



BOLETÍN

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

ISSN 0458-7766

Volumen 24, Nos. 1 y 2



Inco fish

III PANEL INTERNACIONAL DE EXPERTOS DE EVALUACIÓN DE LA MERLUZA PERUANA

Merluccius gayi peruanus

**Manejo precautorio
de la merluza peruana**

Callao, 24 - 28 de marzo 2008

Enero - Diciembre 2009

Callao, Perú

Cambios en el área de distribución de la merluza peruana: efecto de la pesquería y El Niño

Changes in the Peruvian hake distribution area: effect of fishery and El Niño event

CLAUDIA WOSNITZA-MENDO¹ MICHAEL BALLÓN^a
CARLOS BENITES^a RENATO GUEVARA-CARRASCO^a

Resumen

WOSNITZA-MENDO C, BALLÓN M, BENITES C, GUEVARA-CARRASCO R. 2009.- Cambios en el área de distribución de la merluza peruana: efecto de la pesquería y El Niño. *Bol Inst Mar Perú* 24(1-2):29-38.- La distribución y la talla de la merluza *Merluccius gayi peruanus*, frente a la costa peruana, exhiben dos patrones: (a) La distribución está determinada por la variación de la Corriente de Cromwell, causada por cambios estacionales (invierno - verano) y a efectos interanuales relacionados con El Niño; (b) Las tallas están relacionadas a la latitud, con individuos grandes en el norte y más pequeños al sur. Desde el inicio de la fuerte pesquería de arrastre de fondo en 1973, la merluza peruana ha sufrido reducción en la biomasa, además de cambios en la distribución y en la estructura poblacional. En este estudio se ha utilizado información obtenida en los cruceros de los años 1970, y también la frecuencia de longitudes y características biológicas anotadas por las flotas activas en diferentes latitudes, y colectadas por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) en Paita (5°S), Chimbote (9°S) y Callao (12°S). Los datos sobre distribución de la merluza adulta obtenidos de cruceros científicos en diferentes periodos, y un tratamiento separado de longitudes registradas en varios puertos, permitieron reconstruir la distribución de tallas en la serie de tiempo para los tres puertos de desembarque mencionados. Durante los años 1970 se halló merluzas grandes, con talla media >40 cm (edad 4+), hasta el Callao por el sur. Se discute la presencia de estas tallas en aquella área con relación al efecto directo de las pesquerías combinadas de arrastre y cerco, sobre la biomasa de esta especie y su rango de distribución. Se discuten posibles efectos indirectos sobre la merluza, a corto y largo plazo, ocasionados por cambios en biomasa y distribución de la anchoveta, y por los cambios a largo plazo (decadales) del ambiente físico.

PALABRAS CLAVE: *Merluccius gayi peruanus*, merluza, presión pesquera, interacción con anchoveta, distribución espacial.

Abstract

WOSNITZA-MENDO C, BALLÓN M, BENITES C, GUEVARA-CARRASCO R. 2009.- Changes in the Peruvian hake distribution area: effect of fishery and El Niño event. *Bol Inst Mar Perú* 24(1-2):29-38.- The distribution and size of Peruvian hake (*Merluccius gayi peruanus*) off the Peruvian coast exhibit two patterns: (a) Distribution is determined by changes in the Cromwell Current due to seasonal (winter/summer) and inter-annual El Niño's effects; (b) Hake sizes are related to latitude, with larger individuals found to the north and smaller ones to the south. From the start of the heavy trawl fishery in 1973, Peruvian hake suffered reduction in biomass and changes in distribution and population structure. In this study, we use survey data since the 1970s as well as length frequency and biological data from fleets acting at different latitudes and collected by the Peruvian Marine Research Institute (IMARPE) in Paita (5°S), Chimbote (9°S) and Callao (12°S). The survey data distribution of adult hake during different periods, and a separate treatment of the length measurements from the different ports, allowed us to reconstruct size distributions over time for the three landing areas. We show that during the 1970s, large hake with mean length of more than 40 cm (age 4+) were present as far south as Callao. The former presence of large hake in that area shows the direct effect of combined trawl and purse-seine fisheries on hake biomass and on the range of hake distribution. Possible indirect short and long-term effects on hake due to changes in the anchovy biomass and distribution and/or environmental long term changes are discussed.

KEYWORDS: *Merluccius gayi peruanus*, Peruvian hake, fishing pressure, interaction with anchovy, spatial distribution

¹ IMARPE, Instituto del Mar del Perú, P.O. Box 22, Callao, Peru

Correspondence to: Claudia Wosnitza-Mendo: tel. +453 5053; e-mail: cwosnitza@imarpe.gob.pe

Introducción

La merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*) es la especie más abundante y económicamente importante en la pesquería de arrastre de fondo de Perú. Bajo condiciones normales, la merluza se distribuye en la plataforma y la parte superior del talud continental frente a la costa norte de Perú.

La población de la merluza peruana ha experimentado los mayores cambios desde el inicio de la pesquería industrial en la década de los años 70. Se ha observado una reducción en la talla media (o longitud total media, LM), biomasa y talla de madurez (WOSNITZA-MENDO et al. 2004). En el presente estudio hemos procedido a interpretar la medición de frecuencias de tallas en tiempo y espacio, para abordar el tema de la reducción del área de distribución de esta especie. El área de distribución de la merluza, que es una especie migratoria, es variable pero puede ser comparada bajo condiciones normales o neutrales entre décadas.

La distribución de la merluza muestra dos patrones. Uno es la migración, determinada por cambios estacionales e interanuales relacionados a eventos El Niño en la Corriente Cromwell. Una primera descripción cuantitativa de la distribución de la merluza por ESPINO y WOSNITZA-MENDO (1988) sugirió que el área ocupada puede aumentar al doble durante eventos El Niño (EN). Ese estudio se hizo en base a datos de cruceros de los años 1980. En años normales, es decir sin El Niño o La Niña, durante invierno y primavera, la merluza se encontró desde la frontera con Ecuador hasta los 8°S, y durante verano y otoño, desde la frontera de Ecuador hasta 12°S e incluso 14°S. Sin embargo, durante fuertes eventos El Niño la parte sur del stock se mueve hasta los 15°S e incluso 18°S (ESPINO et al. 1995).

El segundo patrón se relaciona al decremento de la talla de la merluza con la latitud (ESPINO et al. 1995), que se ha confirmado aún durante eventos El Niño. Esta "tendencia de disminución de la longitud" hacia el sur fue primero observada por DEL SOLAR et al. (1965) y confirmada durante posteriores cruceros (GUEVARA-CARRASCO y WOSNITZA-MENDO 1997). La Figura 1 muestra la distribución norte-sur de la longitud media ponderada de la merluza por latitud desde la frontera con Ecuador (alrededor de 3°23' - 4°S) hasta alrededor de 9 o 10°S, tomado de datos de cruceros.

Ambos patrones descritos anteriormente pueden observarse, como en los casos: (1) la existencia de merluza de mayores tallas hacia el norte y más pequeñas hacia el sur, tanto en años normales (1985) como en años El Niño (1987); y (2) la extensión del rango de distribución durante El Niño moderado de 1987.

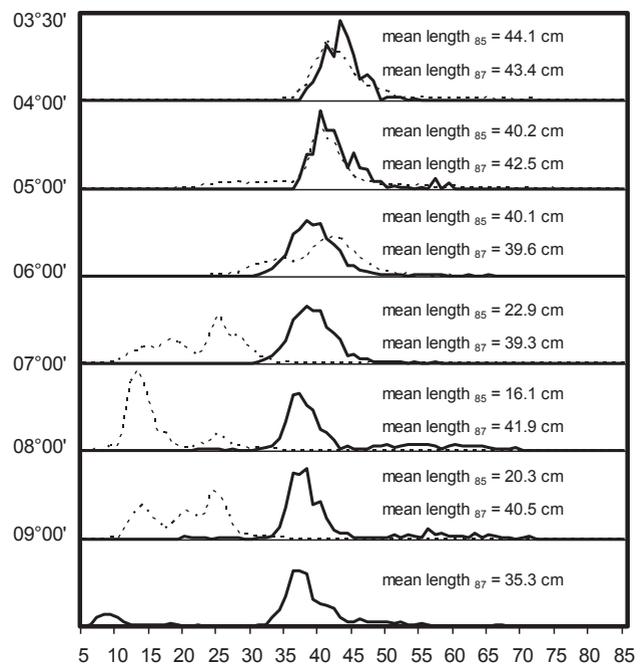


Figura 1.- Distribución de tallas de la merluza peruana por grado de latitud durante los cruceros 1985 (línea punteada) y 1987 (El Niño moderado) (línea continua).

Figure 1.- Length distribution of Peruvian hake during 1985 (dotted line) and 1987 (moderate El Niño) (continuous line) from surveys by degree of latitude.

En el Pacífico Norte también se ha registrado gradientes de tallas para *M. productus*, con individuos más grandes y más numerosos a latitudes mayores, en aguas canadienses (METHOT y DORN 1995). Esto es opuesto al patrón observado frente a Perú, donde los individuos de mayor talla son más abundantes en latitudes menores. También en la merluza chilena (*M. gayi gayi*), los individuos de mayor tamaño se hallan en latitudes menores, entre 31 y 39°S (IFOP 1981).

Considerando válidos estos dos patrones, independientemente de la biomasa, y usando datos de frecuencias de longitudes tomadas en puertos más al sur, que no habían sido evaluadas anteriormente, investigamos cambios en el área de distribución de la merluza en diferentes décadas empezando en los años 1970. Para evaluar si la disminución del área podría depender de cambios decadales del ambiente físico, hemos comparado la distribución con la isoterma de 15°C, parámetro asociado con la Corriente de Cromwell.

Se discute una posible interacción de la merluza con la anchoveta en relación al área ocupada, analizando la densidad media histórica de la anchoveta por latitud, en cruceros, y anchoveta en estómagos de merluza como indicador de áreas de superposición.

Métodos

Se analizó tres series de datos de frecuencias de longitudes desde los años 1970, coleccionadas por el Instituto del mar del Perú (IMARPE):

- 1) Mediciones obtenidas de desembarques en Chimbote (9°S), el centro de la flota cerquera peruana;
- 2) Mediciones obtenidas de desembarques en Callao (12°S), y
- 3) Datos obtenidos en cruceros de evaluación con red de arrastre de fondo usando el método estratificado al azar.

Estas series de datos independientes se compararon con la distribución de frecuencias obtenida de la flota costera de Paita (5°S) y que se usa regularmente para describir la estructura poblacional de la merluza peruana.

Las datos de Chimbote comprenden todos los años entre 1972 y 1980, y continúan con 821 (1975) a 13476 (1980) mediciones de peces (Tabla 1). Todas las muestras vienen de la pesquería de cerco. Los años siguientes (1982, 85, 86, 90, 94) tienen un bajo número de muestreos. Los años El Niño 1987 y 1991 están bien representados. Normalmente los laboratorios costeros de IMARPE toman muestras de especies con desembarques importantes, es decir, a entradas inusuales en el área, ocasiones en que el personal local, por lo general, reacciona rápido tomando muestras extras.

La serie de datos de Callao también es continua entre 1972 y 1980; después de estos años existen mediciones esporádicas, indicando poca o ninguna presencia de merluza en los desembarques de las flotas pesqueras en esta área (Tabla 2). En el área de Callao la merluza fue pesca incidental en las redes cortineras y en la pesca con cerco. Las longitudes medias ponderadas de merluza por grado de latitud, obtenidas de los cruceros 1976, 1977, 1979, fueron recalculadas desde los datos originales y se presentan en la Tabla 3. El área de distribución de merluza adulta (4+) en todos los cruceros demersales llevados a cabo por IMARPE desde los años 1970 durante años normales, se determinó para cada década y relacionada al número promedio de individuos presentes obtenido de un análisis de cohorte (Extended Survivor Analysis, IMARPE, 2004).

La desviación de la densidad media (t/mn^2) para anchoveta (*Engraulis ringens*) por grado de latitud fue calculada con datos de cruceros hidroacústicos entre 1985 y 2005 (M. GUTIÉRREZ, datos no publicados), para poder determinar cambios en la densidad. Se han evaluado los registros de contenido estomacal (N=3940) de merluza del área de Callao de 1965 a 1990, relacionándolos a la cantidad de anchoveta ingerida. Las estimaciones de la

biomasa de anchoveta provienen de un análisis de cohortes entre 1963 y 2000 (GUEVARA-CARRASCO com.pers.). Posterior al año 2001 se usó la estimación hidroacústica de biomasa de anchoveta obtenida en los cruceros pelágicos (IMARPE, informes internos). Las estimaciones de biomasa de merluza son resultado de un análisis de cohortes (IMARPE 2004). La sobreestimación de reclutas en los últimos años, conforme fue discutido por el Panel Internacional (IMARPE 2004) ha sido corregida usando estimados de biomasa en cruceros de evaluación por el método de "área barrida" de los años 2003 y 2004 (IMARPE informes internos).

Tabla 1.- Tamaño de muestra, rango y longitud media de la merluza peruana desde 1970 hasta 1994 (Chimbote 9°S)

Table 1.- Sample size, mean length and range for Peruvian hake from 1970 to 1994 (Chimbote 9°S)

year	sample size	mean length (cm)	months sampled	min	max
1970**	182	28.56	1	22	31
1972	1052	47.82	2	37	65
1973	3333	45.83	8	29	65
1974	2122	45.24	5	33	59
1975	821	44.85	5	33	54
1976	1085	44.54	5	28	56
1977	832	43.87	5	29	55
1978	7796	37.22	6	28	51
1979	5515	39.19	8	30	56
1980	13476	40.74	8	31	51
1982	138	42.24	5	15	54
1985**	285	22.87	1	15	33
1986	784	39.86	4	31	68
1987	6030	43.34	8	29	65
1989	211	43.94	1	37	55
1990	446	42.83	3	36	51
1991	2080	36.73	5	20	52
1994	1207	33.64	1	30	58

** Not used in graph

Resultados

ANÁLISIS DE SERIES DE DATOS

El tratamiento por separado de la serie de mediciones de tallas obtenidas en los diferentes puertos, nos permite reconstruir la distribución de la talla media de la merluza peruana para los tres lugares de desembarque (Figura 2).

El área principal es Paita (5°S), puerto de origen de las diferentes flotas de arrastre de fondo, y que ha sido evaluado continuamente en relación a la merluza y la captura incidental desde 1964. Presentamos las longitudes medias en los desembarques de la flota

costera de arrastre cuyos caladeros principales se encuentran entre 4 y 6°S.

Se analizaron los datos de Chimbote y Callao, en forma de registros originales de frecuencia de longitudes, eliminando años con muestras sesgadas. Los desembarques de Chimbote provinieron de la pesquería de cerco, y los del Callao principalmente de redes cortineras y ocasionalmente de cerco. Las mediciones continuas en los puertos Chimbote y Callao, de 1972 a 1980, indicaron disponibilidad permanente del recurso en estas zonas durante esa década.

Tabla 2.- Tamaño de muestra, rango y longitud media de la merluza peruana desde 1972 hasta 1999 (Callao 12°S)

Table 2.- Sample size, mean length and range for Peruvian hake from 1972 to 1999 (Callao 12°S)

year	sample size	mean length (cm)	months sampled	min	max
1972	2744	48.37	8	28	64
1973	296	36.78	3	17	47
1974	285	36.67	3	10	47
1975	93	43.39	2	39	50
1976	1885	34.64	9	11	54
1977	1936	39.41	7	21	56
1978	2633	35.68	4	27	55
1979	283	39.61	3	25	50
1980	196	40.48	1	34	52
1981					
1982					
1983	101	41.33	3	35	48
1984					
1985					
1986					
1987	24	42.08	1	38	47
1988					
1989					
1990	49	22.76	1	21	26
1991					
1992					
1993					
1994					
1995					
1996					
1997					
1998	112	22.75	1	20	29
1999	671	23.63	3	18	33

Las longitudes medias más altas en los desembarques de los tres puertos se registraron en 1972 y disminuyeron de forma continua hasta el final de la década (Figura 2), aunque en Callao con algunas fluctuaciones. Después de 1980, pero aún antes de El Niño 1982-83 no se registraron desembarques de merluza en Chimbote y Callao. Después de este período la merluza apareció solo esporádicamente frente a Callao y asociada a migraciones en años El

Niño (1983, 1987, 1990, 1998, 1999) con longitudes medias de sólo alrededor de 23 cm durante los años 1990s (Figura 2, Tabla 2). Las longitudes medias en los desembarques del puerto de Chimbote disminuyeron ligeramente durante los años 1980, pero aumentaron a alrededor de 32 cm en los años 1990. La gama de distribución de longitudes en los tres cruceros llevados a cabo durante los 1970, confirma el patrón norte-sur y la presencia, en esa década, de merluzas grandes hasta más al sur, aunque los valores medios fueron algo menores, probablemente debido al área cubierta por el crucero y el arte de pesca usado (Tabla 3).

Tabla 3.- Longitud media de la merluza peruana por grado de latitud durante los cruceros 1976, 1977 y 1979.

Table 3.- Mean length of Peruvian hake by latitude from surveys (1976, 1977 and 1979)

sub-area	survey 1976		survey 1977		survey 1979	
	mean length (cm)	sample size	mean length (cm)	sample size	mean length (cm)	sample size
03°30'-04°S					32.97	58
04° - 05°S	42.83	109			40.79	67
05° - 06°S	42.51	237	40.09	99	40.94	34
06° - 07°S	42.66	377	38.07	82	38.37	189
07° - 08°S	36.49	1523	36.43	525	37.82	863
08° - 09°S	34.52	998	34.06	917	37.15	478
09° - 10°S	34.56	1144	30.04	795	36.19	777
10° - 11°S	33.10	1251	33.56	154	40.54	382
11° - 12°S	28.15	425	34.78	18	38.47	178
12° - 13°S	27.15	170	32.08	12		

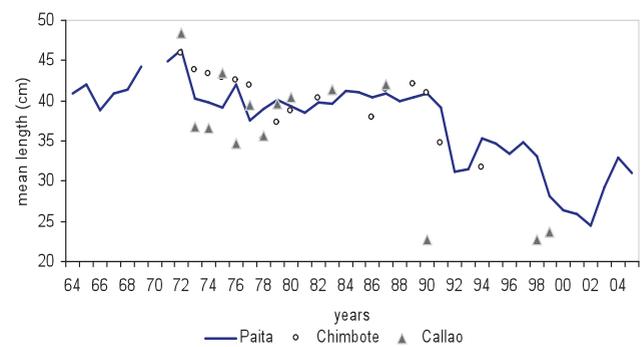


Figura 2.- Longitud media de la merluza peruana según puerto (Paita at 5°S; Chimbote at 9°S; Callao at 12°S) entre 1964 y 2005

Figure 2.- Mean length of Peruvian hake by ports (Paita at 05°S; Chimbote at 9°S; Callao at 12°S) between 1964 and 2005

Todas las series de datos muestran que durante los años 1970, se capturaron merluzas de alrededor de 40 cm, y algo más, hacia el sur (Callao), sugiriendo que la biomasa explotable (>35 cm) ocupó un área mayor que en la década de los 1980 (Figura 3). Se nota una

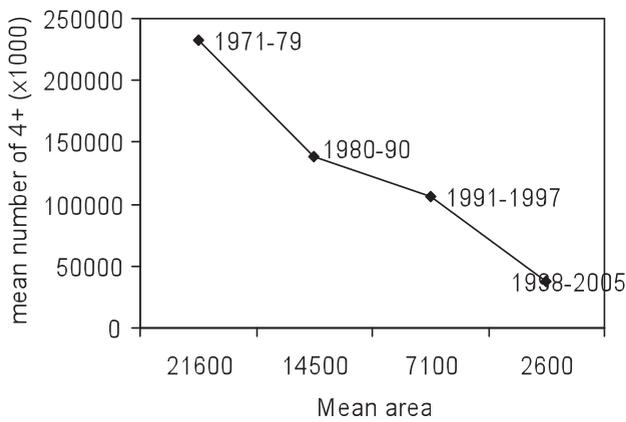


Figura 3.- Área promedio (mn²) ocupada por merluza adulta (4+) en diferentes décadas. Área promedio de pesquerías y cruceros; número promedio de Análisis de Cohortes.
 Figure 3.- Mean area (mn²) occupied by adult (4+) Peruvian hake in different decades. Mean area from fisheries and surveys; mean number from VPA.

segunda y tercera disminución en la longitud media al inicio y al final de los 1990s (Figura 2), lo cual coincide con una segunda y tercera notable merma del área ocupada (Figura 3).

El área total encima de la plataforma (20-200 brazas) desde la frontera con Ecuador (3°23') hasta los 13°S equivale a alrededor de 20.400 mn²; el área desde los 10 hasta los 13°S representa un tercio del área total. El área ocupada por la merluza adulta (4+) actualmente comprende solamente alrededor del 10% (2.600 mn²) del área ocupada durante los años 1970.

PRESIÓN PESQUERA

La reducción espacial de la población de merluza al final de la década de los años 70, deducida de los desembarques regulares de merluza capturada por redes cortineras y de cerco en el Callao hasta 1980, y

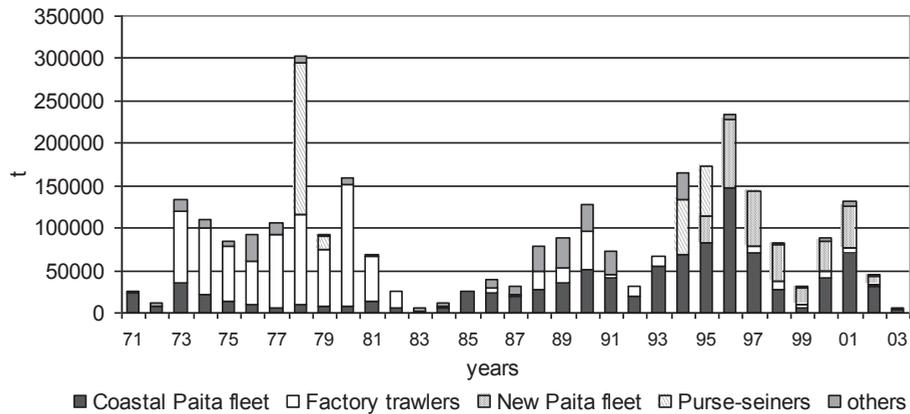


Figura 4.- Desembarques de merluza peruana por tipo de flota entre 1971 y 2003.
 Figure 4.- Peruvian hake landings by type of fleet between 1971 and 2003.

confirmada por los cruceros, ocurrió antes del inicio de El Niño 1982-83 y puede ser explicada satisfactoriamente por el monto de los desembarques (Figura 4).

En 1973 entre 6 a 13 grandes barcos factoría extranjeros con una capacidad de bodega de 14.440 m³ empezaron a pescar merluza. El promedio de sus desembarques anuales fue alrededor de 84.000 t; y los desembarques totales de todas las flotas involucradas en esta pesquería crecieron de alrededor de 25.000 t al inicio de los años 70, a alrededor de 100.000 t, incorporando los barcos factoría.

Adicionalmente, en 1978 y en menor grado en 1979, la merluza se hizo pelágica en su área sur de distribución, y fue capturada por la flota cerquera frente a Chimbote en grandes cantidades durante algunos meses durante

esos años. Este comportamiento ha sido observado desde entonces en 1990, 1994 y 1995 y podría ser relacionado a un efecto de formación de cardúmenes en la superficie, inducido por la Corriente Cromwell y la mínima de oxígeno en estos años. En 1978 las embarcaciones cerqueras de Chimbote capturaron alrededor de 180.000 t de merluza solamente en julio y agosto.

En 1980, los barcos factoría tomaron otras 150.000 t de una población ya diezmada (Figura 4). Como consecuencia, ocurrieron los cambios en la población y la reducción del área de distribución. En este caso el siguiente El Niño 1982-83 no pudo ser el responsable, porque sus efectos se hicieron visibles sólo a partir de la primavera austral de 1982.

INTERACCIÓN CON LA POBLACIÓN DE ANCHOVETA

Comparando las biomásas de merluza y anchoveta, combinando análisis de cohortes y datos de cruceros como se ha explicado arriba, pueden observarse dos tendencias opuestas:

- 1) Durante los años 1960 y 1970 (antes y después de El Niño 1972-73 y antes de la sobrepesca de la anchoveta) cuando la biomasa de la merluza se incrementó; y
- 2) Después de El Niño 1997-98 cuando la anchoveta se recuperó rápidamente; pero la merluza, debido a sobrepesca por reclutamiento desde los inicios de los años 1990, decreció en biomasa (Figura 5). En una fase intermedia durante los años 1980, cuando las dos especies ocuparon diferentes áreas, ambas especies mostraron tendencias de biomásas co-fluctuantes.

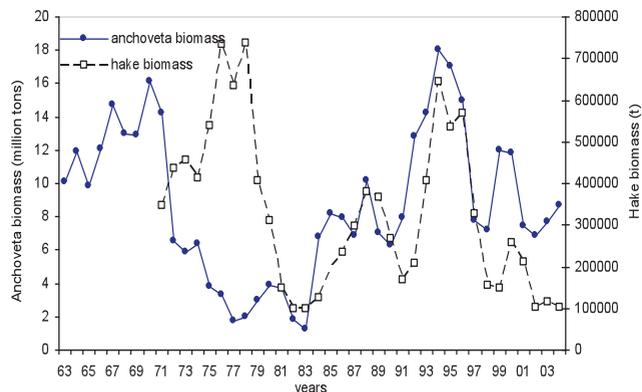


Figura 5.- Variaciones de la biomasa total de la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*) y anchoveta (*Engraulis ringens*). La biomasa fue estimada mediante análisis de población virtual hasta el 2000 para anchoveta y hasta 2002 para merluza. Para los años subsiguientes las estimaciones provienen de cruceros acústicos (anchoveta) y área barrida (merluza).

Figure 5.- Fluctuations in total biomass of Peruvian hake (*Merluccius gayi peruanus*) and Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*) estimated from VPA. Anchovy from 2001 onwards estimated from acoustic surveys ; hake from 2003 onwards estimated from swept area.

Discusión

WOSNITZA-MENDO et al. (2004) explicaron el rol de El Niño y de la pesquería durante El Niño 1991-93 en la LM y los cambios en la estructura poblacional de la merluza. También la reducción de las longitudes en 1997-98 coincide con un evento El Niño. Este no fue el caso al final de los años 1970, cuando sólo una fuerte sobrepesca fue la causa de los cambios demográficos. No se nota ningún cambio en la longitud media monitoreada regularmente en el puerto de Paita durante estos años.

Los mismos autores (2004) discutieron también la reducción del área de distribución de la merluza peruana durante los 1990, afectada por un El Niño moderado pero de larga duración (1991-93). Cambios drásticos en el stock fueron producidos por las variaciones en la relación trófica y una alta mortalidad natural en adultos, además del aumento de la presión pesquera sobre merluzas pequeñas. El primer signo de alguna situación inusual en ese tiempo fue la aparición de una alta proporción de merluza pequeña en los desembarques de la flota de Paita lo que podría ser interpretado también como un buen reclutamiento en esta época (IMARPE informe interno). En realidad, ocurrió el desplazamiento de juveniles hacia el norte, invadiendo las áreas antes ocupadas por la merluza grande. Esta última interpretación ha sido recientemente confirmada por BALLÓN et al. (2008), quienes hallaron una severa disminución en el factor de condición de merluza grande durante eventos El Niño, lo que podría haber conllevado a una alta mortalidad natural. La existencia de condiciones letales en peces ha sido discutida también por DUTIL Y LAMBERT (2000) para el bacalao del Atlántico (*Gadus morhua*).

ESPINO et al. (1988) describieron que el impacto de la pesquería durante los años 1978 a 1980 sobre la biomasa de la merluza fue mayormente en los grupos de edad 2, 3 y 4, pero no consideraron la reducción del área de distribución como se muestra en la Figura 3. Según nuestros resultados, podemos establecer como un comportamiento general de la merluza peruana, que, cuando la población disminuye, siempre trata concentrarse en las áreas más hacia el norte, como también se sugirió en WOSNITZA-MENDO et al. (2004). Las propiedades de la corriente subsuperficial (Corriente Cromwell) podría definir esta concentración. AGOSTINI et al, (2006) encontraron para la merluza del Pacífico (*Merluccius productus*) que el hábitat de los adultos es definido por el flujo subsuperficial hacia el polo del Sistema de Corrientes de California, con las propiedades del flujo que ayudan o impiden posibles migraciones.

Aunque el efecto directo de la sobrepesca (1978-1980) condujo a la inmediata reducción en el área de distribución, como se muestra por la ausencia de desembarques en el Callao, pueden existir también efectos indirectos debido a otras pesquerías, que podrían ser consideradas como efectos del ecosistema, y explicarían la reducción del área de distribución. También es necesario tomar en cuenta cambios del ambiente físico (cambios decadales), que podrían explicar porque el área permaneció reducida aunque los desembarques de merluza fueron relativamente bajos entre 1982 y 1987.

AMBIENTE FÍSICO

En relación al ambiente físico, la mayoría de las discusiones sobre cambios decadales se basa en series de tiempo de la temperatura marina superficial (TSM), como lo mencionado en WOSNITZA-MENDO et al. (2004). Sin embargo, la distribución de las especies demersales, depende principalmente de la fuerza y profundidad de la Corriente Cromwell, aspectos que pueden ser asociados a la isoterma de 14°C (VARGAS 2008). MONTECINOS et al. (2003) analizando la variabilidad interanual a interdecadal de la TSM a lo largo del mar peruano y chileno, afirmaron que las varianzas interanuales relacionadas a ENOS son mucho más dominantes frente al Perú, disminuyendo hacia el sur, donde las oscilaciones interdecadales, a escala de la cuenca pacífica, se hacen más importantes.

La investigación más completa relacionada a la variabilidad de la temperatura sub-superficial frente al Perú fue publicada por BRAINARD y McLAIN (1987), quienes presentaron la variación temporal y espacial de la profundidad de la isoterma de 14 °C entre 1951 y 1984. La isoterma de 14 °C, generalmente se encuentra a menos de 100 m de profundidad al sur de los 11° S, y a más de 100 m al norte. Ocasionalmente llegó a más de 200 m en las áreas más al norte (3°30' a 6°S) durante El Niño 1972, y El Niño 1982-83. Desde 1976 hasta 1984 la isoterma de 14°C, en contraste a la serie anterior, se encontró constantemente a más de 100 m de profundidad en una mayor área más sureña. FLORES et al. (2009) repitieron un estudio similar sobre la isoterma de 15°C usando cuadrículas más finas dentro de las 60 mn de la costa entre 1960 y 2007, con una subdivisión de la profundidad de 50 m en vez de 100 m, basados en datos de cruceros del IMARPE. Estos resultados son bastante similares que BRAINARD y McLAIN (1987). Entre 1976 y 1984 se nota un periodo casi continuo de depresión de la isoterma hacia el sur hasta los 7°S, y que continúa, después de una interrupción de dos años (1984, 1985), desde 1986 a 1996 tan al sur como 9°S. Después de El Niño 1997-98, una secuencia de masas de agua relacionadas a la Corriente Cromwell ingresaron y se retiraron estableciendo un patrón algo más fluctuante (ver Figura 6, de FLORES et al. 2009).

Es difícil medir el efecto de estos cambios en la distribución de la merluza. Una profundización de la isoterma de 14-15 °C indicaría una intensificación de la Corriente de Cromwell hacia el sur, así que en teoría se ampliaría el área de distribución de la merluza. Esto porque la Corriente de Cromwell está asociada con niveles de oxígeno más altos como muestran Flores et al (2009).

Tabla 4.- Porcentaje de ocurrencia de anchoveta en la dieta de merluza frente al Callao

Table 4.- Percentage of occurrence of anchoveta as a prey item in hake off Callao

year	sample size	% empty stomachs	% stomachs with anchoveta **
1965	53	49.1	0.0
1966			
1967	25	0.0	0.0
1968	9	0.0	55.6
1969	0		
1970			
1971			
1972	475	59.8	32.5
1973	26	88.5	33.3
1974	136	29.4	32.3
1975	71	1.4	60.0
1976	1044	25.8	46.7
1977	1081	39.9	57.7
1978	490	33.3	84.1
1979	172	23.8	57.3
1980	177	42.4	94.1
1981			
1982			
1983	121	76.0	0.0
1984			
1985			
1986			
1987	24	70.8	85.7
1988			
1989			
1990	36	13.9	0.0

** % not considering empty stomachs

Podemos entonces concluir que la merluza en relación al ambiente físico/químico encontró durante los años 1980 y 1990 condiciones más oxigenadas. Sin embargo su área de distribución quedó reducida. Solamente durante eventos El Niño y verano-otoño se dieron las migraciones usuales, relacionadas a la amplificación de la Corriente Cromwell, siguiendo a sus patrones de distribución esperados (IMARPE, informes internos de cruceros).

INTERACCIÓN CON LA ANCHOVETA

Varios autores han sugerido que haya un efecto de la abundancia de peces pelágicos sobre el reclutamiento de peces demersales (SWAIN y SINCLAIR 2000; KOESTER y MOELLMANN 2000). La relación entre la biomasa de la anchoveta y la merluza peruana (Figura 5) en la serie de tiempo nos hace suponer que existe una interrelación. Las siguientes explicaciones de las diferentes fases son concebibles:

- 1) Merluzas más grandes invadieron las regiones más al sur, después del colapso de la población

de anchoveta al inicio de la década de 1970, incrementando la biomasa de la merluza. Durante esta década la merluza frente a Callao se alimentó principalmente de anchoveta (Tabla 4) en contraste con la merluza frente a Paita, que consumió principalmente sardina (*Sardinops sagax*), pequeños sciénidos (*Larimus* sp. y *Ctenosciaena peruviana*) (WOSNITZA-MENDO et al. 2004). Este hecho, además de las hipótesis del cambio decadal del ambiente marino desfavorable para la anchoveta (CHÁVEZ et al. 2003), añade más evidencia a la explicación de porqué la población de anchoveta no se recuperó más rápidamente, considerando la amplia distribución de la merluza durante todos los años 70.

- 2) Después del colapso de la población de la merluza debido a sobrepesca a finales de los años 70 (Figura 5), la merluza redujo su área de distribución (Figura 3). Hasta EN1997-98 ambas especies incrementaron sus biomásas más o menos a un ritmo constante (Figura 5), al mismo tiempo que las pesquerías de merluza y de anchoveta quedaron básicamente inactivas o reducidas por algunos años (merluza: 1982-1987; anchoveta: 1982-1985) (CSIRKE et al. 1996; WOSNITZA-MENDO et al. 2004). Generalmente, las dos especies ocuparon áreas diferentes.
- 3) Cambios estructurales en la población de la merluza provocados por los eventos EN1991-93 y EN1997-98, y perpetuados por una nueva sobrepesca (WOSNITZA-MENDO et al. 2004), permitieron la expansión de la anchoveta hacia el norte desde 2001. La Figura 6 presenta las desviaciones de la densidad media histórica de la anchoveta obtenidas de cruceros acústicos entre la latitud 4 - 7°S. Allí se observa un incremento

de la densidad de la anchoveta entre 4 - 7°S, un área históricamente ocupada por merluza y otros demersales.

En consecuencia, durante los años 1970, cuando la biomasa de la anchoveta fue baja, la merluza ocupó áreas que anteriormente tuvo la anchoveta, y desde 2002 la anchoveta ha ocupado las áreas al norte, aunque la temperatura superficial a largo plazo está aumentando (S. PURCA, com.pers.), mientras que la biomasa de la merluza está en su punto más bajo. Puesto que contamos solamente con evidencia por observación, no podemos excluir la posibilidad que la relación entre la abundancia de merluza y anchoveta y sus áreas de superposición sería accidental. Sin embargo, proporciona una explicación prudente de los patrones observados, sugiriendo que existe el potencial para un impacto mutuo cuando las áreas se sobreponen.

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL: UN PUNTO DE REFERENCIA A INCLUIR EN EL MANEJO PESQUERO

Los cambios en la distribución espacial de la merluza, y la incursión de la anchoveta en las áreas norteñas, son importantes tanto desde el punto de vista ecológico como desde la perspectiva de manejo. Mundialmente, la sobreexplotación ha conducido a una disminución en la biomasa y el colapso de las poblaciones pesqueras (MYERS y WORM 2003). Pero las pesquerías que actúan en especies objetivo como la anchoveta también pueden llevar cambios en niveles tróficos más altos. Durante los años 1960, la pesquería de cerco de la anchoveta peruana dominó los desembarques nacionales (hasta 95%) y mundiales (15%) debido a la gran abundancia de la especie y su rol dominante en el ecosistema de la Corriente de Humboldt (CSIRKE et al. 1996).

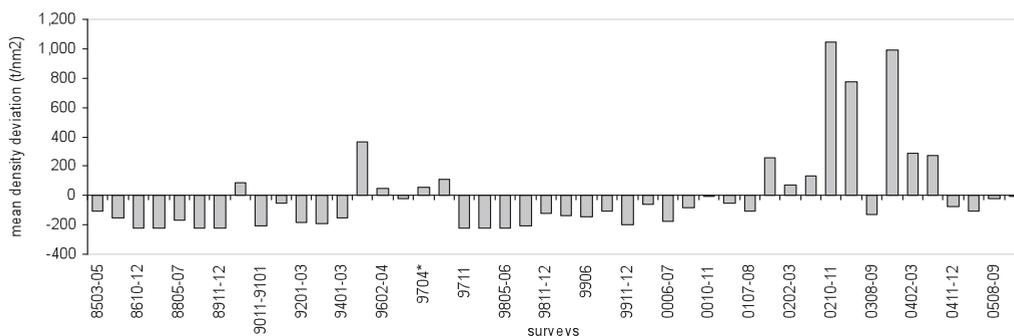


Figura 6.- Desviación anual de la densidad media de anchoveta (t/nm²) con respecto a la densidad media histórica para el periodo 1985 - 2005. Densidades estimadas mediante cruceros acústicos para el área comprendida entre 04 - 07°S.

Figure 6.- Deviation from historical mean density (t/nm²) in surveys from 1985 to 2005 between 04 - 07°S for anchovy.

Hay evidencias que la biomasa y el área de distribución de la merluza durante este tiempo fueron menores que durante los años 70 (DEL SOLAR et al. 1965; DEL SOLAR 1968). Los desembarques de la merluza durante los años 60 resultaron solo de la flota costera tradicional de Paita y nunca superaron 25.000 t. Cuando la biomasa del stock de anchoveta disminuyó en los inicios de los años 70, el stock de la merluza se expandió (Figura 5). Esto también se observó con la sardina peruana (CSIRKE et al. 1996) y fue discutido mundialmente, para stocks de otras especies de sardinas (LLUCH-BELDA et al. 1989).

Cambios de regímenes entre especies pelágicas (anchovetas y sardinas) han sido bien documentados. Pero también se ha mencionado cambios espaciales, como lo descrito líneas arriba, entre merluza y anchoveta en ambas direcciones para otras especies demersales y pelágicas en el Mar del Norte. DAAN (1980) evaluó el reemplazo de stocks agotados por otras especies en diferentes regiones y alega que, aunque se piensa generalmente en el ecosistema marino constituido de un subsistema pelágico y uno demersal, tal distinción es esencialmente artificial. URSIN (1982) sugiere que ecológicamente los peces tampoco podrían incluirse en una unidad. La merluza, como predador de la anchoveta y la anchoveta compitiendo con la merluza en el nivel trófico del plancton, podrían ser la interfase entre el subsistema pelágico y demersal en el Sistema de la Corriente de Humboldt (MUCK 1989, MUCK et al. 1988, SANDOVAL et al. 1989, Espinoza y Bertrand 2008).

Nuestro entendimiento de cómo las actividades pesqueras afectan a las comunidades demersales es todavía restringido. Los datos coleccionados antes y al inicio del desarrollo de la gran pesquería pueden darnos importantes puntos de referencia de cómo un desequilibrio hecho por el hombre puede cambiar el balance entre los niveles tróficos más altos y más bajos (anchoveta disminuye, merluza y sardina aumenta). Los datos de una fase posterior a la fuerte pesquería muestra los cambios en todos los niveles.

En este trabajo presentamos la hipótesis que, después de una reducción de la biomasa de alguna especie dominante, sea por sobrepesca o por un evento El Niño, la ocupación del área por la especie alterna puede ser explicada mejor por las interacciones biológicas (predación y competencia) que jugarían un rol más importante que los impactos ambientales reinantes a mediano plazo. Futuras investigaciones deberían centrarse más en las relaciones tróficas y los impactos mutuos.

AGRADECIMIENTO

Esta investigación fue apoyada por el proyecto INCOFISH (Integrating Multiple Demands on Coastal Zones with Emphasis on Fisheries and Aquatic Ecosystems) de la Comisión Europea (N.º de contrato 003739), examinando patrones de cambios a largo plazo y de línea de base (work package 2).

REFERENCIAS

- AYÓN P, PURCA S, GUEVARA-CARRASCO R. 2004. Zooplankton volume trends off Peru between 1964 and 2001. *ICES Journal of Marine Science*, 61: 478-484.
- BALLÓN M, WOSNITZA-MENDO C, GUEVARA-CARRASCO R, BERTRAND A. (2008) The impact of overfishing and El Niño on the condition factor and reproductive success of Peruvian hake, *Merluccius gayi peruanus*. *Progress in Oceanography* 79:300-307.
- BRAINARD RE, MCLAIN DR. 1987. Seasonal and interannual subsurface temperature variability off Perú, 1952 to 1984. In D. Pauly & I. Tsukayama (Eds.), *The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: three decades of change* (pp.14-45). *ICLARM Studies and reviews* 15.
- CHAVEZ FP, RYAN J, LLUCH-COTA SE, ÑIQUEN M. 2003. From anchovies to sardines and back: multidecadal change in the Pacific Ocean. *Science* 299:217-221.
- 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.
- DAAN N. 1980. A review of replacement of depleted stocks by other species and the mechanisms underlying such replacement. *Rapp. P.-v. Reuní. Cons. Int. Explor. Mer*, 177: 405-421.
- DEL SOLAR E. 1968. La merluza *Merluccius gayi peruanus* (Guichenot) como indicador de la riqueza biótica de la plataforma continental del Norte del Perú. Publicación auspiciada por la Sociedad Nacional de Pesquería. 20 pp+Tables+Fig.
- DEL SOLAR E, SÁNCHEZ J, PIAZZA A. 1965. Exploración de las áreas de abundancia de merluza (*Merluccius gayi peruanus*) en la costa peruana a bordo del "Bettina". *Inf. Inst. Mar Perú* N° 8: 28pp.
- DUTIL JD, LAMBERT Y. 2000. Natural mortality from poor condition in Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 57(4): 826-836.
- ESPINO M, WOSNITZA-MENDO C. 1988. Efecto de la concentración en la mortalidad natural y su aplicación en el análisis de cohortes. In T. Wyatt & M. G. Larrañeta (Eds.) *Int. Symp. Long Term Changes Mar. Fish. Pop.*, Vigo 1986 (pp.235-252).
- ESPINO M, WOSNITZA-MENDO C, FERNÁNDEZ F. 1988. Ajuste del análisis de cohortes con resultados de área barrida en merluza peruana. In H.Salzwedel & A. Landa (Eds.) *Recursos y dinámica del ecosistema de afloramiento peruano*. *Bol. Inst. Mar Perú – Callao*, Vol extraordinario. (pp. 239-244)

- ESPINO M, CASTILLO R, FERNÁNDEZ F. 1995. Biology and fisheries of Peruvian hake (*Merluccius gayi peruanus*). In Alheit & Pitcher (Eds.) Hake, biology, fisheries and markets (pp. 339-363). Chapman & Hall, London.
- ESPINOZA P, BERTRAND A. 2008. Revisiting Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*) trophodynamics provides a new vision of the Humboldt Current System. Progress in Oceanography 79:215-227.
- FLORES R, TENORIO J, DOMÍNGUEZ N. 2009. Variaciones de la Extensión Sur de la Corriente Cromwell frente al Perú entre los 3 – 14°S. Bol Inst Mar Perú 24:39-51 xx-yy.
- IMARPE, 2004. Report of the second session of the internacional panel of experts for assessment of Peruvian hake population. March 2004. Bol. Inst. Mar Perú, 21, 1-2: 79-119.
- INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP. 1981. El recurso merluza común (*Merluccius gayi gayi*) y su pesquería en Chile. CPPS, Serie de Seminarios y Estudios, 3: 69-181.
- KOESTER FW, MOELLMANN C. 2000. Trophodynamic control by clupeid predators on recruitment success in Baltic cod? ICES Journal of Marine Science, 57: 310-323.
- LLUCH-BELDA D, CRAWFORD RJM, KAWASAKI T, MACCALL AD, PARRISH RH, SCHWARTZLOSE R A, SMITH PE. 1989. Worldwide fluctuations of sardine and anchova stocks: the regime problem. S. Afr. J. mar. Sci. 8: 195-205.
- METHOT RD, DORN MW. 1995. Biology and fisheries of North Pacific hake (*Merluccius productus*). In J. Alheit & T.J. Pitcher (Eds.). Hake: biology, fisheries and markets (pp 389-413) Chapman and Hall, London, UK.
- MUCK P. 1989. Anchoveta consumption of Peruvian hake: a distribution and feeding model. In D. Pauly, P. Muck, J. Mendo & I. Tsukayama (Eds.) The Peruvian upwelling ecosystem: dynamics and interactions (pp. 306-320). ICLARM Conference Proceedings 18.
- MUCK P, ESPINO M, FUENTES H, WOSNITZA-MENDO C, ESQUERRE M. 1988. Predación de la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*) sobre la anchoveta (*Engraulis ringens*). In H. Salzwedel & A. Landa (Eds.) Recursos y dinámica del ecosistema de afloramiento peruano (pp. 249-253). Bol. Inst. Mar Perú Callao, Vol. Extraordinario.
- MONTECINOS A, PURCA S, PIZARRO O. 2003. Interannual-to interdecadal sea surface temperature variability along the western coast of South America. Geophysical Research Letters, Vol. 30(11): 1570.
- MYERS R, WORM, B. 2003. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. Nature, 423: 280-283.
- SANDOVAL DE CASTILLO O, WOSNITZA-MENDO C, MUCK P, CARRASCO S. 1989. Abundance of hake larvae and its relationship to hake and anchoveta biomasses off Peru. In PAULY, MUCK, MENDO, TSUKAYAMA (Eds.) The Peruvian upwelling ecosystem: dynamics and interactions (pp. 280-296). ICLARM Conference Proceedings 18.
- SWAIN DP, SINCLAIR AF. 2000. Pelagic fishes and the cod recruitment dilemma in the Northwest Atlantic. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 57: 1321-1325.
- URSIN E. 1982. Stability and variability in the marine ecosystem. Dana. Vol. 2: 51-67.
- VARGAS N. 2008. Relación entre la distribución de la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*) y la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell. Tesis para Magister en Recursos Acuáticos. Escuela de Postgrado. Facultad de Ciencias Biológicas. UNMSM.
- 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 Perú 21:1-26.