



BOLETIN

IMARPE
Instituto del Mar del Perú

Vol. 15 / N° 1 / ABRIL 1996

ISSN 0378 - 7699

SITUACION DE LOS RECURSOS ANCHOVETA (*ENGRAULIS RINGENS*) Y SARDINA (*SARDINOPS SAGAX*) A PRINCIPIOS DE 1994 Y PERSPECTIVAS PARA LA PESCA EN EL PERU, CON PARTICULAR REFERENCIA A LAS REGIONES NORTE Y CENTRO DE LA COSTA PERUANA

Jorge Csirke, Renato Guevara-Carrasco, Gladys Cárdenas,
Miguel Ñiquen y Andrés Chipollini

CALLAO - PERU

Comité de Publicaciones 1994-1995

Blga. Aurora Chirinos de Vildoso - CBP 185

Blga. Emira Antonietti Villalobos - CBP 1374

Blgo. Abelardo Vildoso Baca - CBP 296

Asesoría Científica y Conducción Editorial

Dr. Rómulo Jordán Sotelo

Diseño de carátula

Diagramación: Rómulo Jordán Sotelo y Emira Antonietti Villalobos

© 1996. Instituto del Mar del Perú

Esquina Gamarra y General Valle

Apartado Postal 22

Callao, PERU

Teléfono 429.7630 / 420.2000

Fax (5114) 656023

E-mail: imarpe+@amauta.rcp.net.pe.

Hecho el depósito de ley.

Reservados todos los derechos de reproducción total

o parcial, la fotomecánica y los de traducción.

ISSN: 0378-7699 (International Center for the Registration of Serials, Paris).

Impresión: VISUAL SERVICE SRL.

José de la Torre Ugarte 433 - Lince.

Teléfono 442.4423

SITUACION DE LOS RECURSOS ANCHOVETA (*Engraulis ringens*) Y SARDINA (*Sardinops sagax*) A PRINCIPIOS DE 1994 Y PERSPECTIVAS PARA LA PESCA EN EL PERU, CON PARTICULAR REFERENCIA A LAS REGIONES NORTE Y CENTRO DE LA COSTA PERUANA*

JORGE CSIRKE¹, RENATO GUEVARA-CARRASCO², GLADYS CÁRDENAS²,
MIGUEL ÑIQUEÑ² Y ANDRÉS CHIPOLLINI²

RESUMEN

Se analizan los cambios en los niveles poblacionales de anchoveta (*Engraulis ringens*), entre 1961-1994 y sardina (*Sardinops sagax*) entre 1978-1994, en la parte del mar peruano comprendido entre los 03°23'S y los 14°S. Los resultados de los análisis de cohortes y la observación de información complementaria indican que la población de anchoveta muestra una tendencia ascendente, habiendo alcanzado niveles de biomasa total próximos a los 10 millones de toneladas, y encontrándose en recuperación luego de los valores mínimos históricos alcanzados entre 1975-1984. La sardina en cambio, ha venido disminuyendo desde 1987. Se analizan los cambios y fluctuaciones en la abundancia de estas dos especies, y se postula la ocurrencia de un cambio de "régimen" poblacional para la anchoveta, cuya población se encontraría en un nivel todavía no bien consolidado, entre un régimen medio, correspondiente al nivel de las fases de pre y post colapso, y un nivel de máxima abundancia. Se analizan las causas probables de la declinación del stock de sardina y se dan recomendaciones para el ordenamiento de la pesquería a corto y mediano plazo de estas dos especies.

Palabras clave: Anchoveta, Sardina, Cambios de Régimen, Abundancia, Ecosistema de Afloramiento Peruano, Pelágicos Pequeños, Evaluación de Recursos, Dinámica de Poblaciones.

ABSTRACT

An analysis is made of the fluctuations and changes in stock size of anchovy (*Engraulis ringens*) and sardine (*Sardinops sagax*) in Peruvian waters, between 03°23'S and 14°S during 1961-1994 and 1978-1994 respectively. Results of cohort analysis and other complementary information show that the anchovy stock is in an increasing trend, and had reached a total biomass close to 10 million tons after the minimum historic levels recorded in 1975-1984. Sardine has been decreasing since 1987. The fluctuation and changes in the abundance of these two stocks are discussed. A regime change is hypothesized for the anchoveta, suggesting that this stock is in a transitional stage, between an intermedian population level equivalent to that of the pre and post collapse stage, and a maximum abundance level. Possible causes for the decline of the sardine stock are discussed, and some suggestions and guidelines for the short and mid-term management of this two stocks are given.

Key words: Anchovy, Peruvian Anchoveta, Sardine, Regime Changes, Abundance, Peruvian Upwelling Ecosystem, Pelagic stocks, Stock Assessment, Population Dynamics.

* Esta publicación se basa en un informe de asesoramiento al Gobierno Peruano, presentado en junio de 1994, como resultado de la colaboración entre la FAO y el IMARPE, auspiciada por el proyecto TCP/PER/4451 de "Ordenación de la Pesquería". Este informe fue entregado para publicación en setiembre de 1995.

(1) FAO, Departamento de Pesca, 00100 Roma, Italia

(2) Instituto del Mar del Perú (IMARPE), Apartado 22, Callao, Perú

INTRODUCCION

Hasta principios de los años '70 la pesquería industrial peruana estuvo dominada por la anchoveta (*Engraulis ringens*), que en su momento de máximo apogeo llegó a representar más del 95% de las capturas del país, y más del 15% de las capturas mundiales. Esta significativa contribución a las capturas del Perú y del mundo fue posible por la gran abundancia que llegó a desarrollar y la dominancia que ejerció durante varios años en el ecosistema del mar peruano. Sin embargo, desde mediados de la década del '70, con la disminución de la anchoveta, cobraron mayor importancia otras especies pelágicas entre las que destacó por su abundancia y contribución a las capturas totales la sardina (*Sardinops sagax*).

En los últimos años han aparecido indicaciones de que el balance poblacional anchoveta-sardina se estaría revirtiendo, lo que constituye un fenómeno de gran interés para la comunidad científica y es un cambio de la máxima importancia para la pesquería industrial peruana. Por ello, en el presente estudio se analiza la información y los datos disponibles con la finalidad de documentar los recientes cambios en las poblaciones de anchoveta y sardina, y asesorar al Gobierno sobre las posibilidades de captura y posibles estrategias a seguir para la explotación y ordenación de estas pesquerías a corto y mediano plazo. Estos análisis se centran sobre todo en la situación de la población y pesquerías de anchoveta y sardina de las regiones Norte y Centro de la costa peruana (3°23'S-14°00'S), aunque se hacen algunas proyecciones incluyendo la región Sur del país.

El colapso de la pesquería de anchoveta

Durante los años '60 la anchoveta alcanzó niveles de biomasa total promedio que de un año a otro fluctuaron entre 10 y 15 millones de toneladas, rindiendo capturas anuales que llegaron a superar los 10 millones de toneladas sólo en la región Norte-Centro. A partir de 1972 la abundancia del recurso disminuyó drásticamente, y la pesquería colapsó con serias consecuencias socio-económicas para el país.

El rápido colapso de la pesquería de anchoveta fue desencadenado por la acción combinada de la sobre-pesca y las anomalías causadas por un fenómeno "El Niño" de fuerte intensidad. Este fue "El Niño" de 1972-73, que se produjo cuando en el país ya se había desarrollado una situación de sobre-inversión en el sector pesquero industrial, con el consiguiente sobre-dimensionamiento de su capacidad de captura y procesamiento. Esto llevó a sobre-explotar el recurso aún cuando había claras indicaciones de que estaba disminuyendo rápidamente. La situación del recurso y de la pesquería de anchoveta se agravó aún más hacia fines de los años '70 e inicio de los años '80. Con la ocurrencia de otro fenómeno "El Niño" de extraordinaria intensidad en 1982-83 y con la persistencia de las condiciones de sobre-dimensionamiento de la flota y de las fábricas de harina y aceite de pescado. Estas, aunque viejas y en mal estado de conservación, mantenían una capacidad de captura y procesamiento varias veces superior a la capacidad de producción máxima del recurso.

Relación sardina-anchoveta

Los efectos negativos del colapso de la pesquería de anchoveta fueron en parte alivia-

dos por el aumento de sardina, tanto en el ecosistema del mar peruano como en las capturas. El aumento de la sardina en el Perú se inicia a partir de 1973 (ZUZUNAGA, 1985) y coincidió con la expansión del área de distribución y de la abundancia de este recurso en el Perú, Ecuador y Chile. El aumento de esta especie en el Pacífico Sur-oriental coincidió con el aumento de las poblaciones de otras especies pertenecientes al mismo género (*Sardinops*) en la cuenca del Océano Pacífico, tales como la sardina de California (*S. caeruleus*) frente a las costas de México y del sur-oeste de los Estados Unidos, y la sardina japonesa (*S. melanostictus*) frente a las costas de Japón.

La sintonía en la fluctuación de estas tres especies de sardina fue puesta de manifiesto por primera vez por KAWASAKI (1983), y aunque al principio fue vista con escepticismo, con los años ha ido cobrando más fuerza su hipótesis de la sintonía en la fluctuación de las tres especies de sardina en la cuenca del Océano Pacífico. En los últimos años la comunidad científica internacional ha tenido la oportunidad de observar y documentar la fase ascendente, y ahora la fase descendente de un segundo pulso en la fluctuación de estas tres especies de sardina, y además se ha observado que las fluctuaciones de estas poblaciones coinciden con aquellas en sentido inverso de poblaciones locales de anchoveta (género *Engraulis*).

Se ha planteado por ello que existe una alternancia en los niveles de biomasa y en la extensión de las áreas de distribución de sardina (*S. sagax*) y anchoveta peruana (*E. ringens*) en el Pacífico Sur-oriental, de sardina de California (*S. caeruleus*) y anchoveta de California (*E. mordax*) en el Pacífi-

co Centro-oriental, y de sardina japonesa (*S. melanostictus*) y anchoveta japonesa (*E. japonicus*) en el Pacífico nor-occidental. Además, se ha notado que las poblaciones de sardina y anchoveta en el sistema de la Corriente de Benguela en el Atlántico Sud-oriental también presentan este tipo de alternancia en la abundancia, que LLUCH-BELDA *et al.* (1989, 1992) denominan "cambios de régimen", aunque en el sistema de la Corriente de Benguela estos cambios de régimen ocurren desfasados en el tiempo, lo que resulta en fluctuaciones de fase contraria al de las especies de sardina y anchoveta en la Cuenca del Pacífico.

Si esta alternancia en la abundancia de poblaciones de sardina y de anchoveta en áreas tan distantes fuera producida por causas independientes de la pesca, y fuera atribuida principalmente a causas naturales, sería de esperar que estos cambios también hubieran ocurrido en anteriores épocas geológicas, cuando el posible impacto de la pesca era despreciable. Sin embargo, los análisis de la presencia de escamas de estas especies en sedimentos anóxicos de los fondos marinos no son concluyentes a este respecto. Los análisis de escamas de anchoveta y sardina en sedimentos de los fondos marinos frente a California (SOUTAR and ISAACS, 1974; BAUMGARTNER *et al.*, 1992) indican que estas dos especies han experimentado grandes fluctuaciones en el pasado, pero no hay evidencias claras de que estas fluctuaciones se hayan ido alternando. Esta teoría tampoco encuentra mucho apoyo en los estudios de sedimentos de la plataforma continental frente a la costa peruana, tomados de un muestreo a los 14°S (DE VRIES and PEARCY, 1982). Según la abundancia de escamas en este muestreo, la anchoveta aparece constantemente como

especie dominante, con apariciones esporádicas y aisladas de sardina.

Existen sin embargo fuertes evidencias de la gran variabilidad de estas poblaciones de pequeños pelágicos, y que al menos en algunos casos el aumento de una de ellas viene acompañado de la disminución de la otra. En el sistema de la Corriente de Kuroshio, en el Pacífico noroccidental, ha colapsado la pesquería de sardina japonesa mientras que se reporta la aparición de grandes cardúmenes de anchoveta. En el sistema de la Corriente de California, en el Pacífico centro-oriental, la pesquería de anchoveta de Ensenada (Méjico) ha colapsado, mientras que se ha registrado un aumento de la captura de sardina frente a California. Dentro del Golfo de California ha colapsado hace varios años la pesquería de sardina, mientras que la anchoveta que fue reportada dentro del Golfo recién a partir de 1986, ya está dominando la pesquería en la zona. En el sistema de la Corriente de Benguela, en el Atlántico sud-oriental, la sardina está reemplazando a la anchoveta en las capturas comerciales y en la dieta de las aves marinas. En el sistema de la Corriente Peruana de Humboldt en el Pacífico sud-oriental, la sardina ha disminuído notablemente desde 1985 frente a Ecuador y Chile. En Chile, donde constituyó la pesquería principal por varios años, la sardina ha colapsado, y han comenzado a aumentar las capturas de anchoveta. En el Perú han aumentado también las capturas de anchoveta y han ido disminuyendo paulatinamente las de sardina. Se ha observado también que en el Perú, desde mediados de los años '80, las áreas de distribución y concentración de sardina han disminuído paulatinamente, mientras que han ido aumentando las áreas de anchoveta, de acuerdo a la información del IMARPE.

SITUACION DE LA POBLACION DE ANCHOVETA

En base a los datos de la pesquería se ha hecho una evaluación de la población de anchoveta por año biológico (octubre-septiembre) desde 1961 hasta 1993, usando el método de Análisis por Cohortes propuesto por POPE (1972), con la modificación de MACCALL (1986), desarrollado en una hoja de cálculo. Este método permite reconstruir la historia de la vida de la población por año o estación de pesca en base a la información de captura en número de individuos por grupos de edad, si se conocen además algunos parámetros vitales tales como la mortalidad natural (M), el peso promedio por grupo de edad, y se dispone de estimados del coeficiente de mortalidad por pesca (F) terminal para la última cohorte en cada año y para cada cohorte en el último año.

Base de datos e información

Para estos análisis se han usado los datos de longitud-captura para los años 1961-1986 de TSUKAYAMA Y PALOMARES (1987) y PAULY Y PALOMARES (1989), actualizados a 1993 con los datos de longitud-captura disponibles en el Instituto del Mar del Perú (IMARPE). A diferencia de PAULY Y PALOMARES (1989), que usaron el programa ELEFAN para hacer sus análisis en base a longitudes, en este caso se han convertido las frecuencias por intervalos de longitudes a frecuencias por grupos de edad, usando una clave talla-edad *ad hoc* para cada período de años homogéneos. Estas claves talla-edad fueron construidas realizando primero, la identificación y el seguimiento de las modas de las frecuencias de tamaños mensuales, y luego se les asignaron las edades correspondientes, relativas a cada período de desove, has-

ra su desaparición de la pesquería¹. Cuando hubo información disponible, las lecturas de tamaños modales fueron complementadas con lecturas de otolitos.

Para el Análisis por Cohortes se ha usado un valor de mortalidad natural semestral $M=0.5$ ($M=1.0$ anual) para los años biológicos (octubre/septiembre) de 1961 a 1972, y de 1975 a 1982. En la fase final y después de fenómenos de "El Niño" de fuerte intensidad, como en los años 1972 (octubre) a 1975 (septiembre) y de 1982 (octubre) a la fecha, se ha reducido la mortalidad natural en un 20% (a un valor anual de $M=0.8$). Esta reducción en el valor de M pretende tener en cuenta la gran mortandad de depredadores de la anchoveta (sobre todo de aves guaneras) que causan los fenómenos de "El Niño", y que aún bajo condiciones favorables demoran mucho más que la anchoveta en recuperarse.

Hay evidencias de que cada año ingresan a la población hasta dos cohortes, pero luego de un año de vida éstas son muy difíciles de distinguir por su poca diferencia en edad y tamaños modales. Por ello, las dos cohortes de cada año biológico se han agrupado por clases anuales, asignándoles como fecha de nacimiento única (o inicio de la edad 0) el 1º de octubre. Esta se ha tomado como fecha media teniendo en cuenta que el desove de anchoveta se prolonga de julio a marzo, con hasta dos picos máximos de desove distinguibles por lo general en agosto y febrero. El seguimiento y agrupación final de las clases anuales y los cálculos del Análisis por Cohortes se han hecho por semestres, que en cada

año biológico van de octubre a marzo, y de abril a septiembre, respectivamente.

Para los años 1961 a 1985, las F terminales para el último grupo de edad - que normalmente es la edad III en el segundo semestre (abril/septiembre) - se han sintonizado usando el promedio de las F semestrales calculadas para los mismos años entre las edades I (primer semestre) y III (primer semestre). Para los años 1985 a 1993 se ha empleado el promedio de las F calculadas entre las edades I (segundo semestre) y III (primer semestre). Este desfase al segundo semestre en la edad I a partir de 1985 se ha hecho teniendo en cuenta la predominancia de individuos de mayor talla (y de mayor edad) en las capturas de estos últimos años. Como F terminal por edades para el último semestre en el último año se han usado las F promedio de las mismas edades entre los años de 1986 a 1991.

Estimados del Análisis por Cohortes

En las Figuras 1 y 2 se presentan los principales estimados obtenidos mediante el Análisis por Cohortes. Para cada año biológico (octubre/septiembre), en la Figura 1 se han representado la biomasa de individuos adultos (edades 0.5+) y la biomasa de reclutas (edad 0 en abril), y en la Figura 2 se ha representado la biomasa total explotable, o de post-reclutas (edades 0.5+) y la captura total en toneladas métricas.

Aunque con ciertas diferencias en los valores absolutos debido fundamentalmente a la distinta metodología aplicada, las tendencias y fluctuaciones de los estimados obtenidos en esta oportunidad coinciden en líneas generales con los obtenidos por PAULY AND PALOMARES (1989), que analizan datos hasta el año 1984.

¹ Cueva-Carrasco, R. y M. Ñiquen. Análisis de las frecuencias de tamaños de anchoveta (stock norte-centro) y construcción de claves talla edad para el periodo 1965-1993 (En preparación)

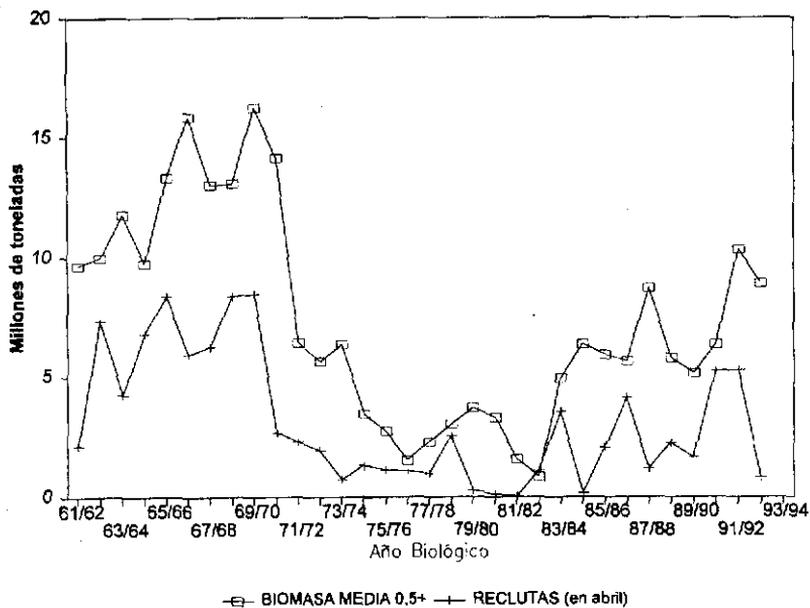


Figura 1: Biomasa Total Promedio de Anchoveta Adulta (Edades 0.5 +) y de Reclutas (Edad 0 en abril), estimados por Análisis de Cohortes, por Año Biológico (Octubre y Setiembre), entre los años 1961-1993, región Norte - Centro.

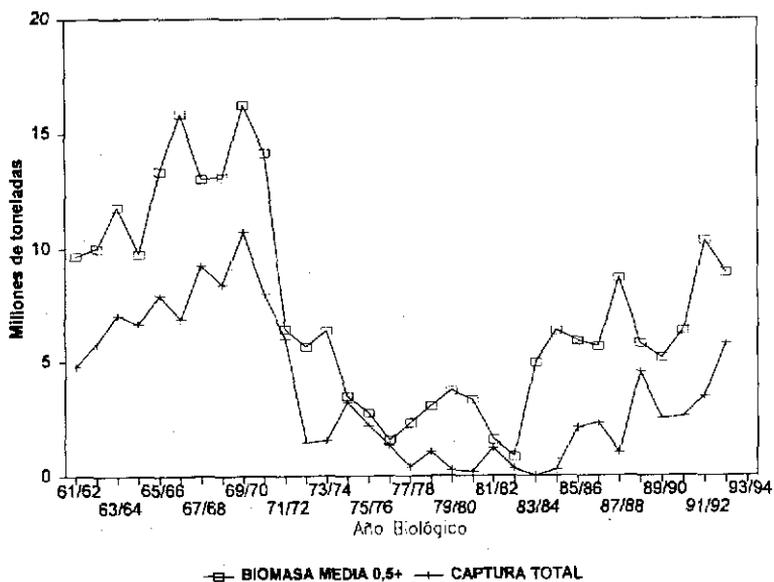


Figura 2: Captura Total y Biomasa Promedio Total de la Población Exportable de Anchoveta (post-reclutas, edad 0.5+) estimados por Análisis de Cohortes, por Año Biológico (octubre / setiembre) entre los años 1961-93, región Norte - Centro.

Un aspecto interesante de los estimados más recientes, actualizados a 1993, es que desde el año 1981/82 hay una clara tendencia ascendente en los estimados de la población de anchoveta. Aunque con marcadas fluctuaciones de un año a otro, típica de este tipo de recursos, tanto la biomasa de reclutas como la biomasa promedio de adultos tienen una tendencia ascendente, que se refleja también en las capturas totales. Esta observación contribuye a reafirmar la hipótesis de una recuperación de la población de anchoveta, que de consolidarse la llevaría a alcanzar los niveles que tuvo en los años 1960.

Por el Análisis por Cohortes se ha estimado también la mortalidad por pesca (F) para cada año y grupo de edad. En la Figura 3 se presentan las F (semestrales) promedio para cada edad por quinquenios de 1961 a 1990. El vector de F por grupo de edad y semestre para el quinquenio 1986 a 1991 es el que se ha usado para la

sintonización de las F terminales por edad en el último año (1992/93) en el Análisis por Cohortes. En el mismo gráfico se han incluido los valores de F (semestral) promedio para los individuos adultos (edad 1 ó más) por quinquenios.

Cabe destacar que los valores de F promedio durante los años 1986/91 son significativamente superiores a los correspondientes a los años 1976/86, en que el recurso estuvo colapsando, pero todavía se mantienen por debajo de los valores promedio de los años 1961 a 1976, años en que el recurso fue plenamente explotado, y sobre-explotado en algunos años. La experiencia e información de estos años deberá servir como referencia para fijar un límite máximo para el nivel de mortalidad por pesca (F) que será posible aplicar en los próximos años si se quiere evitar, o al menos reducir, la posibilidad de un nuevo colapso por sobre-pesca del recurso.

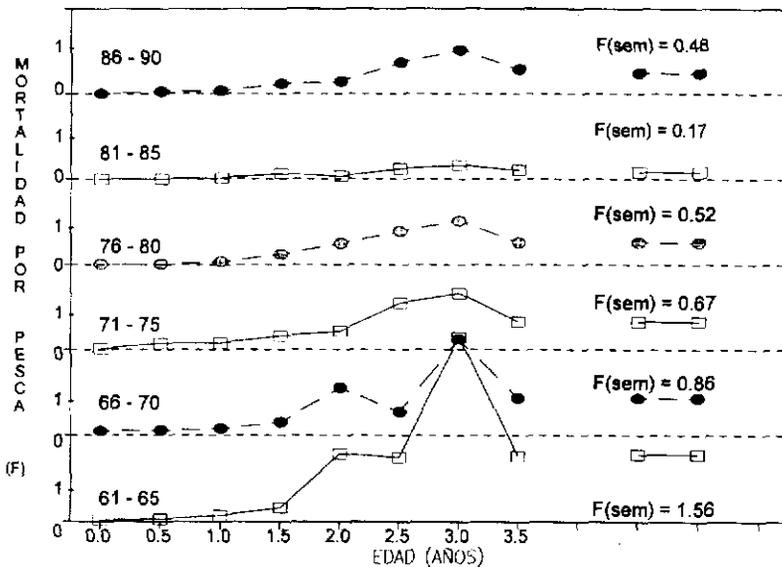


Figura 3: Mortalidad por Pesca (F) promedio semestral, por grupos de edad y años, 1961-1991, ponderada por la abundancia; y F semestral promedio por las edad 1+, de la Anchoveta región Norte - Centro.

El método de Análisis por Cohortes no permite estimados actualizados del tamaño de la población, los cuales sólo son posibles haciendo una proyección de la sobrevivencia y crecimiento de cada cohorte en la población en base a la información histórica disponible, y los estimados más recientes de la población remanente por cohortes. A ello habrá que agregar un estimado del tamaño posible de cada nueva cohorte (o reclutamiento) que ingresa a la población cada año. El reclutamiento para cada año puede ser estimado en base al valor promedio del reclutamiento observado los años anteriores, mediante estimaciones directas de la abundancia total o porcentaje de reclutas del año en relación al total de la población en el mismo año, o aplicando una curva de stock/reclutamiento con fines predictivos. Sin embargo, sobre esta última posibilidad, como se puede apreciar en la Figura 4, será sumamente

difícil ajustar una curva stock/reclutamiento para estos fines con los datos disponibles.

Estimados por el método electro-acústico

Entre los meses de enero y marzo de 1994, el IMARPE realizó un crucero de evaluación, que empleando el método electro-acústico hizo una estimación de la biomasa de anchoveta del orden de 13.5 millones de toneladas para todo el litoral y 8.5 millones para las regiones Norte y Centro (IMARPE, 1994; FOOTE, 1994). Aunque por motivos de la metodología empleada y las limitaciones del equipamiento disponible hay dudas respecto al valor absoluto de estos estimados de biomasa, los mismos mantienen su valor como índices relativos de la abundancia, y al menos para los últimos tres años son plenamente comparables (FOOTE, 1994).

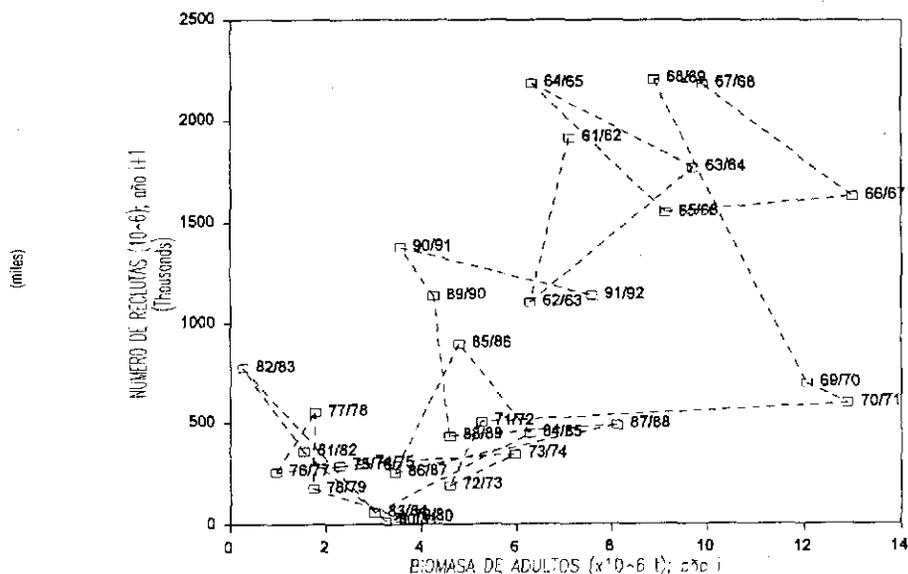


Figura 4: Relación entre el Stock Desovante (Biomasa Media de Adultos, edades 1+, año i) y el número de reclutas (edades 0.5 en abril, año i+1) de la Anchoveta, años 1961 a 1993, región Norte - Centro.

Los estimados de acústica para los últimos años indican que en enero-marzo de 1994 la biomasa total de anchoveta en las regiones Norte y Centro fue casi 2.5 veces más que la biomasa en la misma época en 1993, y un 25% mayor que en 1992. Esta observación contribuye a corroborar la tendencia ascendente de la población de anchoveta ya puesta en evidencia por otras fuentes de información.

Los muestreos realizados durante el crucero de evaluación acústica también indican que a febrero/marzo de 1994, el 23% en peso de la población muestreada, y el 39.2% en número fueron individuos menores de 12 cm, que corresponderían a los reclutas del año. Según estos porcentajes, el reclutamiento en 1994 sería mayor que el de 1993 (año de un reclutamiento bajo de la cohorte 92/93), y alrededor de la mitad del de

1992 (cohorte 91/92), año en que se produjo uno de los reclutamientos más altos de los últimos años.

Potencial de captura

En base a los nuevos estimados poblacionales obtenidos por el Análisis por Cohortes se ha repetido y actualizado el análisis de la relación entre la biomasa promedio y la mortalidad por pesca realizados por CSIRKE (1989) para los años 1960 a 1982. En la Figura 5 se han graficado los estimados anuales de biomasa explotable promedio, constituida por individuos post-reclutas (edades 0.5+) contra la mortalidad por pesca anual promedio para los mismos años. Agrupando los datos por años con características más o menos homogéneas, se pueden apreciar los tres niveles o "regímenes" poblacionales por

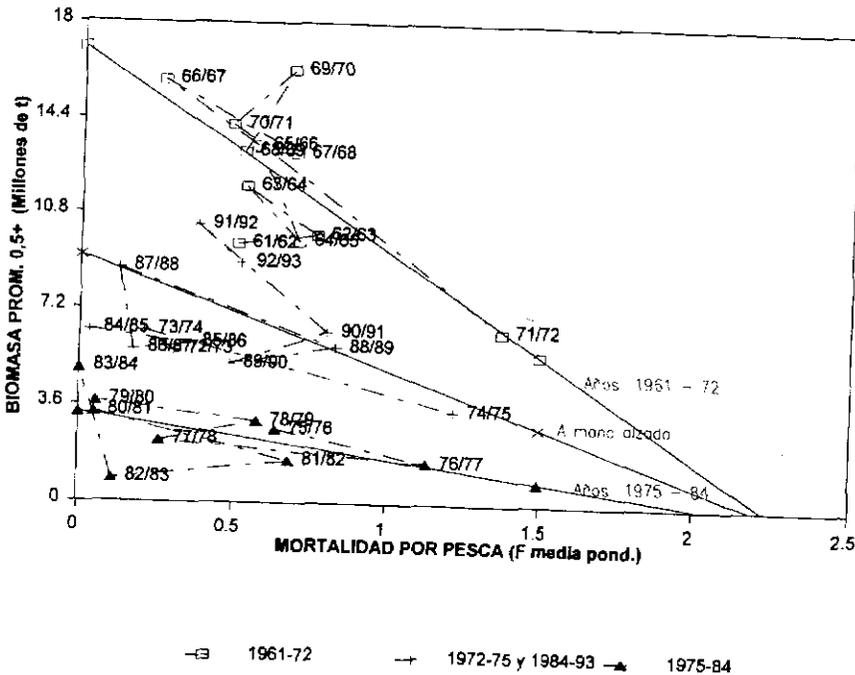


Figura 5: Relación entre la Biomasa Promedio de la Población Explotable (edades 0.5+) y la Mortalidad por Pesca (F anual promedio ponderada), para tres posibles Regímenes Poblacionales de la Anchoveta, región Norte-Centro, años 1961 a 1993.

los cuales ha pasado la población de anchoveta en los últimos treinta años.

Se puede apreciar que entre 1961 y 1972 la población de anchoveta se mantuvo a sus niveles máximos con una "capacidad de carga" o nivel de referencia de la población total media máxima, o biomasa total media al estado virgen (B_{∞}), equivalente a 17.1 millones de toneladas. Aparentemente, a raíz del fenómeno de "El Niño" de 1972-73, otros cambios ambientales menos perceptibles, y las condiciones de sobre-pesca que como ya se mencionó prevalecieron en esa época, se produce el colapso de la población entre 1971/73, situación que redujo a la población a un nuevo "nivel de equilibrio" con un nivel de referencia de biomasa máxima o biomasa al estado virgen (B_{∞}) estimado en sólo 9.2 millones de toneladas.

La población de anchoveta se mantuvo en este nuevo nivel de equilibrio entre 1972 y 1975, año en que nuevamente se sometió al recurso a una pesca excesiva, con una F_{anual} promedio de 1.25. Debido a ésta y otras condiciones adversas, la población colapsa nuevamente hacia un nivel de referencia de B_{∞} de sólo 3.3 millones de toneladas. Según ilustra la Figura 5, la población de anchoveta se mantuvo a este bajo nivel de equilibrio por un período de casi diez años (de 1975 a 1984) para dar signos de "recuperación" a partir de 1984, volviendo al nivel anterior de $B_{\infty}=9.2$ millones de toneladas. Nivel en el que se ha mantenido hasta 1994.

Con respecto a este período, cabe destacar que luego de "El Niño" de 1982/83 la pesquería de anchoveta estuvo prácticamente paralizada durante 36 meses. Luego se siguieron aplicando medidas más o menos drásticas de regulación del esfuerzo pesque-

ro, las que en general fueron bien acatadas por la flota debido en parte a la alta disponibilidad de sardina. Todo ello en definitiva ha contribuido a la recuperación paulatina de este importante recurso.

Aparentemente, desde 1993 la población de anchoveta se encuentra en el proceso de pasar del nivel de los años 1972-75 y 1984-93, al nivel de los años 1961-72, al que correspondería una B_{∞} equivalente a 17.1 millones de toneladas. Ello permitiría en un futuro capturas superiores a las obtenidas en los últimos años. Según estas observaciones, la población de anchoveta se encuentra pasando de un nivel (con $B_{\infty}=9.2$, $r=2.19$ y $F_{\text{max}}=1.09$) que le habría permitido mantener una captura máxima sostenible del orden de los 5.0 millones de toneladas por año, a un nivel que (con $B_{\infty}=17.1$ millones, $r=2.23$ y $F_{\text{max}}=1.12$) le permitiría rendir una captura máxima sostenible más alta, del orden de los 9.5 millones de toneladas por año como promedio máximo.

Estas cifras de captura máxima potencial de 9.5 millones y $F_{\text{max}}=1.12$ podrían ser empleadas como niveles de referencia para fijar los límites de captura total permisible y, sobre todo, de mortalidad por pesca máxima para la región Norte y Centro durante los próximos años, siempre y cuando se concrete y mientras perdure este nivel de abundancia o régimen del recurso. Al ocuparse del más largo plazo habrá que tener en cuenta que las experiencias e información acumuladas hasta la fecha indican que éstos son recursos sujetos a fluctuaciones periódicas más o menos marcadas. Por ello, para aprovechar al máximo estas fluctuaciones, y reducir al mínimo sus efectos negativos, es necesario adoptar una estrategia de ordenación de la pesca, que complementada con

los medios más adecuados disponibles para el monitoreo e investigación pesquera permitirían ir regulando las capturas y la mortalidad por pesca (y el esfuerzo de pesca y capacidad de captura de la flota) para irse adaptando a las fluctuaciones del recurso.

Para el más corto plazo habrá que tener en cuenta la incertidumbre sobre los procesos ambientales que pueden afectar esta fase de crecimiento de la población de anchoveta, principalmente los niveles del reclutamiento, debido a que todavía no se tiene plena certeza de que el paso de un nivel a otro se haya completado. Por ello sería recomendable que el nivel de captura máxima se ubique entre los 5.0 y los 9.5 millones de toneladas, que corresponden a los dos niveles o regímenes antes mencionados.

Ordenación de la pesca

Las posibles relaciones entre la captura total de equilibrio y la mortalidad por pesca (F) para cada uno de estos niveles de abundancia o "regímenes" de la anchoveta se ilustran en la Figura 6, donde además se han graficado los valores observados de captura total y de mortalidad por pesca (F) estimados para cada año desde 1961 a 1993. La agrupación por años y los datos y parámetros poblacionales son los mismos que los de la Figura 5.

Para cada una de estas curvas teóricas de equilibrio es posible ubicar el nivel máximo de captura (o Rendimiento Máximo Sostenible, RMS), y el nivel de mortalidad por pesca (F) necesario para alcanzarlo. Estos valo-

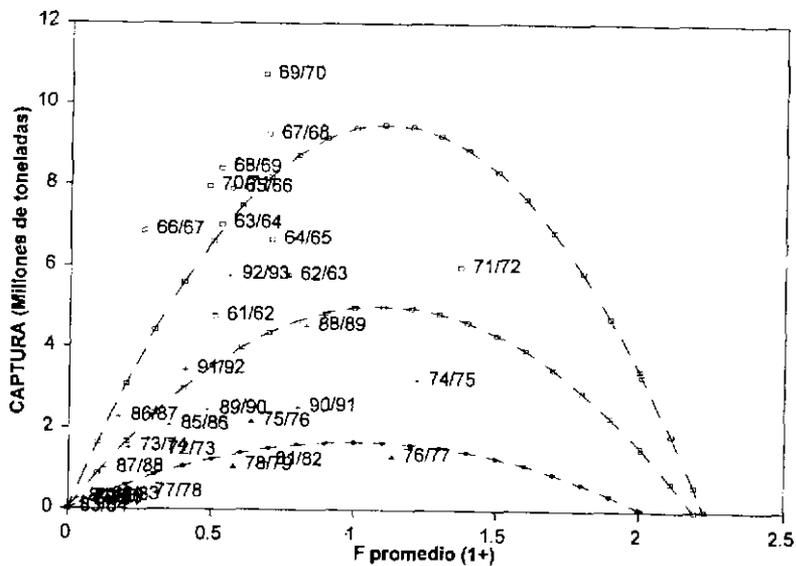


Figura 6: Relaciones entre la Captura total de Equilibrio y la Mortalidad por Pesca para tres posibles regímenes poblacionales de la Anchoveta entre 1961 y 1993, región Norte - Centro.

res son: $FRMS=1.12$ y $RMS=9.5$ millones de toneladas para el período 1961-72; $FRMS=1.09$ y $RMS=5.0$ millones de toneladas para los períodos 1972-75 y 1984-93; y, $FRMS=1.01$ y $RMS=1.7$ millones de toneladas para el período 1975-84.

Como se puede apreciar, la mayor parte de los puntos observados aparecen al lado izquierdo de los máximos de las respectivas curvas de captura de equilibrio. Ello indica que durante todos estos años la población de anchoveta habría sido sometida a niveles de explotación (F) que por lo general han sido inferiores a los necesarios para lograr el RMS, aunque en casi todos los casos ello ha significado capturas sólo ligeramente inferiores al máximo. Esta es por lo general una de las estrategias más indicadas en la ordenación de recursos pesqueros, estrategia que lamentablemente fue aplicada sólo en parte, como lo demuestran los tres puntos que aparecen a la derecha de estas curvas, y que constituyen claros indicadores del nivel de sobre-explotación a que se sometió al recurso en los años 1971/72, 1974/75 y 1976/77. Aparentemente, la sobre-explotación en estos años fue suficiente para causar, o por lo menos contribuir en forma significativa a agravar el colapso y la drástica disminución de los niveles de abundancia (y de las capturas) de anchoveta en los años que siguieron.

Al parecer, las medidas de regulación aplicadas en el pasado lograron durante varios años uno de los objetivos de la ordenación pesquera, que es la limitación de la mortalidad por pesca. Ello se logró sobre todo con limitaciones forzadas (vedas, semanas cortas, cuotas de captura, etc.) o involuntarias (huelgas, desperfectos, falta de pesca, etc.) que redujeron la intensidad de pesca, o el número

efectivo de viajes o días de pesca. Sin embargo no se actuó oportunamente para evitar el excesivo crecimiento del poder de pesca o tamaño total de la flota.

El efecto inmediato de una flota sobre-dimensionada es la reducción de la tasa de captura y el número total de viajes por barco o unidad de pesca, aspecto que tiene consecuencias económicas negativas fácilmente demostrables tanto a nivel global, como a nivel de cada unidad de pesca. El sobre-dimensionamiento de la flota crea además una fuerte presión por seguir pescando, sobre todo en las épocas de crisis, lo que también tiene efectos negativos ya demostrados para la conservación de los recursos y la sostenibilidad de la pesca misma. El sobre-dimensionamiento excesivo de la capacidad instalada de procesamiento crea también un efecto parecido de presión por seguir pescando, aunque si las regulaciones pesqueras son suficientemente efectivas para mantener el esfuerzo de pesca (y la mortalidad por pesca) bajo control, esta presión no será transferida tan fácilmente al recurso. Sin embargo, tanto por la necesidad de prevenir la sobre-explotación del recurso, como para asegurar una más alta rentabilidad al sector, es recomendable mantener tanto la capacidad de captura como la capacidad de recepción y procesamiento dentro de límites aceptables.

Es práctica común que en base a los cálculos de las capturas de equilibrio, de la captura máxima sostenible y de la mortalidades por pesca correspondientes, se fijen cuotas de captura y los límites de esfuerzo pesquero nominal adecuados para asegurar la conservación y la óptima explotación de los recursos pesqueros. Pero la

adecuada ordenación de la pesca debe también asegurar niveles razonables de rentabilidad tanto para el país como para quienes participan directamente en la pesca.

SITUACION DE LA POBLACION DE SARDINA

Se ha hecho una evaluación de la población de sardina por años, entre 1978 y 1993 con el método de análisis de población virtual (APV), empleando el programa ANACO (MESNIL, 1988). Al igual que el análisis de cohortes, el APV permite reconstruir la historia de la vida de la población por año o estación de pesca en base a la información de captura en número de individuos por grupos de edad, siempre que se cuente con estimados de otros parámetros vitales tales como la mortalidad natural (M), peso promedio por grupo de edad (para estimar la población en peso), y estimados de F terminal para la última cohorte en el último año. Aunque no se han usado en el proceso de sintonización del APV, se ha dispuesto también de información complementaria sobre índices de abundancia y áreas de distribución de sardina provenientes de cruceros de investigación acústica y de huevos y larvas.

Base de datos e información

Para aplicar el APV se han empleado los datos de longitud-captura para los años 1978 a 1993 colectados por el IMARPE a través de sus programas normales de muestreo de las capturas comerciales. Estos datos de longitud-captura se han convertido a edad-captura empleando las claves talla-edad de CÁRDENAS (1987). Para el APV se ha usado un valor constante de mortalidad natural de $M=0.4$ anual. Todos los cálculos se han hecho en base a año calendario, y las F termi-

nales para el último grupo de edad, que en todos los años observados corresponde a la edad 8+, se han sintonizado usando el promedio de las F anuales calculadas para los mismos años entre las edades 4 y 6.

Estimados del Análisis de Población Virtual

En la **Figuras 7 y 8** se presentan los principales estimados del tamaño de la población de sardina por años, entre 1978 y 1993. En la figura 7 se incluyen los estimados de biomasa de adultos (edades 3+) y la captura total por años, y en la figura 8 los estimados de biomasa desovante y biomasa de reclutas. Estos estimados poblacionales coinciden en indicar la tendencia descendente de la población de sardina en los últimos años.

Según estos resultados, la población explotable de sardina habría aumentado desde 1978, manteniéndose a un nivel medio de 5.0 millones de toneladas hasta 1983. A partir de ese año la población aumenta rápidamente hasta alcanzar poco más de 10 millones de toneladas en 1987. Desde entonces, tanto la población como las capturas de sardina en las regiones Norte y Centro han venido disminuyendo hasta llegar a valores mínimos de 3.0 millones de toneladas de biomasa y 1.2 millones de toneladas de captura en 1993. Una tendencia similar, para el período 1982-1990 fue obtenida por PATTERSON et al. (1992).

La tendencia descendente que muestra la población de sardina desde 1987, es coincidente con la disminución de los índices de abundancia y la extensión de las áreas de distribución, las áreas de desove y las áreas de pesca cerca de la costa, observadas durante los últimos cruceros acústicos, los cruceros de

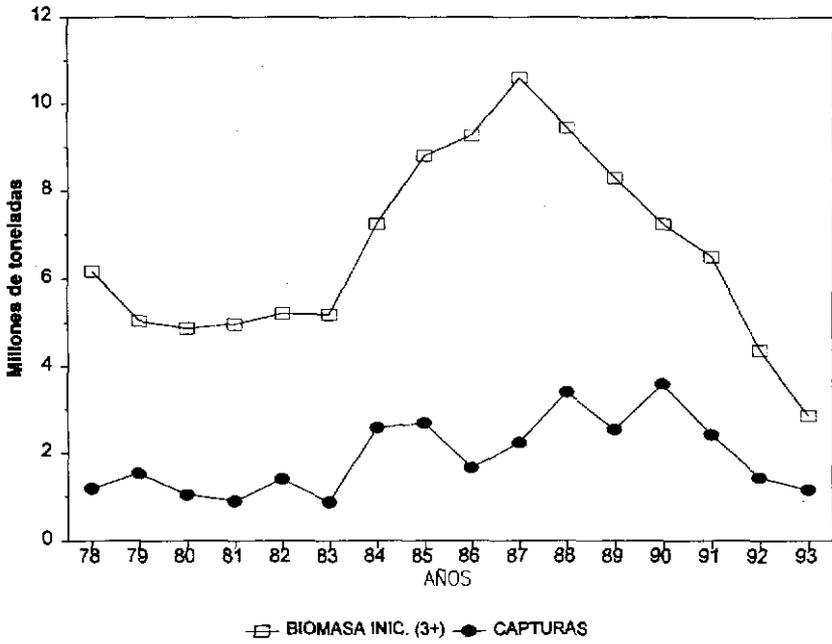


Figura 7: Captura Total y Biomasa Total de Adultos (edad 3+) de Sardina, estimada por Análisis de Población Virtual, por años, 1978 a 1993, región Norte - Centro.

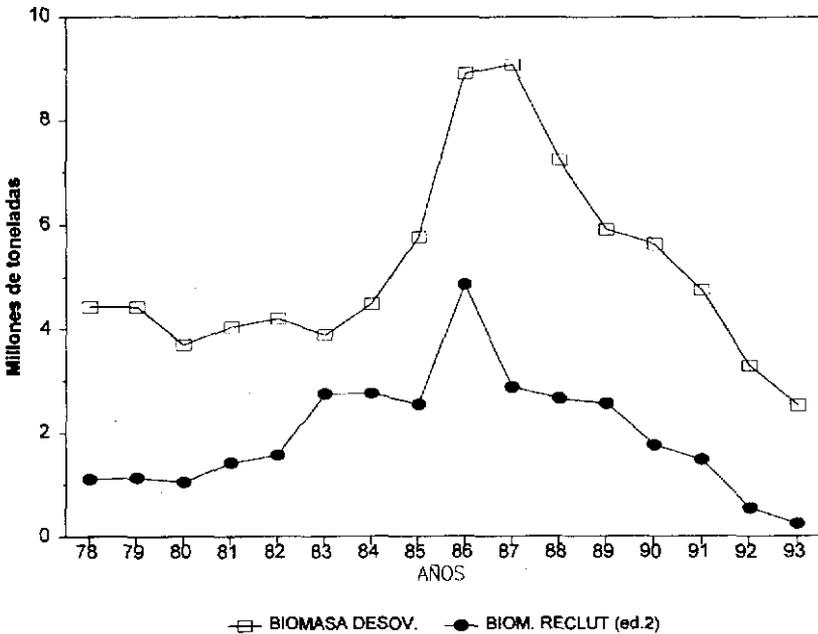


Figura 8: Biomasa de Desovantes y de Reclutas (edad 2) de Sardina, estimada por Análisis de Población Virtual, por años, 1978 a 1993, región Norte - Centro.

evaluación de huevos y larvas, y con los datos de la pesca comercial.

En la Figura 9 se presentan los estimados de mortalidad por pesca (F) anual por grupos de edad y por años. Para fines de presentación, los estimados de F promedio por edad se han agrupado por grupos de cuatro años comenzando en 1978, y se ha incluido un gráfico con los estimados promedio para el período 1978-92. En el mismo gráfico se han incluido los valores de F anual promedio para los individuos adultos (edades 3+). Los valores de F promedio por año se han calculado en base al promedio ponderado de las F por grupos de edad, donde la ponderación se ha hecho en base a la abundancia (en número) de cada clase anual. Para la sintonización de las F terminales por edad del último año (1993) en el APV se ha usado el vector de F por grupo de edad promedio de los años 1986-91.

De la observación de los valores estimados de F por edades y grupos de años se puede apreciar claramente que la pesquería se ha sustentado mayormente en la explotación de individuos adultos, y que en los individuos menores de 4 años la mortalidad por pesca observada ha sido por lo general muy baja. Este patrón de la explotación sin duda ha contribuido a asegurar una mayor sobrevivencia de los nuevos reclutas, mejorando su aporte al crecimiento y expansión poblacional de la especie, sobre todo en los primeros años cuando la mortalidad por pesca total se mantuvo a niveles razonablemente bajos. Efectivamente, entre 1978 y 1981 el F anual promedio para los individuos a partir de la edad 3 fue de sólo 0.22, que para las características poblacionales de esta especie corresponderían a niveles de sub-explotación. Entre 1982 y 1985 el F promedio subió a 0.53, que corresponde-

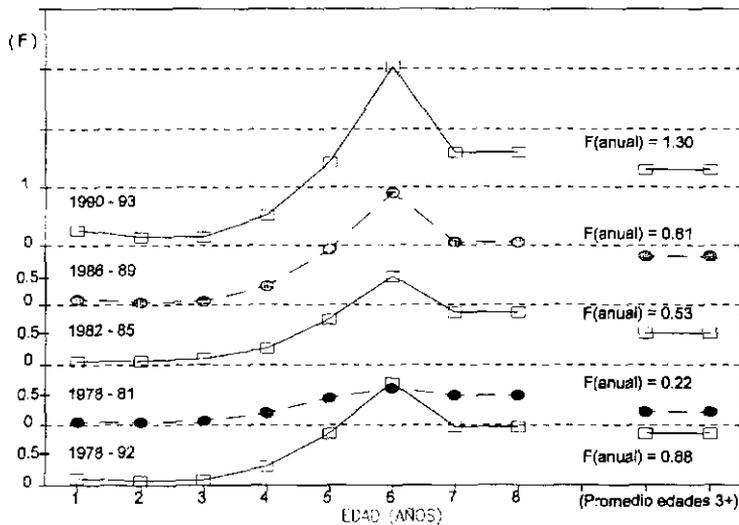


Figura 9: Mortalidad por Pesca (F) promedio anual, por grupos de edad y años, 1978 - 1993 ponderada por la abundancia; y F anual promedio de las edades 3+, de la Sardina, región Norte - Centro.

ría a niveles de explotación plena o sobre-explotación incipiente. Sin embargo, a partir del período 1986-89 la F promedio subió a $F=0.81$ y a $F=1.30$ en 1990-93, que corresponden a valores excesivamente altos para este tipo de recurso, e indican niveles de sobre-explotación del mismo.

Con la información analizada a la fecha resulta difícil precisar la medida en que la drástica reducción de los niveles de biomasa de sardina, es atribuible a causas naturales o a la sobre-explotación reportada en los últimos años. Sin embargo, resulta evidente que ha habido una contribución de ambos factores.

De lo observado en otras especies del mismo género (*Sardinops*) en la cuenca del Océano Pacífico, y de las observaciones sobre áreas de distribución y de desove de la sardina, y el evidente incremento poblacional de anchoveta en las zonas costeras, se puede deducir que hay un fuerte componente de causas naturales en la disminución de su población. Pero, sin lugar a dudas, la pesca excesiva ha contribuido a ésto.

Tomando en cuenta la importancia y el gran impacto que pueden llegar a tener las causas naturales en la fluctuación de recursos pesqueros como éste, se podría argumentar que la tendencia descendente en los niveles poblacionales de la sardina se habría desencadenado aún en la ausencia de pesca. Sin embargo, se debe resaltar que la mortalidad por pesca a que ha sido sometida la población de sardina alcanzó niveles muy altos ya desde 1982 (con un valor promedio de $F=0.64$ para los grupos de edad adultos), llegando a valores máximos superiores a $F=3.0$ para algunos grupos de edad en los años 1990 y 1991. Aunque aparente-

mente sea mayor el peso de la componente natural, habría que reconocer que este alto nivel de F debe haber contribuido por lo menos a acelerar la disminución de la población.

Para un importante sector de la pesquería peruana, como es el dedicado a la producción de harina y aceite de pescado, las menores capturas causadas por la disminución poblacional de la sardina podrían ser ampliamente compensadas por la aparente recuperación, y las mayores capturas de anchoveta. Sin embargo, para otros sectores también importantes como el de la conservería, *será muy difícil encontrar* en la anchoveta una alternativa válida para compensar las menores posibilidades de captura que se producirían por la reducción de la población de sardina. Por ello sería recomendable disminuir el impacto de la mortalidad por pesca sobre la población de sardina, reduciéndola a un nivel próximo a $F=0.4$, mayor que el valor promedio de los años 1978-81 cuando el recurso estaba todavía sub-explotado, pero menor que el valor promedio observado a partir de 1982, cuando aparecieron los primeros indicadores de una sobre-explotación del recurso.

Estimados por el método electroacústico

Durante el crucero de evaluación electroacústico realizado por el IMARPE entre enero y marzo de 1994 se hizo una estimación de la biomasa de sardina del orden de las 2.16 millones de toneladas para todo el litoral, de los cuales poco más de 2.14 millones de toneladas se encontraban en las regiones Norte y Centro (IMARPE, 1994; FOOTE, 1994). Con respecto a años anteriores, los resultados de las evaluaciones acústicas no mues-

tran una marcada disminución de la abundancia, pero sí sugieren que ha habido una marcada disminución en la extensión de las áreas de distribución y concentración de sardina. Entre 1983 y 1994 se observa una tendencia descendente en la extensión total ocupada por los distintos niveles de concentración de esta especie, por lo menos dentro de las 100 millas de la costa, según lo evidencia la información disponible en el IMARPE.

Potencial de captura y ordenación de la pesca

Como ya se mencionó, dada la tendencia descendente ya detectada en la población de sardina en las regiones Norte y Centro, y la intensa mortalidad por pesca aplicada sobre este recurso en los últimos años, será conveniente reducir la presión de pesca a niveles que permitan una mortalidad por pesca de un nivel $F=0.4$, bastante más bajo que el que se ha venido aplicando en los últimos años. Con los niveles actuales de biomasa, esto equivaldría a limitar las capturas totales por año a poco menos de 0.9 millones de toneladas métricas por año en la región Norte y Centro.

De continuar la tendencia decreciente en la población de sardina se podría hacer necesario limitar aún más la captura de esta especie, y por los grandes volúmenes que procesa, en el futuro es posible que se haga necesario poner restricciones más o menos estrictas a la captura de sardina para la producción de harina y aceite de pescado si es que se quiere mantener abierta la posibilidad de un mejor desarrollo de la industria conservera, que tiene en esta especie una de sus principales fuentes de materia prima de bajo costo.

SITUACION DE LA ANCHOVETA Y SARDINA EN LA REGION SUR

Los estudios realizados por el Grupo de Trabajo IMARPE-IFOP sobre pesquerías de pequeños pelágicos (GTE IMARPE-IFOP, 1994) confirman que en la región Sur del Perú y Norte de Chile, tanto la anchoveta como la sardina siguen tendencias semejantes a las observadas en las regiones Norte y Centro de la costa peruana. En el Sur de Perú y en el Norte de Chile se ha constatado la ocurrencia de una serie de reclutamientos exitosos de anchoveta, lo que ha permitido un aumento consistente de las existencias de esta especie, con una tendencia creciente en los niveles de biomasa luego de "El Niño" 1982-83. Al igual que en las regiones Norte y Centro del Perú, esta tendencia creciente de la anchoveta contrasta con la tendencia decreciente de la fuerza de los reclutamientos y de los niveles de biomasa de sardina. Es interesante destacar que en el Sur, la tendencia decreciente de los niveles poblacionales de sardina se inicia desde 1980, mientras que en Norte y Centro esta tendencia parece iniciarse recién a partir de 1987.

La información disponible indica que la anchoveta en el Sur de Perú y Norte de Chile se encuentra plenamente explotada, mientras que la sardina ha sido expuesta a niveles de sobre-explotación por varios años consecutivos. Lo observado en esta región contribuye a reforzar las expectativas de un aumento ulterior, o al menos un mantenimiento de los altos niveles de biomasa y de captura total de anchoveta observados en los últimos dos años, mientras que para la sardina hay pocas esperanzas de una recuperación a corto o mediano plazo.

Los últimos cruceros de evaluación acústica realizados por el IMARPE indican que la población de anchoveta en la región Sur del Perú ha venido aumentando. Aparentemente, según las evaluaciones acústicas, en 1994 la biomasa de anchoveta en el Sur casi se habría duplicado con respecto a lo observado en años anteriores. Ello se ha debido a las fuertes concentraciones de anchoveta estimadas en poco más de 2.5 millones de toneladas entre los 14°S y 16°S, cerca al límite con la región Norte y Centro. Por comparación de los índices de abundancia relativos por grados de latitud, y los estimados de biomasa total obtenidos para la región Norte y Centro se estima que en la región Sur del Perú la biomasa total de anchoveta en 1994 es superior a los 3.0 millones de toneladas, nivel que de mantenerse podría permitir capturas anuales del orden de 1.0 a 1.5 millones de toneladas por año en esta región.

Los mismos cruceros de evaluación acústica realizados por el IMARPE indican que en los últimos años la sardina ha venido disminuyendo consistentemente en la región Sur, y en forma más acelerada y clara que en el Norte y Centro. Inclusive los cálculos más optimistas dan estimaciones muy bajas de la biomasa de sardina en la región Sur, que en el mejor de los casos permitiría mantener los niveles de captura promedio de los últimos años, los que sólo en raras ocasiones llegaron a las 100 mil toneladas anuales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La pesquería de anchoveta

Toda la información analizada coincide en indicar que en los últimos diez años ha habido un aumento sostenido de la población de

anchoveta, que se ha manifestado tanto en la región Norte-Centro como en la región Sur del Perú. Aunque con fluctuaciones marcadas de un año a otro, típicas de estos recursos, tanto el reclutamiento como la biomasa total de anchoveta tienen una tendencia ascendente, que de consolidarse llevaría a este recurso a alcanzar los altos niveles poblacionales que tuvo en los años '60.

Para que se concrete y consolide este aumento del nivel total de biomasa de anchoveta habrá que adoptar las medidas de ordenación que sean necesarias a fin de evitar que se desarrolle una situación de sobre-explotación, la que podría frustrar o en todo caso retrasar este aumento del recurso. Entre estas medidas de ordenación se deberán considerar la fijación de cuotas totales de captura, o capturas máximas permisibles por semestre, por año biológico, y/o por año calendario. Estas medidas deberán ser complementadas con medidas de regulación del esfuerzo de pesca y la protección de los estadios juveniles.

En estos últimos años la población de anchoveta ha sido sometida a una mortalidad por pesca moderada, que sin reducir en forma significativa las capturas totales ha mantenido a la población en un nivel de explotación ligeramente más baja que el que correspondería al máximo rendimiento sostenible. Esta explotación moderada seguramente ha contribuido a la recuperación de la población de anchoveta, y en lo posible se debería mantener esta estrategia hasta que se concrete la plena recuperación del recurso.

La anchoveta es un recurso sujeto a grandes fluctuaciones de un año a otro, así como a cambios de "régimen" en períodos más lar-

gos de tiempo como los ya descritos. Por ello, y en base a la experiencia de años anteriores con esta misma pesquería, y las experiencias adquiridas con pesquerías similares en otras partes del mundo, se recomienda que al planear su desarrollo a largo plazo se tenga en cuenta la posibilidad inminente de cambios naturales, que pueden causar una nueva disminución o "cambio de régimen" a un nivel inferior en el futuro. Por lo mismo, se recomienda reforzar y asegurar que se mantengan en el tiempo sistemas adecuados de investigación, monitoreo y vigilancia de esta pesquería. Ello permitirá contar con información confiable y oportuna para la toma de decisiones, y en algunos casos puede proveer un sistema de alerta temprana de posibles cambios o situaciones de crisis en el recurso.

El aumento o cambio de "régimen" de la población de anchoveta todavía no está consolidado, y los reclutamientos de los últimos años todavía están muy por debajo de los reclutamientos máximos observados en la década de los años 1960. Por ello, y a menos que se produzca una secuencia de reclutamientos particularmente altos, se recomienda que para el más corto plazo, para los próximos dos o tres años, se fijen límites de captura compatibles con el proceso de cambio. Dependiendo de cómo evolucione el recurso anchoveta en los próximos años, para la región Norte-Centro estos límites de captura podrían estar ubicados entre los 5.0 y los 9.5 millones de toneladas, que corresponden al "régimen" intermedio y al "régimen" de mayor abundancia, respectivamente.

La pesquería de sardina

En fase contraria a lo que se ha venido observando con la anchoveta, toda la in-

formación analizada parece confirmar que la población de sardina se encuentra en una decidida fase descendente desde hace algunos años. La abundancia de sardina ha descendido a niveles muy bajos tanto en la región Norte-Centro como en la región Sur.

Dada la inminente reducción de la población de sardina en todo el litoral, se recomienda reducir la presión de pesca a niveles que permitan una mortalidad por pesca mucho más baja que la que se ha venido aplicando en los últimos años. Con los niveles actuales de biomasa, esto equivaldría a limitar las capturas totales a poco menos de 0.9 millones de toneladas por año en la región Norte-Centro, y a pocas decenas de miles de toneladas en la región Sur.

Debido a la posible influencia de factores ambientales no controlables, es probable que el recurso sardina continúe disminuyendo en los próximos años, independientemente de las medidas de ordenación que se adopten. Sin embargo, aún cuando el sistema de la Corriente Peruana tienda hacia las condiciones que prevalecieron en los años '60, cuando las capturas de sardina eran de pocos miles de toneladas por año en todo el litoral, con medidas de ordenación adecuadas posiblemente se retarde y haga menos marcada y duradera esta reducción en la costa peruana.

Es posible que con medidas adecuadas de ordenación se pueda proteger a la población de sardina sobre todo en sus fases juveniles, de forma que sus estadíos adultos puedan sostener capturas mucho más bajas que las actuales, pero definitivamente bastante superiores a las registradas en los años 1960 e inicios de los años 1970. El mantenimiento de una pesquería de sardina de regular dimensión

podría ser una opción válida y de gran interés para la industria conservera, pero ello significará poner y hacer cumplir restricciones más o menos severas a la flota dedicada a la pesca para harina y aceite de pescado. Estas medidas deberán estar orientadas a evitar que la flota dedicada a la captura de anchoveta capture esta sardina, y sobre todo a evitar que capture los individuos juveniles que seguramente serán más susceptibles de ser retenidos por las redes anchoveteras con malla de 13 mm.

Por lo anterior, se recomienda que si se deciden mantener ciertas opciones de desarrollo para la industria conservera, en los planes de ordenación de estas pesquerías, se considere la posibilidad de llevar a cabo una ordenación y regulaciones diferenciadas para anchoveta y sardina, y según tipos de utilización. Ello inclusive podría llevar a reservar la sardina para la pesca destinada al consumo humano y con redes adecuadas, a eventualmente vedar la pesca de anchoveta en ciertas épocas del año y ciertas zonas costeras donde los juveniles de sardina aparezcan como fauna de acompañamiento o captura incidental de la pesquería de anchoveta.

REFERENCIAS

- BAUMGARTNER, T.R., A. SOUTAR Y V. FERREIRA-BARTRINA. 1992. Reconstruction of the past history of Pacific sardine and northern anchovy populations over the past two millenia from sediments of the Santa Barbara Basin, California. CalCOFI Rep. 33: 24-40.
- CÁRDENAS, G. 1987. Estudios de la edad y crecimiento de sardina *Sardinops sagax* de la region central de Perú. Bol. Inst. Mar Perú, Callao, 11(3):118-145.
- CSIRKE, J., 1989. Changes in the catchability coefficient in the Peruvian anchoveta (*Engraulis ringens*) fishery. p. 207-219. En D. Pauly, P. Muck y I. Tsukayama (eds.). The Peruvian upwelling ecosystem: dynamics and interactions. ICLARM Conference Proceedings 18: 438p.
- DE VRIES, T.J. Y W.G. PEARCY, 1982. Fish debris in sediments of the upwelling zone off central Peru: a late quaternary record. Deep-Sea Res. 28 (1A):87-109
- FOOTE, K., 1994. Report on acoustic fish stock assessments at the Instituto del Mar del Perú. IMARPE Internal Report. Callao, 30 March 1994 (mimeo): 3p. + addendum.
- GTE: IMARPE-IFOP, 1994. Evaluación conjunta de los stocks de sardina y anchoveta del sur de Perú y norte de Chile. Informe Técnico, Grupo de Trabajo IMARPE- IFOP sobre pesquerías de pequeños pelágicos. Tercer Taller, Callao, 9 al 20 de Mayo 1994 (mimeo):37p. + tablas y gráficos.
- IMARPE, 1994. Informe Ejecutivo. Evaluación de los recursos anchoveta y sardina. Crucero 9401-03 BIC-SNP-1 (Tumbes-Callao-Tacna). Informe Interno del IMARPE. Callao, 16 de marzo de 1994 (mimeo): 9p.
- KAWASAKI, T., 1983. Why do some pelagic fishes have wide fluctuations in their numbers? Biological basis of fluctuation from the viewpoint of evolutionary ecology. FAO Fish. Rep. 291(3):1065-1080.

- LLUCH-BELDA, D., R.J.M. CRAWFORD, T. KAWASAKI, A.D. MACCALL, R.H. PARRISH, R.A. SCHWARTZLOSE Y P.E. SMITH, 1989. World-wide fluctuations of sardine and anchovy stocks: the regime problem. *S. Afr. J. mar. Sci.* 8: 195-205.
- LLUCH-BELDA, D., R.A. SCHWARTZLOSE, R. SERRA, R. PARRISH, T. KAWASAKI, D. HEDGECOCK Y R.J.M. CRAWFORD, 1992. Sardine and anchovy regime fluctuations of abundance in four regions of the world oceans: a workshop report. *Fish. Oceanogr.* 1,4:339-347.
- MACCALL, A., 1986. Virtual population analysis (VPA) equations for nonhomogeneous populations, and a family of approximations including improvements on Pope's cohort analysis. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43(12):2406-2409
- MESNIL, B., 1988. Logiciels pour l'évaluation des stocks de poisson. ANACO: logiciel d'analyse des données de capture par classes d'âge sur IBMPC et compatibles. *FAO Doc. Tech. Peches*, (101) Suppl. 3: 78p.
- PATTERSON, K.B., J. ZUZUNAGA Y G. CÁRDENAS. 1992. Size of the South American sardine (*Sardinops sagax*) population in the northern part of the Peru upwelling ecosystem after the collapse of anchoveta (*Engraulis ringens*) stocks. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49:1762-1769.
- PAULY, D., M.L. PALOMARES Y F.C. GAYANILO, 1987. VPA estimates of the monthly population length composition, recruitment, mortality, biomass and related statistics of Peruvian anchoveta, 1953 to 1981, p. 142-166. En D. Pauly y I. Tsukayama (eds.) *The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: three decades of change*. ICLARM Studies and Reviews 15: 351p.
- PAULY, D. Y M.L. PALOMARES, 1989. En D. Pauly, P. Muck y I. Tsukayama (eds.). *The Peruvian upwelling ecosystem: dynamics and interactions*. ICLARM Conference Proceedings 18: 438p.
- POPE, J., 1972. An investigation of the accuracy of virtual population analysis. *Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Res. Bull.* 9:65-74.
- SOUTAR, A. Y J.D. ISAACS, 1974. Abundance of pelagic fish during the 19th and 20th centuries as recorded in anaerobic sediments off the California, *Fish. Bull. (US)*, 72:275-294.
- TSUKAYAMA, I. Y L.M. PALOMARES, 1987. Monthly catch and catch composition of Peruvian anchoveta (*Engraulis ringens*) (northern-central stock, 4-14°S), 1953 to 1982, p. 89-108. En D. Pauly y I. Tsukayama (eds.) *The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: three decades of change*. ICLARM Studies and Reviews 15: 351p.
- ZUZUNAGA, J., 1985. Cambios del equilibrio poblacional entre la anchoveta (*Engraulis ringens*) y la sardina (*Sardinops sagax*), en el sistema de afloramiento frente al Perú. En: W. Arntz, A. Landa y J. Tarazona (Eds.). "El Niño". Su impacto en la Fauna Marina. 1985. *Boletín Inst. Mar Perú*, Vol. Extraord., pp 107-117.