



BOLETÍN

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

ISSN 0458-7766

Volumen 25, Números 1 y 2



V PANEL INTERNACIONAL DE EXPERTOS EN EVALUACIÓN DE LA ANCHOVETA PERUANA

Engraulis ringens

Hacia un enfoque ecosistémico
en la pesquería de la
anchoveta peruana

Callao, 10 - 14 de agosto 2009

Enero - Diciembre 2010

Callao, Perú

Biología de la anchoveta peruana, *Engraulis ringens* Jenyns

Biology of Peruvian anchovy, *Engraulis ringens* Jenyns

MARILÚ BOUCHON^{1*}, PATRICIA AYÓN¹, JULIO MORI¹, CECILIA PEÑA¹,
PEPE ESPINOZA¹, LARRY HUTCHINGS², BETSY BUITRÓN¹, ÁNGEL PEREA¹,
CARLOS GOICOCHEA¹, MONIQUE MESSIE³

Resumen

BOUCHON M, AYÓN P, MORI J, PEÑA C, ESPINOZA P, HUTCHINGS L, BUITRÓN B, PEREA A, GOICOCHEA C, MESSIE M. 2010. *Biología de la anchoveta peruana* (*Engraulis ringens* Jenyns). *Bol Inst Mar Perú* 25(1-2): 23-30.- La anchoveta es la especie clave de la cadena alimentaria del sistema de afloramiento del mar peruano, que se caracteriza por sus altos niveles de productividad no superados por ningún otro ecosistema marino. Se analizaron los principales aspectos biológicos de la anchoveta en periodos de abundancia del recurso, y cuando disminuyeron los niveles poblacionales de esta especie. La recuperación de la población de la anchoveta es rápida después de los eventos cálidos debido a que la población responde a la normalización de las condiciones ambientales, disminuyendo también su mortalidad.

PALABRAS CLAVE: anchoveta, Ecosistema de la Corriente de Humboldt, eventos El Niño.

Abstract

BOUCHON M, AYÓN P, MORI J, PEÑA C, ESPINOZA P, HUTCHINGS L, BUITRÓN B, PEREA A, GOICOCHEA, MESSIE M. 2010. *Peruvian anchovy* (*Engraulis ringens* Jenyns) *Biology*. *Bol Inst Mar Perú* 25(1-2): 23-30.- The Peruvian anchovy (anchoveta) is the key species of the trophic chain of the Peruvian upwelling system characterized by levels of productivity higher than any other marine ecosystem. The main biological aspects of anchoveta were analyzed during periods of high resource abundance and of declining population levels. The anchovy has a fast recovery after warm events because the population responds to the normalization of environmental conditions, also reducing its mortality.

KEYWORDS: Peruvian anchovy, Humboldt Current Ecosystem, El Niño events.

Introducción

El mar peruano se encuentra ubicado en el área de afloramiento más importante del mundo, tiene niveles de productividad no superados por ningún otro ecosistema marino, y que son la base de una inmensa cadena trófica lo que favorece el desarrollo de grandes volúmenes de recursos pesqueros (AGÜERO y CLAVERI 2007, NIXON y THOMAS 2001, BAKUN y WEEKS 2008). Entre estos recursos, la anchoveta tiene particular relevancia para la economía del Perú, por sustentar la industria pesquera más importante para el país y una de las principales del mundo. Debido a su magnitud, variabilidad e importancia económica para el país, la anchoveta requiere de estudios permanentes en diferentes aspectos de su biología, como: alimentación, crecimiento, reproducción, distribución, etc.

Se han comparado los principales aspectos biológicos de la anchoveta en tres periodos de tiempo: dos, entre los años 1960 - 1968 y 1986 - 2008, que se caracterizaron por el crecimiento de la pesquería y la abundancia de la anchoveta; y el tercero es el periodo entre 1976 - 1991, con bajos niveles de anchoveta y mayor abundancia de sardina (Fig. 1).

Se trató de abordar preguntas como: 1) ¿Fueron diferentes las características biológicas de la población de anchoveta respecto a su alimentación, reproducción y crecimiento, en los tres periodos?; y 2) ¿Cómo la anchoveta responderá en el futuro, inclusive ante un posible resurgimiento de la población de sardina?.

1 Instituto del Mar del Perú, Esq. Gamarra y Valle s/n, Apartado 22, Callao, Perú.

2 Marine Coastal Management - Department of Environment Affairs, Sudafrica.

3 Monterey Bay Aquarium Research Institute (MBARI), Estados Unidos.

* Correo-e: mbouchon@imarpe.gob.pe, Esquina Gamarra y Gral. Valle s/n, Lima, Perú.

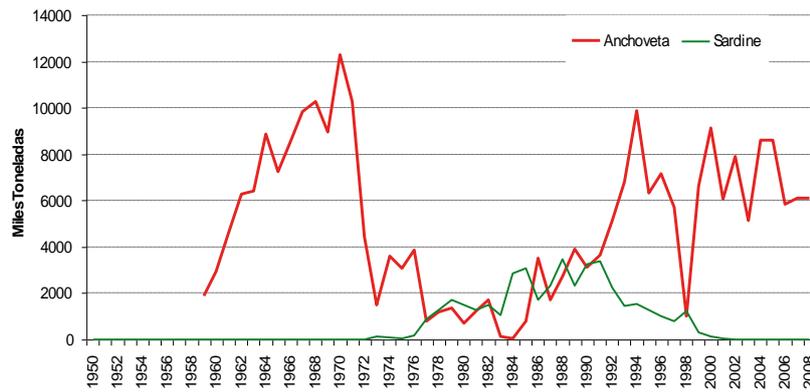


Figura 1.- Cambios en los desembarques de anchoveta y sardina desde 1960 a 2008.

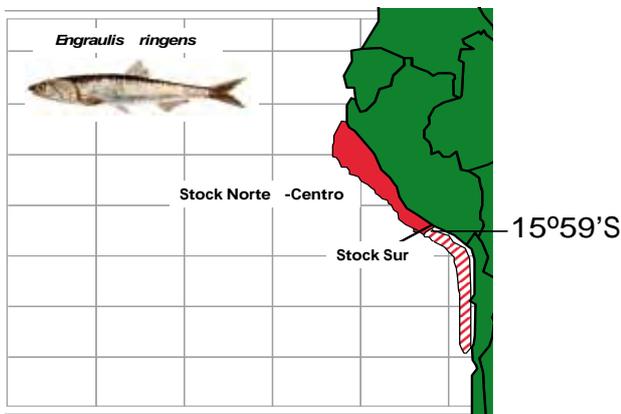


Figura 2.- Stocks de anchoveta en el Perú

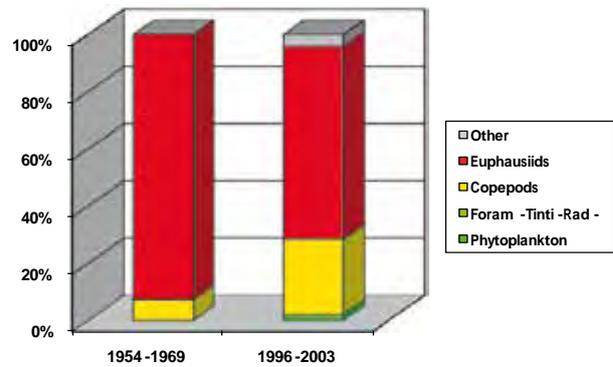


Figura 3.- Comparación de la dieta de anchoveta en términos de contenido de carbono en dos periodos 1954 -1969 (Rojas de Mendiola 1971) y 1996-2003 (Espinoza y Bertrand 2008).

Resultados

UNIDADES POBLACIONALES

En el litoral peruano se diferencian dos stocks o unidades poblacionales de anchoveta (*Engraulis ringens*): 1) norte-centro desde Zorritos (04°30'S) hasta los 16°00'S en el Perú; y 2) la que se comparte con el norte Chile (16°01' - 24°00'S) (CHIRICHIGNO y VÉLEZ 1998, JORDÁN 1971). Las características biológicas de estas dos unidades poblacionales son aparentemente diferentes (PAULY y TSUKAYAMA 1987) (Fig. 2).

Bajo condiciones normales, en la zona de San Juan (15°S) ocurren fuertes afloramientos (surgencia de agua de fondo a la superficie que fertiliza el mar), por lo cual no es frecuente ubicar concentraciones grandes de cardúmenes y constituye una barrera natural que separa estas unidades poblacionales.

ALIMENTACIÓN DE LA ANCHOVETA

La anchoveta es la especie clave de la cadena alimentaria del ecosistema de afloramiento del mar peruano

(EAP). Es planctívora, y su dieta no ha mostrado cambios durante el periodo 1953 al 2008. Los últimos estudios sobre la composición de esta dieta, en términos de contenido de carbono, confirman que es una especie planctívora, siendo los eufáusidos la presa más importante, y en segundo lugar los copépodos (Fig. 3). El zooplancton representa 80-95% de su dieta (ESPINOZA y BERTRAND 2008, JAMES y FINDLAY 1989, JAMES 1987).

El fitoplancton es un ítem alimentario importante numéricamente, pero en general constituye un componente menor en la dieta de la anchoveta. Así mismo, no se ha demostrado cambios sustanciales en ella durante el periodo 1954-2003, excepto un ligero incremento en el consumo de copépodos en los últimos años (Fig. 3).

Se ha demostrado que la anchoveta y la sardina (*Sardinops sagax*) tienen la misma dieta. Ambas son zooplanctívoras y sus principales presas son los eufáusidos y los copépodos, aunque la sardina tiene una preferencia por los copépodos (ESPINOZA et al. 2009) (Fig. 4).

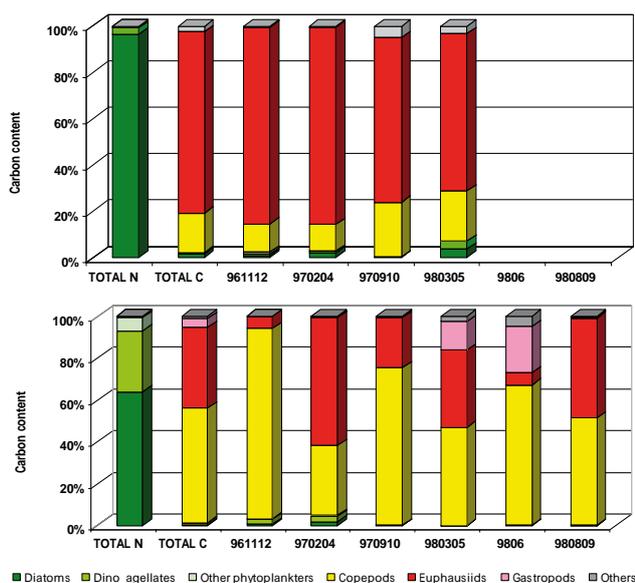


Figura 4.- Composición de la dieta de anchoveta y sardina (en número, contenido total de carbono y en diferentes estaciones del año).

PROCESO REPRODUCTIVO DE LA ANCHOVETA

La anchoveta, es una especie *desovadora parcial*, por lo que en cualquier periodo del año es posible encontrar ejemplares en diferentes estados de madurez sexual. Desova en todas las latitudes del mar peruano y las áreas más importantes están frente a Chicama (7°30'S) hasta Chimbote (9°S) y del Callao (12°S) hasta Pisco (14°S).

Los estudios del ciclo reproductivo de la anchoveta, medido según el índice gonadosomático (IGS), indican que la especie desova de julio a febrero; su máxima actividad reproductiva se presenta durante los meses de invierno-primavera (julio-octubre), y en ciertos años se evidencia una extensión en el verano. La grasa visceral varía inversamente con el IGS; el factor de condición disminuye durante todo el ciclo reproductivo (Fig. 5), pero la recuperación ocurre rápidamente entre abril y mayo de cada año. El inicio del ciclo reproductivo de la anchoveta, coincide con la máxima intensidad del afloramiento en la región norte-centro del Perú.

En escala interanual el evento El Niño es un factor que origina fuertes cambios en las condiciones oceanográficas del mar peruano, que afectan a la anchoveta, produciendo alteraciones en sus procesos biológicos, comportamiento, disminución de sus niveles poblacionales, depredación y un incremento de la mortalidad por pesca (SANTANDER y ZUZUNAGA 1984, ÑIQUEÑ y BOUCHON 2004). El proceso reproductivo es

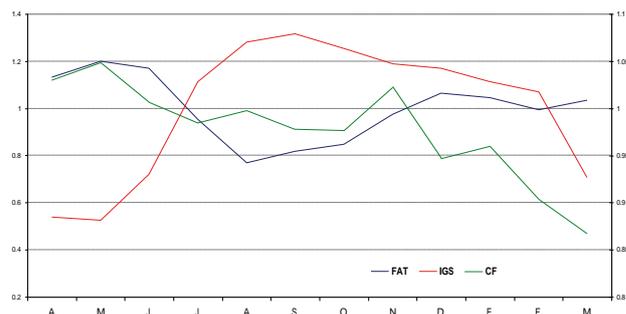


Figura 5.- Patrón del índice gonadosomático (IGS), factor de condición (CF) y grasa visceral (FAT) de anchoveta 1996 – 2008.

afectado en su intensidad y se producen desfases en su época de máxima intensidad a la espera de condiciones ambientales más favorables. Estos cambios y otros, como la pérdida de peso individual, la oferta alimentaria pobre, los gastos de energía producto de la migración hacia el sur e incremento del metabolismo, se producen debido a que la especie está sometida a stress por El Niño. A todos estos factores, se suma el ingreso de otras especies predatoras de la anchoveta provenientes de aguas cálidas; condiciones ambientales pobres y la mayor vulnerabilidad del recurso a la flota pesquera, que conducen a bajos reclutamientos y por consiguiente una disminución de sus niveles poblacionales. Sin embargo, este recurso tiene una gran capacidad de recuperación aprovechando las mínimas oportunidades que el ambiente le brinda, para su reproducción (Fig. 6).

En ciertos lugares se presentan núcleos o parches aislados de condiciones frías que sirven como refugios para la anchoveta, principalmente en las zonas muy costeras. Conforme las condiciones van retornando a la normalidad, la población que estuvo disminuida, comienza a expandirse en todo el dominio de las aguas costeras frías (ACF); se produce una merma en la disponibilidad de la anchoveta a la flota, así como para los depredadores de aguas cálidas. Esta situación mejora la disponibilidad de alimento para los recursos y, por ende, su condición fisiológica.

Hacia fines de la década del ochenta, con la presencia de un nuevo régimen ambiental frío, el impacto del evento cálido El Niño 1997-98 sobre la población de la anchoveta fue mínimo (CHAVEZ et al. 2009), observándose que la intensidad y ocurrencia de eventos El Niño (EN) han decrecido durante la etapa fría 1999-2008 (Fig. 6c). La variación interanual en el IGS (Fig. 6a), muestra cambios marcados durante los eventos El Niño de nivel fuerte (1997-98); pero durante eventos menos intensos (1986-87, 1992-93 y 2002-03) no se observan mayores cambios en este índice. El factor de condición, sin embargo, presenta una disminución

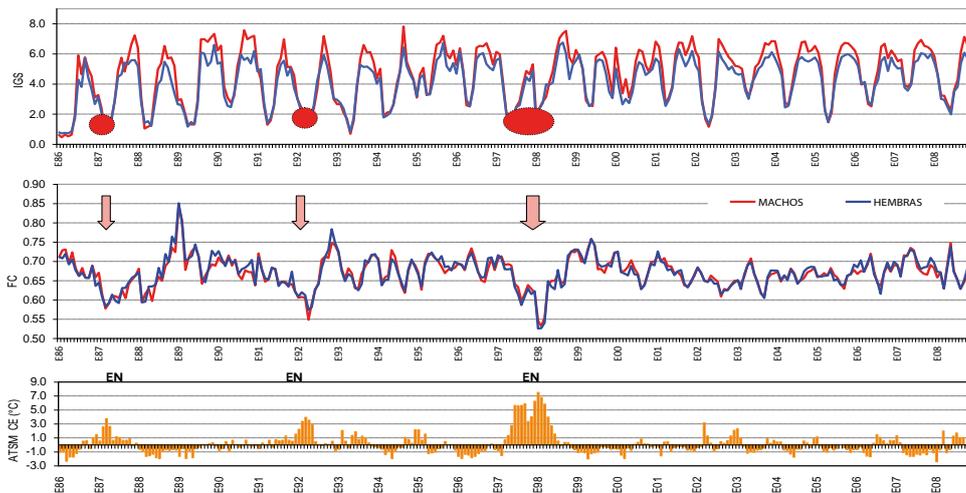


Figura 6.- Cambios interanuales del IGS y FC de la anchoveta durante el periodo 1996 - 2008

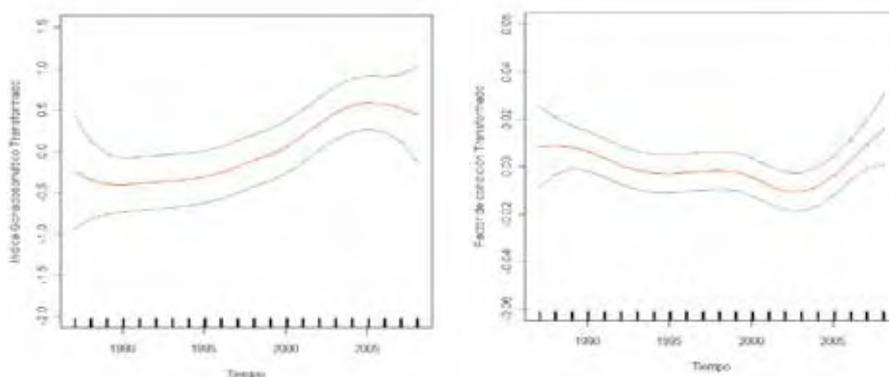


Figura 7.- Cambios en el IGS y FC de la anchoveta durante 1986-2008

fuerte y rápida frente a condiciones más cálidas, con una recuperación también rápida (Fig. 6b).

La variabilidad interanual del ciclo reproductivo de la anchoveta, muestra para el periodo 1986 al 2005 una tendencia creciente en el IGS, con un ligero descenso entre el 2006-08; mientras que el factor de condición varió de manera inversa (Fig. 7).

En los últimos años, en base a la evolución del IGS, se observa una prolongación del período de desove principal. Una situación similar se presentó en la década de los 60, cuando el desove ocurría de seis a ocho meses entre agosto y marzo, con un pico entre agosto y octubre (SCHAEFER 1967). Esta nueva situación, en la cual el desove de la anchoveta se efectúa en un largo período, y probablemente a lo largo de una mayor área, con menores competidores que antes, explicaría en parte los buenos reclutamientos de los últimos años.

La Fig. 8 muestra una relación inversa entre la anomalía de temperatura superficial del mar (ATSM) y el IGS para el periodo 1986 – 2008. La correlación de

la ATSM con los picos de desove se presenta con un desfase de dos meses. La variación estacional del IGS, factor de condición (FC), frecuencia de desove y reclutamiento presentan tres diferentes periodos entre 1986 y 2009 (Fig. 9). Durante el periodo 1990 al 2000, se ha observado una extensión en la duración del desove principal (mayores valores de IGS) hasta febrero, en comparación con el periodo 1986-89, cuando el desove duraba entre 6 a 8 meses, con el principal pico en setiembre – octubre. Durante 2001-08, la frecuencia de desove con altos valores de setiembre a diciembre se extendió hasta el mes de febrero.

Los reclutas (individuos entre 8 a 12 cm LT) aparecen en aguas costeras de octubre a abril con picos en enero y febrero. El incremento en la duración de la actividad desovante ha producido un periodo de reclutamiento prolongado con presencia de reclutas desde enero hasta julio de cada año (Fig. 9).

Los volúmenes de zooplancton, principalmente eufáusidos, fueron mayores durante el primer periodo de abundancia de la anchoveta (1960 - 1970) que en el

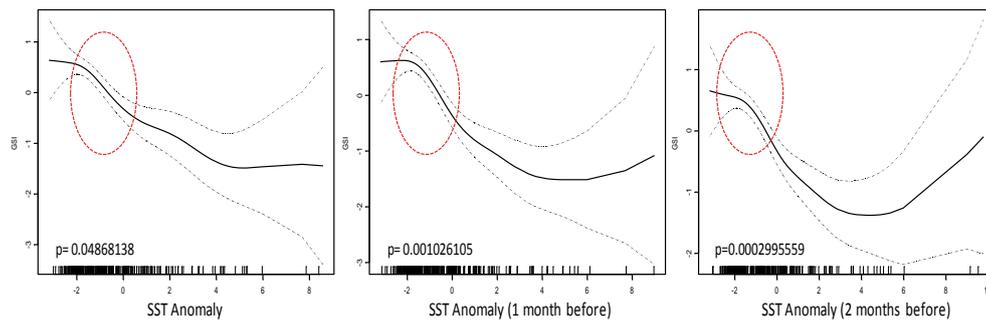


Figura 8.- Relación entre el IGS y la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) 1986-2008.

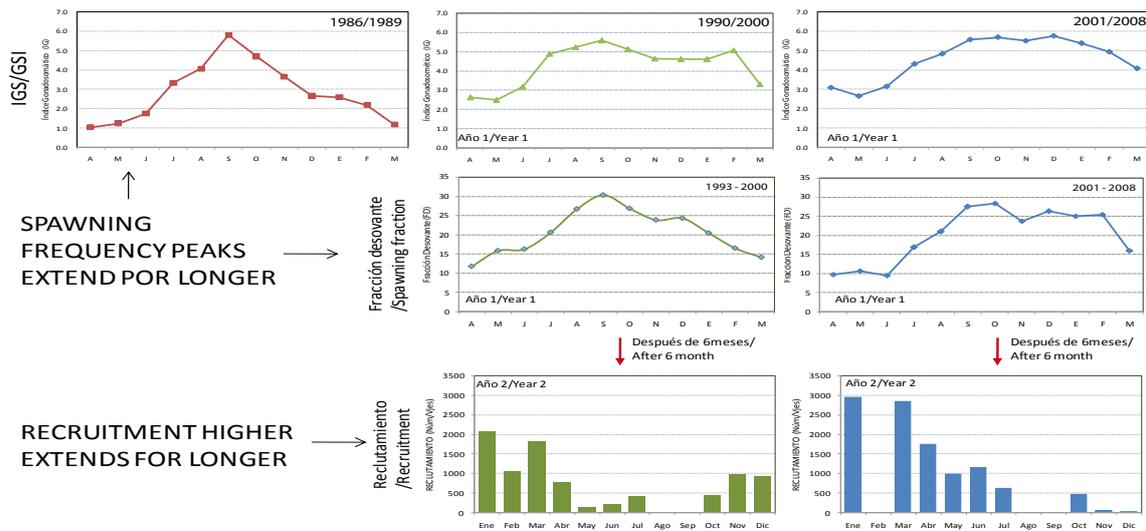


Figura 9.- Variabilidad del reclutamiento de anchoveta frente a cambios en el proceso reproductivo.

último (1986 - 2008). Sin embargo, a partir de mediados de los años 1980 se observó una tendencia de los eufáusidos a incrementar (Fig. 10A). En general, la abundancia del zooplancton total disminuyó durante la década de los años 1970 (CARRASCO y LOZANO 1989), mostrando un incremento a partir de los años 1990, pero sin alcanzar los volúmenes del primer periodo (Fig. 10B) (AYÓN et al. 2004, AYÓN y SWARTZMAN 2008). La ecología de los eufáusidos en el mar peruano aún no es bien conocida, pero desde 1999 se conoce que *Euphausia mucronata* es la especie dominante y que no son abundantes en las aguas frías (datos no publicados, IMARPE). Existe también poca información disponible sobre la tasa de crecimiento de copépodos y eufáusidos, así como de los movimientos de forrajeo y el consumo de la anchoveta, siendo necesario prestar atención en las investigaciones futuras para tratar de entender el balance dinámico entre la producción y el consumo.

TASAS DE CRECIMIENTO DE LA ANCHOVETA

Las tasas de crecimiento de la anchoveta no son fáciles de interpretar en términos de cambios interanuales (Fig. 11). Se empleó el índice de performance (IP) ($\phi =$

$\log k + 2 \log L_{\infty}$), donde a mayores valores de IP mayor es la tasa de crecimiento y valores menores indican un crecimiento lento (PALOMARES et al. 1987, MENDO 1991, SPARRE y VENEMA 1992). Para ello se utilizaron los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy obtenidos por el programa ELEFAN y las frecuencias de longitud mensual para el periodo 1954-2008. Los valores del IP del periodo comprendido entre 1954 al 1982 fueron tomados de PALOMARES et al. (1987); mientras que a partir de 1983 al 2008 provienen de la base de datos del IMARPE.

El índice presentó valores crecientes en el periodo 1954 a 1978, posteriormente se estabilizó en la década de los ochenta para disminuir progresivamente en las últimas décadas. Durante los eventos El Niño, los valores de ϕ son bajos.

Discusión y conclusiones

La anchoveta es una especie muy bien adaptada a las condiciones altamente variables del mar peruano. Estudios recientes sobre la alimentación de esta especie (ESPINOZA y BERTRAND 2008, ESPINOZA et al. 2009)

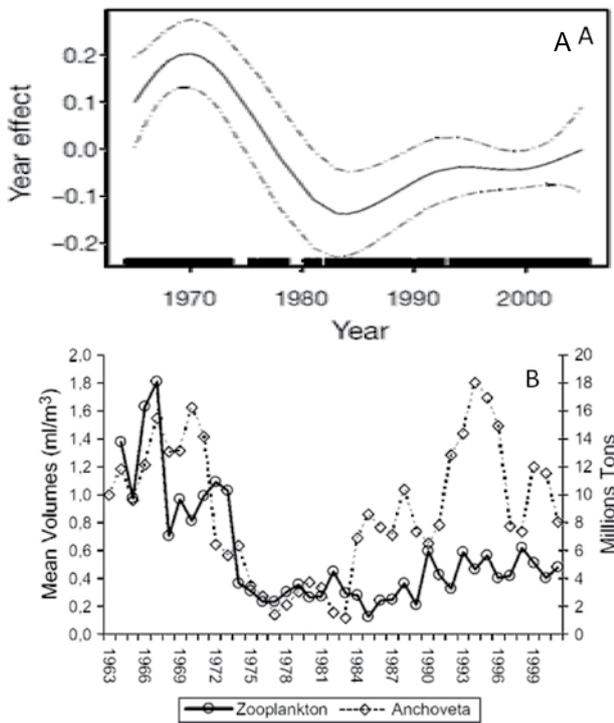


Figura 10.- Biomásas de anchoveta y volúmenes de zooplankton durante 1963 al 2001. A) Dominancia de eufáusidos y B) Promedio anual de volúmenes de zooplankton y biomasa de anchoveta.

confirman que se necesita una revisión de toda la red trófica. Sin embargo, se ha podido encontrar que en el sistema de la corriente peruana, la anchoveta consume organismos más grandes que en otros sistemas de surgencia y que la alta producción de peces en el sistema peruano no es consecuencia de una cadena alimentaria corta, con un consumo directo del fitoplancton, sino de una cadena algo más larga y muy eficiente, con eufáusidos y copépodos grandes como presas principales. El acoplamiento entre la productividad primaria y la producción de peces, debe ser muy bueno para que la tasa de crecimiento de la anchoveta del Pacífico (sudoriental) sea más rápida que la de los engrúlididos de otros sistemas de afloramiento.

La característica más importante de este ecosistema parece ser la coherencia entre la disponibilidad del plancton, la concentración de copépodos y eufáusidos, y los grandes cardúmenes de peces (principalmente anchoveta) con movimientos de 5 a 20 km por día. Por otro lado, la disminución local del plancton, debe restaurarse rápidamente antes de la llegada de los cardúmenes de anchoveta. Todos estos eventos de corto plazo son integrados en las respuestas fisiológicas de la anchoveta a escala estacional en términos de la condición del pez (FC), las reservas de grasa y el índice gonadosomático (IGS).

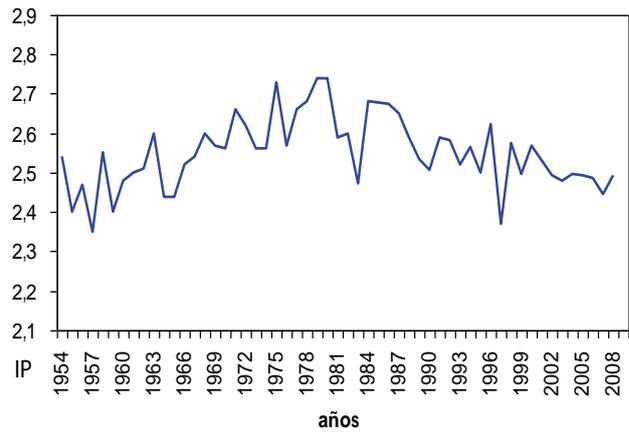


Figura 11.- Cambios en el índice de performance (IP) de la anchoveta desde 1954 al 2008.

El éxito reproductivo parece ser alto durante los años normales y fríos, principalmente durante el periodo frío a partir de 1999. La reproducción y el estado fisiológico sólo se ven interrumpidos cuando se presentan eventos cálidos fuertes, debido al stress que sufren los peces por el incremento de la temperatura, la calidad del alimento y la competencia intra-específica por los escasos refugios disponibles cerca de la costa. Los cambios fisiológicos incluyen cambios en la condición corporal y duración e intensidad de desove, afectando también al reclutamiento. Por otro lado, los mecanismos subyacentes al éxito del reclutamiento (e.g., alimentación de las larvas, movimientos verticales y horizontales, el crecimiento y supervivencia) se estudiaron con cierto detalle en el mar peruano entre los años 1977 a 1979 durante el programa ICANE (DICKIE y VALDIVIA 1981 y sus referencias), pero investigaciones recientes existen aún muy pocas.

La recuperación de la población de la anchoveta es rápida después de los eventos cálidos debido a que la población responde a la normalización de las condiciones ambientales, disminuyendo también la mortalidad. Los cambios interanuales en las tasas de crecimiento son más difíciles de interpretar en el tiempo. Es así que un aumento de la eficiencia en el crecimiento era evidente en el primer periodo de abundancia de esta especie (1954 a 1978), seguido de un período de alta variabilidad. El aumento progresivo de la tasa de crecimiento durante el periodo 1954 al 1978 fue atribuido por PALOMARES et al. (1987) a la disminución de la biomasa de la anchoveta. Asimismo, durante el periodo de la década de los ochenta concuerda con los resultados obtenidos por MENDO (1991), donde indica que la estabilización de la tasa de crecimiento está relacionada a las bajas biomásas de la anchoveta para

esos años para la región norte-centro y sur. Asimismo, el IP disminuye progresivamente en las décadas siguientes coincidiendo con el aumento de la biomasa de la anchoveta, como se observa en la Fig. 10.

El período de baja abundancia de la anchoveta (1972 – 1986) continuó con una época de presión de la pesca, además que predominaron aguas más cálidas, alterando la disponibilidad del alimento y disminuyendo el reclutamiento de la anchoveta. Como consecuencia, la población de sardina (*Sardinops sagax*) se incrementó y el esfuerzo pesquero fue derivado en gran parte a esta especie, permitiendo la recuperación de la anchoveta cuando retornaron las condiciones frías.

Biomasa bajas y cardúmenes pequeños de la anchoveta (FRÉON y MISUND 1999), durante el período 1986 - 91, habrían permitido una mejor alimentación individual y una mejora en el proceso reproductivo, pero no en la condición fisiológica. El incremento de las poblaciones de anchoveta causó la merma de la sardina, posiblemente debido a la combinación de una mayor competencia, una fuerte presión pesquera en la sardina y a un cambio en las condiciones oceanográficas.

Recomendaciones

- Continuar con el programa de monitoreo de anchoveta.
- Reforzar las investigaciones sobre la biología de los eufáusidos.
- Reforzar las investigaciones sobre el rol de los copépodos y eufáusidos en el ecosistema de afloramiento peruano.
- Reforzar las investigaciones sobre las tasas de crecimiento del plancton frente a las necesidades energéticas de la anchoveta.
- Reforzar las investigaciones de las tasas de crecimiento de la anchoveta, en base a la identificación de los anillos diarios y anuales de los otolitos.

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.
- AYÓN P, SWARTZMAN G. 2008. Changes in the long-term distribution of zooplankton in the Humboldt Current Ecosystem off Peru, 1961-2005, and its relationship to regime shifts and environmental factors. Fisheries Oceanography 17(6): 421-431.
- AGÜERO M, CLAVERÍ M. 2007. Capacidad de pesca y manejo pesquero en América: una síntesis de casos. FAO Documento Técnico de Pesca. N° 461:61-71.
- BAKUN A, WEEKS S. 2008. The marine ecosystem off Peru: What are the secrets of its fishery productivity and what might its future hold?. Progress in Oceanography 79: 290 – 299.
- CARRASCO S, LOZANO O. 1989. Seasonal and long-term variations of zooplankton volumen in the Peruvian sea, 1964-1987. In: Pauly D, Muck P, Mendo J, and Tsukayama I. (Eds.). The Peruvian upwelling ecosystem: dynamics and interactions. ICLARM. Instituto del Mar del Perú (IMARPE); Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ), GMBH, Eschborn, Federal Republic of Germany; and International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM), Manila, Philippines: 82-85.
- CHÁVEZ F, NIQUEN M, CSIRKE J, BERTRAND A, WOSNITZA C, GUEVARA-CARRASCO R. 2009. Fifth International Panel on the Anchoveta: towards an ecosystem approach to fisheries. GLOBEC International Newsletter October 2009. P 14 – 15.
- CHIRICHIGNO N, VÉLEZ J. 1998. Clave para identificar los peces marinos del Perú (2da Edición). Pub. Esp. Inst. Mar Perú. 500 pp.
- DICKIE LM, VALDIVIA JE. 1981. Informe sumario, investigación cooperativa de la anchoveta y su ecosistema -ICANE Entre Perú y Canadá. Boletín IMARPE, Vol. Extraordinario ISSN-Q 378-7669, I-XXIII.
- 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.
- ESPINOZA P, BERTRAND A, VAN DER LINGEN CD, GARRIDO S, ROJAS DE MENDIOLA B. 2009. Diet of sardine (*Sardinops sagax*) in the northern Humboldt Current system and comparison with the diets of clupeoids in this and other eastern boundary upwelling systems. Progress in Oceanography 83, 242-250.
- FRÉON P, MISUND OA. 1999. Dynamics of pelagic fish distribution and behaviour effects on fisheries and stock assessment. Blackwell Science, Oxford, 348 pp.
- JAMES AG. 1987. Feeding ecology, diet and field-based studies on feeding selectivity of the Cape anchovy *Engraulis capensis* Gilchrist. En Payne AIL, Gulland JA, Brink KH (Eds.) The Benguela and comparable ecosystems. South African Journal of marine Science 5: 673-692.
- JAMES AG, FINDLAY KP. 1989. Effect of particle size and concentration on feeding behaviour, selectivity and rates of food ingestion by Cape anchovy *Engraulis capensis*. Marine Ecology Progress Series 50: 275-294.
- JORDÁN R. 1971. Distribution of anchoveta (*Engraulis ringens* J.) in relation to the environment. Inv. Pesq. 35(1): 113-126.
- MENDO J. 1991. Stock identification of Peruvian anchoveta (*Engraulis ringens*): morphometric, tagging/recapture, electrophoretic and ecological studies. Vorgelegt dem Fachbereich 2 (Biologie) der Universitaet Bremen als Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat): 144 pp.
- NIXON S, THOMAS A. 2001. On the size of the Peru upwelling ecosystem. Deep-Sea Research I 48: 2521 – 2528.
- NIQUEN M, BOUCHON M. 2004. Impact of El Niño events on pelagic fisheries in Peruvian waters. Journal Deep Sea Research II N°51 (2004): 563-574.
- PALOMARES M, MUCK P, MENDO J, CHUMAN E, GOMEZ O, PAULY D. 1987. Growth of the Peruvian Anchoveta

- (*Engraulis ringens*), 1953 to 1982. The Peruvian Anchoveta and Its Upwelling Ecosystem: Three Decades of Change. Edited by D. Pauly and I. Tsukayama. 351 pp.
- ROJAS DE MENDIOLA B. 1971. Some observations on the feeding of the Peruvian anchoveta *Engraulis ringens* J. in two regions of the Peruvian coast. In Costlow, J.D. (Ed.) Fertility of the Sea. New York, Gordon and Breach Science Publisher 2: 417-440.
- PAULY D, TSUKAYAMA I. 1987. On the implementation of management-oriented fishery research: the case of the Peruvian anchoveta. In: Pauly D, and Tsukayama I. (Eds.). The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: three decades of changes. ICLARM. Instituto del Mar del Perú (IMARPE); Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), GmbH, Eschbom, Federal Republic of Germany; and International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM), Manila, Philippines:1-13.
- SANTANDER H, ZUZUNAGA J. 1984. Cambios en algunos componentes del ecosistema marino frente al Perú durante el fenómeno El Niño 1982-83. Rev. Com. Perm. Pacífico Sur (15): 311-331.
- SCHAEFER M. 1967. Dinámica de la pesquería de anchoveta (*Engraulis ringens*) en el Perú. Bol. Inst. Mar Perú. Callao. 1(5): 191-303.
- SPARRE P, VENEMA S. 1992. Introduction to tropical fish stock assessment. Part I – Manual. FAO Fisheries Technical Paper N° 306. 1, Rev. 1. Rome, FAO. 1992, 376 pp.