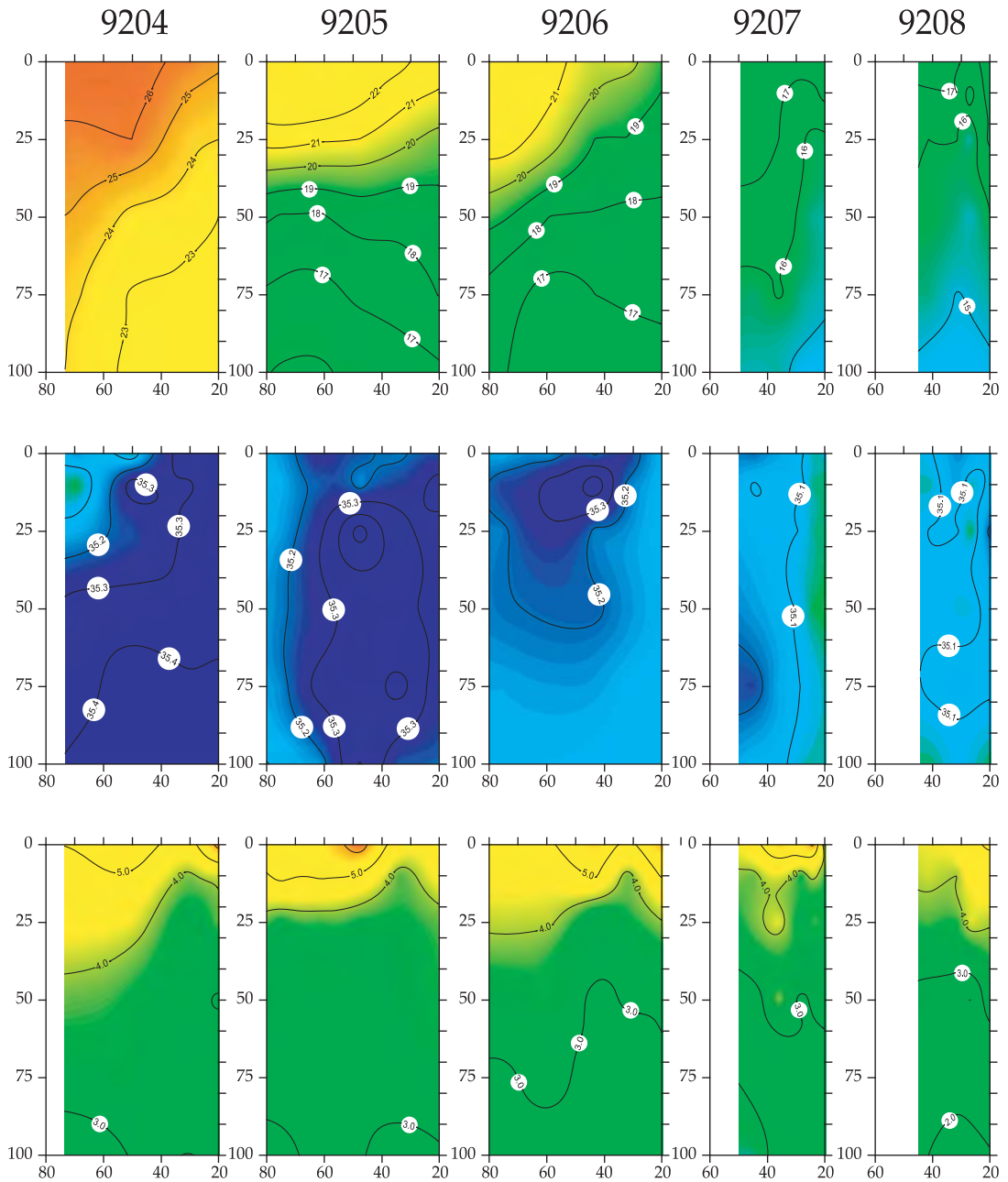


Figura 2.- Invasión de aguas oceánicas subtropicales (AOS) frente a Paita, con relación a la profundidad y la distancia a la Costa. Serie superior: temperatura (°C); serie intermedia: salinidad (ups); serie inferior: oxígeno disuelto (mL/L). Noviembre 1991 a Agosto 1992.

peratures show even negative anomalies in the Paita region (5°S). All this is evidence for an extraordinarily long lasting event, going on in depth and important for demersal species.

Fishing pressure

The centre of the demersal fishing activities is Paita at 5°S. The fishing effort has varied much over the years, with different types of fleet, depending on economical incentives and environmental factors, El Niño and La Niña, which disperse or concentrate the population respectively.

Between 1970 and 1985, about 28 small coastal trawlers operated, in the following called "Traditional Paita Fleet", with a storing capacity of 40 to 150 m³ and about 7 fishermen each. This fleet incremented from 1986 to 1991 to about 40 trawlers and from 1992 to 2001 fluctuated between 69 and 54, descending in the last few years. Since 1973 until 1980, 6 to 13 large foreign high sea factory trawlers (mean storing capacity 1440 m³, 98 fishermen) were incorporated in this fishery. Also 13 to 25 second hand Peruvian high sea trawlers (storing capacity 640 - 800 m³) operated between 1979 and 1982, but were reduced to only 2 in 1983. From 1984 to 1991, 20 Soviet mid-water trawlers (mean storage capacity 1 400 m³, 110 fishermen) were incorporated, but targeted mackerel (*Scomber japonicus*) and jack mackerel (*Trachurus murphyi*). In some years, when hake appeared in large concentrations taking pelagic behavior off Chimbote (9°S), the purse seine fleet, normally dedicated to anchoveta, caught large amounts of small hake.

In the early 1990s, just before the drastic change, hake was harvested only by the

datos de crucero mostraron una mayor intensidad de El Niño (+3,9°C) y una profundización de la isoterma de 15°C a 180 m frente a Paita. A partir de diciembre de 1991, se observó una invasión de aguas oceánicas subtropicales, que retrocedieron temporalmente en febrero de 1992 y ocuparon toda el área costera en los siguientes meses hasta julio de 1992 (Figura 2). En diciembre de 1993 la isoterma de 15 °C todavía estaba deprimida alrededor de 170 m en 5°S y a 190 m en 9°S, aunque las temperaturas superficiales mostraron anomalías negativas en la región de Paita (5°S). Todo esto es evidencia para un evento extraordinariamente largo, continuando en la profundidad y, por lo tanto, importante para las especies demersales.

Esfuerzo pesquero

El centro de la actividad pesquera demersal se encuentra en Paita (5°S). El esfuerzo pesquero ha variado bastante a través de los años, con diferentes tipos de flota, dependiendo de incentivos económicos y factores ambientales como El Niño y La Niña, que dispersan o concentran la población respectivamente.

Entre 1970 y 1985, alrededor de 28 pequeños arrastreros costeros operaron, en la llamada "Flota Tradicional de Paita" con una capacidad de carga entre 40 y 150 m³, y alrededor de 7 tripulantes en cada uno. Esta flota se incrementó entre 1986 y 1991 a alrededor de 40 arrastreros; y fluctuó entre 1992 y 2001 entre 69 a 54, descendiendo en los últimos años. Desde 1973 hasta 1980, entre 6 a 13 grandes arrastreros factoría extranjeros (capacidad de carga promedio de 1440 m³, 98 pescadores) se incorporaron en esta pesquería. También entre 13 y 25 arrastreros de alta mar peruanos, adquiridos de segunda mano, con una capacidad

Traditional Paita Fleet and incidentally as by-catch of the Soviet fleet. Hake landings increased to about 130 000 t, due to the increasing pressure of the two types of fleet, but the catches diminished another time due to El Niño 1991-93. From 1993 onwards a national fleet with up to 10 middle-sized trawlers (storing capacity 141 to 420 m³) developed, with high technology compared to the Traditional Paita Fleet and was called "New Paita Fleet". A reliable series of fishing effort is not available for all decades.

Although landings of hake over the decades fluctuated considerably (Fig. 3), we cannot find a direct relation between landings and the sudden decrease in mean length in 1992, as an event that happened so suddenly within 4 months and when the fishery was low. But we can identify various impacts of the fishing activity on the population.

de carga entre 640 y 800 m³, operaron entre 1979 y 1982, pero su número se redujo a sólo 2 en 1983. Desde 1984 a 1991, 20 arrastreros de media agua soviéticos (capacidad de carga promedio de 1400 m³, 110 pescadores) se incorporaron, pero tenían como blanco la caballa (*Scomber japonicus*) y el jurel (*Trachurus murphyi*). En algunos años, cuando la merluza aparecía en grandes concentraciones con un comportamiento pelágico frente a Chimbote (9°S), la flota cerquera, normalmente dedicada a la anchoveta, pescó grandes cantidades de pequeñas merluzas.

Al inicio de la década de los años 90, justo antes del drástico cambio, la merluza fue capturada sólo por la Flota Tradicional de Paita y, como pesca incidental, por la flota soviética. Los desembarques de la merluza se incrementaron a 130.000 t debido al esfuerzo conjunto de los dos tipos de flota, pero disminuyeron otra vez debido a El Niño 1991-93. Desde 1993 una flota nacio-

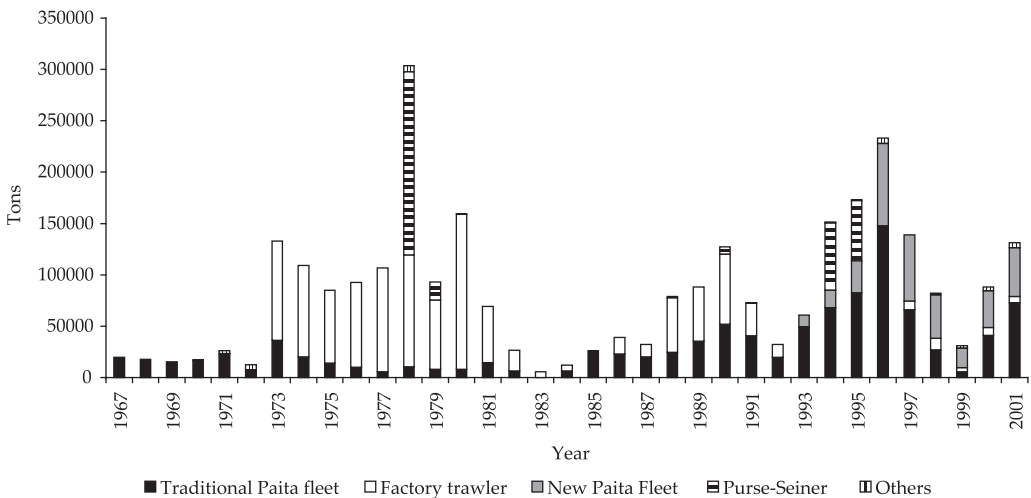


Figure 3.- Peruvian hake landings between 1967 - 2001 for each type of fleet.

Figura 3.- Desembarques de la merluza peruana entre 1967 y 2001, por cada tipo de flota.

Thus, for instance, we note a change of a highly structured stock in the 1970s and 1980s to one possessing little structure in the 1990s (Table 1). Fishing mortality per age group from an updated cohort analysis shows that from 1973 onwards fishing mortality rates are high in old hake, decreasing in El Niño 1982-83 and increasing slowly after 1984 to a new peak in 1990 (Fig. 4). Generally, each El Niño event makes harvesting hake more difficult due to dispersion.

But in the 1970s and 1980s the main fishing pressure was on hake of age IV and more. A change came from 1993 onwards when younger hake suffered higher fishing rates. Figure 5 shows the impact of harvesting on different age groups for different decades. The highest impact in the 1970s and 1980s

anal con hasta 10 arrastreros de tamaño medio (capacidad de carga 141 a 420 m³) se desarrolló con una alta tecnología en comparación con la Flota Tradicional de Paita y la llamamos “Nueva Flota de Paita”. No existe una serie confiable del esfuerzo pesquero para todas las décadas.

Aunque los desembarques de merluza durante las décadas fluctuaron considerablemente (Figura 3), no podemos encontrar una relación directa entre los desembarques y la disminución repentina de la longitud media en 1992, como un evento que ocurrió tan súbitamente dentro de 4 meses, al tiempo que la actividad pesquera era baja. Pero podemos identificar varios impactos de la actividad pesquera en la población.

Así, por ejemplo, notamos el cambio de un

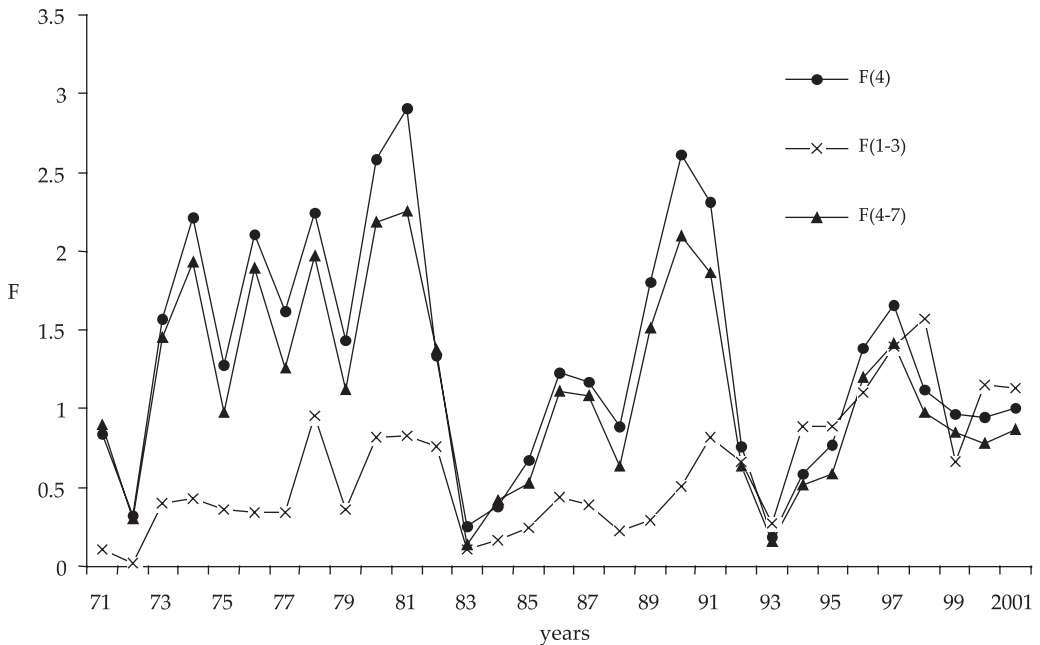


Figure 4.- Fishing mortality of Peruvian hake per age-group from an updated cohort analysis. 1971 -2001

Figura 4.- Mortalidad por pesca de la merluza peruana por grupo de edad, en base a un análisis de cohorte actualizado. 1971 – 2001.

was on age IV, in the 1990s this changed to age III and from 1997 onwards a trend to even younger hake as the main support of the fishery is noticed.

stock altamente estructurado por tallas en los años 70 y 80, hacia uno que en los años 90 posee mayor porcentaje de ejemplares de menor talla (Tabla 1). La mortalidad por

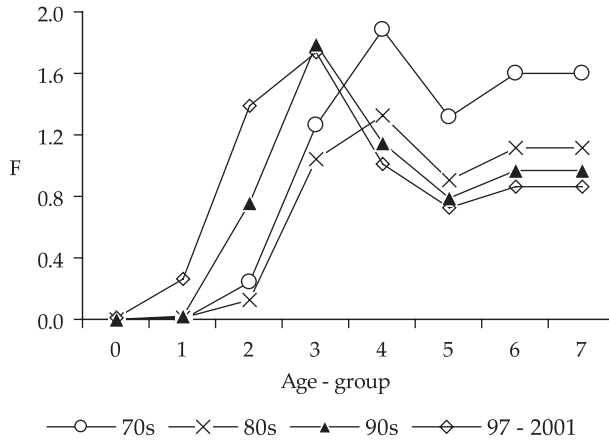


Figure 5.- Impact of F on different Peruvian hake age-groups during different decades from an updated cohort analysis.

Figura 5.- Impacto de F sobre diferentes grupos de edad de la merluza peruana, durante diferentes décadas, en base a un análisis de cohortes actualizado.

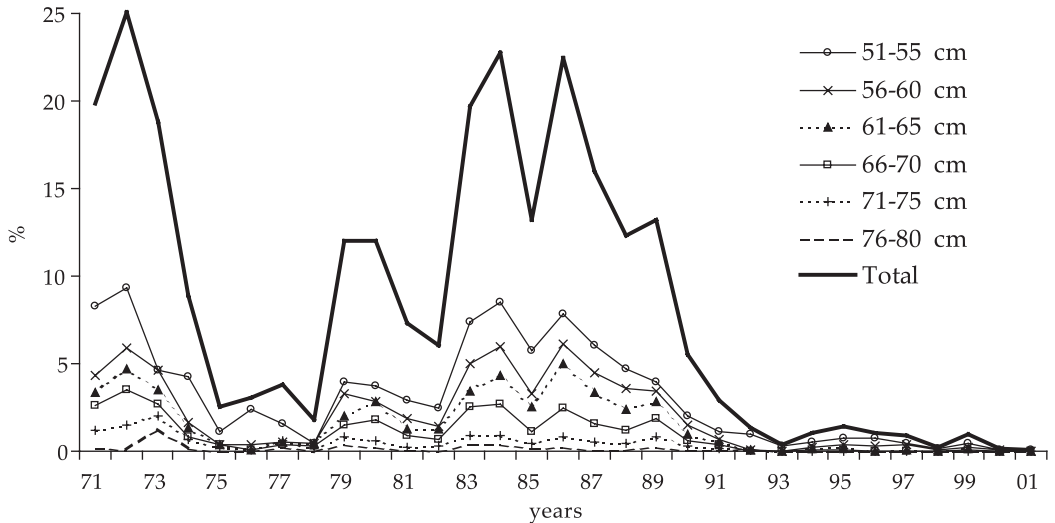


Figure 6.- Proportion of Peruvian hake large females in landings (Paita fleet). 1971 – 2001.

Figura 6.- Proporción de hembras grandes de la merluza peruana en los desembarques de la flota de Paita. 1971 – 2001.

Larger hake (which are all females due to sex differential growth; male hake formerly reached up to 74 cm while females reached up to 88 cm) disappear little by little from the stock. Thus, the proportion of old females diminished constantly after 1987 (Fig. 6). Nevertheless, the drastic decline in mean length in the Paita landings cannot be explained by the absence of large females due to harvesting only. A simulation, replacing the missing large females in 1992 and 1993 with the same numbers of the former year (1991), would increase the mean length only a few millimeters. But what really makes up for the drastic decline in mean length in 1992 is the change of the bulk of hake from 36 - 45 cm in previous years to about 26 - 35 cm (Table 1). Why this unexpected shift in length distribution, when in 1992 and previous years overall fishing pressure was not constantly extraordinarily high? Before trying to answer this question we have to look for another source of change.

Changes in diet

In addition to the environmental physical and the harvesting impact, food supply is crucial for survival. Historic data were compared to stomach contents from the 1990s database. Table 2 shows the reconstructed values from FUENTES et al. (1989) of percentage of food content for different length groups (mean values of about 10 000 stomachs collected between 1976 and 1986). Four main groups of preferred prey can be observed for the mid-1970s until 1986: (1) Hake smaller than 30 cm fed mainly on euphausiids (60% in weight of stomach content) and there has been no change noticed over the decades; (2) Hake between 30 and 50 cm (medium-sized) fed mainly on small Sciaenidae "bereche"

pesca por grupo de edad, calculada de un análisis de cohortes actualizado, ha mostrado que a partir de 1973 las altas tasas de mortalidad por pesca en merluzas viejas, decrecieron durante El Niño 1982-83 y después de 1984, y se incrementaron a un nuevo pico en 1990 (Figura 4). En general, cada evento El Niño dificulta la pesquería de la merluza debido a la dispersión. Pero en los 1970s y 1980s la presión pesquera principal se dio en merluzas de edad IV y más. El cambio ocurrió a partir de 1993 cuando se ejerció altas tasas de pesca sobre merluzas más jóvenes. La Figura 5 muestra el impacto de la pesquería en diferentes grupos de edad para las diferentes décadas. El impacto más alto en los años 1970 y 1980 fue en la edad IV; en los 1990s esto cambió a la edad III; y, a partir de 1997, se nota una tendencia de las merluzas aún más jóvenes a constituir el sostén principal de la pesquería.

Las merluzas más grandes (todas hembras, debido a un crecimiento diferenciado por sexo; pues los machos anteriormente alcanzaron hasta 74 cm y las hembras hasta 88 cm) desaparecen poco a poco del stock. De esta manera la proporción de hembras viejas disminuyó constantemente después de 1987 (Figura 6). Sin embargo, la disminución drástica en la longitud media en los desembarques de Paita no puede ser explicada solamente por la ausencia de las hembras grandes debido a la pesquería. Una simulación, reemplazando las hembras grandes ausentes en 1992 y 1993 con los mismos números del año anterior (1991), incrementaría la longitud media en solo unos pocos milímetros. Pero lo que realmente explica la drástica disminución en la longitud media en 1992 es el cambio del grueso de la merluza de 36 - 45 cm en años anteriores a alrededor de 26 - 35 cm (Tabla 1). ¿Por qué ocurre este cambio inesperado

(*Larimus* spp. and *Ctenosciaena peruviana*), and at a minor scale on anchoveta and anchoa (*Anchoa nasus*); (3) large hake (50 - 65 cm) fed on sardine (*Sardinops sagax*) and smaller hake (canibalism); (4) with increasing predator length (>65 cm) canibalism gained more and more importance. There has been a significant change in the late 1980s and early 1990s for these two length groups.

Let us first take a closer look at large hake (>50 cm) harvested by the Paita fleet. In the late 1980s, adult hake suffered from the disappearance of sardines from their diet. While in the 1970s and 1980s sardines made up to about 80% in weight of stomach contents (55-60 cm group), in the 1990s there was a change to hake, Myctophidae and unidentified species (probably rare abyssal species) (WOSNITZA-MENDO and GUEVARA-CARRASCO 2000). The total adult biomass (age 3+) of the northern-centre sardine, declined rapidly from about 15 million t in 1987 to about 3 million t in 1993 (Fig. 7) (updated cohort analysis, IMARPE). A descending trend since 1987 is coincident with decreasing abundance indices, and reduced extension of the distribution area, and spawning and fishing areas (CSIRKE et al. 1996).

A detailed revision of stomach content, during the critical period of the early 90s, shows that from July 1991 onward, coincident with the beginning of El Niño, large hake are starving. In 1991 about 79% of their stomachs are empty and in 1992 about 63%. In the 1970s during normal conditions only 38% of this group had empty stomachs (CASTILLO et al. 1989).

In a new scenario we will look at medium-sized hake from 30 to 50 cm. As mentioned above, this group fed mainly

en la distribución de longitudes, si en 1992, y los años previos, la presión pesquera global no fue extraordinariamente alta en forma continua? Antes de tratar de contestar esta pregunta tenemos que mirar a otra fuente de cambio.

Cambios en la dieta

Adicionalmente al impacto físico ambiental y de la pesquería, el suministro de alimento es crucial para la sobrevivencia. Se compararon datos históricos con los contenidos estomacales de la base de datos de los años 90. La Tabla 2 muestra los valores reconstruidos de FUENTES et al. (1989) sobre el porcentaje de contenido alimenticio para diferentes grupos de longitud, que constituyen valores promedio de 10.000 estómagos recolectados entre 1976 y 1986. Se puede observar cuatro grupos principales de presas preferidas durante este periodo de diez años: (1) las merluzas más pequeñas (<30 cm) consumieron mayormente eufaúsidos (60% del peso del contenido estomacal) y no se ha observado ningún cambio a través de las décadas; (2) las merluzas de tamaño medio (30 a 50 cm) consumieron principalmente pequeños Sciaenidae "bereche" (*Larimus* spp. y *Ctenosciaena peruviana*), y en menor cantidad anchoveta y anchoa (*Anchoa nasus*); (3) las merluzas grandes (50 - 65 cm) se alimentaron de sardina (*Sardinops sagax*) y pequeñas merluzas, (4) con el incremento de la longitud del predador (>65cm), estas últimas han aumentado en importancia como presa (canibalismo). A finales de los años 80 y a principios de los 90, se ha observado un cambio significativo para estos dos grupos de longitud.

Primeramente, revisaremos el grupo de merluzas grandes (>50 cm) desembarcado por la flota de Paita. A finales de los años

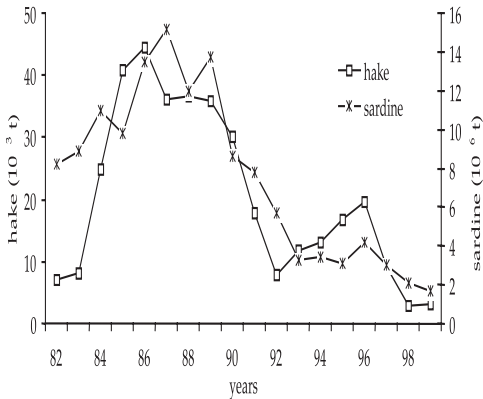


Figure 7.- Biomass of sardine (age III+) and hake (age V+), 1982 – 1999.

Figura 7.- Biomasa de sardina de edad III+ y la merluza de edad V+.

on bereche in the 1970s and 1980s (Table 2). An examination of stomach content collected during the critical months of the early 1990s shows the disappearance of bereche from July 1991 onwards. While during normal years in the 1970s only about 45% of this group had empty stomachs (CASTILLO et al. 1989), we find 55.4% of empty stomachs in 1991 and 72% in 1992. The main alternative food found in the stomachs during these years was euphausiids, normally the prime species of smaller hake. The change continues in the 1990s after finishing El Niño 1991-93 when very few bereche, or not any at all, is reported in stomach contents during cruises and a shift to anchoveta as main food item of this group is observed (CASTILLO et al. 1996; ESPINO et al. 1990; BLASKOVIC' and Espinoza 1998). This marks the change from a demersal prime prey to a pelagic one. A further change is an increase in Stomatopoda (three different species of *Squilla*) for this group (V. Blaskovic', IMARPE, pers. communication).

80 la merluza adulta experimentó la desaparición de la sardina en su dieta. En los años 70 y 80 la sardina alcanzó hasta alrededor del 80% en peso del contenido estomacal de la merluza (grupo de 50-60cm). En los años 90 ocurrió un cambio hacia la misma merluza, Myctophidae y especies no identificadas (probablemente especies raras de profundidad) (WOSNITZA - MENDO y GUEVARA - CARRASCO 2000). La biomasa total de adultos (edad III+) de la sardina de norte/centro, disminuyó rápidamente de alrededor de 15 millones de toneladas en 1987, a alrededor de 3 millones en 1997 (Figura 7) (análisis de cohortes actualizado, IMARPE). La tendencia descendente a partir de 1987 coincide con la disminución de los índices de abundancia y de la extensión del área de distribución, así como de las áreas de desove y de pesca (CSIRKE et al. 1996).

Una revisión detallada del contenido estomacal durante el período crítico de los inicios de la década del 90, muestra que a partir de julio de 1991, coincidente con el inicio de El Niño, las merluzas grandes estaban pasando hambre. En 1991, alrededor del 79% de sus estómagos se hallaron vacíos y en 1992, alrededor del 63%. Durante los años 70, bajo condiciones normales, solamente el 38% de este grupo tenía estómagos vacíos (CASTILLO et al. 1989).

En un nuevo escenario, analizamos las merluzas de 30 a 50 cm. Como se ha mencionado líneas arriba, este grupo consumía preferentemente bereche durante los años 70 y 80 (Tabla 2). Un análisis de los contenidos estomacales coleccionados durante los meses críticos al inicio de los 90, muestra la desaparición del bereche a partir de julio de 1991. Mientras que durante años normales en los 70s solamente alrededor

Maturity

Other changes are related to fecundity. Mean size of mature females and their proportion in the samples taken between 1969 and 1999 is analyzed. Mean size of mature females before 1992 was 52.2 cm, after that only 39.6 cm (excluding 1993 for poor sampling), which means that the main charge of reproduction rests now on females about 12 cm smaller than formerly. No great differences in mean size of mature hake exist between the 1970s and the 1980s. So far, no changes in growth rate have been reported (C. GOYCOCHEA, IMARPE, pers. communication) and therefore we assume that we deal with earlier age of maturity. This is confirmed by Fig. 8, showing an increase in percentage of mature hake of age II from less than 5% in the 1980s to about 60% at the end of the 1990s, beginning in El Niño 91-93.

Considerable differences in the mean proportion of mature females are found between all three decades. In the 1970s

del 45% de este grupo tuvo estómagos vacíos (CASTILLO et al. 1989), en 1991 encontramos 55,4% de estómagos vacíos y 72% en 1992. La principal dieta alternativa encontrada en los estómagos durante estos años fueron los eufáusidos, normalmente la presa principal de la merluza chica. El cambio continuó en la década de los 90, hasta después del término de El Niño 1991-93, cuando en los contenidos estomacales se halló muy poco o ningún bereche, y posteriormente se registró un cambio a anchoveta como el item principal en la dieta de merluza (CASTILLO et al. 1996; ESPINO et al. 1990; BLASKOVIC' y ESPINOZA 1998). Esto marcó el cambio de una presa principal demersal a una pelágica. También se observó un incremento de Stomatopoda (3 diferentes especies de *Squilla*) para este grupo (BLASKOVIC', IMARPE, com. pers.).

Madurez

Otros cambios en la merluza están relacionados con la fecundidad. Se analiza el tamaño medio de las hembras maduras y su proporción en las muestras tomadas

Table 2.- Weight of different preys of the stomach content of Peruvian hake, expressed in percentage.
From: FUENTES et al. 1989.

Tabla 2.- Peso de diferentes presas en el contenido estomacal de la merluza peruana, expresado en porcentaje.
Referencia: FUENTES et al. 1989.

Preys	Length - group (cm)											
	25 -	30 -	35 -	40 -	45 -	50 -	55 -	60 -	65 -	70 -	75	
unidentified fishes	17	9	9	12	8	5	2	12	4	7	3	
other pelagic fishes	0	0	1	1	1	3	2	4	9	6	14	
other benthic fishes	5	2	4	6	13	9	6	4	8	17	6	
hake	0	0	0	0	1	3	4	18	36	34	63	
sardine	5	16	6	5	23	65	79	56	39	31	14	
bereche	8	31	45	50	32	9	3	6	4	5	0	
anchoa	0	1	9	8	7	2	1	0	0	0	0	
anchoveta	1	14	17	12	10	2	1	0	0	0	0	
euphausiids	60	24	5	2	1	0	0	0	0	0	0	
other crustaceae	5	3	4	4	4	2	2	0	0	0	0	

about 33% of the whole sample was fully ripe, in the 1980s only 14% and in the 1990s (1992-98, excluding 1993 for poor sampling due to El Niño) about 6% (Fig. 9). Only recently (1999, 2000), the proportion raised again to about 20%, but

entre 1969 y 1999. El tamaño medio de las hembras maduras antes de 1992 fue de 52,2 cm; después solamente alcanzó 39,6 cm (excluyendo 1993 debido a un muestreo pobre) esto significa que desde entonces, la principal actividad reproductiva correspondió a hembras 12 cm más pequeñas. No existe gran diferencia en la longitud media de las merluzas maduras entre los años 70 y los 80. Puesto que hasta ahora no se ha encontrado ningún cambio en la tasa de crecimiento (GOYCOCHEA, IMARPE, com. pers.), asumimos que tratamos con una edad de madurez menor. Esto se ve confirmado en la Figura 8, que muestra un incremento del porcentaje de merluza madura de edad II, de menos del 5% en los 1980s a alrededor del 60% a finales de los 1990s, empezando con El Niño 1991-93.

Entre las tres últimas décadas encontramos diferencias considerables en la proporción media de hembras maduras. En los años 70, alrededor del 33% de toda la

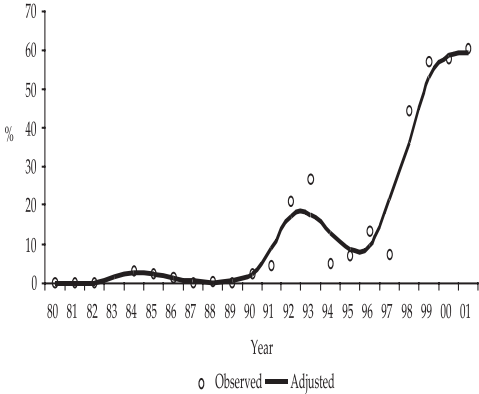


Figure 8.- Increase of mature Peruvian hake (age II). 1980 – 2001.

Figura 8.- Aumento de la merluza peruana madura de edad II. 1980 – 2001.

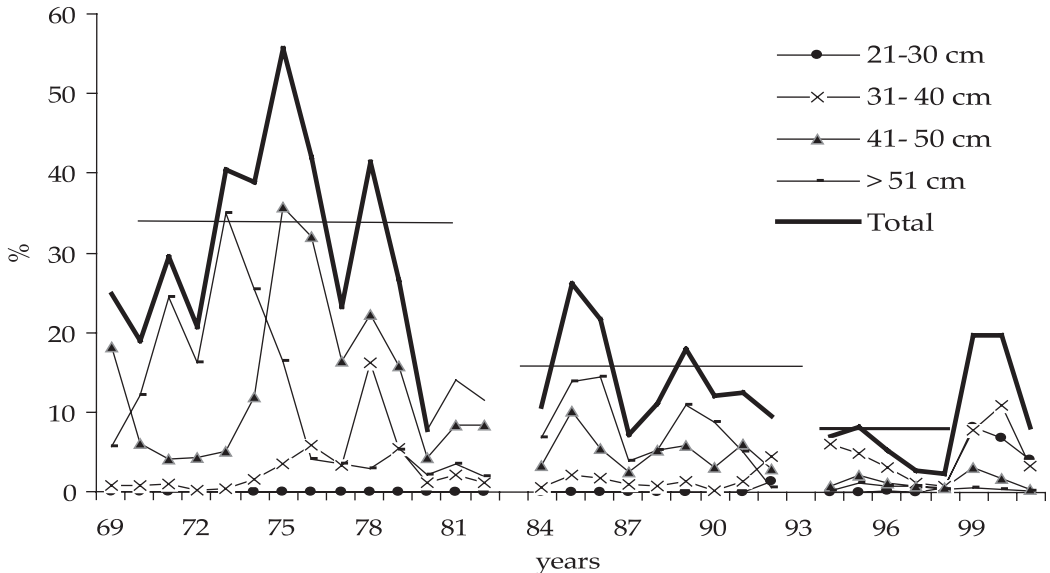


Figure 9.- Proportion of mature Peruvian hake females in landings 1969 -2001

Figura 9.- Proporción de hembras maduras de merluza peruana en los desembarques. 1969 – 2001.

decreased another time in 2001. Until 1980, hake larger than 41 cm dominated the mature fraction, interchanging in 1974 the 51+ cm length group with the 41 - 50 cm group. From 1984 on, the 51+ cm group takes the lead again, but at a lower level than in the early 70s, and almost disappearing together with the 41 - 50 cm group after El Niño 1991-93. Until 1997 the downward trend in overall mature females continues, recovering only in 1999 and 2000, due to a replacement of large mature hake by small ones.

DISCUSSION

In order to help understanding of what happened with medium-sized hake in the early 1990s, and why there was a switch from 36 - 45 cm to 26 - 35 cm, we have to look at the total proportion of large females (>50 cm) in the catches as an index of that population. Whenever the sardine disappears from the area, the causes being either El Niño or over-fishing, the proportion of large hake declines (Fig. 6). That is why a strong dependency of large hake on sardines is assumed. For large hake females we observe, for the first time recorded, a sharp decline after El Niño 1971-72. Only by 1976-77 all fractions of old females have recovered slightly, suggesting that the greater part did not disappear owing to a transient migration but to natural mortality. A delay in the downward trend might be due to cannibalism, but cannot be detained. Nevertheless, CASTILLO et al. (1989) did not find any cannibalistic behavior during the 1982-83 El Niño. Only a small part of the adult hake migrated further offshore as can be observed in the catch statistics of the high sea fleet, which comprehend a fishing

muestra fue completamente madura, en los 80 solamente el 14% y en los 90 (1992-98), excluyendo 1993 debido a un muestreo pobre por El Niño, alrededor del 6% (Figura 9). Recientemente (1999, 2000) la proporción subió a alrededor del 20%, pero decreció luego en 2001. Hasta 1980, la merluza mayor de 41 cm dominaba la fracción madura, intercambiando en 1974 el grupo de longitud de 51+ cm con el grupo de 41-50 cm. A partir de 1984 el grupo 51+ cm toma la delantera otra vez, pero en un nivel menor que en los inicios de los años 70, y casi desapareciendo junto con el grupo 41-50 cm después de El Niño 1991-93. Hasta 1997, la tendencia descendente del total de las hembras maduras continúa, recuperándose solamente en 1999 y 2000, debido a un reemplazo de merluza madura grande por la pequeña.

DISCUSIÓN

Para entender lo que ocurrió con la merluza de talla media en los inicios de los años 1990, y lo que originó el cambio de 36 - 45 cm hacia 26 - 35 cm, tenemos que mirar a la proporción total de hembras grandes (>50 cm) en las capturas como un índice de esta población. Cada vez que la sardina desaparece del área, siendo la causa ó El Niño ó la sobrepesca, la proporción de merluzas grandes disminuye (Figura 6). Por lo tanto, se asume una fuerte dependencia de la merluza grande con la sardina.

Referente a la merluza hembra grande, observamos una fuerte disminución, por primera vez registrada después de El Niño 1971-72. Recién en 1976-77 todas las fracciones de hembras grandes se han recuperado ligeramente, sugiriendo que la mayor parte no desapareció debido a

area further offshore and which maintained a relatively higher fraction of large hake until 1974, but declined thereafter. The 1976 moderate El Niño diminishes the large female fraction to less than 2% in 1978.

The 1982-83 El Niño did not have the same impact, showing a faster recovery of the older fraction (Fig. 6). This could be explained, because in the 1980s, sardine biomass was high (CSIRKE et al. 1996 and updated cohort analysis) and hake biomass, in the beginning of that decade, was low due to over-fishing in 1978 and 1980 (ESPINO and WOSNITZA-MENDO 1989). The following rising sardine catches perhaps together with the recovery of hake biomass in the mid-80s (Fig. 7) might have contributed to the collapse of the sardine stock and therefore the disappearance of the large hake females in the beginning of the 1990s. CASTILLO et al. (1989) presented a preliminary estimate of sardine consumption by the total hake population and found annual values of up to 1.7 million tons in 1986.

In the 1990s, related to the definite disappearance of the sardine and the atypical displacement of large hake to the north during El Niño 1991-93 due to a wedge-shaped entry of a subtropical oceanic water front from December 91 to July 92, the proportion of large females fell constantly under 2%. Contrary to former El Niños, after that one a shift in prey abundance of adult hake occurred and there has been no recovery of large hake to its former level (WOSNITZA-MENDO and GUEVARA-CARRASCO 2000). This change in the predator-prey relationship finally is responsible for a higher cannibalism rate, now first in rank (V. BLASKOVIC', IMARPE, pers. communication).

una migración transitoria, sino debido a una mortalidad natural. Un retraso en la tendencia descendente podría deberse al canibalismo, pero no puede ser detenida. Sin embargo, CASTILLO et al. (1989) no encontraron canibalismo durante El Niño 1982-83. Solamente una pequeña parte de merluza adulta migró mar afuera como se puede observar en las estadísticas de desembarque de la flota de alta mar, que comprende un área de pesca más lejos de la costa y que mantuvo una fracción relativamente más alta de merluza grande hasta 1974, pero que declinó después. El Niño moderado de 1976 disminuyó la fracción de hembras grandes a menos del 2% en el año 1978.

El Niño 1982-83 no tuvo el mismo impacto, mostrando una recuperación más rápida de la fracción de mayor edad. Esto podría explicarse porque en los años 1980 la biomasa de sardina fue alta (CSIRKE et al. 1996 y análisis de cohortes actualizado); y la biomasa de la merluza al inicio de aquella década fue baja debido a la sobrepesca en 1978 y 1980 (ESPINO y WOSNITZA-MENDO 1989). El aumento de las capturas de sardina, quizás conjuntamente con la recuperación de la biomasa de merluza, a mediados de los años 80 (Figura 7) podrían haber contribuido al colapso del stock de sardina y, consecuentemente, la desaparición de las hembras grandes de merluza al inicio de los 1990s. CASTILLO et al. (1989) presentaron un estimado preliminar de consumo de sardina por la población total de la merluza y encontraron valores anuales hasta 1,7 millones t en 1986.

En los años 1990, la proporción de hembras grandes cayó constantemente debajo del 2%, relacionada a la desaparición definida de la sardina y el desplazamiento atípico de grandes merluzas hacia el norte

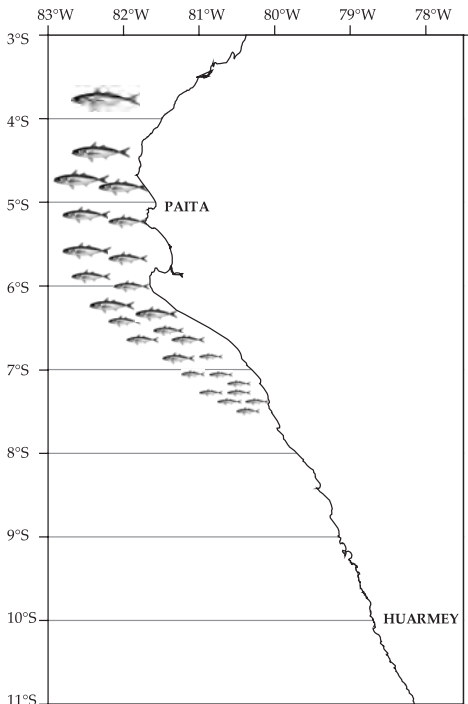
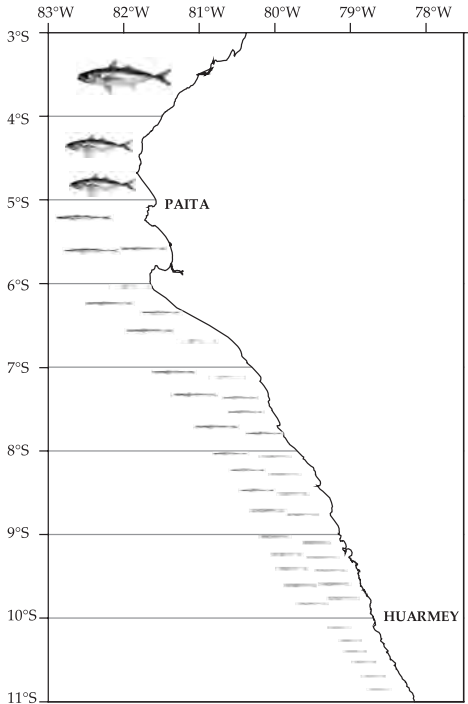
This time, also the medium-sized fraction seems to have starved and switched from a demersal to a pelagic prime species during the 1990s. We have no explanation why this shift happened and further studies are necessary. But hake of 31 - 40 cm might starve in relation to smaller and larger length groups. ALAMO and ESPINOZA (1997a) mentioned daily rations in 1996 for three lengths groups: 21- 30 cm, 9.69 g; 31 - 40 cm, 9.81 g and 41 - 65 cm, 53.86 g, being the value of the second length group almost the same as the first. The same picture applies in 1997, when daily rations for the two smaller groups are 8.53 g and 8.58 g respectively (ALAMO and ESPINOZA 1997b). 1996 was a relatively cold year, while 1997 was an El Niño year, suggesting that the starving feature could be independent of the physical environmental conditions. Due to the strong fishing pressure on young hake in the 1990s, medium-sized hake also have to compete with the fishery for hake as food source.

Generally, the diet of hake depends on the size of the predator and/or the availability of the prey as also seen in other hake populations (BOWMAN 1984; ROEL and MACPHERSON 1988). But the impact on environmental parameters by El Niño events off Peru is much greater than off North America or Namibia.

In 1992 a great number of 2 year-old entered the area in front of Paita, formerly habitat of the bulk of medium-sized hake. The disproportion in the structure of the stock (>50 cm less than 2%; 26-35 cm about 77%) during an abnormal long lasting El Niño seems to be fateful, allowing to perpetuate these structural changes from there on. Young hake occupy the area left by the large and medium-sized hake. From then on the fishery impacts

durante El Niño 1991-93, debido a la entrada en forma de cuña de un frente de aguas oceánicas subtropicales desde diciembre de 1991 a julio de 1992. Contrariamente a anteriores El Niño, después de éste ocurrió un cambio en la abundancia de presas de la merluza adulta y no ha habido ninguna recuperación de la merluza grande a su nivel anterior (WOSNITZA - MENDO y GUEVARA - CARRASCO 2000). Finalmente, este cambio en la relación predador - presa, es la causa de una tasa más alta de canibalismo, actualmente primero en rango (BLASKOVIC, IMARPE, com. pers.).

Esta vez, también la fracción de merluza de tamaño mediano parece haber padecido hambre y cambió de una especie de presa principal demersal a una pelágica durante los años 1990. No tenemos explicación del porqué ocurrió este cambio y se necesitan estudios adicionales. Pero la merluza de 31 - 40 cm generalmente podría padecer hambre en relación con los grupos de longitud más pequeños y más grandes. ALAMO y ESPINOZA (1997a) mencionaron raciones diarias en 1996 para los tres grupos de longitudes: (a) 21 - 30 cm, 9,69 g; (b) 31 - 40 cm, 9,81 g; y (c) 41 - 65 cm, 53,86 g; se puede observar que el valor del segundo grupo es casi el mismo que el del primer grupo. La misma situación se da en 1997, cuando las raciones diarias para los dos grupos menores son de 8,53 g y 8,58 g respectivamente (ALAMO y ESPINOZA 1997b). El año 1996 fue relativamente frío, y 1997 fue un año El Niño, sugiriendo que esta característica podría ser independiente de las condiciones del ambiente físico. Debido al gran esfuerzo pesquero en los 1990s, las merluzas medianas tienen que competir con la pesquería para obtener merluzas como fuente de alimento.



Generalmente, la dieta de la merluza depende del tamaño del predador y/o la disponibilidad de la presa, como también se ha visto en otras poblaciones de merluza (BOWMAN 1984; ROEL y MACPHERSON 1988). Pero el impacto de los parámetros ambientales por los eventos El Niño frente a Perú es mucho más grande que frente a América del Norte o Namibia.

En 1992 un gran número de merluzas de edad II entró en el área frente a Paita, que anteriormente fue el hábitat de la mayoría de la merluza mediana. La desproporción en la estructura del stock (>50 cm, menos del 2%; 26-35 cm, alrededor del 77%) durante un El Niño excepcionalmente largo, parece ser fatal, permitiendo perpetuar estos cambios estructurales a partir de allí. La merluza joven ocupó el área dejada por las merluzas grandes y medianas. A partir de este momento la pesquería presiona mayormente en este grupo de longitud. Las especies que viven en el Sistema de Corrientes de Humboldt están adaptadas al ambiente altamente variable; dentro de ciertas limitaciones y después de sufrir algún impacto, regresan a sus anteriores niveles (ver también ARNTZ Y FAHRBACH 1991). El Niño 1991-93, sin embargo, cambió los parámetros ambientales por un tiempo mucho más largo que los eventos 1972-73 o 1982-83, que, no obstante, fueron más fuertes.

Figure 10.- Peruvian hake distribution before and after drastic decline.

Figura 10.- Distribución de las merluzas peruana, antes y después de su drástica declinación.

mainly on this length-group. Species living in the Humboldt Current System (HCS) are adapted to the highly variable environment, within certain limitations and after suffering some impact, return to their former levels (see also: ARNTZ and FAHRBACH 1991). The 1991-93 El Niño, however, changed environmental parameters for a much longer time than the 1972-73 or 1982-83 events, which were stronger nevertheless. BRAINARD and MCLAIN (1987) discussed the magnitude and vertical extent of the isotherm depressions, which vary noticeably between the El Niño warming events of the past 4 decades. The 1957-58 El Niño appears to be shallower but of longer duration, lasting for about three years similarly to the 91-93 event.

Hake is distributed within the Cromwell Current following size gradients as mentioned before. Size gradients are also reported for North Pacific hake (*M. productus*). Large hake, mainly female, are found further north in Canadian waters (METHOT and DORN 1995). This distribution pattern seems to be important for the stability of both hake populations in order to withstand perturbations without large changes in composition. Each larger fraction defends its territory from the next length-group beneath, but overlapping to some degree (Fig. 10). In 1992, coinciding exactly with the intrusion of the subtropical oceanic waters from December 1991 to July 1992, a shift northwards of the large length-group occurred. Younger hake occupied the area left by the larger hake, and were available to the Paita fleet. This is contrary to the southward migration expected in El Niño years. In the following years, further replacements by even smaller hake took place, this time due to over-fishing of

BRAINARD y MCLAIN (1987) discutieron la magnitud y la extensión vertical de la depresión de la isoterma, que varía notablemente entre los eventos cálidos de El Niño de las últimas 4 décadas. El Niño 1957-58 aparece ser menos profundo pero de mayor duración, continuando por alrededor de tres años similar al evento de 1991-93.

La merluza está distribuida dentro de la Corriente de Cromwell siguiendo gradientes de tamaño, como se ha mencionado líneas arriba. También se conocen gradientes de tamaño para la merluza del Pacífico Norte (*M. productus*). La merluza grande, mayormente hembras, se encuentran más al norte en aguas canadienses (METHOT y DORN 1995). Este patrón de distribución parece ser importante para la estabilidad para ambas poblaciones de merluza, a fin de poder resistir perturbaciones sin grandes cambios en su composición.

Cada fracción de mayor tamaño defiende su territorio del próximo grupo de longitud más abajo, pero los dos coinciden en cierto grado (Figura 10). En 1992, coincidente exactamente con la intrusión de aguas oceánicas subtropicales de diciembre de 1991 a julio de 1992, ocurrió un desplazamiento del grupo de merluzas grandes hacia el norte. Merluzas más jóvenes ocuparon el área dejada por la merluza grande y se hicieron disponibles a la flota de Paita. Esto es contrario a la migración hacia el sur que se espera en años El Niño.

En los siguientes años ocurrieron más reemplazos por merluzas aún más pequeñas, esta vez debido a la sobrepesca de reclutas con alrededor del 43-90 % de peces debajo de los 35 cm y representando un caos estructural con dominación variada de las proporciones de longitud (Tabla 1).

recruits with about 43-90% of fishes below 35 cm and representing structural chaos with varying domination of the length proportions (Table 1). The new population structure came along with earlier maturity reacting thus to reductions in population size. The same happened to a number of populations worldwide. Responses as lowering size (age) of maturity probably indicate an important stock response to reductions in population size and the decrease in number of older individuals (TRIPPEL 1995).

The drastic change in the demographical structure of Peruvian hake can only be understood by the inclusion of abiotic factors and the interaction with other species. Further studies must include predator-prey interactions and the impact of the fisheries not only on the harvested species alone, but also on species that are trophically related. If we will not begin to use multispecies models including fisheries activities, we will fail to understand and to conserve the important Peruvian commercial species and their ecosystem.

La nueva estructura poblacional fue acompañada por una madurez más temprana reaccionando de esta manera a las reducciones en el tamaño de la población. Lo mismo ha ocurrido a un número de poblaciones de peces en todo el mundo. Respuestas como una disminución en tamaño (edad) de madurez indica probablemente una respuesta importante del stock a reducciones en el tamaño de la población y la disminución en número de individuos más viejos (TRIPPEL 1995).

El cambio drástico de la estructura demográfica de la merluza peruana sólo puede ser entendido por la inclusión de los factores abióticos y la interacción con otras especies. Estudios futuros deben incluir las interacciones de predador-presa y el impacto de la pesquería no sólo en la especie explotada, sino también en las especies que están relacionadas tróficamente. Si no empezamos a usar modelos multiespecíficos incluyendo las actividades pesqueras, fallaremos en entender y en conservar las especies comerciales importantes del Perú y su ecosistema.

REFERENCES

REFERENCIAS

- ÁLAMO A, ESPINOZA P. 1997a. Comportamiento alimentario de la merluza peruana durante el invierno de 1996. Crucero BIC SNP-1 9607-08. Inf. Inst. Mar Perú 124: 79-85.
- ÁLAMO A, ESPINOZA P. 1997b. Espectro alimentario de la merluza peruana durante el otoño de 1997: Crucero BIC Humboldt 9705-06, Callao a Puerto Pizarro. Inf. Inst. Mar Perú 128: 47-55.
- ARNTZ WE, FAHRBACH E. 1991. El Niño – Klimaexperiment der Natur: die physikalischen Ursachen und biologischen Folgen. Birkhaeuser. Basel, Boston, Berlin.
- BLASKOVIC' V, ESPINOZA P. 1998. Alimentación de la merluza peruana *Merluccius gayi peruanus* a comienzos del invierno 1998. Crucero BIC José Olaya Balandra 9806-07 de Puerto Pizarro a Huarmey. Inf. Inst. Mar Perú, 138: 63-70.
- BOWMAN RE. 1984. Food of silver hake, *Merluccius bilinearis*. Fishery Bulletin. 82(1): 21-35.
- BRAINARD RE, McLAIN DR. 1987. Seasonal and interannual subsurface temperature variability off Peru, 1953 to 1984. En: PAULY D, TSUKAYAMA I. (Eds.), The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: Three decades of change. ICLARM Studies and Reviews 15: 14 –45.

- CASTILLO R, JUÁREZ L, HIGGINSON L. 1989. Predación y canibalismo en la población de merluza peruana en el área de Paita, Perú. En: JORDÁN R, KELLY R, MORA O, VILDOSO A CH. de, HENRÍQUEZ N. (Eds.), Memorias del Simposio Internacional de los Recursos Vivos y de las Pesquerías en el Pacífico Sudeste, 9 – 13 de mayo, 1988, Viña del Mar, Chile. Comisión Permanente del Pacífico Sur. Rev. Pac. Sur (Número especial): 273-278.
- CASTILLO R, BLASKOVIC' V, FERNÁNDEZ F, ALAMO A. 1996. Características biológicas de la merluza y otras especies demersales en otoño de 1995 (Cr. BIC SNP-1, 9505-06). Inf. Inst. Mar Perú, 117: 99-109.
- CSIRKE J, GUEVARA-CARRASCO R, CÁRDENAS G, ÑIQUEN M, CHIPOLLINI A. 1996. Situación de los recursos anchoveta (*Engraulis ringens*) y sardina (*Sardinops sagax*) a principios de 1994 y perspectivas para la pesca en el Perú, con particular referencia a las regiones norte y centro de la costa peruana. Bol. Inst. Mar Perú. 15 (1): 1-23.
- DEL SOLAR EM. 1968. La merluza *Merluccius gayi* Guichenot como indicador de la riqueza biótica de la plataforma continental del norte del Perú. Publicado por el autor, con auspicio de la Sociedad Nacional de Pesquería, Lima. 32 pp.
- ESPINO M, WOSNITZA-MENDO C. 1989. Biomass of hake (*Merluccius gayi*) off Peru, 1953 – 1987. En: PAULY D, MUCK P, MENDO J, TSUKAYAMA I. (Eds.) The Peruvian upwelling ecosystem: dynamics and interactions. ICLARM Conference Proceedings 18: 297 –305.
- ESPINO M, MALDONADO M, GUEVARA-CARRASCO R, MENDIETA A, FERNÁNDEZ F, GONZÁLEZ A, GUZMÁN S, ANTONIETTI E. 1990. Situación de los stocks de peces demersales en el otoño de 1990. Inf. Inst. Mar Perú 99. 87 pp.
- FUENTES H, ANTONIETTI E, MUCK P. 1989. Alimentación de la merluza (*Merluccius gayi peruanus*) de la zona de Paita. En: JORDÁN R, KELLY R, MORA O, VILDOSO A. CH. DE, HENRIQUEZ N. (Eds.), Memorias del Simposio Internacional de los Recursos Vivos y las Pesquerías en el Pacífico Sudeste, 9 – 13 de mayo, 1988, Viña del Mar, Chile. Comisión Permanente del Pacífico Sur. Rev. Pac. Sur (Número especial), pp. 279-286.
- *IMARPE. 1991. Plan de emergencia para el monitoreo del fenómeno El Niño BIC/SNP-1 9108. unpublished manuscript. 4 pp.+ Figs.
- *IMARPE. 1992. Informe para publicación: Cr. BIC SNP-1 9201-02. unpublished manuscript. 2 pp.
- METHOT RD, DORN MW. 1995. Biology and fisheries of North Pacific hake (*M. productus*). En: ALHEIT J, PITCHER TJ. (Eds.), Hake: biology, fisheries and markets. Chapman and Hall, London, UK: 389-413.
- *PIZARRO L..1993. Crucero de evaluación de los recursos pelágicos. Crucero 9301-03 BIC SNP-1. unpublished manuscript. 6 pp. + Figs.
- *PIZARRO L, FLORES G, AYÓN P, ANTONIETTI E, DELGADO E, M.S. Informe del crucero de investigación oceanográfica BAP Carrillo 9312. Unpublished manuscript. 8 pp. + Tablas y Figs.
- ROEL B, MACPHERSON E. 1988. Feeding of *Merluccius capensis* and *M. paradoxus* off Namibia. S. Afr. J. mar. Sci. 6, 227-243.
- TRIPPEL EA. 1995. Age at maturity as a stress indicator in fisheries. BioScience 45(11): 759-771.
- WOSNITZA-MENDO C, GUEVARA-CARRASCO R. 2000. Adaptive response of Peruvian hake to overfishing. NAGA 23 (1): 24-28.

* Estas referencias son documentos redactados como información de urgencia.