

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

Situación de la Población de Merluza (*Merluccius gayi peruanus*) durante «El Niño»

MARCO ESPINO, CARLOS BENITES y MANUEL MALDONADO
Instituto del Mar del Perú, Apartado 22, Callao, Perú

Resumen. La merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*) ha sido sometida durante los últimos diez años a una intensa actividad de pesca, lo que ha condicionado un desequilibrio en el ecosistema demersal. Así mismo, las variaciones oceanográficas producidas en los años 1972, 1976 y 1982 han afectado el comportamiento de esta especie. Es así que observaciones hechas durante el crucero 8103-04 (BIC «Humboldt») en condiciones ambientales normales evidenciaron una distribución del recurso entre temperaturas de fondo que fluctuaron entre 10 °C y 16 °C con una distribución asimétrica entre el borde de la plataforma y la costa, con concentraciones mayores cerca de la costa. Algo similar sucedió con el oxígeno que fluctuó entre 0,25 y 1,25 ml l⁻¹ con una tendencia asimétrica de la misma característica.

Por otro lado, el crucero 8301 (BIC «Humboldt») demostró que durante el fenómeno «El Niño» (EN) la asimetría de la distribución de este recurso fue totalmente inversa, caracterizándose por presentarse en rangos de temperatura que fluctuaron entre 14,5 y 22,3 °C y niveles de oxígeno comprendidos entre 0,25 y 3,25 ml l⁻¹.

En base a estas consideraciones se plantean algunas explicaciones de la variabilidad de la dinámica de esta especie condicionada en gran parte al efecto del fenómeno EN.

Situation of the Hake Population during «El Niño»

Summary. Peruvian hake (*Merluccius gayi peruanus*) have been subjected to an intensive fishery during the past ten years, which has set the demersal ecosystem out of balance. Oceanographical variations produced in the years 1972, 1976 and 1982 have also affected the behavior of this species. Observations made on the «Humboldt» cruise 8103-04 during normal environmental conditions showed the hake to be distributed between the coast and the edge of the continental shelf at temperatures from 10-16 °C and oxygen levels between 0.25 and 1.25 ml l⁻¹. Larger concentrations of hake were found towards the coast. The «Humboldt»

cruise 8301 demonstrated that during «El Niño» (EN) the distribution of this resource was inverse, being more concentrated towards the edge of the continental shelf at temperatures between 14.5 °C and 22.3 °C and oxygen levels between 0.25-3.25 ml l⁻¹. Some explanations for the variability of the dynamics of this species are presented, related largely to the effects of EN.

Introducción

La población de la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*), especie de vida demersal, durante EN es también afectada como sucede con otros recursos hidrobiológicos del mar peruano. Se sometió a análisis la información procedente de dos cruceros de investigación realizados, uno durante un año normal (Crucero 8103-BIC «Humboldt») y otro durante un año de EN (Crucero 8301-BIC «Humboldt») y con los resultados obtenidos se hacen algunos planteamientos referentes a las variaciones de los patrones de distribución de esta especie y su relación con las variaciones oceanográficas.

Asimismo, se hace un análisis sobre las condiciones del ambiente marino en determinadas secciones verticales para cruceros de investigación de años normales comparados con años del fenómeno EN.

Material y Métodos

Para el presente trabajo se utiliza la información de los cruceros de investigación del BIC «Humboldt» 8103 y 8301, haciendo un análisis de las capturas en relación a la temperatura tomada a la profundidad del cardumen y la concentración de oxígeno al mismo nivel. Con estos datos se ha hecho un cálculo de promedios y desviaciones estándar de las capturas, de las temperaturas y concentración de oxígeno donde se encuentra el recurso tanto en épocas normales como en épocas de EN.

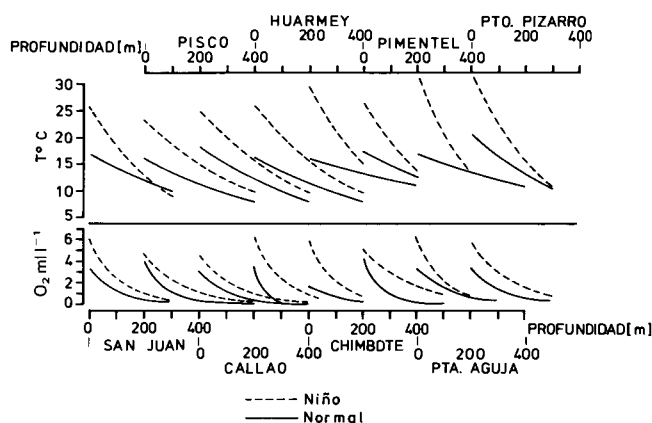


Fig. 1. Relaciones temperatura-profundidad y oxígeno-profundidad frente a diferentes localidades de la costa peruana (curvas teóricas resultantes según el ajuste de los datos a curvas exponenciales). Se compara la situación dentro de El Niño (---) y fuera de EN (—).

Con los promedios (X) y desviaciones (D.E.) se hizo estimaciones de la asimetría (As) de las distribuciones, según la siguiente ecuación:

$$\text{Asimetría} = \frac{\text{Media aritmética-Moda}}{\text{Desviación estándar}}$$

También se hizo un análisis de una serie de datos de secciones verticales, hechos durante años normales y de EN, de los perfiles Puerto Pizarro (Cruceros 7305 y 8303), Punta Aguja (Cruceros 7305 y 8303), Pimentel (Cruceros 8008 y 8212), Chimbote (Cruceros 7305 y 8303), Huarmey (Cruceros 8008 y 8212), Callao (Cruceros 8105, 8008, 8211 y 8303), Pisco (Cruceros 8008, 8211 y 8303) y finalmente San Juan (Cruceros 8105 y 8303). Con los datos de temperatura y oxígeno a diferentes profundidades se hizo un ajuste de los mismos a ecuaciones exponenciales, según:

$$T^{\circ} = ae^{bp} \quad \text{y} \quad O_2 = ae^{bp}$$

en donde:

T° = temperatura

O_2 = oxígeno

p = profundidad

a y b = constantes de la ecuación.

Resultados

Situación ambiental

En la Fig. 1 se puede observar las curvas teóricas resultantes del ploteo de los valores obtenidos según el ajuste de los datos a curvas exponenciales, resultando las ecuaciones que figuran en la Tabla 1. De acuerdo a esto se puede decir que durante las épocas normales analizadas, en lo que se refiere a la relación temperatura – profundidad, la primera experimenta una tasa de cambio más o menos constante, lo que hace que las lí-

neas se asemejen más a una recta que a una exponencial, mientras que para épocas de EN la tasa de cambio de temperatura o tasa de reducción de la temperatura en profundidades someras es alta, pero hacia el fondo esta muestra una tendencia a estabilizarse, lo que la hace similar a épocas normales. Esta característica se observa, en general, por debajo de los 200 metros de profundidad, a partir de la cual las curvas tienden a juntarse, lo que evidencia la menor acción del fenómeno EN por debajo de esta profundidad. También, si hacemos una proyección del valor de temperatura superficial teórico para años normales versus el fenómeno EN 1982–1983, tendremos que estos valores se encuentran recién a partir de los 140 metros de profundidad como promedio.

En lo concerniente al oxígeno disuelto, tenemos que tanto en años normales como de EN los valores se ajustan a ecuaciones exponenciales con tasas de cambio con respecto a la profundidad altas al principio que se van reduciendo hacia el fondo. Por debajo de los 200 metros, las curvas de años normales y de EN tienden a juntarse, evidenciando esto que este fenómeno altera en menor grado las condiciones por debajo de dicha profundidad.

Si proyectamos la curva de los años normales en la de EN tendremos que los valores de oxígeno correspondientes a años normales se encuentran recién a partir de los 60 metros de profundidad como promedio; esta diferencia con respecto a la temperatura en 80 metros denota un mejoramiento de las condiciones de oxígeno para el ecosistema demersal a partir de los 60 metros de profundidad, lo que favorecería el crecimiento individual de los peces y en general de la población de merluza.

De todas formas, podemos decir que como promedio EN 1982–1983 versus los años normales analizados, ha mostrado un incremento de temperaturas del orden de los 10°C y un aumento de los niveles de oxígeno de 4 ml l^{-1} .

Distribución de la merluza en función de la temperatura del fondo y el oxígeno disuelto al mismo nivel

Fig. 2 demuestra que para el Crucero BIC «Humboldt» 8103–04 (año normal), la merluza se encontró en temperaturas que fluctuaron entre 15 y 22°C con una media en $17,89^{\circ}\text{C}$, moda de $17,5^{\circ}\text{C}$ y una desviación estándar de $0,93$, mientras que para el Crucero BIC «Humboldt» 8301 (año de EN) la merluza se encontró en un rango de temperatura que fluctuó entre 14° y 22°C con una media en $19,20^{\circ}\text{C}$, moda de $20,5^{\circ}\text{C}$ y desviación estándar de $3,37$. Por otro lado, en lo que se refiere al oxígeno, esta especie se encontró distribuida entre $0,25$ y $1,50 \text{ ml l}^{-1}$ para condiciones normales, con un valor medio de $0,77 \text{ ml l}^{-1}$, una moda en $0,50 \text{ ml l}^{-1}$ y desviación estándar de $0,33$; durante EN 1982–1983 se encontró entre $0,25$ y $3,50 \text{ ml l}^{-1}$ con un valor medio en $1,50 \text{ ml l}^{-1}$, moda en $1,75 \text{ ml l}^{-1}$ y desviación estándar de $0,86$.

Tabla 1. Ecuaciones exponenciales correspondientes a las curvas descritas por las relaciones entre la profundidad y temperatura y profundidad y oxígeno para los cruceros analizados en el presente trabajo

	Temperatura		Oxígeno	
	Normal	Niño	Normal	Niño
Pto. Pizarro	$r = 0,79$ $t^\circ = 20,16 e^{-0.0022p}$	$r = 0,96$ $t^\circ = 31,11 e^{-0.00357p}$	$r = 0,87$ $O_2 = 3,37 e^{-0.01p}$	$r = 0,94$ $O_2 = 5,69 e^{-0.01p}$
Pta. Aguja	$r = 0,94$ $t^\circ = 16,60 e^{-0.00113p}$	$r = 0,96$ $t^\circ = 30,85 e^{-0.00426p}$	$r = 0,88$ $O_2 = 3,33 e^{-0.01p}$	$r = 0,94$ $O_2 = 5,78 e^{-0.01p}$
Pimentel	$r = 0,79$ $t^\circ = 17,03 e^{-0.00156p}$	$r = 0,97$ $t^\circ = 25,93 e^{-0.00322p}$	$r = 0,85$ $O_2 = 4,33 e^{-0.02p}$	$r = 0,94$ $O_2 = 4,95 e^{-0.01p}$
Chimbote	$r = 0,74$ $t^\circ = 15,77 e^{-0.00947p}$	$r = 0,97$ $t^\circ = 29,27 e^{-0.00341p}$	$r = 0,66$ $O_2 = 1,76 e^{-0.01p}$	$r = 0,95$ $O_2 = 5,80 e^{-0.01p}$
Huarmey	$r = 0,83$ $t^\circ = 16,28 e^{-0.00179p}$	$r = 0,93$ $t^\circ = 25,60 e^{-0.00251p}$	$r = 0,85$ $O_2 = 3,52 e^{-0.03p}$	$r = 0,88$ $O_2 = 6,13 e^{-0.01p}$
Callao	$r = 0,89$ $t^\circ = 18,33 e^{-0.00204p}$	$r = 0,93$ $t^\circ = 24,84 e^{-0.00238p}$	$r = 0,73$ $O_2 = 3,18 e^{-0.01p}$	$r = 0,87$ $O_2 = 4,64 e^{-0.01p}$
Pisco	$r = 0,89$ $t^\circ = 15,98 e^{-0.00176p}$	$r = 0,91$ $t^\circ = 22,90 e^{-0.00210p}$	$r = 0,76$ $O_2 = 4,00 e^{-0.01p}$	$r = 0,79$ $O_2 = 4,50 e^{-0.01p}$
San Juan	$r = 0,87$ $t^\circ = 16,90 e^{-0.00176p}$	$r = 0,96$ $t^\circ = 25,25 e^{-0.00344p}$	$r = 0,79$ $O_2 = 3,38 e^{-0.01p}$	$r = 0,93$ $O_2 = 5,73 e^{-0.01p}$

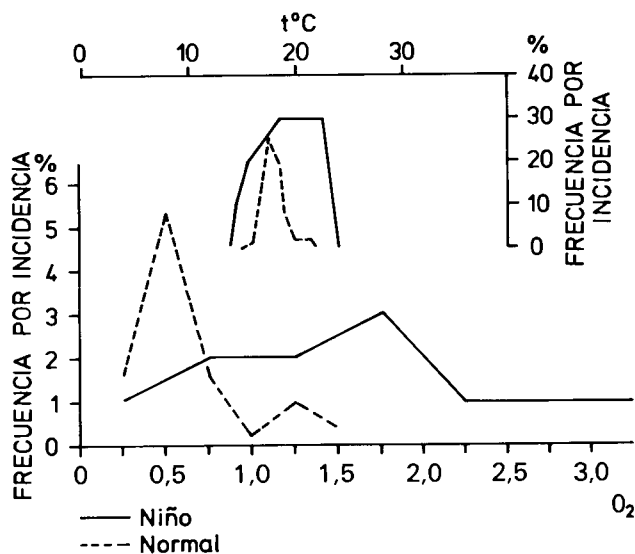


Fig. 2. Frecuencia por incidencia de merluzas en capturas de un crucero en situación normal (8103-04) y bajo condiciones de El Niño (8301), mostrando una ampliación de la distribución durante EN tanto para la temperatura como para el oxígeno.

Para los años normales analizados los modos son menores que las medias, teniendo las distribuciones asimetría positiva que para el caso de la temperatura es $As = 0,42$ y para el oxígeno es $As = 0,82$, lo que orienta a las distribuciones hacia valores de oxígeno comprendidos entre $0,25$ y $1,00 \text{ ml l}^{-1}$ y temperaturas comprendidas entre 15 y 19°C . Esta asimetría positiva de la distribución de los años normales, que la orienta hacia valores bajos de temperatura y oxígeno, nos permiten afirmar que la distribución de la merluza durante un

año normal tiene una marcada asimetría positiva, dependiendo su distribución probablemente de la cantidad de oxígeno disuelto en el fondo más que de la temperatura.

En lo que se refiere al año de EN, los modos son mayores que las medias teniendo las distribuciones asimetría negativa y están orientadas fundamentalmente hacia valores de temperatura comprendida entre $15,5$ y $21,5^\circ\text{C}$, con asimetría de $-0,39$, y de oxígeno comprendidos entre $1,25$ y $2,25 \text{ ml l}^{-1}$ con $AS = -0,29$, condicionando esto que las curvas se orienten hacia la derecha o mejor dicho hacia valores más altos. Esta variación en la asimetría se nota más en lo que refiere a la distribución en función del oxígeno, evidenciando la dependencia de la distribución de la merluza fundamentalmente a este parámetro.

Finalmente, si comparamos la topografía de la isoterma de 15°C obtenida durante un año anormal (Crucero BIC «Humboldt» 8303) con la topografía de la misma isoterma en un año normal (Crucero «SNP-1» 8008), Fig. 3, tendremos que durante el año normal es posible encontrar la isoterma de 15°C desde los 0 hasta 100 metros de profundidad, hasta una distancia aproximada de la costa de 120 millas como promedio; mientras que en EN 1982-1983, la misma isoterma se encuentra recién a los 140 metros de profundidad, extendiéndose hasta los 200 metros a una distancia de la costa comprendida entre las 60 y 180 millas como promedio. Esto es posible observar también en la Fig. 1, en la que si hacemos una proyección en las curvas de EN de la temperatura entre 14 y 22°C y del oxígeno comprendido entre $0,25$ y $3,25 \text{ ml l}^{-1}$, tendremos que estas se encuentran más allá de los 100 metros de profundidad mientras que las de oxígeno fluctúan entre 50 y 250 metros de profundidad.

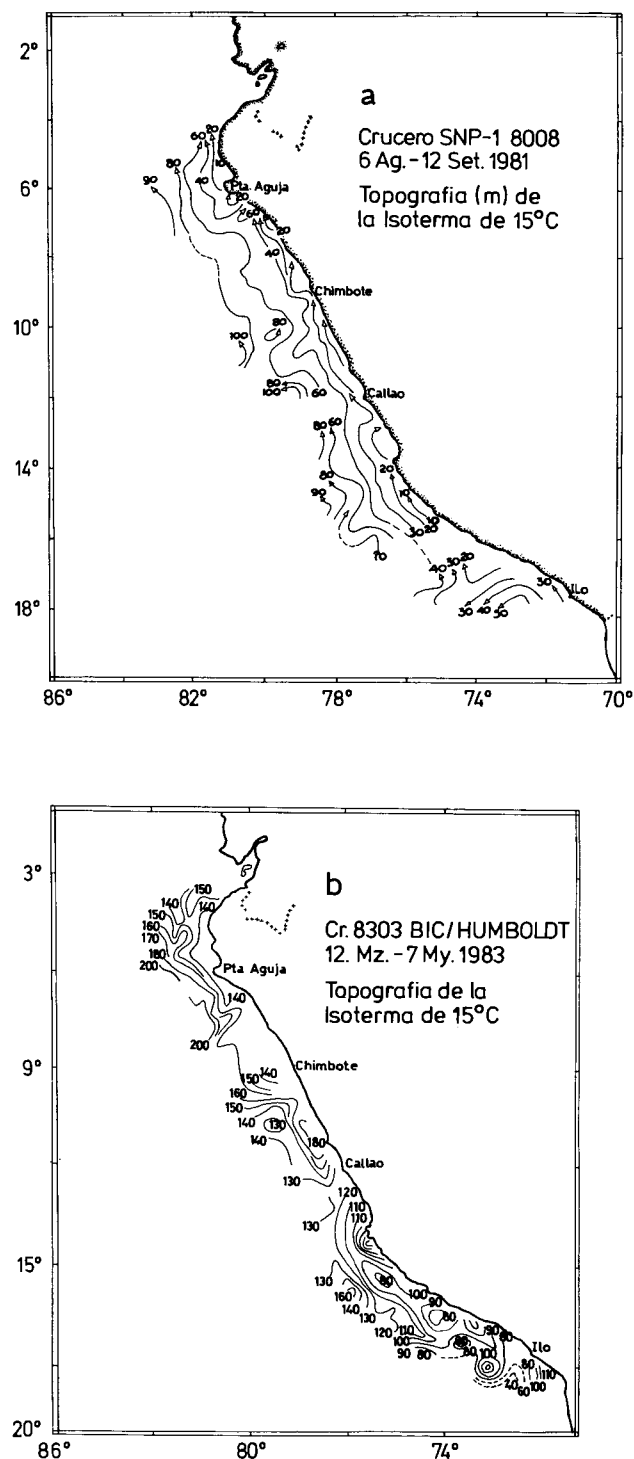


Fig. 3. Topografía de la isoterma de 15°C durante el crucero «SNP-1» 8008 (a) y el crucero «Humboldt» 8303 (b).

Discusión

La distribución de los peces demersales depende principalmente de la temperatura y el oxígeno, que a su vez varían con la profundidad y que condicionan la disponibilidad de alimento. En condiciones normales estos factores actúan como parámetros estáticos que en cierta forma se mantienen estables pudiéndose tener patrones de distribución que nos permitan hacer evaluaciones directas con sistemas de muestreo que se ajustan a este tipo de distribuciones. Estas distribuciones dependientes fundamentalmente del oxígeno presente en el fondo para la merluza peruana, tienen una marcada asimetría positiva que en años anormales o de EN cambia totalmente tendiendo a la normalidad con una ligera asimetría negativa. Esta tendencia a la normalidad se explica debido a que durante las épocas de EN las condiciones de oxígeno mejoran en el fondo, desde aguas someras a profundas y en latitudes en que normalmente la merluza no se encuentra, produciéndose una ampliación considerable en el área disponible para la distribución de la especie. Toda distribución de Poisson frente a condiciones en que el área disponible de distribución se amplía tiende a la normalidad, según lo explica BAZIGOS (1980).

Por otro lado, la ampliación del área de distribución trae como consecuencia que a mayor área disponible la especie reacciona frente a ella con un intenso desove tendiente a ocupar el espacio disponible. Naturalmente esto no se da en cortos períodos de tiempo, pero la larga duración del fenómeno puede mejorar significativamente los reclutamientos de esta especie en 1985 y 1986.

Algo similar sucedió posteriormente a EN 1972-73, en que la alta disponibilidad de oxígeno en el fondo y la ampliación del área de distribución produjo un crecimiento paulatino de la población que se hizo notorio en los años 1976 a 1978 para luego finalmente ser intensamente pescados en 1978, ocasionando un debilitamiento de la población.

Este mejoramiento de las condiciones en el fondo en lo que se refiere a la cantidad de oxígeno principalmente y la mayor disponibilidad de área, beneficia a todos los recursos demersales que mejoran su reclutamiento y tal vez se observe posteriormente una recuperación de estos que al momento se encuentran debilitados.

Bibliografía

BAZIGOS, G.P. 1980. El diseño de reconocimientos de pesca con redes de arrastre. FAO, COCIC-IX/11.