



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

CONSEJO DIRECTIVO DEL IMARPE 2009

Presidente

Contralmirante (r) HÉCTOR SOLDI SOLDI

Vicepresidente

Contralmirante GUILLERMO HASEMBACK ROTTA

Directores

Doctor LUIS ICOCHEA SALAS

Ingeniero JOSÉ A. SARMIENTO MADUEÑO

Ingeniero JORGE VÉRTIZ CALDERÓN

Director Ejecutivo

Economista GODOFREDO CAÑOTE SANTAMARINA

CARGOS DIRECTIVOS EN LA DIRECCIÓN CIENTÍFICA IMARPE 2009

Director Científico

Biólogo RENATO GUEVARA - CARRASCO

Directores de Investigación

Recursos Pelágicos Nerfíticos y Oceánicos

Biólogo MIGUEL ÑIQUEÑ CARRANZA

Acuicultura, Gestión Costera y Aguas Continentales

Biólogo VÍCTOR YÉPEZ PINILLOS

Recursos Demersales y Litorales

Biólogo CARLOS M. BENITES RODRÍGUEZ

Pesca y Desarrollo Tecnológico

Ingeniero Pesquero CARLOS M. SALAZAR CÉSPEDES

Oceanografía

Bióloga CARMEN SOLEDAD GUZMÁN CÁRDENAS

Jefa de la Unidad de Investigación y Desarrollo

Bióloga EMIRA ANTONIETTI VILLALOBOS

Jefes de las Sedes Descentralizadas del IMARPE

Tumbes
Paita, Piura
Santa Rosa, Lambayeque
Huanchaco, La Libertad
Chimbote, Áncash
Huacho, Lima
Pisco, Ica
Matarani, Arequipa
Ilo, Moquegua
Puno

Biólogo ISAÍAS GONZÁLEZ CHÁVEZ
Biólogo DR. WILMER CARBAJAL VILLALTA
Biólogo DR. JORGE LLANOS URBINA
Biólogo DR. ÁLVARO TRESIERRA AGUILAR
Biólogo JUAN RUBIO RODRÍGUEZ
Biólogo WALTER ELLIOTT RODRÍGUEZ
Biólogo JORGE ZEBALLOS FLOR
Ing. Pesq. MARCO QUIROZ RUIZ
Biólogo CARLOS RAÚL CASTILLO ROJAS
Biólogo HUGO TREVIÑO BERNAL



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

BOLETÍN INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ
ISSN 0458-7766
(Bol Inst Mar Perú Vol XXIV, 2009)

PORTADA: Afiche utilizado durante la realización, en la sede IMARPE, del III Panel Internacional de Expertos de Evaluación de la Merluza Peruana, en el Callao, del 24 al 28 de marzo 2008, referido al MANEJO PRECAUTORIO DE LA MERLUZA PERUANA, *Merluccius gayi peruanus*.

© 2009 Instituto del Mar del Perú (IMARPE)
Esquina Gamarra y General Valle s/n
Casilla postal 22. Callao, Perú
Teléfono 625.0800
Fax: 429.9811
C. electrónico: imarpe@imarpe.gob.pe

Jefa de la Unidad Investigación y Desarrollo
EMIRA ANTONIETTI VILLALOBOS
Editor Jefe
PEDRO G. AGUILAR FERNÁNDEZ
Coeditores:
R. RUTH CALIENES ZAMUDIO
LEONARDO ROMERO CHUMPITAZ

Registro de Depósito Legal 2010-03175
Reservados todos los derechos de reproducción total o parcial, la fotomecánica y los de traducción.
Tiraje: 600 ejemplares
Terminado de imprimir: marzo 2010

Distribución: canje, suscripción o compra

KINKOS IMPRESORES S.A.C
Av. Venezuela 2344 Lima, Perú
Telef. Central (511) 336-6699
Correo electrónico: ventaskinkos@gmail.com

La información estadística, los mapas, figuras, términos y designaciones empleados en esta publicación científica son referenciales, no tienen valor oficial, y son de completa responsabilidad de los autores.

BOLETÍN
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ
ISSN 0458-7766
Volumen 24, Nos. 1 y 2
Enero – Diciembre 2009

CONTENIDO

- Informe del Tercer Panel Internacional de Expertos de Evaluación de la merluza peruana *Merluccius gayi peruanus* Ginsburg. Manejo Precautorio de la Merluza Peruana. Callao 24 – 28 de marzo 2008

1. Presentación	
CLAUDIA WOSNITZA-MENDO	7
2. Sugerencia de medidas legales para mejorar el manejo pesquero	
GERD WINTER	
Grupo de Trabajo Jurídico de los Abogados del III Panel Internacional de la Merluza Peruana	9
3. Recomendaciones del grupo de asuntos económicos	
RASHID SUMAILA, ELSA GALARZA, HUMBERTO OLIVERA	
Grupo de Trabajo Económico en el III Panel Internacional de la Merluza Peruana	13
4. Cambios en la productividad de la merluza peruana (<i>Merluccius gayi peruanus</i> Ginsburg)	
RENATO GUEVARA-CARRASCO, CLAUDIA WOSNITZA-MENDO	15
5. Evaluación del estado del stock de merluza (<i>Merluccius gayi peruanus</i> Ginsburg)	
HANS LASSEN, EDGARD BARRIGA, JACKELINE PALACIOS,	
NATHALY VARGAS, ERICH DÍAZ, JUAN ARGÜELLES	21
6. Modelado de la merluza en su ecosistema con interacciones tróficas y forzantes	
Ambientales	
JORGE TAM, ASTRID JARRE, MARC TAYLOR, CLAUDIA WOSNITZA-MENDO,	
VERÓNICA BLASKOVIC, NATHALY VARGAS, ERICH DÍAZ,	
JUAN ARGÜELLES, SARA PURCA	27
• Trabajos Originales	
1. Cambios en el área de distribución de la merluza peruana: efecto de la pesquería y El Niño	
CLAUDIA WOSNITZA-MENDO, MICHAEL BALLÓN,	
CARLOS BENITES, RENATO GUEVARA-CARRASCO	35
2. Variaciones de la Extensión Sur de la Corriente Cromwell frente al Perú entre los 3 y 14°S	
ROBERTO FLORES, JOSÉ TENORIO, NOEL DOMÍNGUEZ	45
Instrucciones para los autores	59

INFORME

del

III Panel Internacional de Expertos de Evaluación de la Merluza Peruana *Merluccius gayi peruanus* Ginsburg

Manejo precautorio de la merluza peruana
Callao, 24 - 28 de marzo 2008

Organizado y ejecutado por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE)
Auspiciado por FAO, INCOFISH, CONCYTEC y PAITA CORPORATION

Presentación

CLAUDIA WOSNITZA-MENDO

La pesquería de arrastre de fondo es una de las pesquerías más complejas en el Perú, cuyo recurso objetivo es la merluza. Esta especie fue sobre-explotada a fines de los años 1970, pero se recuperó en la segunda mitad de los años 1980, debido probablemente a dos factores principales:

- (1) La disminución en el esfuerzo pesquero durante y después del evento El Niño 1982-83, pues la flota costera (EAC) se dedicó más a la pesca de langostinos y los barcos factoría (EAF), a la extracción de jurel y caballa; y
- (2) El aumento en la biomasa de la sardina, presa preferida de las merluzas mayores de 50 cm, a partir de mediados de los años 1980.

Una segunda disminución drástica de los niveles del stock de merluza por causas de la sobre-explotación y otras, ocurrió a inicios de los años 2000. En base a la recomendación del IMARPE, se estableció una veda de 18 meses (setiembre de 2002 hasta abril 2004), y a partir del establecimiento de Regímenes Provisionales de Pesca, se aplicaron medidas restrictivas del esfuerzo de pesca, vedas por reproducción y por presencia de juveniles. Sin embargo, no se obtuvieron los resultados esperados en relación a la recuperación del stock de merluza, principalmente en lo referente a la estructura poblacional, por lo que se plantearon las siguientes interrogantes:

- ¿Cuál es la diferencia entre dicho periodo y el presente?
- ¿Las actuales condiciones ambientales están afectando la recuperación del recurso?, y
- Para un mejor manejo ¿Cuáles serían los aspectos a reconsiderar?

En los años 2003 y 2004 IMARPE convocó a dos paneles de expertos para evaluar el estado del stock de merluza bajo un enfoque convencional. Las recomendaciones de ambos paneles se convirtieron en los ejes principales del proceso de recuperación de esta especie. Sin embargo, debido a que este proceso no se ha consolidado, aún cuando el esfuerzo de pesca ha sido moderado, fue necesario analizar la situación de esta población dentro de un marco de referencia mayor, que es el ecosistema.

En general, el estado actual de los recursos demersales, induce a ser cautelosos en el manejo de su pesquería, debido a la complejidad del problema. Las medidas adoptadas no han sido suficientes, y son necesarios mayores cambios fundamentales que incluyen cambios en la forma de ver el problema para poder implementar otras acciones. Efectivamente, el problema se vuelve más complejo, cuando se toman en consideración otros elementos del medio que indican que además de la sobrepesca a la que fue sometido el recurso, existirán factores ambientales cuya variabilidad de mediano a largo plazo estaría introduciendo otra fuente de stress a los recursos demersales, particularmente a la merluza.

Con esa perspectiva se organizó el III Panel Internacional de Expertos de Evaluación de la Merluza Peruana *Merluccius gayi peruanus*, que se llevó a cabo del 24 al 28 de marzo de 2008 en la sede central de IMARPE, con la participación de 26 expertos extranjeros y nacionales, representantes de universidades, institutos de investigación, Viceministerio de Pesquería y del sector pesquero privado. Se efectuaron charlas introductorias a las autoridades y público en general, por parte de especialistas, para luego pasar a sesiones intensas de trabajo, que permitieron alcanzar los Resultados y Conclusiones.

Este III Panel tuvo la connotación de un enfoque ecosistémico. Se establecieron las bases para el planeamiento, desarrollo y manejo de la pesquería según sus múltiples necesidades, sin poner en riesgo el beneficio de futuras generaciones. Se incluyó, además de la evaluación convencional del stock de merluza, los componentes económicos, legales y un modelado ecosistémico.

Se constituyeron cinco grupos de trabajo (Anexo 1):

Grupo 1: Asuntos legales

Grupo 2: Asuntos económicos

Grupo 3: Condiciones de baja productividad

Grupo 4: Evaluación convencional

Grupo 5: Modelado (Ecopath/Ecosim)

A continuación se presentan los Resultados más importantes de cada grupo de trabajo y sus Recomendaciones.

Sugerencias de medidas legales para mejorar el manejo pesquero

*Identificadas por el
Grupo de Trabajo Jurídico de los Abogados en el
Tercer Panel Internacional de la Merluza Peruana
Resumen por*

GERD WINTER

(Traducción CARMEN MORENO y CLAUDIA WOSNITZA-MENDO)

Introducción y redefinición de los principios del uso sostenible, precaución y consideración del enfoque ecosistémico

PROBLEMA

La Ley General de Pesca adopta el entendimiento común de desarrollo sostenible, lo que quiere decir que los intereses de la sociedad, economía y recursos naturales deben ser balanceados. Sin embargo, es tácita en relación a una situación donde los recursos naturales se encuentran en peligro de extinción. La Ley General de Pesca tampoco aborda el tema de qué hacer en situaciones de conocimiento dudoso sobre los riesgos. La indicada Ley menciona el enfoque ecosistémico, pero sólo en un contexto ocasional.

SUGERENCIAS

- *ESTABLECER EL PRINCIPIO DEL USO SOSTENIBLE DEL RECURSO.* Mientras que se tome en consideración el balance de los intereses económicos y sociales relacionados al recurso, si existe un riesgo que la pesquería exceda el máximo rendimiento sostenible, o cause un daño a largo plazo al ecosistema marino, la definición del principio debería aclarar que el interés en los recursos naturales debe tener prioridad por encima de otras preocupaciones.

- *INTRODUCIR EL PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN.* Definirlo como acción preliminar si existe un indicio, sin ninguna prueba de riesgo. Esta acción debería por un lado proteger al recurso y por otro lado apuntar a hacer más investigación para reducir la incertidumbre.

- *INTRODUCIR EL PRINCIPIO DE QUE LAS INTERRELACIONES* entre stocks de peces relevantes al ecosistema deben ser tomadas en consideración.

Especificación del proceso de emisión de normas

PROBLEMA

El artículo 9 de la Ley General de Pesca, faculta al Ministro de la Producción a establecer un sistema de reglamentos para el manejo pesquero. Este artículo no especifica cómo y quién debería brindar la asesoría científica a ser alcanzada, y hasta qué grado el proceso de emisión de normas debería involucrar al público. Debería permitir al público expresar su punto de vista, tanto sobre la base científica de la evaluación de los stocks, así como sobre el balance de los intereses en cuestión. La calidad de la decisión ministerial podría mejorarse y también ser mejor recibida y respetada por las partes interesadas. Con el propósito de mejorar la comunicación de las normas debería establecerse un período entre la entrada en vigencia de una resolución y la aplicabilidad de sus disposiciones.

SUGERENCIAS

Elaborar una resolución ministerial sobre normativa sublegal en la elaboración de bases del artículo 9 de la Ley General de Pesca. Esta resolución debería cubrir los siguientes tópicos:

- Una lista de puntos a considerar para la evaluación de los stocks y de cómo se obtienen los resultados de la Captura Total Permisible (CTP), tomando en consideración las interrelaciones con ecosistemas relevantes.
- Confiar al IMARPE la elaboración de propuestas para la CTP, tecnología pesquera, áreas restringidas y temporadas de veda.
- Proveer propuestas para reglamentación de decretos sublegales, que deberían ser publicados

antes que la decisión final sea tomada, logrando de ese modo que cualquier particular pueda emitir comentarios por escrito hasta cierta fecha límite.

- Establecer la realización de audiencias en caso de controversias serias.
- Asegurar que se fije un período de por lo menos dos semanas, entre la entrada en vigencia de una resolución y la aplicabilidad de sus provisiones, excepto en caso de urgencia.

Diseño de un programa de reducción de sobrecapacidad de pesca

PROBLEMA

Las políticas pesqueras en el pasado han llevado a una gran sobrecapacidad de la flota pesquera para la pesquería de merluza. Esto crea presión para fijar la CTP a niveles no sostenibles. A fin de aliviar esta presión y al mismo tiempo abrir oportunidades alternativas de empleo para los pescadores, debería delinearse un programa de reducción de sobrecapacidad. Con el propósito de hacer frente a la confianza legítima desarrollada bajo el régimen promocional del pasado, el programa debería involucrar mecanismos para el decomiso de algunas embarcaciones y la remodelación para otros propósitos, así como la asistencia para la reeducación y retiro adelantado de los pescadores.

SUGERENCIAS

- Crear dispositivos legales (en la Ley General de Pesca y/o en el ROP) para vincular estrechamente las medidas promocionales de manejo para los límites de explotación del recurso pesquero.
- Establecer las bases legales para un programa de reducción de capacidad.
- Eliminar la posibilidad de autorización de incrementos de la flota.
- Clarificar la disposición del retiro de un permiso de pesca, incluyendo bajo qué condiciones debería reconocerse el pago de una recompensa.
- Analizar experiencias de otros países (tales como la CE) con reducción de capacidad y estrategias para evitar y asegurar que no se repitan los errores.
- Diseñar un programa de reducción de la capacidad de pesca y entrega al GEF, Banco Mundial u otros donantes externos para su financiamiento.

Reconsiderar el sistema de cuotas individuales de captura

PROBLEMA

La capacidad o posibilidad de transferir la cuota individual, como se opera en el Perú, tiene el efecto colateral que se mantienen embarcaciones como operativas, aunque ya no pesquen o sean usadas de manera ineficiente. Esto es justificable desde el punto de vista distributivo, porque aquéllos que venden sus cuotas individuales obtendrán una nueva cuota individual el próximo año, sin haber utilizado su cuota el año anterior. El sistema es, sin embargo, ineficiente porque el dinero es pagado sólo para mantener una embarcación operativa sin utilizarla. Lo peor es que el sistema resulta perjudicial para el recurso, porque cuando se fija la CTP, los derechos de quienes venderán de todas maneras, se tomarán como si fuese necesario para que ellos obtengan ingresos de la pesquería. Sería justo, eficiente y óptimo para el recurso a la vez, si aquéllos que han vendido su ITQ en el año anterior, obtuvieran apoyo financiero a cambio de un retiro de sus embarcaciones.

SUGERENCIAS

- Debería estudiarse opciones alternativas de los criterios para el otorgamiento de cuotas individuales y sus partes a favor y en contra, incluyendo subastas, loterías y cuotas de referencia. Pareciera que esta última sería preferible, porque permite guardar una parte de la cuota total, para los propietarios de embarcaciones pequeñas, requerir la mejor tecnología para preservar el ecosistema, favorecer aquellos que tienen un buen record de cumplimiento con la Ley, etc. Debería ser considerado el otorgamiento de nuevas partes en la CTP por alrededor de siete años y solo después de este tiempo abrir otra vez el otorgamiento de una nueva ronda de cinco años. Esto creará las condiciones de estabilidad para la inversión.
- Para permitir una transición adecuada del antiguo al nuevo sistema, los propietarios de embarcaciones que actualmente tienen un derecho a una cuota individual, deberían recibir una recompensa por el retiro de sus embarcaciones. La compensación podría ser pagada del presupuesto público. Alternativamente podría considerarse que sea pagado por el sector pesquero, si los propietarios de embarcaciones, obtuvieran cuotas individuales transferibles por un número de años.

Investigar los vacíos de cumplimiento

PROBLEMA

La actividad pesquera es rica en estrategias y tácticas de cómo burlar, engañar o violar normas. Las capturas que sobrepasan las cuotas pueden ser transbordadas o desembarcadas fuera de los puertos controlados, la información de las capturas registrada en las bitácoras puede ser falseada, los inspectores en los puertos pueden ser sobornados, etc., etc. Todo esto no es sorprendente en una situación donde existe el temor de perder el empleo y de excederse en lo que les compete realizar. Debe evaluarse si las medidas adoptadas garantizan su cumplimiento y aún son efectivas y eficientes.

SUGERENCIAS:

- Reconsiderar el rol de los observadores en los buques. ¿Es la data que ellos colectan útil y confiable? ¿Deberían ellos reportar prácticas de pesca ilegal?
- Reconsiderar la posición de los inspectores en los puertos: Si ellos viven en una comunidad local, ¿son lo suficientemente independientes como para atenerse a las normas? o ¿debería establecerse un sistema de rotación entre puertos y/o pesquerías? ¿Es posible de que la inspección sea realizada por empresas privadas como en la pesca de anchoveta?
- Considerar la posibilidad de que se vuelva a verificar el recuento de los desembarques de las capturas, contrastándolo con las facturas emitidas por la venta del producto.

Apoyo a la certificación, pero siendo conscientes de que la certificación puede tener diferentes significados

PROBLEMA

La certificación es un fenómeno de fantasía. Antes de que sea apoyado ciegamente, uno debe ser consciente de que la certificación puede significar muchas cosas diferentes. La diferencia fundamental se encuentra entre la certificación de la legalidad de la captura y la certificación de la actual sostenibilidad de las capturas. Mientras que la primera sólo comprueba si la ley se respeta, la certificación de sostenibilidad requiere conocer, si la propia ley (por ejemplo, la Captura Total Permisible) es sostenible. Otras diferencias se refieren a los certificadores (organismo público o privado)

y el actor que solicita la certificación (un Estado importador o empresa de alimentos). Dependiendo de qué sistema de certificación de la pesquería sostenible sirva mejor, será posible proveerse de la legislación que lo apoye.

SUGERENCIAS:

- Estudiar los diferentes sistemas de certificación.
- Considerar la posibilidad de introducir disposiciones sobre el etiquetado peruano que indique: "pescado peruano de pesquería sostenible". Ello debería basarse en órganos independientes, privados o públicos, que cumplan ciertos criterios de independencia y experiencia, y debería aplicarse tanto a una pesquería o a las empresas pesqueras en una pesquería.
- Considerar la posibilidad de establecer una normativa que obligue a IMARPE y los órganos administrativos a proporcionar datos e información para la certificación independiente por privados y públicos, los organismos de certificación, incluidos los extranjeros. Así como establezcan los mecanismos de seguridad para que estos datos e información no sean mal utilizados.

Hacer la Ley de Pesca más transparente y actualizada

PROBLEMA

La Ley General de Pesca aún respira el espíritu de desarrollo de la economía peruana. Aún cuando se dice que el desarrollo debe ser "sostenible" y los recursos deben ser protegidos, se ha centrado en explorar y explotar los recursos pesqueros y la promoción de la pesca y el procesamiento pesquero. La Ley General de Pesca, ha sido un éxito en sus propios términos, en efecto, los recursos se exploraron y explotaron. Sin embargo, se ha traducido en un exceso de capacidad de flota y en la disminución de los recursos. El Estado reaccionó estableciendo numerosas regulaciones fijando la Captura Total Permisible, introduciendo el establecimiento de Cuotas Individuales de Captura, el establecimiento de normas para las prácticas de pesca y el cierre de las temporadas y áreas. Sin embargo, estas regulaciones se establecieron a un nivel sublegal y, por lo tanto, en cierto sentido, en contra de la orientación general de la Ley General de Pesca. Asimismo, dichas regulaciones son tan numerosas que incluso los expertos, sin mencionar el resto de la ciudadanía, tienen dificultades para saber cuál es la actual situación jurídica.

SUGERENCIA:

Revisar minuciosamente la Ley General de Pesca con la finalidad de reflejar la nueva situación de disminución de los recursos naturales. Aclarar prioridades en el concepto de desarrollo sostenible. Introducir las formas de reducir la capacidad de captura en combinación con estrategias para reorientar el Sector hacia otras posibilidades de empleo. Reajustar la relación entre los asuntos determinados por la Ley General de Pesca y las cuestiones que quedaron pendientes y que fueron abordadas en los distintos decretos y resoluciones ministeriales que han sido emitidos. Especificar el significado del cumplimiento normativo. Introducir las posibilidades de recurso legal del otorgamiento de derecho a demandar ambos tópicos, tanto pesqueros, como protección de intereses relativos a los recursos naturales.

Configuración de una Mesa Redonda**PROBLEMA**

El actual estado de sobreexplotación del recurso merluza, indica que el manejo de dicha pesquería ha fallado gravemente. Los interesados en la actividad tienden a culparse unos a otros: el gobierno a los armadores y científicos; los científicos al gobierno y armadores, los armadores a los científicos y al gobierno. Sin embargo, todos los interesados tienen responsabilidad en la crisis. La complejidad del problema y el enredo de los actores, sugiere que las medidas de rutina, podrían no haber resultado suficientes, siendo necesarios cambios fundamentales mayores.

SUGERENCIA

Se considera que todas las partes interesadas deberían ser convocadas a una Mesa Redonda para deliberar y arribar a una solución amistosa, para salir de la crisis actual y tal compromiso debería traducirse en la adopción de un acuerdo. Podrá estar modelado, según el último panel del año 2002 que, por cierto, en 2003 había llegado a la conclusión de que los acuerdos alcanzados deberían ser reevaluados a los cinco años, es decir, exactamente el periodo de tiempo que está próximo a vencerse.

Establecer un grupo de científicos sociales en el IMARPE**PROBLEMA**

Mientras la evaluación de las poblaciones es, y debe seguir siendo, tomada desde la perspectiva científica hay otras cuestiones en el manejo pesquero a ser respondidas por científicos sociales y abogados. Por ejemplo, subsidios y sus efectos, actitud de los pescadores hacia la reeducación, la compatibilidad de estrategias de la reducción de la capacidad con los derechos constitucionales fundamentales son las preguntas que deben ser respondidas desde la perspectiva en materia económica, social y de investigación jurídica, respectivamente.

SUGERENCIA

Establecer un grupo de científicos sociales y abogados en el IMARPE quienes poseen una orientación empírica / práctica y son capaces de cooperar con los científicos.

Recomendaciones del grupo de asuntos económicos

*Identificadas por el
Grupo de Trabajo Económico en el
3er. Panel Internacional de la merluza peruana
Resumen por*

RASHID SUMAILA ELSA GALARZA HUMBERTO OLIVERA

Introducción

Las pesquerías están conformadas por componentes humanos y naturales. El manejo de las pesquerías implica administrar actividades humanas, y para hacer eso bien, se necesita entender las motivaciones y elementos propulsores de la conducta humana.

¿Qué es lo que motiva a los pescadores a salir a pescar?

Esencialmente, la pesca se lleva a cabo para obtener dinero y para suplir otras necesidades humanas. Esto significa que tenemos que comprender la economía pesquera, para ser capaces de gestionar la pesca de manera sostenible, y económica y socialmente razonable.

El desarrollo de pesquerías modernas y la necesidad de economistas de pesca

Naturalmente, los países en desarrollo como el Perú están interesados en saber cuál es la mejor forma de utilizar sus recursos pesqueros para apoyar el desarrollo de sus países. Hasta ahora, el desarrollo de la pesca significaba simplemente más barcos y más gente en el mar dedicándose a la pesca. En lugar de esto, sugerimos que el desarrollo de la pesca moderna debe considerarse en términos de mantenimiento y reconstrucción de las poblaciones sobreexplotadas, tal que se pueda seguir produciendo beneficios tanto para las generaciones actuales como para las futuras, de manera sostenible. El manejo moderno de la pesca debe tratar de optimizar los beneficios netos de cada unidad de peces extraídos del mar, es decir, que debe centrarse en la calidad más que en el énfasis que se da en la actualidad a la cantidad de pescado capturado.

Tres bases del desarrollo de la pesca moderna, tal como se le concibe aquí, son:

- (i) Conocer el estado de las poblaciones de peces y sus ecosistemas,

- (ii) Conocer el valor (en un sentido amplio) de los recursos pesqueros, y;
- (iii) Fortalecer la gestión de la pesca, sobre todo, seguimiento, control y vigilancia.

Sin estos tres fundamentos, el Perú y los países en desarrollo no pueden participar en el comercio mundial de pescado, firmar los acuerdos de acceso y/o proporcionar los subsidios que son ecológicamente sostenibles, y económica y socialmente beneficiosos para sus comunidades costeras.

Los elementos del desarrollo de la pesca moderna incluyen:

- (i) Empezar únicamente acuerdos de acceso e intercambio global mutuamente beneficiosos que sean ecológicamente sostenibles.
- (ii) Utilizar las subvenciones rara vez, y sólo en aquellos casos en que no hagan daño a la base de recursos pesqueros.
- (iii) Cuando sea posible, asignar derechos de captura o privilegios de acceso a las comunidades de pescadores.
- (iv) Participar sólo en la acuicultura sostenible que contribuya al suministro de proteínas de pescado y aumente la seguridad alimentaria.
- (v) Desarrollar pesca en la costa que sea "inteligente" (en el sentido de que sea beneficiosa) y en pequeña escala, y
- (vi) Utilizar áreas marinas protegidas como mecanismos complementarios seguros contra la incertidumbre y fracasos de administración.

Por estas razones, el papel de los economistas sería incorporar dentro de los análisis que se llevan a cabo actualmente, que son principalmente biológicos, los aspectos económicos de las pesquerías. En este sentido, el análisis bio-económico apunta a lograr dos metas al mismo tiempo, mantener la biomasa a lo largo del tiempo y mejorar la rentabilidad del sector pesquero. Algunos problemas claves se presentan a continuación:

- *En el cálculo de los beneficios de la pesca*, se debe incluir la cadena completa, desde la captura, procesamiento y hasta que el pescado esté disponible para el consumo de los hogares.
- *Monitoreo, control y vigilancia*: Se necesita un sistema sólido para asegurar que sólo los totales admisibles de capturas (TAC) autorizados sean alcanzados. Esto es importante porque la pesca ilegal, la no reportada y/o la no regulada (IUU) ocasiona que:
 - (i) la evaluación del stock de peces sea inexacta;
 - (ii) se ponga en peligro la sostenibilidad del recurso;
 - (iii) resulte en pérdida económica; y
 - (iv) los pescadores que están en la legalidad tienen que pagar un precio mayor, por el impacto de la ilegalidad.
- *El sector de exportaciones en el Perú* necesita empezar a pensar en el mecanismo para certificar a las pesquerías. Deben desarrollarse planes para que la pesca peruana orientada a las exportaciones

pueda someterse a la certificación en el futuro. Sería muy útil empezar a estudiar el sistema de certificación del Consejo de Administración Marina (CAM), que es actualmente la mayor entidad de certificación en el mundo en el tema.

- Existe una importante necesidad de desarrollar bases de datos socioeconómicos que contengan indicadores y otras variables económicas.

Es importante mencionar que ninguno de los problemas mencionados anteriormente pueden llevarse a cabo adecuadamente, si no se disponen de datos de buena calidad y confiables. Asimismo, crear bases de datos con los datos biológicos, sociales y económicos.

Para llevar a cabo lo mencionado líneas arriba, es de suma importancia que exista un grupo de investigadores en Ciencias Sociales y Económicas, en el IMARPE y en el Ministerio de la Producción. Adicionalmente, este grupo de investigadores necesita colaborar con investigadores de las universidades de Lima, en particular, y del Perú en general.

Cambios en la productividad de la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus* Ginsburg)

RENATO GUEVARA-CARRASCO

CLAUDIA WOSNITZA-MENDO

Introducción

Se reconoce que las poblaciones de peces van ajustando su respuesta biológica a las condiciones cambiantes del entorno biótico y abiótico, a distinta escala espacial y temporal, así como a la presión de pesca, y que esta respuesta podría ser alterada si las condiciones del entorno se modifican.

Uno de los objetivos del Tercer Panel de la Merluza fue determinar si existen elementos suficientes, para pensar si la población de la merluza tiene un distinto nivel de productividad y, por tanto, una capacidad distinta de respuesta a los diferentes factores ambientales y al efecto de la pesca, que aquella observada antes de la década de los años 90, particularmente en los años 80. Se entiende que, si la capacidad de respuesta de la población ha cambiado a un nuevo estado, la estrategia de ordenación tendría que ser distinta.

Examinamos si hubo cambios en los parámetros poblacionales y cuales podrían ser los determinantes, es decir, en qué se diferencia la situación del stock actual de la existente a fines de los años 1970 y primera mitad de los años 1980. Algunos estudios ya realizados sobre la merluza y su hábitat en los últimos años muestran ciertos cambios relacionados con la demografía y un probable aumento en la mortalidad natural de los individuos mayores durante eventos El Niño (WOSNITZA-MENDO et al. 2004). También se detectó fluctuaciones en el factor de condición en la serie de tiempo analizado y bajos valores del índice gonadosomático de las hembras grandes en los últimos años (BALLÓN et al. 2008), disminución de la talla media de madurez y cambios en el área de distribución de la merluza (WOSNITZA-MENDO et al. 2009). Asimismo se ha producido un cambio en la estructura de la comunidad demersal y las relaciones tróficas (BALLÓN 2005).

Métodos

Los especialistas del IMARPE aportaron un conjunto de datos de variables biológicas y ambientales, que se consideran relacionadas con esta especie, las que se

ordenaron en series anuales desde 1967 hasta 2005 y se graficaron para observar las tendencias. No todas las series abarcaron todo el periodo. La Unidad de Investigaciones en Recursos Demersales, así como los Laboratorios de Ecología Trófica y de Edad y Crecimiento aportaron información relevante sobre esta especie.

La información relacionada a distintos componentes del ecosistema fueron aportados por la Dirección de Investigaciones en Recursos Pelágicos y la Dirección de Investigaciones Oceanográficas.

La serie de la profundidad de la isoterma de 15 °C se consideró como indicador de la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell, corriente que tiene un impacto importante en la distribución espacial de la merluza y otras especies demersales del mar peruano. Se sometió a un análisis de ondículas (wavelets) con un filtro de 10 años o más.

Resultados

CAMBIOS EN EL CRECIMIENTO INDIVIDUAL

Los estudios sobre edad y crecimiento en base a mediciones del radio del primer anillo (1 año) en los otolitos (sagitta) de merluzas muestreadas en los años 1985 y 1998 (C. GOYCOCHEA, com.pers.), indicaron que no se presentaron diferencias, lo cual descarta una variación en el crecimiento somático de la especie entre estas décadas. La Figura 1 compara las frecuencias de las mediciones del radio del primer anillo.

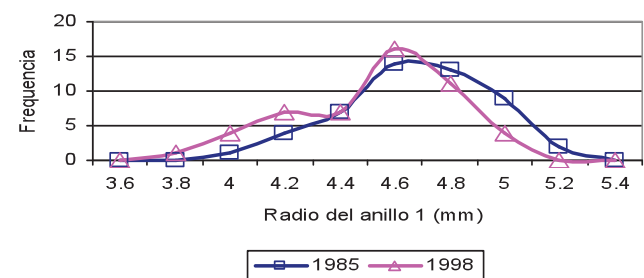


Figura 1.- Frecuencia de las mediciones (mm) del radio del primer anillo del otolito de merluza

CAMBIOS EN EL FACTOR DE CONDICIÓN

La variación del factor de condición por rangos de tamaños: juveniles (menores de 31 cm), medianos (entre 32 y 50 cm) y viejos (mayores de 50 cm) no presenta tendencia significativa para los ejemplares juveniles, pero si presenta una ligera tendencia positiva a lo largo del tiempo para los ejemplares mayores de 30 cm, particularmente a partir de los

años 90, y una reducción muy significativa con los eventos El Niño (ver también: BALLÓN et al. 2008). Se entiende que el problema no es la calidad del alimento en el sistema para la merluza; más aún, el aumento del factor de condición en los 90 podría tener relación con el aumento del canibalismo. No existe mejor calidad de alimento para una especie, que su misma especie. La Figura 2 presenta el factor de condición promedio mensual para el total de tamaños, entre 1971 y 2006.

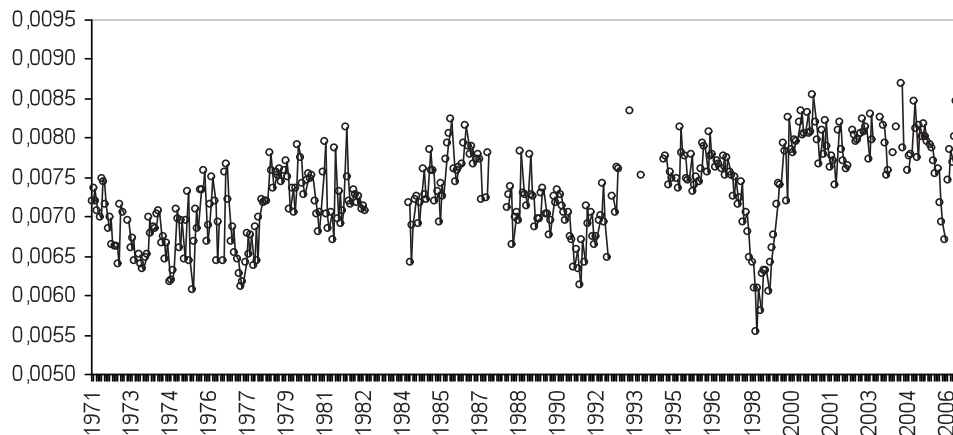


Figura 2.- Factor de condición promedio mensual para el total de tamaños de merluza, entre 1971 y 2006.

CAMBIOS EN LA COMPOSICIÓN DE LA DIETA

La dieta de las merluzas jóvenes (<31 cm) consiste principalmente de eufáusidos, anchoveta y otras especies, y no se evidencia una tendencia. En las merluzas de mayor tamaño y edad, el canibalismo se ha incrementado significativamente a partir de los años 90, especialmente luego de la desaparición de la sardina en el sistema. La Figura 3 presenta la variación del espectro alimentario (en peso) para las merluzas de 31-40 cm de longitud total (3-4 años de edad), a lo largo del tiempo, entre 1976 y 2002 (V. BLASKOVIC, com.pers).

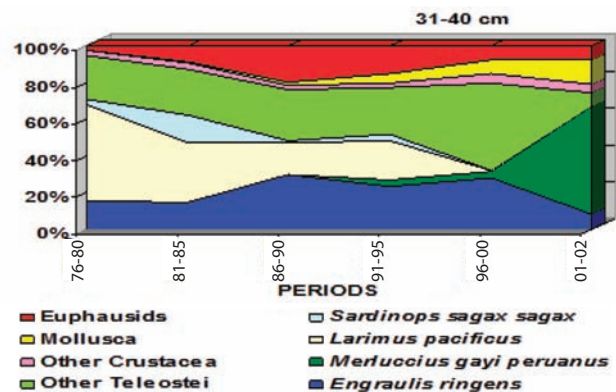


Figura 3.- Variación del espectro alimentario, en peso, para merluzas de 31 – 40 cm LT, de 3 a 4 años de edad. Periodo 1976 – 2002.

Se conoce que las merluzas de 3, ó más, años de edad son principalmente ictiófagas, y al parecer no existen suficientes especies presa para las merluzas más grandes en el área actual de distribución. Para conocer el comportamiento de las “otras” especies demersales en el sistema, se observó la tendencia de los desembarques de aquéllas que se extraen principalmente en la zona norte, como Cabrilla (*Paralabrax humeralis*), Cachema (*Cynoscion analis*), Coco (*Paralichthys peruanus*), Peje blanco (*Caulolatilus affinis*) y Ojo de uva (*Hemilutjanus macrophthalmos*). La Figura 4 muestra que los años 80 presentaron las mayores capturas y que a partir de los 90 se manifiesta una declinación que se agudiza desde fines de esa década.

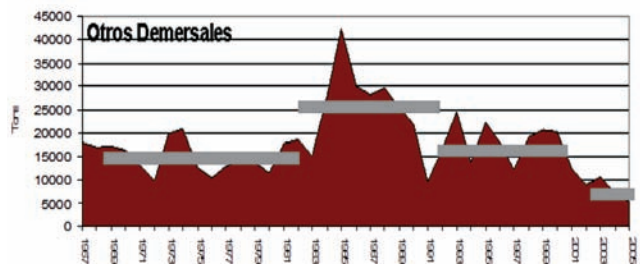


Figura 4.- Captura de otros peces demersales, 1967-2005, posibles presa de la merluza

Si bien esta declinación podría explicarse por el efecto de la pesquería tanto de arrastre industrial, como de la pesca artesanal, no habría que descartar que su progresiva desaparición en sentido sur-norte (como lo muestran los datos de cruceros de investigación) tenga también un componente ambiental.

MADURACIÓN SEXUAL A UNA EDAD MÁS TEMPRANA.

Una de las hipótesis que surgió en los años 90, cuando “desaparecieron” las merluzas viejas del área de distribución entonces predominante, fue que se habían desplazado hacia el norte fuera de las aguas nacionales y que ahí desovaban y aportaban reclutas a la población. Sin embargo, los datos del seguimiento de la pesquería señalaban que los actuales ejemplares desovantes no eran las supuestas merluzas grandes “escondidas” en algún lugar más al norte, sino las mismas merluzas jóvenes que conformaban la mayor parte de la población. La Figura 5 presenta los datos de madurez sexual por rango de tamaños, para el grupo de merluzas menores de 35 cm, en la que se observa un aumento en la proporción de maduros y desovantes a partir de los años 90. Se ha señalado también que ahora se observa una mayor proporción de ejemplares desovantes jóvenes porque se capturan más juveniles y son más representativos en las muestras. Sin embargo, si esto fuera cierto, los pocos ejemplares juveniles que eran capturados antes deberían también haber mostrado una mayor proporción de maduros en términos porcentuales, ya que el estudio se ha efectuado con muestras estratificadas por rangos de tamaños. Sería raro que sólo se capturaran inmaduros.

CAMBIOS EN LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

La revisión exhaustiva de los registros de desembarque de merluza a lo largo del litoral peruano, evidencian que se ha producido una reducción decadal progresiva, de década en década, del área de distribución en sentido sur – norte, con un desplazamiento hacia el norte del área de distribución de los juveniles (Figura 6): en los años 70 alrededor del Callao (12 S), en los 80 alrededor de Huarmey (10°S); en los 90 alrededor de Chicama (7°S); y en los 2000, alrededor de Punta Falsa (6°S). FRANCISCO CHÁVEZ, del MBARI, USA (com. pers. 2008) considera que esta reducción del área de distribución de la merluza tendría relación con una señal a escala del Pacífico Sur, de progresivo desplazamiento de la mínima de oxígeno hacia el norte.

Por un tiempo se pensó que en ese desplazamiento hacia el norte, el stock de merluza estaría invadiendo

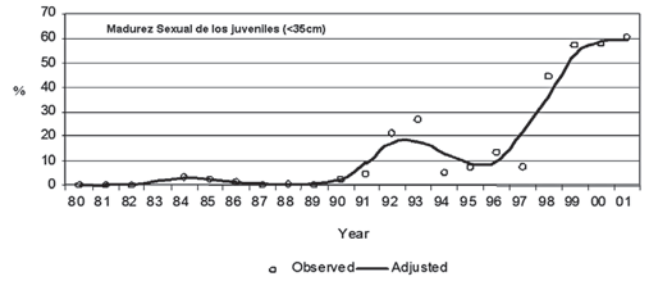


Figura 5.- Datos de madurez sexual por rango de tamaños, para el grupo de merluzas menores de 35 cm. 1980 - 2001.

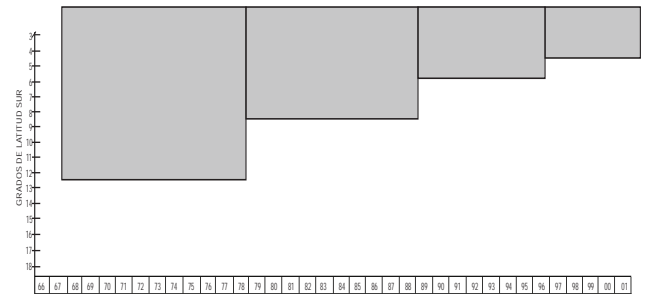


Figura 6.- Reducción decenal progresiva, de década en década, del área de distribución en sentido sur – norte, con un desplazamiento hacia el norte del área de distribución de los juveniles. 1966 – 2001.

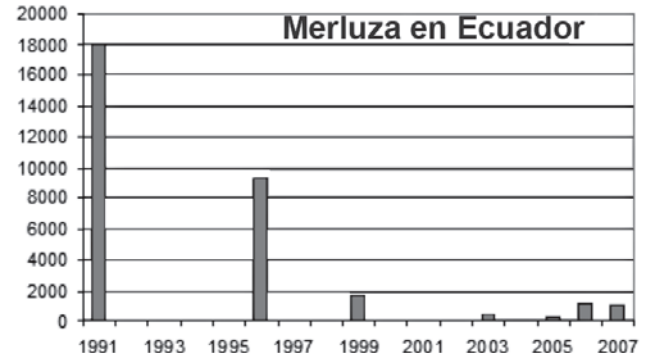


Figura 7.- Merluza capturada en Ecuador 1991-2007

aguas del mar ecuatoriano. Sin embargo, un reciente informe del Instituto Nacional de Pesca del Ecuador indica que la merluza ha venido disminuyendo su abundancia en esas aguas desde 1991 a 2007 (Figura 7). Por otro lado, la información disponible en IMARPE señala que en 1996 (año muy frío), la merluza (de 2 y 3 años de edad principalmente) se desplazó hacia el oeste y no hacia el norte (Figura 8). La estructura poblacional de la merluza al año siguiente, 1997, no presentó anomalía alguna, lo que induce a pensar que esa merluza habría regresado a su área habitual de distribución sobre la plataforma continental.

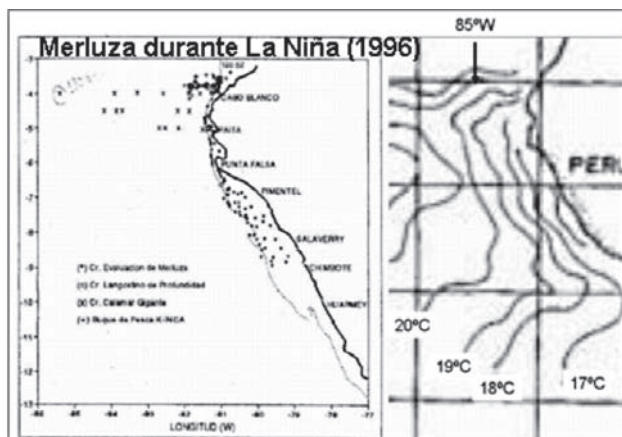


Figura 8.- Merluza durante La Niña 1996

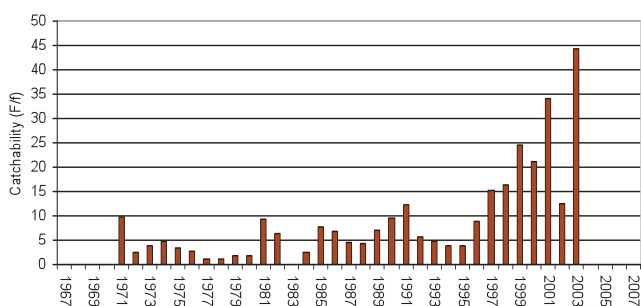


Figura 9.- Tendencia de la capturabilidad de la merluza 1967 – 2003

El progresivo desplazamiento hacia el norte ha aumentado la concentración de la merluza y, por tanto, el canibalismo. La Figura 9 muestra la tendencia de la capturabilidad estimada como el cociente entre la mortalidad por pesca (Análisis de Población Virtual) y el esfuerzo de pesca en términos de número de viajes estandarizados de la flota de Paita.

Es necesario indicar que la enorme actividad pesquera de grandes embarcaciones arrastreras factoría en los años 70 y parte de los 80, ha reducido las existencias de este recurso en latitudes más al sur. El efecto del esfuerzo se magnifica aún más, por cuanto se habría sumado a una señal ambiental adversa, causando el desplazamiento de la merluza hacia el norte.

CAMBIOS EN OTROS COMPONENTES DEL ECOSISTEMA

Otra especie en el ecosistema que ha manifestado este desplazamiento hacia el norte, entre décadas, es la anchoveta. En los años 60 su límite norte fue en los 7°S; y, desde mediados de los 80 su límite norte se ha desplazado hasta Talara (4°S). Asimismo, la sardina que se distribuía frente a todo lo largo del litoral en los años 80, se fue desplazando hacia el norte,

durante su proceso de declinación poblacional. En ambos casos, parece existir también el efecto de una señal ambiental. Especialmente en el caso de la sardina, la forma cómo desapareció del litoral, no se puede explicar por un efecto diferencial por latitud del gran esfuerzo de pesca sobre esta especie. Sin embargo, esta sobrepesca sí contribuyó a reducir más rápidamente la declinante abundancia de este recurso en el mar peruano.

La Figura 10 presenta los cambios en la distribución latitudinal de la anchoveta y la sardina, a lo largo del tiempo (estaciones del año), con información proveniente de las distintas operaciones en el mar desarrolladas por IMARPE.

Otro elemento importante es la presencia de calamar gigante o pota (*Dosidicus gigas*), especialmente a partir de los años 90, periodo en el que desarrolla grandes poblaciones. Si bien esta especie está presente permanentemente en el ecosistema, al parecer sólo desarrollaría grandes poblaciones en ciertos períodos. Se tienen referencias que en el primer cuarto del siglo XX se habrían producido grandes varazones de esta especie, incluso en Valparaíso, Chile. La Figura 11 muestra los desembarques de pota en el Perú, desde 1967 hasta 2005 como un indicador de la disponibilidad de este recurso.

Una de las especies presa de la pota es la merluza, aunque la interacción sólo sería irregular, particularmente cuando la pota presenta mayor concentración sobre la plataforma continental, y consume ejemplares de merluza de todo tamaño. Quizás la importancia de la depredación de este cefalópodo sobre la merluza sea significativa sólo en algunos años. Parece que 2005 fue uno de ellos. Las figuras 12 y 13 presentan la frecuencia de ocurrencia (FO) del tamaño de la merluza presente en el estómago de la pota en 2005, reconstruida a partir del diámetro de los otolitos; y el porcentaje de pota en las capturas de la flota arrastrera merlucera, entre 2004 y 2007.

INDICADORES ABIÓTICOS

Se reconoce que la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC), determina en gran medida, la dinámica de distribución de la merluza y otras especies demersales. El filtro aplicado a la variable indicadora de esta corriente, la profundidad de la isoterma de 15 °C (S. PURCA, com.pers.), permite discernir la existencia de hasta tres periodos entre 1970 y 2005 (Figura 14). De acuerdo con esto, en la década de los años 80 habría estado más profunda, favoreciendo una mayor oxigenación del fondo y una mayor proliferación de otras especies. A

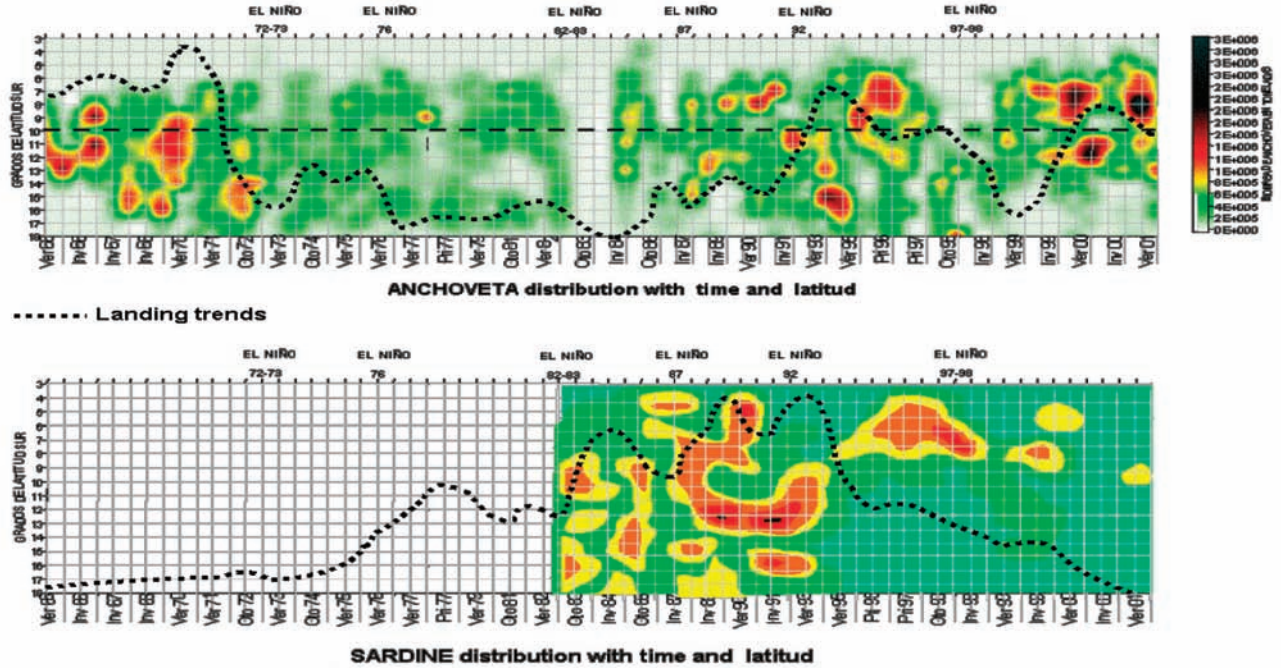


Figura 10.- Cambios en la distribución latitudinal de la anchoveta y la sardina, a lo largo del tiempo

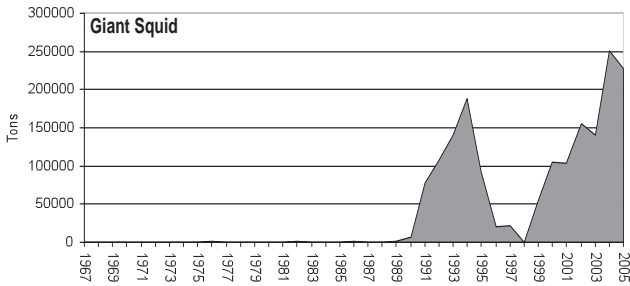


Figura 11.- Desembarques de pota en el Perú, en toneladas. 1967 - 2005.

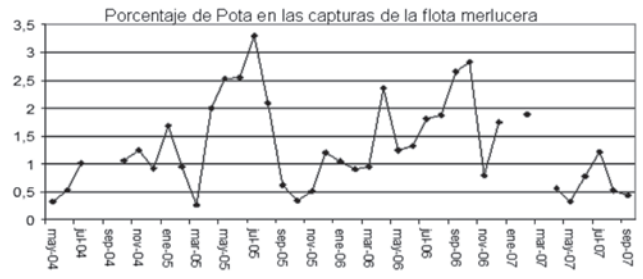


Figura 13.- Porcentaje de pota en las capturas de la flota merluquera. Mayo 2004 - Setiembre 2007.

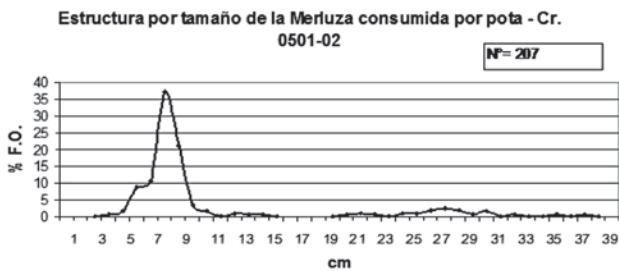


Figura 12.- Frecuencia de Ocurrencia (FO) por tamaño de la merluza consumida por la pota. Año 2005. (n=207)

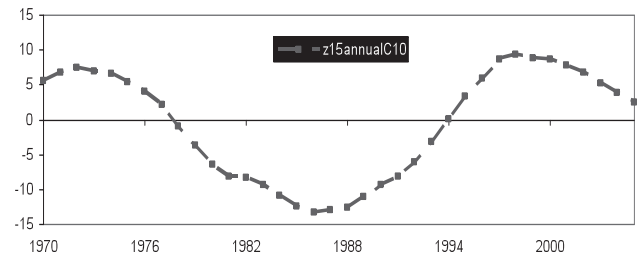


Figura 14.- Profundidad de la isoterma de 15 °C. Años 1970 - 2000.

partir de fines de los años 80 y comienzos de los 90, esta corriente se habría hecho menos profunda, provocando el efecto contrario.

Esta variación entre décadas tendría coherencia con una serie de otros indicadores abióticos, como el contenido medio de oxígeno superficial en el mar peruano y las variaciones de las anomalías de

salinidad (Figura 15).

Las tendencias de estas variables indican que el comportamiento del ecosistema no es el mismo entre décadas, y que las especies deben irse adaptando mediante distintas respuestas que dependerán de si la señal es favorable o no. Además, deberán responder al efecto de esfuerzo de pesca.

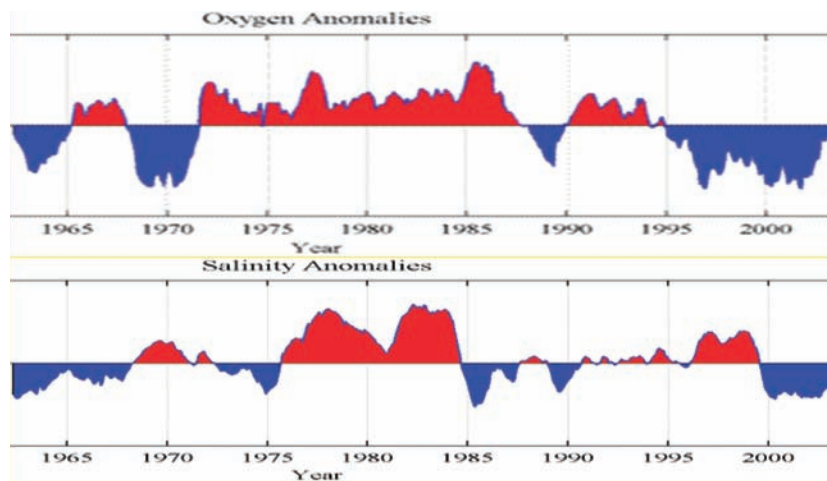


Figura 15.- Anomalías del oxígeno disuelto y de la salinidad en el mar peruano. 1965 – 2000.

Cabe destacar que el menor nivel de oxigenación en el fondo (de acuerdo a la señal mostrada) parece haber sido similar en los 90 y en los 70; y sin embargo en los 70 la merluza presentaba mayor distribución en latitudes mayores. Al respecto, debería indicarse que es muy probable que la estructura de las comunidades biológicas no hubiera sido similar en ambas décadas. Por lo que se observa en los desembarques de la pesca artesanal e industrial, la disponibilidad de especies se ha ido alterando a lo largo del tiempo y conforme se incrementaba el esfuerzo de pesca. Probablemente esta modificación en el balance de las comunidades biológicas, provocada por la pesca y agravada por las tendencias de las señales abióticas adversas para algunas especies, haya impedido que la merluza “repueble” latitudes más al sur, a comienzos de los 90, cuando desarrolló altos reclutamientos.

Si la señal ambiental resulta adversa o poco favorable para la sobrevivencia de algún aionomorfo de una población, la respuesta será de una reducción de la abundancia. Frente a esta posibilidad, cualquier esfuerzo de pesca presente, aún cuando estuviera medianamente controlado, en base a puntos biológicos de referencia estimados bajo un enfoque poblacional, podría resultar muy alto respecto a la capacidad de respuesta de la especie explotada en un nuevo estado del ecosistema.

Conclusiones

- No hay cambios en el crecimiento somático.
- Las merluzas jóvenes (menores de 35 cm) se alimentan normalmente, excepto durante El Niño.
- Hay mayor canibalismo en las merluzas más grandes e incluso en las más jóvenes.
- La disponibilidad de presas para las merluzas grandes (>35 cm) es menor, desde inicios de los 90.

- El desove está sostenido por ejemplares de 2 años principalmente, ante la falta de ejemplares más viejos.
- Hay cambios decenales (reducción) en la distribución espacial de la merluza, y no hay “fuga masiva” hacia el norte.
- El calamar gigante tiene algún nivel de depredación sobre la merluza juvenil, aunque de manera muy variable.
- Hay señales a nivel del ecosistema que indican que se han producido cambios tanto a nivel superficial, como a nivel subsuperficial con fluctuaciones interdecadales en la serie de tiempo de distintas variables.
- La merluza se encontraría en un “régimen poblacional” desfavorable, de más baja abundancia, distinto al de los años 70 y 80, e incluso del inicio de los 90.

Referencias

- BALLÓN M. 2005. Comparative analysis of the community structure and trophic relations of the Peruvian hake *Merluccius gayi peruanus* and its by-catch of the years 1985 and 2001. MSc Thesis, University of Bremen, Germany, 73 pp.
- BALLÓN M, WOSNITZA-MENDO C, GUEVARA-CARRASCO R, BERTRAND A. 2008. The impact of over-fishing and El Niño on the condition factor and reproductive success of Peruvian hake, *Merluccius gayi peruanus*. *Progress in Oceanography*. 79:300–307.
- GUEVARA-CARRASCO R, LLEONART J. 2008 Dynamics and Fishery of the Peruvian hake: between nature and man. *Journal of Marine Systems* 71 (2008): 249-259.
- 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.
- 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* 24:29-38.

Evaluación del estado del stock de merluza (*Merluccius gayi peruanus* Ginsburg) en el mar peruano. 2008

HANS LASSEN EDWARD BARRIGA JACQUELINE PALACIOS
NATHALY VARGAS ERICK DÍAZ JUAN ARGÜELLES

Introducción

La finalidad fue realizar un análisis del estado del stock de la merluza peruana, mediante un Análisis de Población Virtual, haciendo uso de la información disponible en la Unidad de Investigaciones en Peces Demersales, Bentónicos y Litorales (UIPDBL) del Instituto del Mar del Perú (IMARPE), actualizada y revisada a partir de la información empleada en los paneles de expertos precedentes (2003 y 2004).

Esta evaluación se realizó cuatro años después de la anterior, incluye la información biológica pesquera de la actividad extractiva de la flota industrial posterior a la aplicación de las medidas de ordenamiento pesquero desprendidas de las Recomendaciones de los Paneles 2003 y 2004, dentro de las que destacan la vigencia del régimen de acceso mediante la asignación de cuotas individuales y la implementación de un sistema de seguimiento y monitoreo pesquero exhaustivo, a través de la presencia de observadores a bordo en todas las operaciones de pesca de la flota industrial.

Material y métodos

DATOS DE LA PESCA COMERCIAL

Los datos disponibles, provenientes de la pesquería industrial arrastrera en el Perú desde 1971 a 2007, frecuencia de tallas de las capturas y algunos aspectos biológicos (relaciones talla peso, claves talla edad y ojivas de madurez), fueron ordenados en hojas de cálculo para el análisis, procesamiento y revisión correspondiente. Con estos datos se construyeron archivos para la implementación del software elegido para el análisis de población virtual (VPA 3.2), conteniendo la siguiente información:

CAPTURAS TOTALES ANUALES.- Representan los desembarques totales anuales de merluza (t) registrada en Perú desde 1971 a 2007, por tipo de flota (Figura 1).

CAPTURA POR EDAD.- Las matrices anuales de la estructura por tallas de merluza ponderadas a las

capturas totales, fueron transformadas a matrices de miles de individuos por grupo de edad utilizando las claves talla – edad disponibles (Anexo, Tabla 1), del mismo modo como se realizaron en los anteriores paneles (IMARPE 2004a, IMARPE 2004b)

PESOS MEDIOS.- Se calcularon los pesos medios anuales por grupo de edad, tanto de las frecuencias por edades procedentes de las pesquerías como las procedentes de los cruceros, haciendo uso de las claves talla edad y los parámetros de la relación talla–peso disponibles en IMARPE.

OJIVAS DE MADUREZ.- Se mantuvieron las ojivas calculadas en los paneles 2003 y 2004 (IMARPE 2004 a y b) y se actualizaron hasta el año 2007, haciendo uso de las bases de datos de los análisis biológicos del estadio de madurez gonadal de merluza por rango de talla y edad, tanto de pesquerías como de cruceros.

MORTALIDAD NATURAL.- Se ha considerado la tasa instantánea de mortalidad natural de $0,38 \text{ año}^{-1}$, constante para todas las edades y para todos los años, aplicada en el análisis de población virtual desde la evaluación del año 2003 (IMARPE 2004a).

ÍNDICES DE ABUNDANCIA.- Se consideraron los índices de abundancia (ind/mn^2 por grupo de edad) procedentes de los cruceros de evaluación de merluza realizados entre 1998 y 2007 (aplicación del método de área barrida), para los grupos 1 a 8+.

EVALUACIÓN POBLACIONAL

La evaluación del estado del stock disponible de merluza en el mar peruano fue llevada a cabo con el método eXtended Survivors Analysis (XSA) implementado en el programa VPA 3.2 (DARBY y FLATMAN 1994). El modelo fue calibrado con las capturas por edad estimadas en los cruceros de evaluación de merluza realizados en IMARPE desde el año de 1998 a 2007 (solo cruceros desarrollados en otoño), para reducir el sesgo relacionado a la capturabilidad, manteniendo estándar las

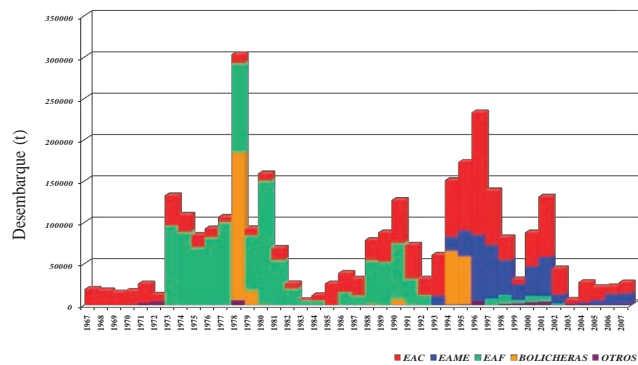


Figura 1.- Desembarque total anual (t) de merluza por tipo de flota, 1971 a 2007.

EAC = Embarcaciones arrastreras costeras (rojo)
 EAME = Embarcaciones arrastreras de mediana escala (azul)
 EAF = Embarcaciones arrastreras factoría (verde)
 Bolicheras = embarcaciones con redes de cerco (naranja), Otras (marrón)

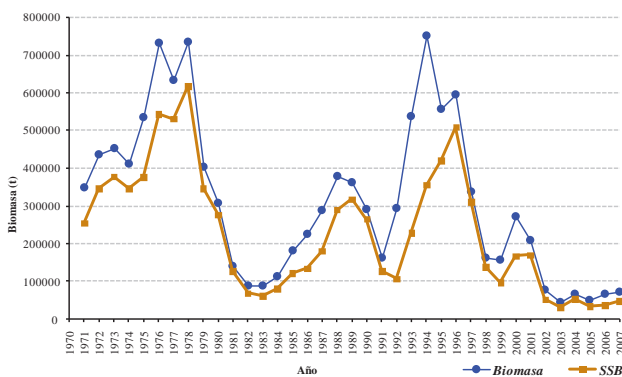


Figura 2.- Estimaciones de la Biomasa total (t) y Biomasa Parental (SSB) de merluza 1970-2007 Evaluación poblacional 2008

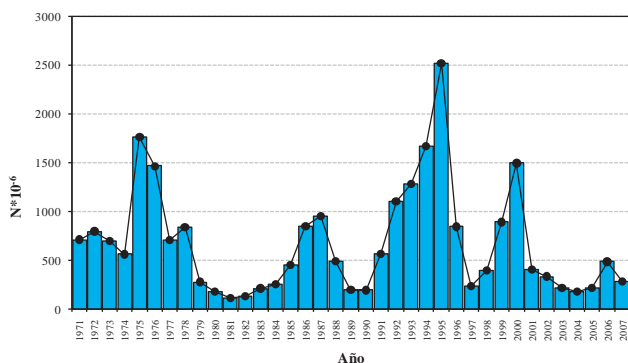


Figura 3.- Reclutamiento (edad 1) de merluza (millones de individuos) en el periodo 1971-2007 Evaluación poblacional 2008

características de la embarcación (BIC José Olaya Balandra) y el arte (red de arrastre de fondo tipo Granton provista de sobrecopo).

En las matrices de composición por edades de las capturas se decidió agrupar las correspondientes a las edades superiores al grupo 7 en un grupo plus (8+); asimismo, no tomar en cuenta la edad 0, debido

a la inconsistencia de la información de este grupo, fuertemente influenciado por la selectividad del arte, usando los mismos criterios utilizados el año 2004 (IMARPE 2004b). Lo propio se hizo con la matriz de índice de abundancia.

En la aplicación de la evaluación (VPA 3.2) se realizaron diferentes pruebas del modelo, variando las edades en los que se aplicaría el encogimiento (shrinkage), así como la estimación de la edad en la que la capturabilidad es independiente de la abundancia (*power model*) o de la selectividad (*mean q model*).

Finalmente, en hojas de cálculo EXCEL, los resultados de la evaluación fueron aplicados al modelo de proyección de Thompson y Bell, en cuatro diferentes escenarios (sin pesca, con $F_{0.1}$, F_{max} y con patrón de explotación similar a últimos años).

Resultados

BIOMASA.- Los resultados de las estimaciones de la biomasa total de merluza para el período de estudio (1971-2007), muestran que en los últimos 4 años (2004 – 2007) se ha mantenido una biomasa vulnerable media en el orden de las 64 000 t de las cuales el aproximadamente 67 % fue biomasa parental (SSB). Valores que se han mantenido en niveles casi constantes con ligera tendencia ascendente, luego del notorio descenso observado entre el 2001 y 2002 (Figura 2 y Anexo, Tabla 2).

RECLUTAMIENTO.- Las estimaciones del reclutamiento (edad 1) de merluza muestran que el más reciente reclutamiento importante se dio el año 2000, a partir de entonces se inicia una tendencia descendente que se mantiene hasta el año 2004 (año de reinicio de las actividades pesqueras), mostrando desde entonces una tendencia ascendente leve, registrando en el 2006 los valores más altos del último quinquenio (Anexo, Tabla 2)

La tendencia ascendente 2004 a 2006, aunque se mantiene aún en valores bajos, podría estar significando una recuperación poblacional tendente a aumentar la biomasa vulnerable del stock en los siguientes años (Figura 3). El reclutamiento medio tomado en cuenta para este análisis es el resultante del reclutamiento promedio 2004 – 2006 equivalente a aproximadamente 295 millones de individuos.

ESTRUCTURA POBLACIONAL.- En general, la estructura poblacional de merluza de los últimos 4 años (2004-2007) ha estado principalmente conformada por merluzas de los grupos de edad 1 a 3 años, constituyendo más del 95 % del total (tanto en número como en biomasa).

La biomasa parental del año 2007, tomando en cuenta la ojiva de madurez de los últimos años, está básicamente constituida por merluzas adultas de los grupos de edad 2 y 3 (90 %) mientras que los grupos más viejos sólo representan el 5% (Figura 4)

MORTALIDAD POR PESCA.- Luego del 2001, año caracterizado por el gran esfuerzo de pesca aplicado sobre el recurso merluza, se registró un descenso de la tasa de mortalidad por pesca en el año 2002 y 2003, debido a que desde septiembre de 2002 hasta mayo 2004 estuvo vigente una moratoria que disminuyó al mínimo la extracción de merluza (con excepción de una pesca exploratoria de bereche con barbo y una autorización de pesca de merluza en octubre 2003).

Desde el reinicio de la actividad pesquera, bajo el régimen de cuotas individuales no transferibles (mayo 2004), se registró un incremento en la F alcanzando altos niveles para las edades más viejas en el 2005 (niveles por encima de los valores históricos con excepción de 2001) la que disminuyó para los 2 años recientes (Anexo, Tabla 2). Resalta el incremento sucesivo de la presión de pesca sobre el grupo de edad 2, el que se inicia aproximadamente el 1991 y mantiene una tendencia ascendente, alcanzando altos niveles el trienio 2000-2002. En los últimos años (posterior al reinicio de pesca el año 2004) este grupo ha ido incrementado su grado de importancia en las capturas de la flota industrial, elevando los valores de F (Figura 5).

PATRÓN DE EXPLOTACIÓN.- El patrón de explotación de merluza para los años 2004 a 2007 demuestra que en el grupo de edad 3 se ha ejercido la mayor presión de pesca con un valor medio de $2,2 \text{ año}^{-1}$, mientras que los grupos mayores (3+) mantienen un nivel medio de $1,5 \text{ año}^{-1}$ (Figura 6).

PROYECCIONES A MEDIANO PLAZO.- Se realizaron proyecciones de mediano plazo (4 años) en diferentes escenarios pesqueros, utilizando como datos de entrada los resultados de la evaluación (XSA), asumiendo un reclutamiento medio 2004 - 2006 ($\sim 295 \cdot 10^6$ ind.) constante, patrón de explotación medio 2004 - 2006 ($F_{\text{bar 3-5}} = 1,69 \text{ año}^{-1}$) y la ojiva de madurez calculada para años más recientes.

Los escenarios propuestos son:

Escenario 1: Pesca cerrada durante la recuperación ($F = 0$)

Escenario 2: Pequeña pesquería de $F_{0,1}$ durante la recuperación.

Escenario 3: Pequeña pesquería de F_{max} durante la recuperación.

Escenario 4: Pesquería similar a la registrada en 2007

Biomasa desovante por grupo de edad - 2007

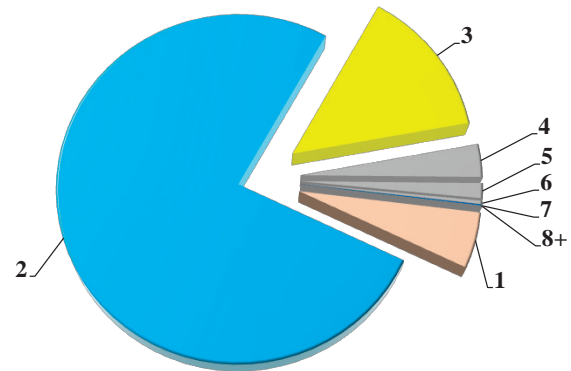


Figura 4.- Biomasa Parental de merluza por grupo de edad para el año 2007 Evaluación poblacional 2008

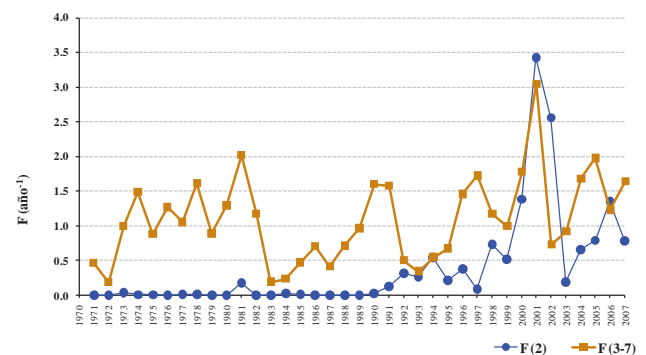


Figura 5.- Tasa instantánea de mortalidad por pesca ($F \text{ año}^{-1}$) estimada para el grupo de edad 2 ($F(2)$) y promedio para los grupos 3 a 7 ($F(3-7)$) de merluza, para el período 1971-2007. Evaluación poblacional 2008

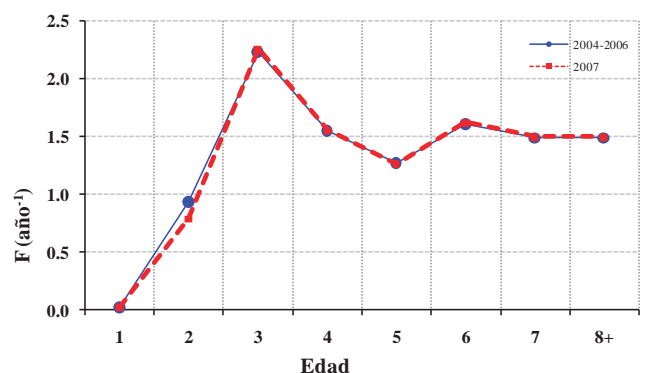


Figura 6.- Tasa de explotación ($F \text{ año}^{-1}$) de merluza por grupos de edad (2004-2006) Evaluación poblacional 2008

Los resultados muestran que de mantenerse el patrón de explotación que se ha estado aplicando sobre la merluza en los años recientes, no hay expectativa de incremento del tamaño del stock parental (SSB) y por tanto para la recuperación poblacional (objetivo de las acciones de manejo aplicadas desde 2003).

La reducción del esfuerzo pesquero a una tasa de mortalidad por pesca F_{\max} ($0,48 \text{ año}^{-1}$), implicaría una tasa de incremento de la biomasa reproductora (SSB) del 33 % anual. Si la reducción del esfuerzo se lleva al valor de $F_{0,1}$ ($0,26 \text{ año}^{-1}$), la tasa de incremento de la SSB se elevaría al 53% anual. Finalmente, el escenario más drástico, que implica el cierre total de la pesquería de merluza en el mar peruano, aceleraría a aproximadamente 84 % la tasa de incremento anual de la SSB.

En general, las características poblacionales de merluza calculadas por el Análisis de Población Virtual (APV) y las proyecciones de pesca observadas, hacen notar que es necesario disminuir el esfuerzo de pesca que ejerce la flota industrial arrastrera sobre el stock disponible de merluza.

Tabla 1.- Resultados de las proyecciones de pesca de corto plazo en 4 escenarios propuestos. Evaluación 2008

Escenario	F (año ⁻¹)	Tasa anual de incremento de la SSB (%)
Cerrado	0	~84
$F_{0,1}$	0,258	~53
F_{\max}	0,481	~33
F_{2007}	1,64	0

Discusión

Los paneles de expertos de evaluación de merluza peruana, llevada a cabo por el IMARPE los años 2003 y 2004, revisaron y analizaron la información biológica, pesquera y poblacional de merluza peruana; asimismo, realizaron evaluaciones con diferentes modelos y alcanzaron consideraciones y recomendaciones sobre el tratamiento de la información, evaluación poblacional y manejo pesquero para la merluza peruana (IMARPE 2004a, IMARPE 2004b).

El panel 2003, en las evaluaciones paralelas realizadas con el uso de los modelos ICA-ADAPT y XSA, demostró que aun con diferentes niveles de magnitud en algunos parámetros, ambos modelos han mostrado las mismas tendencias en la serie histórica de la mortalidad por pesca, el reclutamiento y biomasa del stock reproductor (SSB) (IMARPE 2004a), por lo que asumimos que los resultados expuestos en este documento representan las tendencias que serían observadas con la aplicación de otros métodos y se aplica para la merluza peruana.

Los resultados y tendencias de reclutamiento, biomasa reproductora y patrón de explotación calculados hasta el año 2002, presentados en esta evaluación, son similares a los obtenidos en la evaluación

2004; sin embargo, las estimaciones de biomasa y reclutamiento para el año 2003 en la evaluación del 2004, fueron consideradas no fiables, atribuidos a falta de información para un cálculo más ajustado (IMARPE 2004b) y difieren considerablemente con los estimados en esta evaluación.

Las estimaciones de biomasa total y reclutamiento de merluza para los años 2004 a 2007, se mantienen en los niveles más bajos de la serie histórica con un promedio de biomasa reproductora (SSB) en el orden del 43 % de la considerada como punto de referencia biológico (100 mil toneladas) para la especie (IMARPE 2004a).

La población de merluza peruana ha experimentado cambios drásticos en la estructura demográfica de la biomasa disponible, por razones ambientales y/o pesqueras, avanzando de un stock reproductor conformado principalmente por merluzas grandes (edad 3+) hasta la década de los años 90, al actual en el que el ~ 90% está conformado por merluzas pequeñas (2 y 3 años) con procesos de madurez más temprana (WOSNITZA-MENDO et al. 2004), que son a la vez los grupos que sostienen la pesquería, haciendo que el reclutamiento sea muy sensible a cambios en los patrones de explotación y factores medioambientales. Las acciones de manejo de los últimos años se han orientado a recuperar el stock desovante a niveles seguros y lograr que la estructura poblacional esté conformada por un mayor número de cohortes, por tanto más estable (GUEVARA-CARRASCO 2004).

En ese sentido, mantener el estado actual de la población y las proyecciones de pesca con el patrón de explotación de los últimos años, no garantiza la recuperación poblacional a corto plazo, por lo que es recomendable moderar los niveles de presión de pesca a nivel del F_{\max} y $F_{0,1}$, que implica reducir el esfuerzo pesquero, principalmente de aquél que se ejerce sobre los grupos de edad menores. Esto permitiría incrementar la tasa de recuperación poblacional dentro de las limitaciones que ofrezca el actual régimen ambiental.

Referencias

- DARBY CD, FLATMAN S. 1994. Virtual Population Analysis: versión 3.1 (Windows/DOS) user guide. Info. Tech. Ser., MAFF Direct. Fish. Res., Lowestoft (1): 85 pp.
- IMARPE. 2004a. Informe de la Primera Sesión del Panel Internacional de Expertos para la Evaluación de la Merluza Peruana. Marzo 2003. Bol. Inst. Mar Perú. 21 (1-2): 33-78.
- IMARPE. 2004b. Informe de la Segunda Sesión del Panel Internacional de Expertos para la Evaluación de la

- Merluza Peruana. Marzo 2003. Bol. Inst. Mar Perú. 21 (1-2): 79-119.
- GUEVARA-CARRASCO R. 2004. Sobrepesca de la Merluza Peruana: Lecciones mal entendidas. Bol. Inst. Mar Perú. 21 (1-2): 27-31.
- WOSNITZA-MENDO C, GUEVARA-CARRASCO R, BALLÓN M. 2004. Causas posibles de la drástica disminución de la longitud media de la merluza peruana en 1992. Bol. Inst. Mar Perú. 21 (1-2): 1-26.

Anexo

Tabla 1.- Capturas anuales (t) y captura en número (miles de individuos) de merluza peruana, por grupos de edad, 1971 a 2007

Año	Captura (t)	Edad (años)							
		1	2	3	4	5	6	7	8+
1971	26197	0	0	2145	19910	10073	3717	978	760
1972	12581	0	3	191	9348	5218	1882	683	401
1973	132856	0	17706	82639	140823	30813	9687	1999	1703
1974	109318	0	4004	75131	109664	27079	9055	3272	668
1975	84898	0	2535	62829	107073	8749	1742	1171	1361
1976	92803	0	171	22001	118770	24701	2866	541	1149
1977	106800	0	9673	151494	111965	9802	2042	747	638
1978	303495	0	4239	378763	340740	9842	2384	944	716
1979	92954	0	1402	82694	103650	8878	935	459	446
1980	159376	0	192	213118	113691	9658	2366	1007	507
1981	69293	522	16945	57224	69357	9737	2743	1247	349
1982	26498	0	0	24745	26954	2504	501	198	121
1983	5835	0	71	3720	7099	1203	33	16	3
1984	12108	45	3648	11781	7706	1755	475	212	95
1985	26180	0	2211	22360	13495	5823	1523	592	295
1986	38952	0	229	40875	25093	4383	2316	1763	602
1987	32026	4	179	40381	22946	1611	814	775	604
1988	78869	6	437	100073	60532	4951	2697	973	523
1989	88004	0	260	59502	105576	17465	1920	1301	981
1990	127291	163	2840	38925	183924	31536	2029	1165	1038
1991	72971	2851	13525	36878	92584	15964	1425	439	891
1992	32127	9498	86428	30339	9336	2845	806	136	109
1993	66341	11516	146423	77944	7083	1584	690	241	32
1994	164256	12315	301792	216915	24293	2705	1964	491	1191
1995	173350	875530	184245	169247	48250	5706	2144	1462	1369
1996	234913	34	260757	432135	66312	10668	7341	2031	234
1997	143352	240	40128	349763	51086	5957	2912	1671	948
1998	82022	4520	69283	265365	16825	2209	1073	489	451
1999	31192	21320	89912	22365	14941	2980	958	341	221
2000	88096	70896	367695	75770	11050	4745	1765	163	171
2001	131381	31530	771889	79648	9463	2505	583	158	50
2002	44469	138641	193413	13772	1387	222	5	21	11
2003	6339	3029	16554	5443	1493	699	85	10	0
2004	27833	1224	59289	47342	3150	606	187	26	5
2005	21907	5086	55563	38842	3509	386	143	24	4
2006	22678	13299	88924	28046	1932	263	43	7	3
2007	27273	4813	144886	19056	1849	503	81	16	1

Tabla 2.- Reclutamiento, biomasa total, biomasa reproductora y mortalidad por pesca resultantes de la evaluación, 1971 – 2007

Año	Reclutamiento Edad 1 (10 ³)	Biomasa (t)	SSB (t)	Desembarque (t)	F (2) año-1	F (3-5) año-1	F (3-7) año-1
1971	712104	347559	254157	26197	0	0,3908	0,46792
1972	796946	436219	344713	12581	0	0,1115	0,18780
1973	700488	451565	376427	132856	0,0401	0,9330	0,99294
1974	562600	411423	344720	109318	0,0102	1,3755	1,48920
1975	1764829	534022	375432	84898	0,0080	0,7871	0,88690
1976	1467110	731962	542771	92803	0,0002	1,2308	1,26922
1977	710005	633279	529425	106800	0,0117	1,0658	1,05584
1978	841872	733624	616158	303495	0,0106	1,7044	1,61592
1979	278125	403210	346123	92954	0,0029	1,0071	0,88996
1980	182024	306173	275861	159376	0,0012	1,4400	1,29528
1981	115025	141269	126394	69293	0,1799	1,8774	2,02038
1982	133124	89807	67852	26498	0	0,9466	1,17456
1983	211994	88107	60404	5835	0,0009	0,2412	0,19348
1984	255270	111976	80505	12108	0,0309	0,2528	0,23856
1985	452843	182628	120578	26180	0,0154	0,5244	0,47208
1986	848385	224356	133820	38952	0,0009	0,7365	0,70622
1987	957109	287767	179877	32026	0,0004	0,4510	0,41846
1988	489799	377046	289231	78869	0,0008	0,6872	0,71170
1989	197423	360811	317066	88004	0,0009	0,9899	0,96720
1990	193551	290535	264638	127291	0,0258	1,5782	1,60354
1991	565283	163376	127044	72971	0,1320	1,5778	1,57662
1992	1105741	293493	106749	32127	0,3175	0,5323	0,49952
1993	1283592	536626	228736	66341	0,2700	0,3935	0,34468
1994	1673485	750314	354852	164256	0,5453	0,6543	0,54544
1995	2520522	555138	419861	173350	0,2187	0,7714	0,67498
1996	845184	594009	508104	234913	0,3790	1,5603	1,46030
1997	236493	338707	310388	143352	0,0877	1,9282	1,72732
1998	398462	161147	137591	82022	0,7312	1,3498	1,17540
1999	892869	156564	96497	31192	0,5184	0,8126	1,00070
2000	1496534	270630	166347	88096	1,3857	1,6589	1,78098
2001	408845	208611	168971	131381	3,4255	3,3043	3,04940
2002	334875	77948	51952	44469	2,5582	0,9680	0,72878
2003	220115	44777	30815	6339	0,1924	0,8662	0,92000
2004	181112	65778	53024	27833	0,6623	1,7142	1,68214
2005	218404	50548	33621	21907	0,7918	1,9165	1,98108
2006	486127	67994	37325	22678	1,3502	1,4326	1,23282
2007	281206	72649	47142	27273	0,7876	1,6928	1,64062

Modelado de la merluza en su ecosistema con interacciones tróficas y forzantes ambientales

Ecosistemic modelling of Peruvian hake, trophic interactions and environmental forcing

JORGE TAM^{1*} ASTRID JARRE² MARC TAYLOR³ CLAUDIA WOSNITZA-MENDO¹
VERÓNICA BLASKOVIC¹ NATHALY VARGAS¹ ERICH DÍAZ¹
JUAN ARGÜELLES¹ SARA PURCA¹

Resumen

Se plantea la hipótesis de que la merluza requiere un manejo basado en el enfoque ecosistémico para su recuperación. El objetivo es realizar simulaciones con un modelo ecotrófico multiespecífico, con dos estadios de merluza, para entender las interacciones tróficas de la merluza con sus presas, competidores y depredadores. Las simulaciones con factores biológicos y ambientales, sugirieron que la reducción poblacional de la merluza se atribuye más a factores biológicos (relaciones tróficas y presión de pesca) que a factores ambientales. En general, las proyecciones de biomasa del modelo sugirieron que el stock de merluza a bajos niveles poblacionales presenta una limitada resiliencia.

PALABRAS CLAVE: Modelo ecotrófico, merluza peruana, Ecosistema de la Corriente Peruana, Corriente de Humboldt, Perú.

Abstract.

It is hypothesized that hake requires an ecosystem approach to fishery management for its recovery. The objective is to carry out simulations with a multispecific ecotrophic model, with two stages of hake, to understand the trophic interactions of hake with its preys, predators and competitors. Simulations with biological and environmental factors, suggested that population reduction of hake is attributed more to biological factors (trophic relationships and fishery pressure) than to environmental factors. In general, biomass model projections suggested that low levels of hake stock present a limited resilience.

KEYWORDS: Ecotrophic model, Peruvian hake, Peruvian Current Ecosystem, Humboldt Current, Perú.

Introducción

El propósito del enfoque ecosistémico para el manejo de las pesquerías es planear, desarrollar, y manejar las pesquerías de una manera que afronte la multiplicidad de necesidades y deseos sociales, sin arriesgar las opciones para que las futuras generaciones se beneficien del rango total de bienes y servicios provistos por ecosistemas acuáticos (FAO 2003).

La merluza peruana *Merluccius gayi peruanus* ha sufrido una serie de cambios a nivel individual y poblacional, tal como la disminución drástica en la talla promedio durante 1991-92 (WOSNITZA-MENDO et al. 2004) y 1997-98 (WOSNITZA-MENDO et al. 2009).

El presente trabajo se realizó como parte del III Panel Internacional de Expertos de Evaluación de la

1 Instituto del Mar del Perú (IMARPE).

2 Danish Institute for Fisheries Research, Sea Fisheries Institute, North Sea Centre, PO Box 101, DK-9850 Hirtshals, Denmark.

3 Center for Tropical Marine Ecology, Fahrenheitstr. 6, 28359 Bremen, Germany.

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

Merluza Peruana *Merluccius gayi peruanus* Ginsburg. En este panel, además del modelado ecosistémico, también se incluyeron aspectos económicos y legales para establecer las bases para el enfoque ecosistémico al manejo de esta pesquería.

En este sentido, el objetivo del presente trabajo fue explorar el rol de forzantes ambientales y biológicos, y evaluar estrategias de manejo pesquero usando un modelo ecotrófico multiespecífico del Ecosistema de la Corriente de Peruano.

Material y métodos

MODELO

Se usó como base el modelo de red trófica del ecosistema frente al Perú norte-centro de 1995-96, con 31 grupos funcionales bióticos, el cual se describe en detalle en TAM et al. (2008) y en TAYLOR et al. (2008). Las simulaciones se realizaron con el programa computacional Ecopath with Ecosim (EwE) versión 5.1 (CHRISTENSEN et al. 2005).

EFFECTO DE FACTORES BIOLÓGICOS Y AMBIENTALES

Se ha observado una reducción del índice gonadosomático (IGS) y el factor de condición (FC) durante El Niño (BALLÓN et al. 2008), posiblemente debido a una dispersión de las presas de la merluza

por ampliación de su área de distribución durante El Niño (TAYLOR et al. 2008). Se usaron estas variables biológicas para forzar la tasa de producción de huevos de merluzas grandes. Las series de IGS y FC fueron suavizadas con una media móvil de tres meses y reescaladas respecto a los valores iniciales de la simulación (Figura 1).

Por otro lado, considerando que la merluza tiene una distribución latitudinal que se extiende al sur durante El Niño (MUCK 1989), se exploró el rol de factores ambientales usando 4 funciones de mediación trófica de la vulnerabilidad de todas las presas de la merluza: la temperatura superficial del mar (SST o TSM) y la profundidad de la isoterma de 15 °C (Z15) para dos rangos latitudinales: entre 3-7,5°S y entre 3,5-13,5°S (Figura 2).

Las series de SST y Z15 fueron promediadas según el año biológico (Jul. – Jun.), se reescalaron entre 0,5 y 2,0, y se introdujeron en el modelo creando variables de biomasa “dummy” conducidas determinísticamente por las variables ambientales, siguiendo el procedimiento de FIELD et al. (2006). La vulnerabilidad de las presas de la merluza fue mediada negativamente por las variables ambientales, es decir, a mayor temperatura, menor vulnerabilidad de presas de la merluza (Figura 3).

El ajuste de las simulaciones con los datos observados, se evaluó con la suma de cuadrados de las desviaciones (SS), es decir, a mayor ajuste, menor SS.

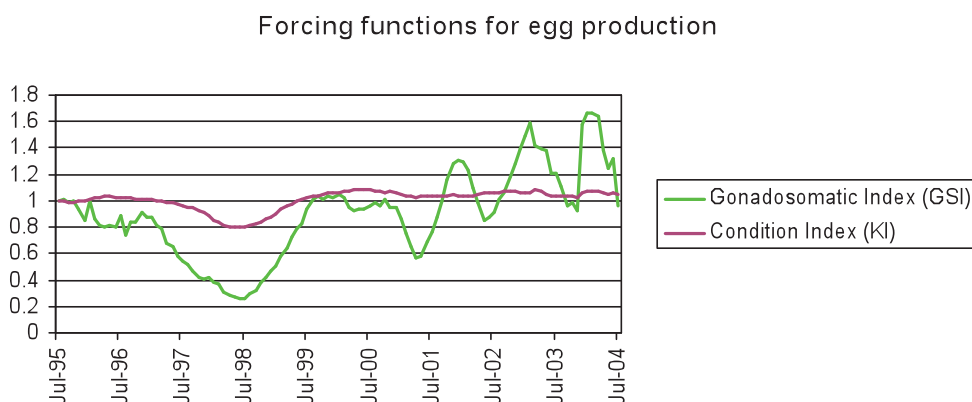


Figura 1.- Funciones forzantes de índice gonadosomático (IGS) y factor de condición (FC) aplicados a la tasa de producción de huevos. Se aplicó una media móvil de tres meses y un reescalamiento respecto a los valores iniciales de la serie de tiempo.

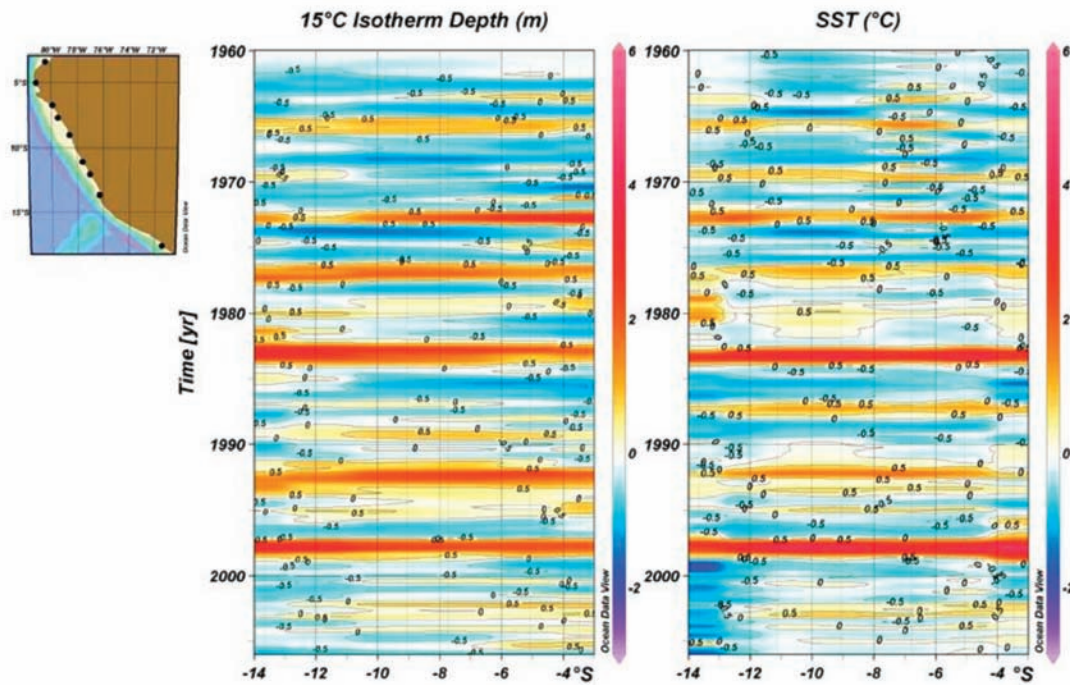


Figura 2.- Diagrama Hovmoller latitud-tiempo de las anomalías de la temperatura superficial del mar y la profundidad de la isoterma de 15 °C (1960-2005).

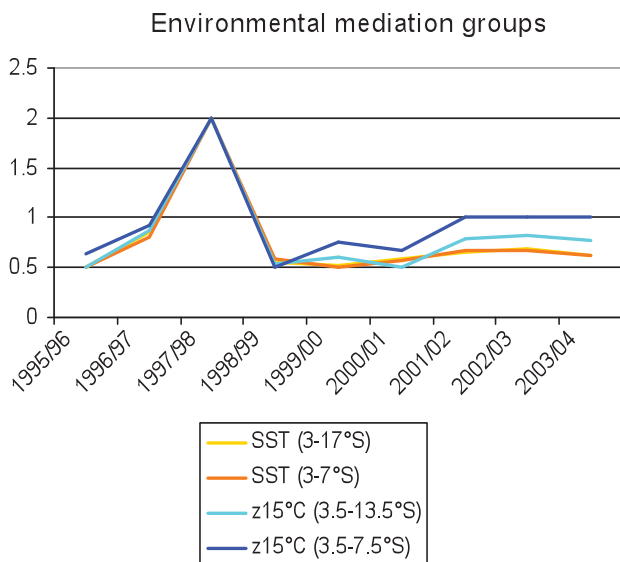


Figura 3.- Funciones de mediación trófica de temperatura superficial del mar (SST) y profundidad de la isoterma de 15 °C (Z15), para dos rangos latitudinales (3-7,5°S y 3,5-13,5°S). Se reescaló la serie de tiempo de 0,5 a 2,0.

SIMULACIONES DE BIOMASAS Y CAPTURAS

El modelo incluyó dos estadios de merluza: pequeño (<30 cm) y grande (>30 cm), que fueron conectados mediante una función multistanza, permitiendo el reclutamiento del estadio de merluzas pequeñas a partir del estadio de merluzas grandes. Las

simulaciones se realizaron asumiendo un valor de vulnerabilidad de presas de 2,0 (control trófico intermedio o mixto) (CHRISTENSEN et al. 2005).

El modelo se ajustó a series de tiempo disponibles entre 1995-2003 de biomاسas, capturas y cambios del fitoplancton (durante La Niña y El Niño).

Las proyecciones de biomاسas bajo diferentes estrategias de manejo pesquero se realizó cambiando la mortalidad por pesca en tres niveles: (i) F igual al status quo (F s.q.), (ii) F igual al 25 % del F s.q. y (iii) F igual a 0 (moratoria).

Resultados y discusión

EFFECTO DE FACTORES BIOLÓGICOS Y AMBIENTALES

Los resultados de las simulaciones con factores biológicos y ambientales se muestran en la Tabla 1. Las series de tiempo de temperatura (SST) y profundidad de la isoterma de 15°C no mejoraron significativamente el ajuste de las simulaciones 1 a 4. Las series de tiempo biológicas del índice gonadosomático (IGS) y factor de condición (FC) introducidas al modelo como forzantes de la producción de huevos de merluza, mejoraron ligeramente el ajuste de las simulaciones 5 y 6 (reducción de la SS en -1,05% y -0,22%,

respectivamente). El ajuste de las simulaciones con los datos observados se presenta en las Figuras 4 y 5.

Los factores biológicos parecen influir más que los factores ambientales en la dinámica de las poblaciones de merluza, al menos en la escala de tiempo estudiada. TAYLOR et al. (2008) encontraron que la incorporación del fitoplancton (asociada a la intensidad del afloramiento) era importante para simular reducciones poblacionales ocasionadas por control trófico de las presas. En el caso de la merluza, luego de eventos El Niño, varios factores naturales, como el canibalismo y la escasez de presas contribuyen, junto con la pesquería, a aumentar el estrés de la población (GUEVARA y LLEONART 2008). El análisis de datos del contenido estomacal indica que la disminución de las principales presas (e.g. sardina, bereche) ha producido un cambio hacia otras presas (e.g. eufáusidos, canibalismo), con efectos negativos en el factor de condición y el índice gonadosomático.

Las simulaciones con factores biológicos y ambientales, sugieren que la reducción poblacional de la merluza se atribuye más a factores biológicos (relaciones tróficas y presión de pesca) que a factores ambientales.

Tabla 1.- Resultados de simulaciones con variables físicas y biológicas

Simulation	SS (sum of + squares)	Change in SS (%)
Initial 2-stage hake multistanza; no additional mediation	<u>207,82</u>	
1) + prey mediation to → SH,LH w/ SST (3-17°S)	215,31	3,60%
2) + prey mediation to → SH,LH w/ SST (3-7°S)	213,78	2,87%
3) +prey mediation to → SH,LH w/ z15°C (3,5-13,5°S)	214,37	3,15%
4) + prey mediation to → SH,LH w/ z15°C (3,5-7,5°S)	213,36	2,67%
5) + forcing function → Egg production w/ GSI	205,64	-1,05%
6) + forcing function → Egg production w/ KI	207,36	-0,22%

SIMULACIONES DE BIOMASAS Y CAPTURAS

Las simulaciones de biomasa y capturas se ajustaron relativamente bien a los datos observados (Figuras 6 y 7), con tendencias similares a las obtenidas por TAYLOR et al. (2008). Las series de tiempo de fitoplancton sirvieron para forzar los cambios de diatomeas y dinoflagelados durante El Niño y La Niña.

Las proyecciones de biomasa de merluza pequeña (Figura 8) y merluza grande (Figura 9) obtenidas con el modelo ecosistémico, permitieron explorar el impacto de diferentes estrategias de manejo pesquero, basadas en una reducción de la mortalidad por pesca. Se espera una recuperación moderada de la merluza adulta sólo bajo una reducción muy fuerte de la presión de pesca.

En la Figura 10, se presenta la recuperación relativa de la biomasa de merluza luego de 8 años, observándose que con una reducción de la mortalidad por pesca del 25%, la biomasa se recupera en más del 10%, y bajo una moratoria, la biomasa se recupera en más de un 40%.

Las simulaciones indican que la dinámica de la merluza responde principalmente a efectos tróficos con la comunidad de peces demersales y a la presión de pesca. Considerando la actual estructura poblacional, con menos clases de edad que en los años 90, y la tendencia observada de aumento del canibalismo de la merluza, la proyección de biomasa del modelo sugirió que el stock de merluza a bajos niveles poblacionales presenta una limitada resiliencia.

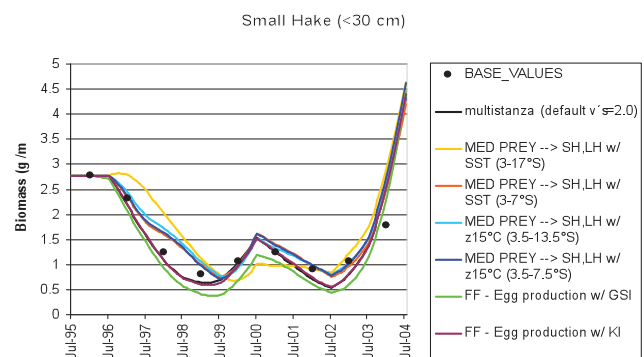


Figura 4.- Biomasa simulada (líneas) y observada (puntos) de merluza <30 cm, usando diferentes funciones forzantes y funciones de mediación trófica.

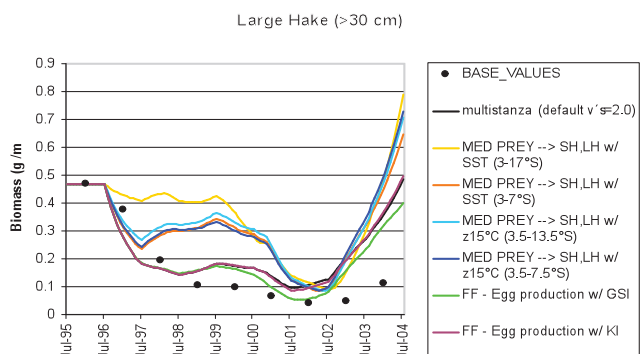


Figura 5.- Biomasa simulada (líneas) y observada (puntos) de merluza >30 cm usando diferentes funciones forzantes y funciones de mediación trófica.

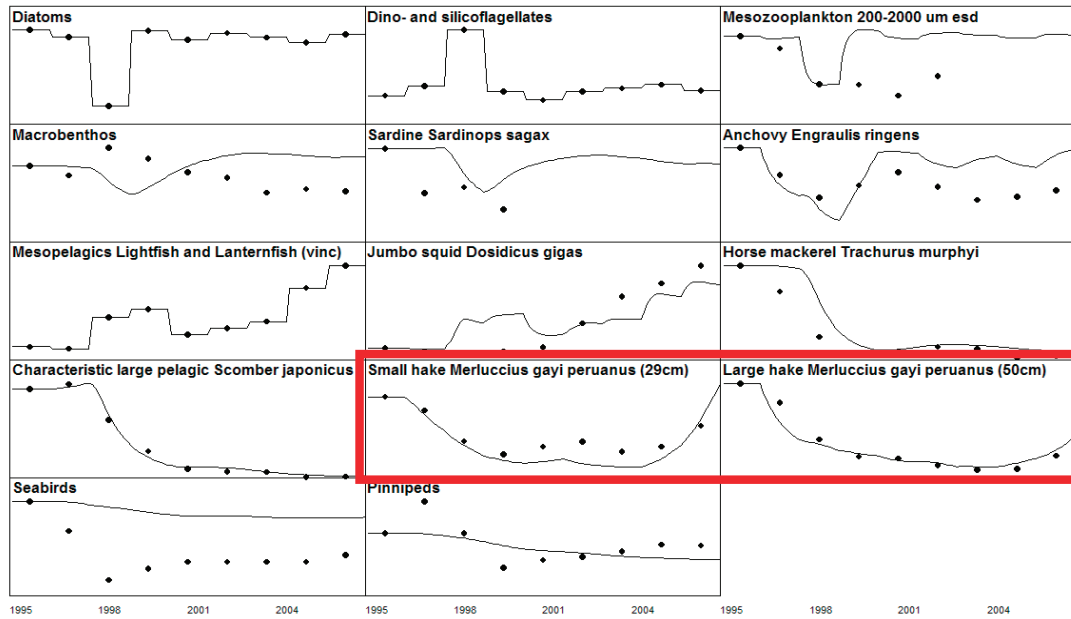


Figura 6.- Biomosas simuladas (líneas) y observadas (puntos) de diferentes grupos funcionales del ecosistema, incluyendo los estadios de merluza (rectángulo).

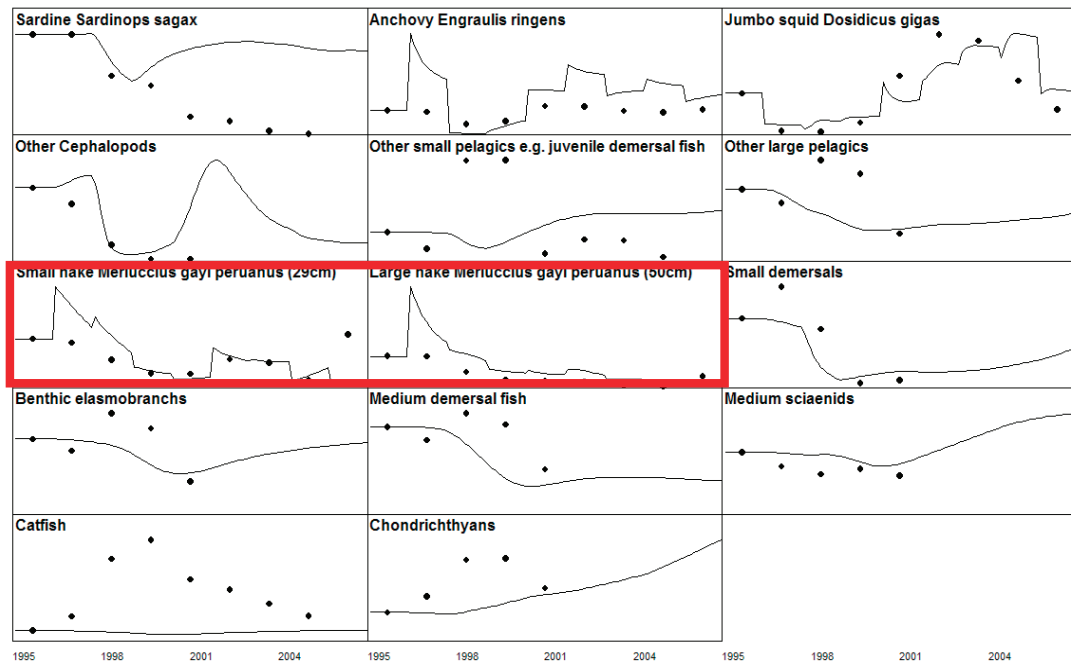


Figura 7.- Capturas simuladas (líneas) y observadas (puntos) de diferentes grupos funcionales del ecosistema, incluyendo los estadios de merluza (rectángulo).

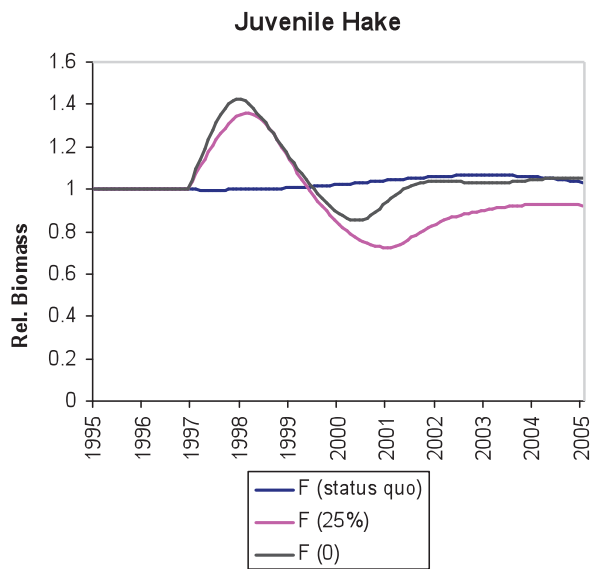


Figura 8.- Proyecciones de biomasa relativa de la merluza < 30 cm del modelo ecosistémico.

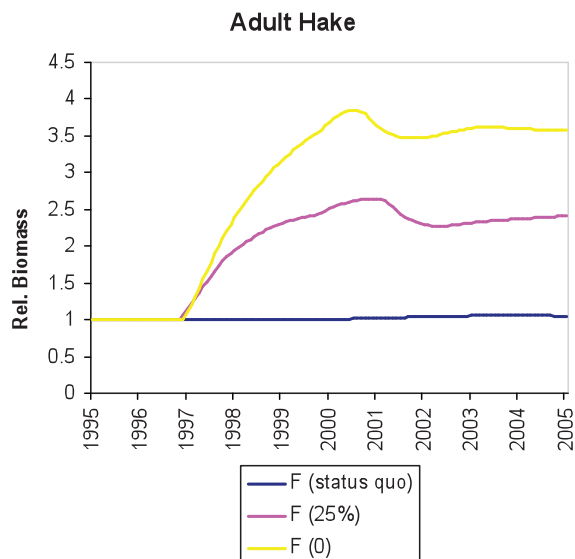


Figura 9.- Proyecciones de biomasa relativa de la merluza >30 cm del modelo ecosistémico.

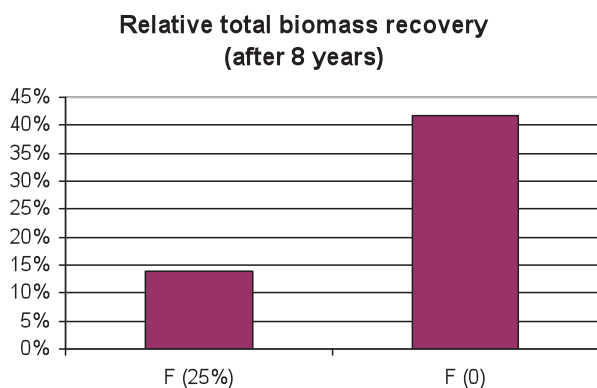


Figura 10.- Recuperación relativa de la biomasa de merluza luego de ocho años.

Conclusiones

- El modelo ecotrófico multiespecífico, con dos estadios de merluza, permitió explorar escenarios de recuperación de la merluza, bajo un enfoque ecosistémico.
- Las simulaciones con factores biológicos y ambientales, sugirieron que la reducción poblacional de la merluza se atribuye más a factores biológicos (relaciones tróficas y presión de pesca) que a factores ambientales.
- Las proyecciones de biomasa del modelo sugirieron que el stock de merluza a bajos niveles poblacionales presenta una limitada resiliencia.

Referencias

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.

CHRISTENSEN V, WALTERS C, PAULY D. 2005. *Ecopath with Ecosim: a user's guide*. Fisheries Centre Research Reports 12, 154.

FAO. 2003. *The ecosystem approach to fisheries*. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. (4):112.

FIELD JC, FRANCIS RC, AYDIN K. 2006. Top-down modeling and bottom-up dynamics: Linking a fisheries-based ecosystem model with climate hypotheses in the Northern California Current. *Progress in Oceanography* 68:238-270.

GUEVARA-CARRASCO R, LLEONART J. 2008. Dynamics and Fishery of the Peruvian hake: between the nature and the man. *Journal of Marine Systems*. 71:249-259.

MUCK P. 1989. Anchoveta consumption of Peruvian hake: a distribution and feeding model, pp. 306-320. In: PAULY D, MUCK P, MENDO J, TSUKAYAMA I. *The Peruvian upwelling ecosystem: Dynamics and interactions*. ICLARM Conference Proceedings 18, 438 pp.

TAM J, TAYLOR MH, BLASKOVIC V, ESPINOZA P, BALLÓN M, DÍAZ E, WOSNITZA-MENDO C, ARGÜELLES J, PURCA S, AYÓN P, QUIPÚZCOA L, GUTIÉRREZ D, GOYA E, OCHOA N, WOLFF M. 2008. Trophic modeling of the Northern Humboldt Current Ecosystem, Part I: Comparing trophic linkages under La Niña and El Niño conditions. *Progress in Oceanogr.* 79:352-365.

TAYLOR MH, TAM J, BLASKOVIC V, ESPINOZA P, BALLÓN M, WOSNITZA-MENDO C, ARGÜELLES J, DÍAZ E, PURCA S, OCHOA N, AYÓN P, GOYA E, GUTIÉRREZ D, QUIPÚZCOA L, WOLFF M. 2008. Trophic modeling of the Northern Humboldt Current Ecosystem, Part II: Elucidating ecosystem dynamics from 1995 to 2004 with a focus on the impact of ENSO. *Progress in Oceanogr.* 79:366-378.

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.

ANEXO 1

LISTA DE PARTICIPANTES EN EL III PANEL INTERNACIONAL DE EXPERTOS PARA EVALUACIÓN DE LA MERLUZA PERUANA

Merluccius gayi peruanus

(24 al 28 de marzo 2008)

1) Grupo de trabajo de **Asuntos Legales:**

- **GERD WINTER** Universidad de Bremen gwinter@uni-bremen.de
- ALFREDO GARCÍA MESINA MIPE agarcia@produce.gob.pe
- ROSARIO LA JARA MIPE mlajara@produce.gob.pe
- CARMEN MORENO IMARPE cmoreno@imarpe.gob.pe
- ROSA MARIA E. PERALES Paita Corporation rmperalesr@hotmail.com

2) Grupo de trabajo de **Asuntos Económicos:**

- **RASHID SUMAILA** Universidad de Vancouver r.sumaila@fisheries.ubc.ca
- HUMBERTO OLIVERA IMARPE holivera@imarpe.gob.pe
- JOANNA KAMICHE U.PACÍFICO kamiche-jn@up.edu.pe
- ELSA GALARZA U.PACÍFICO egalarza@up.edu.pe
- LIZARDO AYÓN VALDIVIEZO Paita Corporation lizayval@hotmail.com
- EDDY REYES Paita Corporation eddyreyes_07@hotmail.com

3) Grupo de trabajo de **Condiciones de Baja Productividad:**

- **RENATO GUEVARA** FAO rguevara@imarpe.gob.pe
- CLAUDIA WOSNITZA-MENDO IMARPE claudiawosnitza@yahoo.de
- ROBERTO FLORES IMARPE rflores@imarpe.gob.pe
- FLOR FERNÁNDEZ IMARPE ffernandez@imarpe.gob.pe
- SARA PURCA IMARPE spurca@imarpe.gob.pe

4) Grupo de trabajo de **Evaluación Convencional (XSA):**

- **HANS LASSEN** ICES hans@ices.dk
- JACQUELINE PALACIOS IMARPE jpalacios@imarpe.gob.pe
- EDWARD BARRIGA IMARPE ebarriga@imarpe.gob.pe
- ERICH DÍAZ IMARPE ediaz@imarpe.gob.pe
- JUAN ARGÜELLES IMARPE jarguelles@imarpe.gob.pe
- NATHALY VARGAS IMARPE nvargas@imarpe.gob.pe

5) Grupo de trabajo de **Modelado (Ecopath/Ecosim):**

- **ASTRID JARRE** Universidad del Cabo ajarre@gmail.com
- JORGE TAM IMARPE jtam@imarpe.gob.pe
- NATHALY VARGAS IMARPE nvargas@imarpe.gob.pe
- VERÓNICA BLASKOVIC IMARPE vblasko@imarpe.gob.pe
- CLAUDIA WOSNITZA-MENDO IMARPE claudiawosnitza@yahoo.de
- MARC TAYLOR Universidad de Bremen marchtaylor@yahoo.com
- ERICH DÍAZ IMARPE ediaz@imarpe.gob.pe
- HUMBERTO OLIVERA IMARPE holivera@imarpe.gob.pe

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.

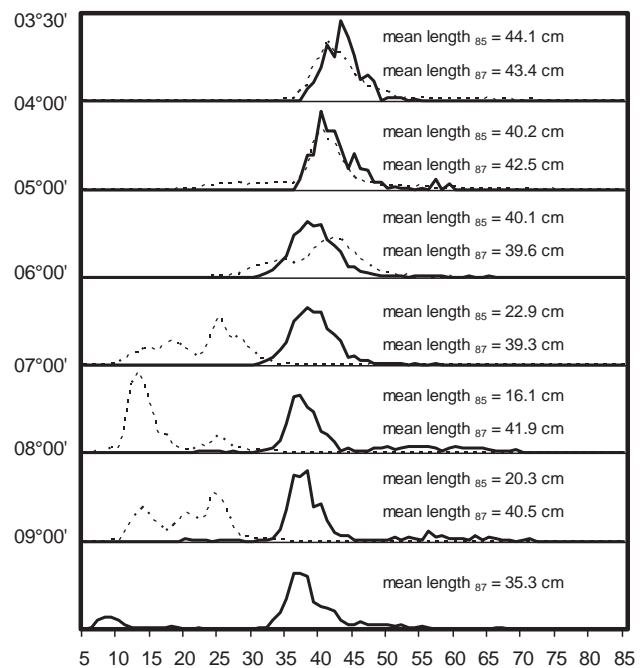


Figura 1.- Distribución de tallas de la merluza peruana por grado de latitud durante los cruceros 1985 (línea punteada) y 1987 (El Niño moderado) (línea continua).

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		

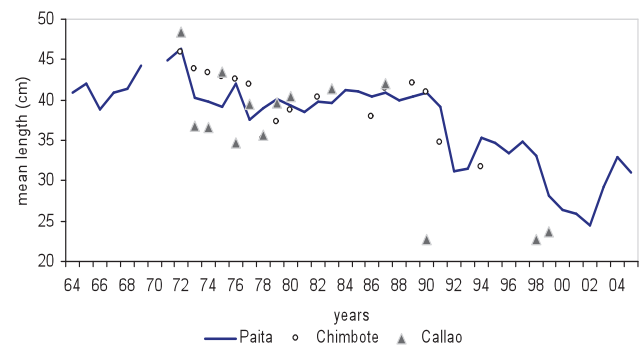


Figura 2.- Longitud media de la merluza peruana según puerto (Paita a 5°S; Chimbote a 9°S; Callao a 12°S) entre 1964 y 2005

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

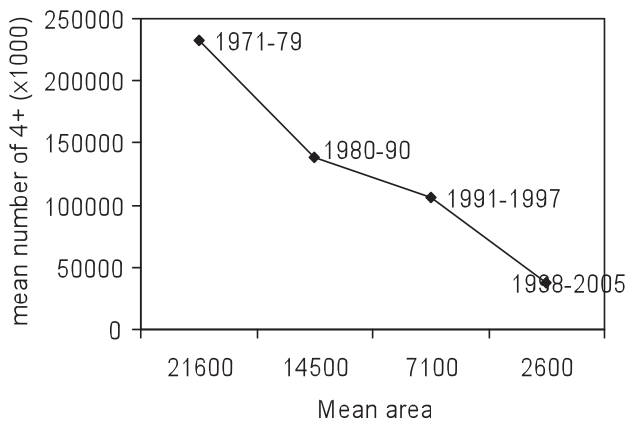


Figura 3.- Área promedio (mn²) ocupada por merluza adulta (4+) en diferentes décadas. Área promedio de pesquerías y cruceros; número promedio de Análisis de Cohortes.
 Figure 3.- Mean area (mn²) occupied by adult (4+) Peruvian hake in different decades. Mean area from fisheries and surveys; mean number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

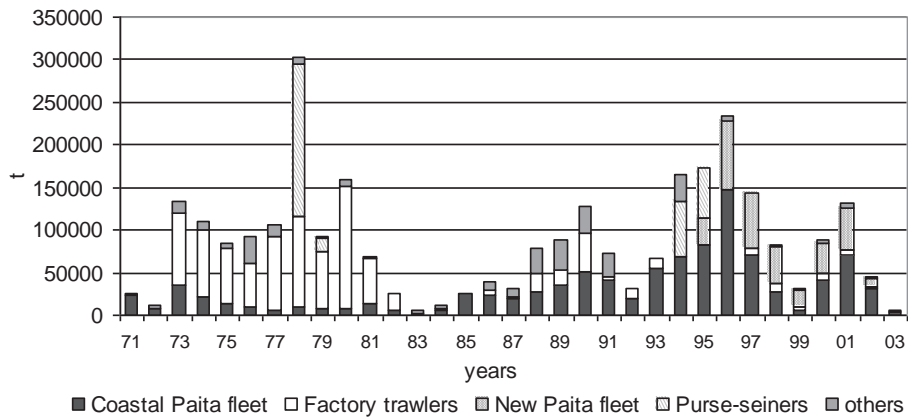


Figura 4.- Desembarques de merluza peruana por tipo de flota entre 1971 y 2003.
 Figure 4.- Peruvian hake landings by type of fleet between 1971 and 2003.

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.

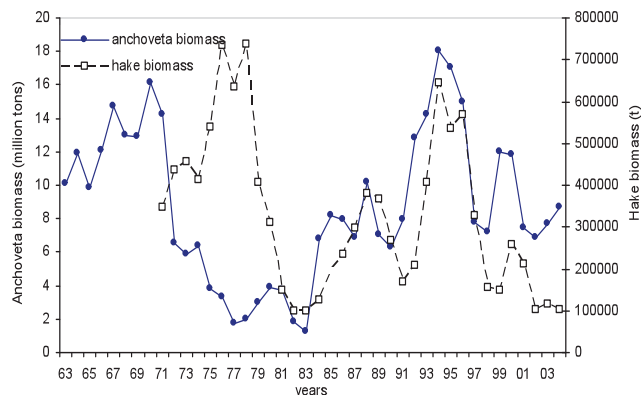


Figura 5.- Variaciones de la biomasa total de la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*) y anchoveta (*Engraulis ringens*). La biomasa fue estimada mediante análisis de población virtual hasta el 2000 para anchoveta y hasta 2002 para merluza. Para los años subsiguientes las estimaciones provienen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

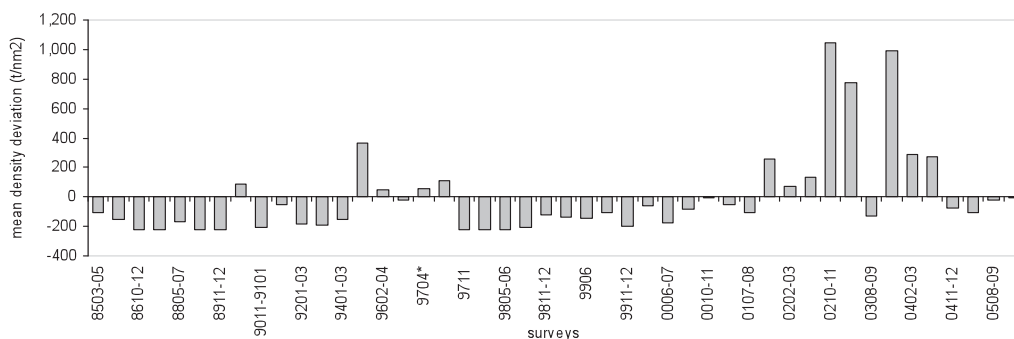


Figura 6.- Desviación anual de la densidad media de anchoveta (t/nm²) con respecto a la densidad media histórica para el periodo 1985 - 2005. Densidades estimadas mediante cruceros acústicos para el área comprendida entre 04 - 07°S.

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.

Variaciones de la Extensión Sur de la Corriente Cromwell frente al Perú entre los 3 y 14°S

Variation of the Cromwell Current Southern Extension off Peru between 3 and 14°S

ROBERTO FLORES¹ JOSÉ TENORIO¹ NOEL DOMÍNGUEZ¹

Resumen

FLORES R, TENORIO J, DOMÍNGUEZ N. 2009. Variaciones de la extensión sur de la Corriente Cromwell frente al Perú entre los 3 y 14°S. *Bol Inst Mar Perú XXIV (1-2): 39-52.*- Se describen las variaciones de la Extensión Sur de la Corriente Cromwell (ESCC) entre los 3 y 14°S, dentro de las 60 mn, usando cálculos geostróficos, la profundidad de la isoterma de 15 °C (1961 - 2005) y los valores de oxígeno disuelto (1980 - 2005). Los flujos geostróficos hacia el sur, calculados en las secciones frente a Paita, Punta Falsa, Chicama, Chimbote, Callao, Pisco y San Juan, hasta las 200 mn, en verano y otoño, mostraron cambios estacionales, en extensión latitudinal y profundización. La serie de tiempo de la profundidad de la isoterma de 15 °C, a lo largo de la costa, presentó la mayor variabilidad interanual en enero y mayo-junio y la menor variabilidad interanual en octubre-noviembre. El rango de oxígeno comprendido entre 2,0-0,5 mL/L está fuertemente correlacionado con la ESCC para profundidades de 90 a 180 m en la zona norte del Perú (3 - 8°S) donde se desarrolla la pesca demersal.

PALABRAS CLAVE: Extensión Sur de la Corriente Cromwell, ESCC, variaciones, merluza.

Abstract

FLORES R, TENORIO J, DOMÍNGUEZ N. 2009. Variation of the Cromwell Current Southern Extension off Peru between 3 and 14°S. *Bol Inst Mar Perú XXIV (1-2): 39-52.*- The variations of the Cromwell Current Southern Extension (CCSE), between 3 and 14°S, within 60 mn, are described based on geostrophic calculations. The time series of the mean depth of the 15 °C isotherm (1961-2005) and of the mean dissolved oxygen values (1980-2005) are presented. The geostrophic flow toward the south, calculated in the sections off Paita, Punta Falsa, Chicama, Chimbote, Callao, Pisco and San Juan up to 200 mn, showed changes mainly during the summer and autumn seasons concerning latitudinal extension and deepening. The time series of mean depth of the 15 °C isotherm, along the coast, showed the biggest depth in January and May-June, being shallower in October-November. Oxygen ranges of 2.0-0.5 mL/L showed a strong correlation with the CCSE for depths between 90 to 180 m in northern Peru (3-8°S) where the bottom trawl fishery takes place.

KEYWORDS: Cromwell Current Southern Extension, CCSE, variations, Peruvian hake.

Introducción

El sistema de corrientes ecuatoriales del Pacífico, ha sido estudiado por diversos oceanógrafos que esclarecieron las relaciones entre los flujos superficiales y subsuperficiales (WYRTKI 1964).

En los últimos años el sistema de anclaje de correntómetros del proyecto Tropical Atmósfera-

Océano (TAO/TRITON) ha permitido el monitoreo de estos sistemas de circulación en el Pacífico Ecuatorial, especialmente lo relacionado con los flujos superficiales y subsuperficiales hacia las costas de América del Sur, a fin de estudiar la propagación de las perturbaciones (ondas Kelvin) producto del colapso de los vientos o el predominio de los

¹ Unidad de Oceanografía Física. DIO. IMARPE rflores@imarpe.gob.pe

vientos del este a lo largo del Ecuador, que estarían en relación con el fenómeno denominado ENSO (El Niño y la Oscilación Sur).

Dentro del sistema de corrientes zonales del Pacífico ecuatorial, existe la denominada Corriente Cromwell (CC) que es un flujo subsuperficial que viaja hacia el Este y tiene su eje en la línea ecuatorial entre los 3°N-3°S (DIETRICH et al. 1975, WOLFF et al. 2003, KRAUSS 1960, ICOCHEA y ROJAS 2001) que en su recorrido al acercarse a las Islas Galápagos se bifurca en dos ramales, la Extensión Norte de la Corriente de Cromwell (ENCC) y la Extensión Sur de la Corriente Cromwell (ESCC) que llega a la zona costera del Perú.

La ESCC, que se propaga hacia el sur con el eje principal en el borde de la plataforma continental (BROCKMAN et al. 1980, ZUTA y GUILLÉN 1970, HUYER et al. 1991), es motivo de nuestra atención, y para explicar su comportamiento se ha analizado la estructura térmica, halina y el contenido de oxígeno disuelto, así como el flujo subsuperficial.

En el presente trabajo se estudia la variación mensual, estacional e interanual de la ESCC, a través del análisis de los datos de cruceros nacionales e internacionales de 46 años (1961-2006) y la complementación de las observaciones en el arreglo TAO/TRITON a los 0°N, 110° W, así como las variaciones de la profundidad de la isoterma de 15 °C, y de establecer los rangos de oxígeno que trae en su recorrido.

Material y métodos

VALORES PROMEDIO DE LA VELOCIDAD ZONAL SUBSUPERFICIAL (U) CM/S EN LA ESTACIÓN ANCLADA A LOS 0°N Y 110°W)

Se recopilaron y analizaron los datos de velocidades de corrientes obtenidas de los correntómetros anclados en la estación TAO/TRITON a los 0°N y 110°W (Figura 1), durante el periodo 1980 - 2006, a fin de determinar la secuencia de estos flujos y su relación con los flujos encontrados frente al Perú.

VALORES PROMEDIO DE LA PROFUNDIDAD (m) DE LA ISOTERMA DE 15 °C

Las isotermas en función de la profundidad frente al Perú, presentan por el lado costero dos grupos: unas por encima de la termoclina y que se dirigen hacia la superficie (afloramiento costero), y otro grupo de isotermas por debajo de la termoclina que se profundizan y que están asociados a la ESCC.

Precisamente la profundidad de la isoterma de 15 °C, es el valor inmediato por debajo de la termoclina y es a esta profundidad donde se produce la divergencia de las isotermas.

Las aguas de la ESCC son las que afloran principalmente en la zona norte-centro, y gran parte de ellas se desplazan subsuperficialmente hacia el sur, al borde de la plataforma. Entonces, se considera la profundización de la isoterma de 15 °C como un indicador del flujo subsuperficial hacia el sur (ESCC) para la zona norte-centro, donde la mayor profundización por el lado costero está asociada a una mayor intensidad de la ESCC.

La profundización de la isoterma de 15 °C no es la más recomendable para indicar flujos en la zona sur (alrededor de los 10°S) ya que por lo general forma parte de la termoclina.

Se colectó toda la información existente de la base de datos del IMARPE, de los lanzamientos de CTD, XBT, botellas Niskin y Nansen, de los cruceros de investigación nacionales e internacionales realizados en el periodo 1961-2007.

Se analizaron un total de 256 cruceros de investigación nacionales e internacionales, que se muestran en el Anexo "A".

Se calculó la profundidad de la isoterma de 15 °C (mediante interpolación) en cada uno de los perfiles de temperatura, para los casos de XBT y botellas.

Se trabajaron en seis áreas de estudio, divididas cada una en dos grados de Latitud Sur (3-4°S, 5-6°S, 7-8°S, 9-10°S, 11-12°S y 13-14°S), hasta una extensión longitudinal máxima de 60 millas náuticas de la costa.

El promedio mensual de la profundidad (m) de la isoterma de 15 °C en cada una de las áreas estudiadas, corresponden al periodo 1961 a 2006 (46 años).

Para completar los datos en meses vacíos, se realizaron métodos de interpolación.

Los valores calculados se encuentran en la Tabla 1, donde se muestran los valores promedio de la profundidad de la isoterma de 15 °C, mediante la integración e interpolación de las áreas.

CÁLCULOS DE VELOCIDADES GEOSTRÓFICAS

Se determinaron las velocidades relativas de corrientes en la columna de agua, mediante el cálculo geostrofico, que utilizan el campo de densidad

(temperatura y salinidad) de la estructura vertical. Este es un método indirecto para determinar flujos en las secciones verticales perpendiculares frente a la costa, donde se tomaron profundidades de 800 m como el nivel de referencia, donde no hay movimiento. Este método se aplicó en las secciones verticales perpendiculares a la costa hasta las 150-200 mn entre los 5°S hasta los 14°S.

CÁLCULO DE LA SERIE DE TIEMPO ESPACIAL DEL OXÍGENO SUBSUPERFICIAL

Se colectó toda la información existente de los cruceros de investigación de evaluación demersal de la base de datos del IMARPE, los datos colectados fueron de los periodos de verano y otoño austral.

Los datos empleados fueron de la capa subsuperficial, por debajo de los 50 m.

Los datos fueron separados por cada grado de latitud, procesando la información desde los 3 hasta 11°S.

Los valores calculados fueron procesados mediante el método de interpolación Kriging.

Resultados

VELOCIDAD DE LA CORRIENTE CROMWELL

La Corriente Cromwell, es una corriente zonal subsuperficial que se desplaza de oeste a este a lo largo de la línea ecuatorial. Ésta se refleja de la información obtenida de los correntómetros del sistema TAO/TRITON situada en los 0°N y 110°W (Figura 1), donde el registro de la componente zonal de la contra corriente ecuatorial, es el flujo subsuperficial que se desplaza entre los 50-250 m de profundidad aproximadamente entre los 3°N - 3°S con el eje entre 75 - 100 m de profundidad, la que es denominada Corriente Cromwell (CC) o Corriente Submarina Ecuatorial (CSME) (Figura 2).

Con los datos obtenidos de los correntómetros de la estación TAO, durante el periodo 1980 a 2006, se han realizado los cálculos para determinar las variaciones mensuales promedio de este flujo. Los resultados indican que el valor más alto se presentó entre mayo-junio (Figura 3). La variación anual media de la CC se mostró más intensa en los años 1981, 1982, 1986 y 2006 (Figura 4). La variación interdecadal de la CC, donde se obtuvo la mayor intensidad se presenta en la década del 2000, secundada por la década de los 80 y menos intensa en los años 90 (Figura 5).

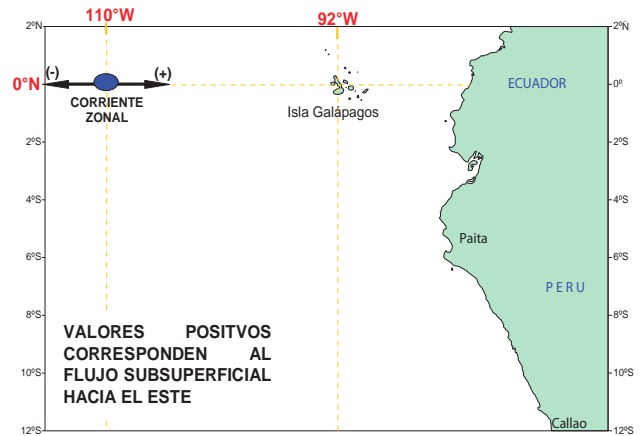


Figura 1.- Posición de la Estación TAO/TRITON a los 0°N, 110°W

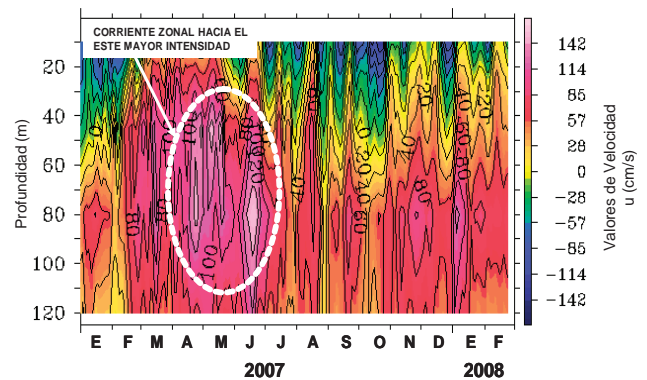


Figura 2.- Serie de tiempo de la corriente zonal (u), en la estación TAO/TRITON

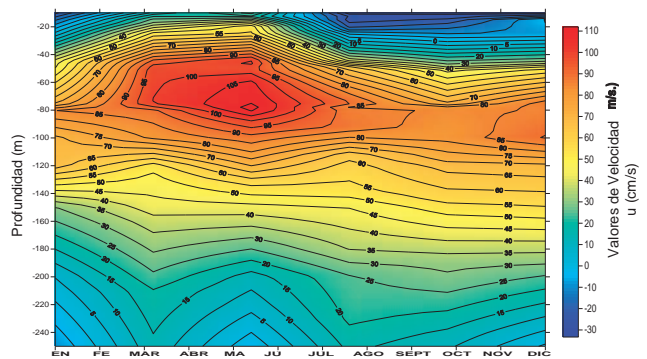


Figura 3.- Variación mensual media del flujo zonal (u) en los 0°, 110°W de la boya TAO del Pacífico ecuatorial

VALORES PROMEDIO DE LA PROFUNDIDAD DE LA ISOTERMA DE 15 °C Y SU UBICACIÓN LATITUDINAL

La CC al aproximarse a las islas Galápagos se divide en un flujo hacia el norte y otro hacia el sur. Este último denominado Extensión Sur de la Corriente Cromwell (ESCC), es el que fluye frente a la costa peruana.

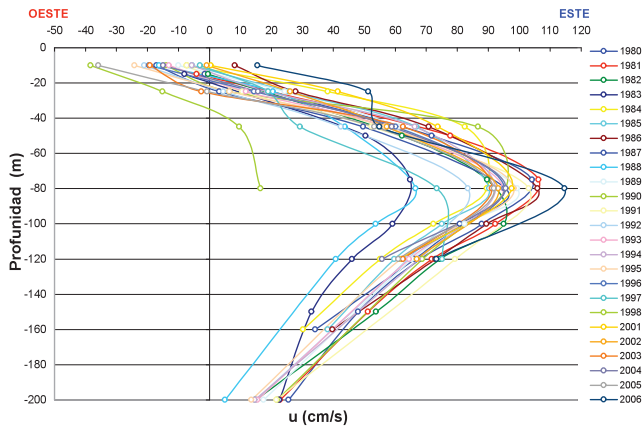


Figura 4.- Variación media anual (1980-2006) del flujo zonal en los 0°, 110°W de la boya TAO, del Pacífico ecuatorial oriental.

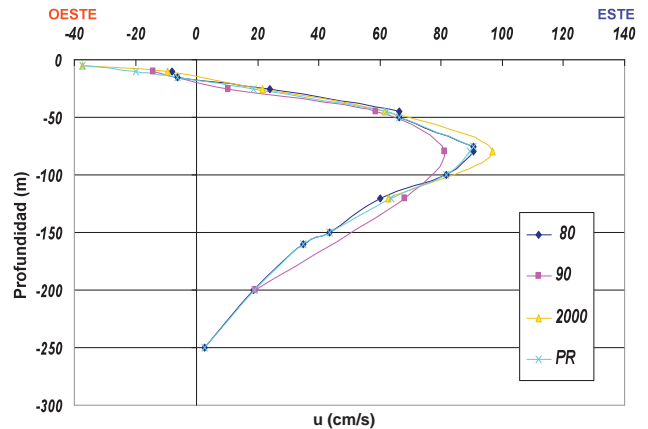


Figura 5.- Variación media en las décadas de los ochenta, los noventa y lo que va de los 2000, del flujo zonal (u) a los 0°, 110°W de la boya TAO del Pacífico ecuatorial oriental. Qué es PR? (celeste)

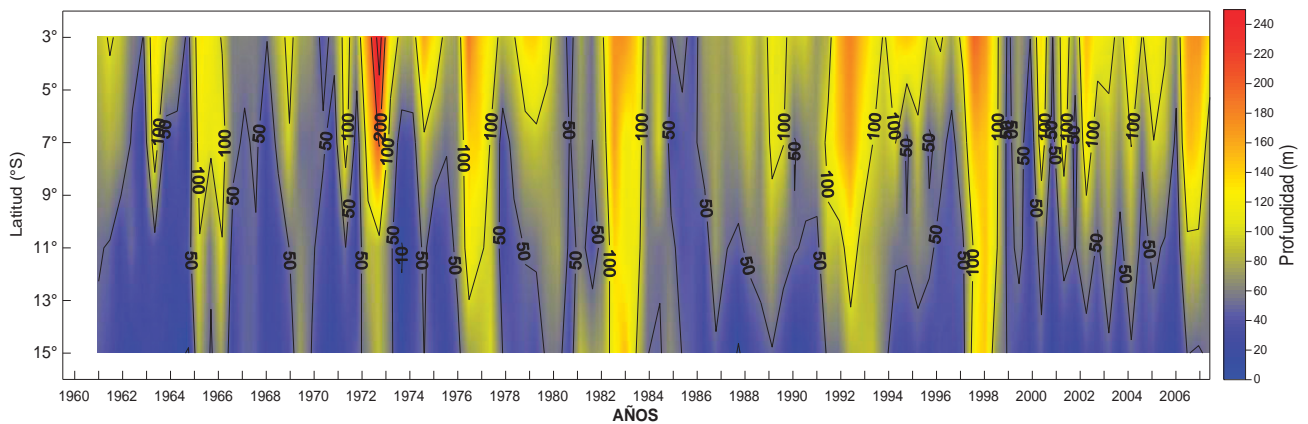


Figura 6.- Variaciones anuales medias de la profundidad de la isoterma de 15 °C en la franja costera de 0-60 mn a lo largo de los 3° - 15°S frente a la costa peruana.

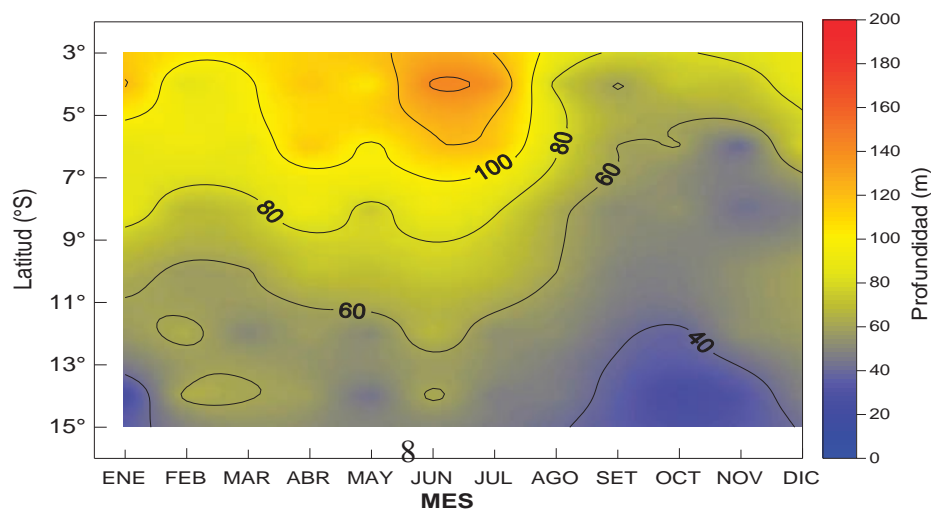


Figura 7.- Variación mensual media (1960-2007) de la profundidad de la isoterma de 15 °C en la franja costera peruana de 0-60mn de ancho y entre los 3 a 15°S.

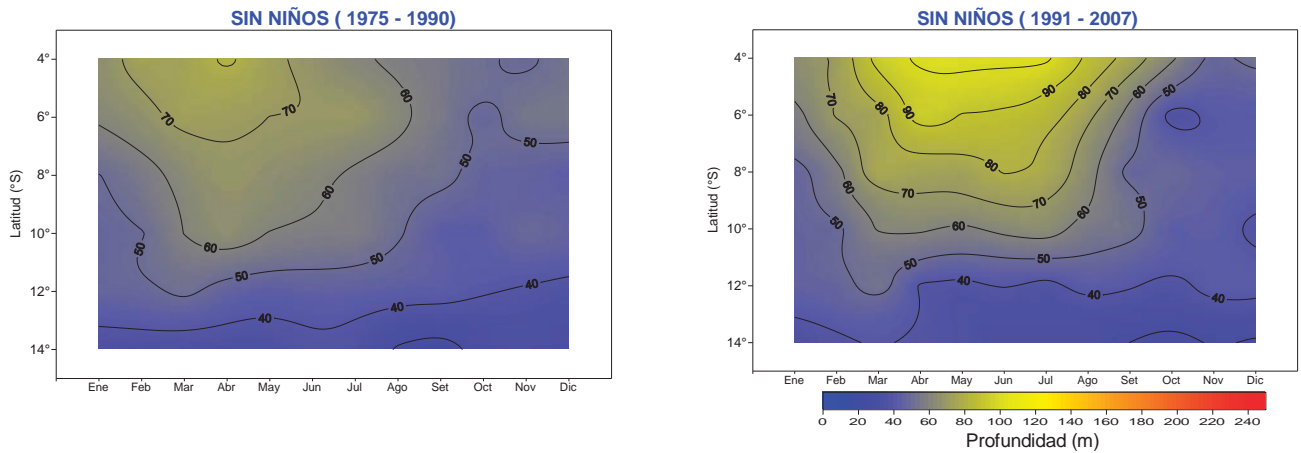


Figura 8.- Variación mensual media de la profundidad de la isoterma de 15 °C en la franja costera de 0-60 mn de ancho y entre los 4° – 14°S, extrayendo los años EN, durante los periodos de 1975 - 1990 y 1991- 2007.

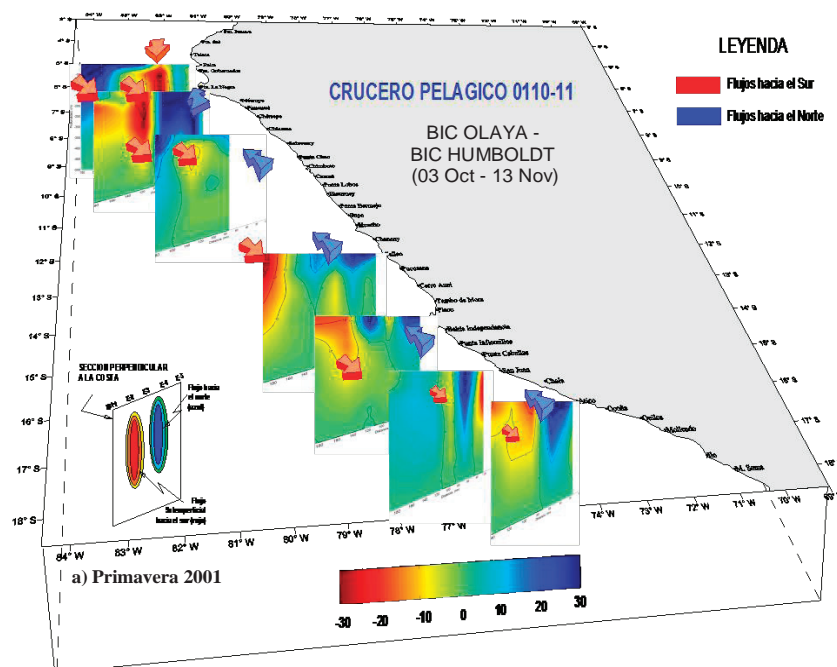


Figura 9.- Flujos geostroficados calculados con datos de cruceros de la Primavera 2001

Este ramal que se desplaza con su eje principal al borde de la plataforma, depende de la intensidad del flujo para tener una mayor proyección latitudinal. Esto se observa en las variaciones de la profundidad de la isoterma de 15 °C con respecto a la latitud dentro de las 60 mn, de acuerdo a lo expuesto en el párrafo de Material y Métodos referido a los valores promedio de la profundidad de la isoterma de 15 °C (Figura 6).

De la misma base de datos (1961-2007) sin discriminación de los años con eventos El Niño (EN), se realizaron los cálculos de los promedios mensuales

de la profundización de la isoterma de 15 °C. Las mayores profundidades se observaron en abril y junio, que son los meses de mayor intensificación de la ESCC frente a la costa peruana (Figura 7).

En un segundo análisis, donde del total de datos de la profundización de la isoterma de 15 °C (Figura 6), fueron eliminados los años considerados como años El Niño, se calcularon los promedios mensuales para los periodos 1975-1990 y 1991-2007 (Figura 8). Los resultados indicaron que la máxima extensión latitudinal de la profundidad de la isoterma de 15 °C

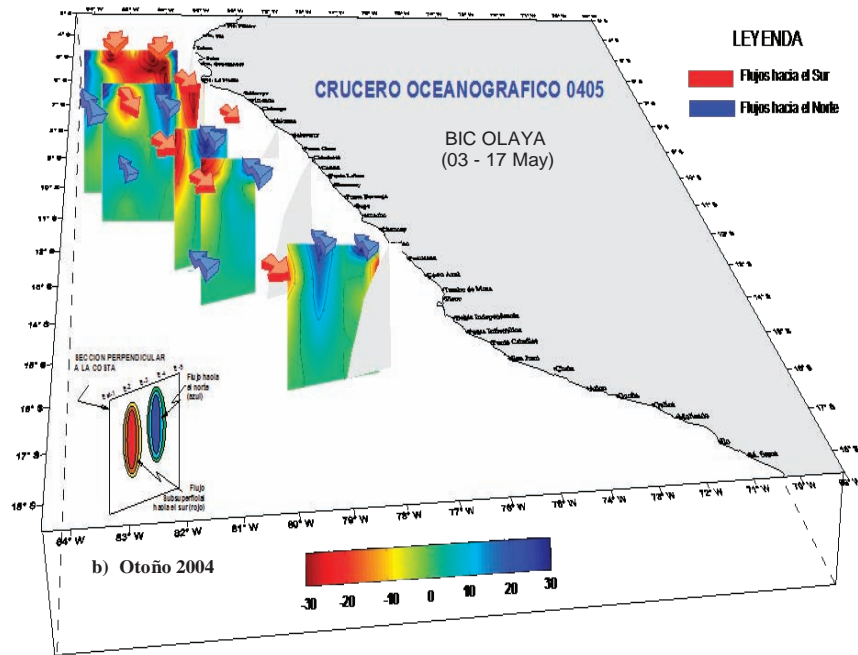


Figura 10.- Flujos geostróficos calculados con datos de cruceros del Otoño 2004

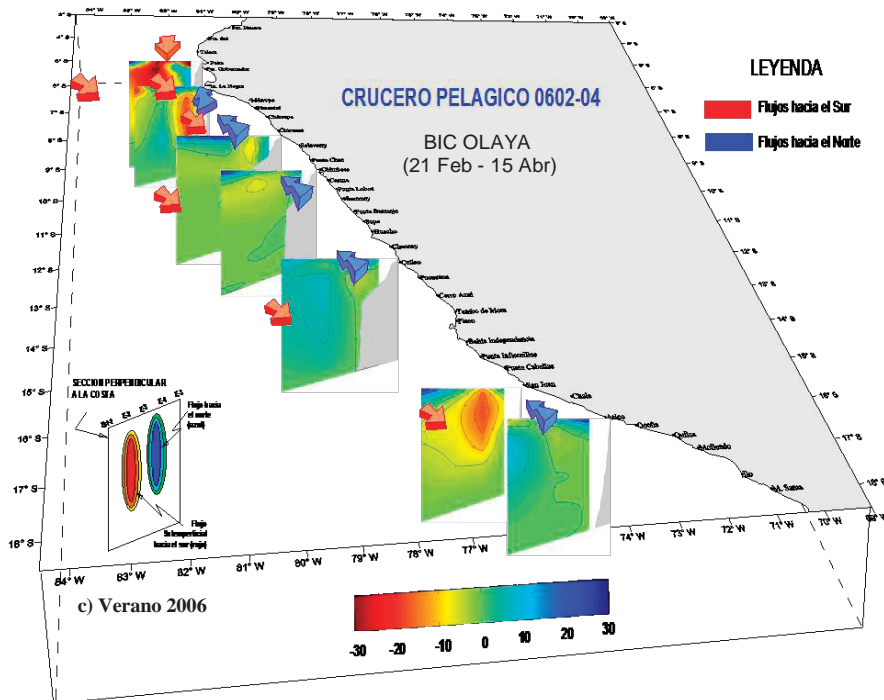


Figura 11.- Flujos geostróficos calculados con datos de cruceros de Verano 2006

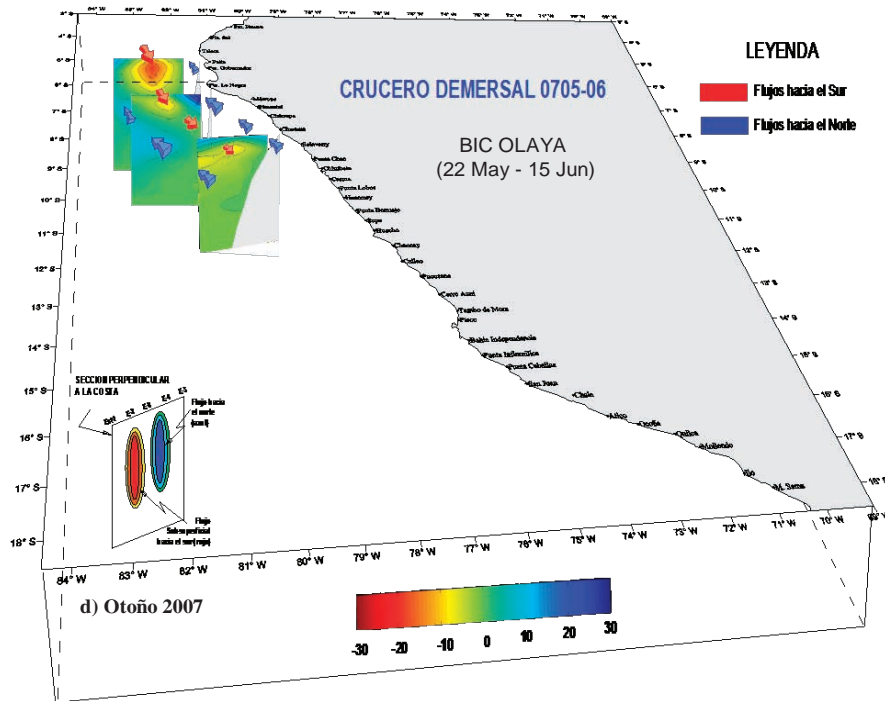


Figura 12.- Flujos geostroficados calculados con datos de cruceros de Otoño 2007

para el primer período (1975-1990) fue en abril, y para el segundo (1991-2007), fue en junio. Esto permite ver la variación intraanual de la intensidad de la ESCC en diferentes periodos de tiempo.

LA EXTENSIÓN SUR DE LA CORRIENTE CROMWELL (ESCC)

Otros resultados que determinaron los flujos subsuperficiales hacia el sur frente al Perú, fueron los obtenidos a través de los cálculos geostroficados. Se realizaron los perfiles frente a la costa, durante los años 2002 al 2007, mostrando principalmente las variaciones estacionales de veranos y otoños (Figuras 9, 10, 11 y 12). Se observa los cambios en la intensidad de los flujos subsuperficiales en los diferentes años y estaciones.

CONTENIDO DE OXÍGENO DISUELT

La situación geográfica de la costa del Perú hace que sus aguas costeras subsuperficiales tengan mayor influencia que las aguas de la región ecuatorial, predominantemente hacia el norte de Punta Falsa (6°S). Estas aguas subsuperficiales con relativo alto contenido de oxígeno, son las que provienen del ramal sur de la Corriente Cromwell y se encuentran presentes entre los 50 - 300 m de profundidad, frente a la costa peruana (ZUTA et al. 1970).

Las variaciones de los valores de oxígeno se calcularon entre los 50 y 180 m de profundidad y de 3°S a 11°S, donde la ubicación promedio de la ESCC se encuentra entre los 03° - 07°S. La serie de tiempo de los valores de oxígeno muestra que éstos oscilan entre 0,5 a 2,0 mL/L para el flujo de la ESCC, y son mayores a 2,0 mL/L durante eventos El Niño (Figura 13).

La distribución latitudinal del oxígeno (mL/L) en el fondo marino, obtenida de los datos de cruceros demersales en los años 2003 al 2008, para las estaciones de verano y otoño, mostraron valores de 0,5 y 1,0 mL/L. Esta distribución presentó una mayor proyección hacia el sur de la ESCC en otoño.

Observamos también que para los veranos de los años 2006 y 2008 se presentaron situaciones de hipoxia relacionadas con la casi nula proyección hacia el sur de la ESCC. Cabe resaltar que el eje principal de este flujo estaría asociado en gran medida a la isoxígena de 1,0 mL/L, situada al borde de la plataforma (Figura 14).

Discusión

En la serie de tiempo mensual de la profundidad de la isoterma de 15 °C, referida latitudinalmente, se presentaron las mayores profundidades en abril y junio y las menores en septiembre-octubre (Figura 7).

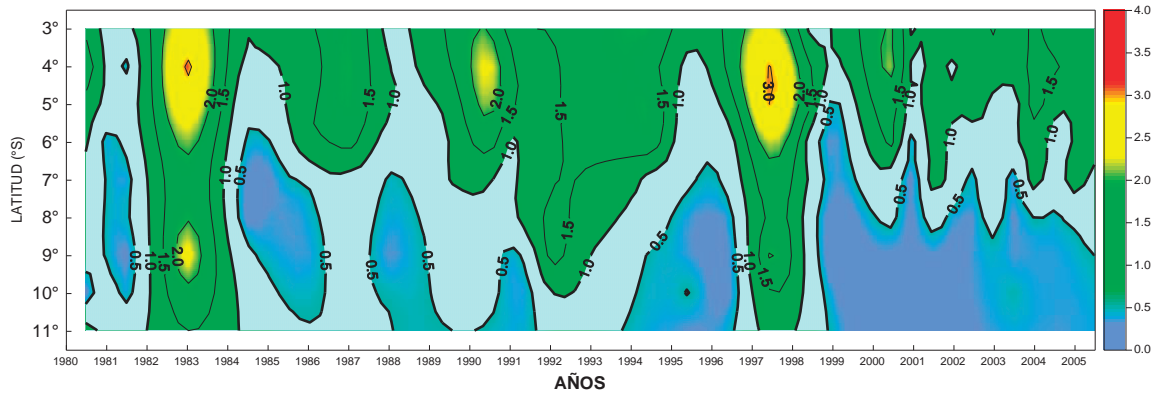


Figura 13.- Variaciones anuales medias de la distribución de oxígeno disuelto (mL/L) entre los 50 a 180 m. de profundidad, durante los años de 1980 a 2006.

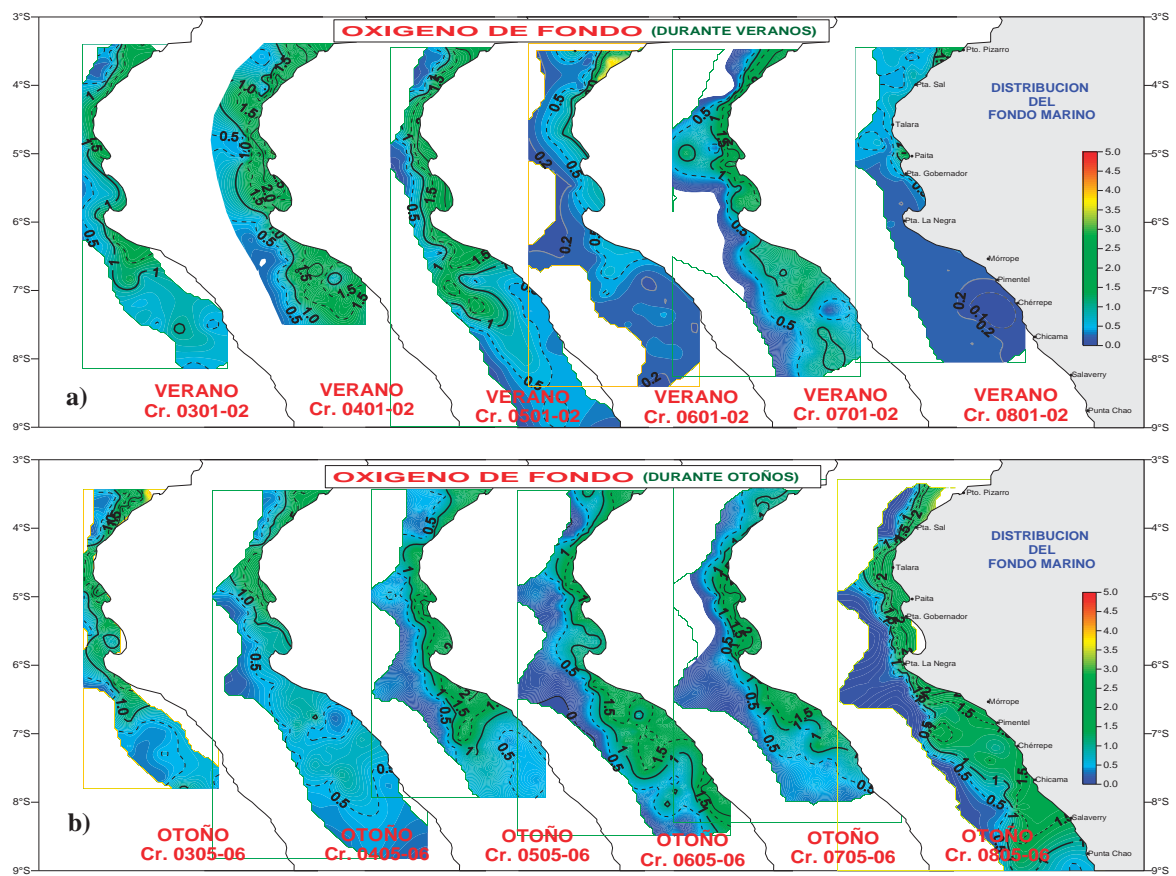


Figura 14.- Distribución del Oxígeno disuelto en el fondo (mL/L) asociado a la proyección de la ESCC frente a la costa peruana con datos de crueros demersales del 2003-2008. Arriba, durante el verano. Abajo, durante el otoño.

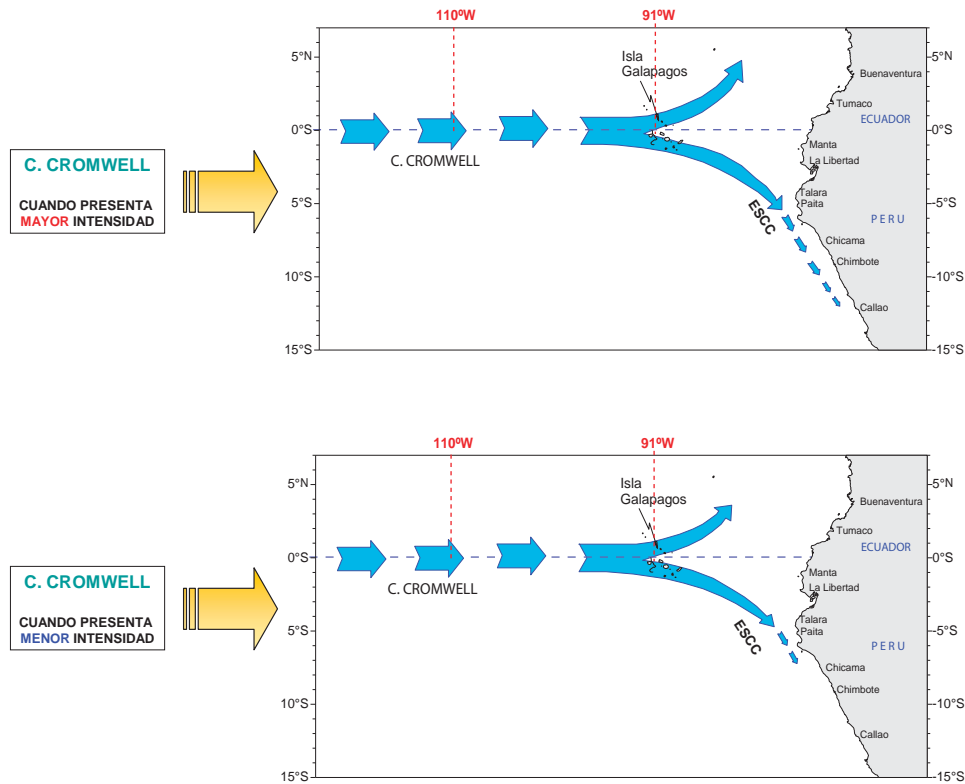


Figura 15.- Esquema: Proyección de la Corriente Cromwell, y la bifurcación hacia el sur, frente a la costa peruana. Arriba con mayor intensidad. Abajo, con menor intensidad

En la serie de tiempo latitudinal de la profundidad de la isoterma de 15 °C (Figura 6), se muestran los grandes cambios en la profundización de la isoterma de 15 °C durante los eventos El Niño (EN), entre los cuales destacaron, como los más intensos, EN 1972-1973, EN 1982-1983, EN 1997-1998; y como los de mayor duración EN 1982-1983, EN 1991-1993, que además mantuvieron a la isoterma de 15 °C por debajo de los 200 m de profundidad en las áreas del norte, entre los 3 - 9°S. Todos estos años estuvieron precedidos por años de periodos fríos.

Se observó también, que las profundidades mayores de 100 m se encontraban fuertemente asociadas a los flujos subsuperficiales hacia el sur.

Los resultados de los cálculos geostroficados, mostraron, un flujo subsuperficial que se desplazó hacia el sur, con el eje principal al borde de la plataforma, tal como lo observado por BROCKMANN et al. (1980), y un flujo cerca de la superficie también al sur por fuera de la plataforma (Figuras 9, 10, 11, 12).

Al respecto algunos investigadores han sugerido que este flujo cerca de la superficie hacia el sur representa la Contra Corriente del Perú (llamada por otros

autores como Contra Corriente Peruano-Chilena), que se desplaza entre la corriente costera y la corriente oceánica peruana.

Las intensidades de la CC en los correntómetros anclados en los 110°W y 0°N y las intensidades encontradas de la ESCC frente a la costa peruana, presentan una relación directa, destacando que el transporte de masa tiene un avance latitudinal de acuerdo a su intensidad (FLORES et al., en prep.).

Los rangos de oxígeno comprendido entre 2,0 – 0,5 mL/L estuvieron fuertemente correlacionados con la presencia de la ESCC en la zona norte del Perú, principalmente entre los 3° y 7°S para profundidades entre los 90 -180 m, mientras que para valores mayores a 2 mL/L se encontraron asociados a la presencia de un evento El Niño (Figura 13).

De la distribución del oxígeno en el fondo marino, se corroboró que las mayores proyecciones hacia el sur de la ESCC se presentaron en las estaciones de otoño (Figura 14).

Se destaca el papel que juegan las islas Galápagos en la bifurcación de la Corriente Cromwell en el Pacífico

Tabla 1.- Profundidad media (m) de la isoterma de 15 °C (dentro de las 60 mn de la costa) entre los grados 3° - 15°S frente a la costa peruana. Estas medias (M) son valores promedios de las medias mensuales para las seis áreas estudiadas (3-4°S, 5-6°S, 7-8°S, 9-10°S, 11-12°S y 13-14°S), calculadas de los perfiles de temperatura. La profundidad media se encuentra al lado izquierdo y el número de perfiles de cada media se encuentra al lado derecho. Se calcularon ceros basados en las medias de los perfiles con valores interpolados.

AÑOS	Ene		Feb		Mar		Abr		May		Jun		Jul		Ago		Set		Oct		Nov		Dic	
	PROM	CANT	PROM	CANT	PROM	CANT	PROM	CANT	PROM	CANT	PROM	CANT	PROM	CANT	PROM	CANT	PROM	CANT	PROM	CANT	PROM	CANT	PROM	CANT
1961	63	0	67	29	74	28	33	29	65	0	39	4	37	6	51	44	63	0	21	3	54	0	15	7
1962	67	31	61	45	34	17	34	32	23	42	64	15	30	15	33	0	26	0	8	6	27	74	29	24
1963	33	14	62	37	78	17	24	30	81	0	90	0	98	0	122	23	94	7	32	17	39	0	40	0
1964	39	14	35	4	53	24	19	36	27	31	42	24	38	0	24	10	41	15	25	0	29	53	27	19
1965	57	0	79	0	99	0	116	10	120	0	118	0	87	12	117	11	53	16	44	1	62	36	104	9
1966	104	0	117	8	101	0	71	3	59	22	57	0	102	1	49	0	43	25	40	0	47	8	37	17
1967	41	0	44	13	54	0	63	0	74	13	64	0	56	0	44	11	56	6	42	0	30	6	30	23
1968	29	0	30	0	32	0	34	0	30	17	43	0	48	0	53	0	62	15	55	0	34	5	59	13
1969	100	11	79	0	62	0	44	0	16	4	93	4	96	9	48	9	59	4	63	0	54	6	55	0
1970	52	0	49	0	47	0	44	0	45	12	44	7	39	0	49	2	38	28	40	6	22	17	35	23
1971	268	4	82	0	79	0	74	12	52	7	116	6	60	0	43	12	28	2	36	0	41	30	34	26
1972	48	0	50	8	108	5	82	8	121	0	132	0	131	2	98	9	162	0	67	1	91	1	293	1
1973	127	0	79	12	77	7	63	0	16	3	40	0	35	0	31	0	28	0	26	0	25	0	25	0
1974	27	0	26	24	43	19	58	0	56	4	101	5	88	0	86	0	82	0	77	0	71	0	64	0
1975	59	0	29	7	37	3	93	7	63	0	22	7	55	11	35	0	13	15	32	1	35	17	39	9
1976	57	0	70	0	83	0	59	18	116	0	141	3	164	3	99	16	114	0	113	0	114	0	120	10
1977	121	0	126	0	147	4	132	53	126	24	77	2	84	0	72	0	60	0	50	0	22	9	41	0
1978	41	0	44	0	47	0	50	0	54	0	58	0	61	0	65	0	68	0	72	0	75	0	78	0
1979	81	18	93	4	84	0	79	0	80	12	117	5	76	0	55	7	78	0	78	0	78	0	77	0
1980	76	3	73	0	67	3	85	2	58	0	50	0	44	0	36	21	43	19	45	0	50	0	58	6
1981	58	0	58	11	71	3	75	0	111	14	92	1	41	2	42	10	49	0	55	0	68	3	66	0
1982	70	0	60	2	62	1	96	0	110	0	125	0	140	0	153	0	165	0	173	0	163	3	183	3
1983	120	9	138	1	161	2	141	4	162	1	131	0	120	0	90	2	99	0	82	17	92	8	63	12
1984	43	5	54	13	64	0	117	3	131	4	77	0	48	3	44	15	44	9	48	0	48	0	57	4
1985	47	0	34	3	37	5	72	2	46	0	44	0	35	3	38	7	35	22	35	5	41	0	42	0
1986	44	0	45	0	46	0	71	1	35	6	53	0	57	0	61	0	65	0	69	0	69	3	80	1
1987	69	0	65	0	60	0	55	0	51	0	47	0	45	0	44	0	45	23	56	0	68	0	89	11
1988	78	0	76	0	72	0	67	0	63	0	55	8	54	4	58	0	62	0	67	0	72	0	78	0
1989	83	0	89	0	94	0	98	0	101	0	101	0	119	23	61	3	54	7	46	44	42	75	29	94
1990	39	32	53	0	87	1	98	1	136	49	106	5	64	39	39	49	40	47	44	44	40	0	39	37
1991	53	0	71	0	111	5	102	4	98	0	103	10	76	4	36	1	69	0	61	9	85	0	105	0
1992	126	0	157	5	148	0	149	0	146	0	143	0	138	0	132	0	126	0	120	0	114	0	108	0
1993	103	0	99	23	91	11	98	0	95	0	92	0	89	0	85	0	82	0	78	0	75	0	72	0
1994	80	13	47	5	72	0	77	0	81	0	85	0	109	15	49	27	39	11	60	0	75	9	87	5
1995	100	7	83	2	86	0	77	0	77	62	105	57	79	0	60	56	56	38	57	8	37	38	42	39
1996	48	0	54	0	60	43	58	0	58	13	31	9	59	99	49	40	35	25	26	17	23	22	38	57
1997	47	0	60	0	52	6	116	11	195	11	190	13	114	12	137	0	131	27	175	6	180	0	200	11
1998	168	0	134	11	135	13	19	10	113	11	121	22	138	12	69	19	45	16	58	32	70	9	42	15
1999	38	18	43	6	54	17	69	6	41	27	49	8	76	19	86	21	61	17	45	0	15	9	26	21
2000	8	1	36	16	70	0	143	14	106	55	103	8	88	6	73	5	38	22	39	19	15	4	31	0
2001	35	16	39	43	52	27	88	6	110	16	172	15	80	18	43	3	35	16	36	26	43	3	45	9
2002	76	6	163	4	89	21	165	5	86	42	72	0	68	0	79	17	61	51	68	19	96	6	87	0
2003	94	13	87	46	87	10	95	2	46	14	88	48	61	0	69	12	44	6	51	55	50	10	106	7
2004	140	31	104	10	84	0	70	0	64	14	108	51	65	0	51	13	48	8	42	12	61	14	44	14
2005	76	0	112	11	67	14	130	8	85	0	118	48	38	4	69	15	43	15	28	24	33	3	27	25

oriental, creando un flujo subsuperficial que se dirige hacia el norte y otro hacia el sur por el lado costero (Figura 15).

Los resultados de este trabajo, contribuyen a explicar la distribución de los recursos demersales, ya que la ESCC permite la existencia de un rico subsistema demersal debido a su alto contenido de oxígeno (SAMAMÉ et al. 1978, MORÓN et al. 2001), y su variabilidad estacional e interanual en velocidad, profundidad y alcance latitudinal, produce un desplazamiento hacia el norte o sur del recurso merluza de las tallas espacialmente segregadas, variando la disponibilidad de los diferentes grupos de edad a la flota pesquera (VARGAS 2008).

La Extensión Sur de la Corriente de Cromwell es el principal factor exógeno que modula la distribución de la merluza peruana, por tanto los procesos de intensificación y debilitamiento de la corriente subsuperficial y los subsecuentes cambios en las características del medio marino (oxigenación, cambios en la estructura comunitaria bentodemersal, disponibilidad de alimento, etc.) delimitan los patrones de distribución, concentración y estructura de la población de merluza sobre la plataforma continental del mar peruano

AGRADECIMIENTO

A los doctores CLAUDIA WOSNITZA-MENDO, RENATO GUEVARA-CARRASCO y SALVADOR ZUTA por sus recomendaciones y estímulo.

Referencias

- BROCKMANN C, FAHBACH E, HUYER A, SMITH RL. 1980. The poleward undercurrent along the Perú coast: 5° to 15° S. Deep Sea Research, Vol. 27A: 847-856.
- BRAINARD RE, McLAIN DR. 1987. Seasonal and interannual subsurface temperature variability off Perú, 1952 to 1984, p. 14-45. In D. Pauly and I. Tsukayama (eds.) The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: Three decades of change. ICLAM Studies and Reviews 15, 351pp.
- DIETRICH G, KALLE K, KRAUSS W, SIEDLER G. 1975. Allgemeine Meereskunde. Eine Einführung in die Ozeanographie. Gebrueder Borntraeger. Berlin, Stuttgart. 593 pp.
- HUYER A, KNOLL M, PALUSZKIEWICKZ T, SMITH R. 1991. The Peru Undercurrent: a study in variability. Deep Sea Research. 38(1): 247-271.
- ICOCHEA L, ROJAS E. 2001. La Corriente Cromwell y sus variaciones en los 0°N, 110°W. In: FORUM- La Merluza Peruana (*Merluccius gayi peruanus*) Biología y Pesquería. Instituto del Mar del Perú. 120 pp.
- KRAUSS J. 1960. Measurements of the Cromwell Current. Deep-Sea research 6: 265-286 pp.
- MORÓN O, VÁSQUEZ L, TELLO E. 2001. Variabilidad de la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell. (ESCC) en el Mar del Perú. IN: FORUM-La Merluza Peruana (*Merluccius gayi peruanus*) Biología Pesquera. Instituto del Mar del Perú. 120 pp.
- SAMAMÉ M, FLORES L, VÍLCHEZ R, CASTILLO J. 1978. Estructura, distribución y abundancia de peces demersales. Crucero Tareq II, 7605. Inf. Inst. Mar del Perú 47: 112-121.
- 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.
- WOLFF M, WOSNITZA-MENDO C, MENDO J. 2003. The Humboldt Current Upwelling System-Trends in exploitation, protection and research. In: Large Marine Ecosystems of the World- Trends in Exploitation, Protection, and Research. Hempel, G. and Sherman, K. (Eds.). Elsevier 279-309.
- WYRTKI K. 1964. Surface currents of the eastern tropical Pacific Ocean. Inter-Amer. Tropical Tuna Comm. Bull. 9(5): 270-304.
- ZUTA S, GUILLÉN O. 1970. Oceanografía de las Aguas Costeras del Perú. Bol. Inst. Mar del Perú-Callao, 2 (5): 161-223

Anexo "A" (Continuación)

RELACION DE CRUCEROS NACIONALES 90'

1990	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BIC-HUMBOLDT	9002	15/02-21/03 1990
	BIC-SNP-1	9003	29/03-28/04 1990
	BIC-SNP-1	9005	18/05-06/05 1990
	BIC-HUMBOLDT	9008	04-30/08 1990
	BIC-HUMBOLDT	9011-12	24/11-12/12 1990
	BIC-SNP-1	9011-12	01-30/12 1990
1991	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BIC-SNP-1	9101	14/01-03/02 1991
	BIC-SNP-1	9103-04	13/03-07/04 1991
	BIC-SNP-1	9106-07	03/06-05/08 1991
	BIC-SNP-1	9108	16-25/08 1991
	BIC-SNP-1	9110	02-17/10 1991
	LANCHA	9110-11	29/10-08/11 1991
1992	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BIC-SNP-1	9201-02	22/01-28/02 1992
1993	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BIC-SNP-1	9301-03	27/01-31/03 1993
	BAP-CARRILLO	9310-11	20/10-05/11 1993
	BAP-MELO	9312	17-28/12 1993
1994	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BIC-SNP-1	9407	03-31/07 1994
	BIC-SNP-1	9408-09	
	E/E HUAMANGA	9408-09	
	E/E HUAMANGA	9411-12	22/11-01/12 1994
	BIC-HUMBOLDT	9411-12	30/11-05/12 1994
1995	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	E/E HUAMANGA	9501	23-30/01 1995
	BIC-HUMBOLDT	9502	15-20/02 1995
	BIC-HUMBOLDT	9504-05	18/03-16/05 1995
	E/E HUAMANGA	9506	06-17/06 1995
	E/E HUAMANGA	9508	07-12/08 1995
	BIC-HUMBOLDT	9508-09	11/08-21/09 1995
	E/E HUAMANGA	9510-11	26/10-10/11 1995
	E/E HUAMANGA	9511	11-18/11 1995
	BIC-HUMBOLDT	9511-12	23/11-19/12 1995
1996	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BIC-HUMBOLDT	9605-06	15/05-15/06 1996
	BIC-SNP-1	9607-08	02/07-10/08 1996
	BIC-HUMBOLDT	9608-09	12/08-19/09 1996
	BAP-CARRASCO	9610-11	22/10-10/11 1996
	BIC-SNP-1	9611-12	13/11-21/12 1996
1997	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BIC-SNP-1	9702-04	15/02-05/04 1997
	BIC-HUMBOLDT	9704	05-21/04 1997
	BIC-HUMBOLDT	9705-06	15/05-09/06 1997
	BIC-HUMBOLDT	9706-07	16/06-17/07 1997
	BIC-HUMBOLDT	9709-10	02/09-10/10 1997
	BAP-CARRASCO	9711-12	23/11-22/12 1997
1998	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BAP-CARRASCO	9802-03	12/02-18/03 1998
	BIC-HUMBOLDT	9803-05	20/03-07/05 1998
	BIC-OLAYA	9805-06	20/05-27/06 1998
	BIC-OLAYA	9806-07	27/06-13/07 1998
	BICs HUMBOLDT-OLAYA	9808-09	20/08-18/09 1998
	BIC-OLAYA	9811-12	28/11-23/12 1998
1999	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BIC-OLAYA	9901	07-27/01 1999
	BIC-OLAYA	9902-03	10/02-31/03 1999
	BIC-SNP-2	9903-04	23/03-12/04 1999
	BIC-OLAYA	9905	03-28/05 1999
	BIC-OLAYA	9908-09	30/08-12/09 1999
	BIC-OLAYA/SNP-2	9911-12	23/11-15/12 1999

RELACION DE CRUCEROS NACIONALES 2000'

2000	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BIC-OLAYA/SNP-2	0001-02	18/01-29/02 2000
	BIC-OLAYA	0004-05	24/04-21/05 2000
	BIC-HUMBOLDT	00 05	23-26/05 2000
	BICs OLAYA-SNP2		
	IMARPE V	0006-07	07/06-07/07 2000
	BIC-OLAYA	0008-09	25/08-23/09 2000
	BICs OLAYA-SNP2		
	IMARPE V	0010-11	09/10-12/11 2000
2001	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BIC-OLAYA	0101-02	21/01-18/02 2001
	BIC-OLAYA/SNP-2	0103-04	01/03-13/04 2001
	BIC-OLAYA	0105-06	23/05-10/06 2001
	R/V SHINKO MARU	0105-06	13/05-03/06 2001
	BIC-OLAYA/SNP-2	0107-08	02/07-09/08 2001
	BIC-OLAYA	0108-09	28/08-30/09 2001
	BIC-HUMBOLDT	01 09	10-28/09 2001
	BICs HUMBOLDT-OLAYA-SNP-2	0110-11	09/10-12/11 2001
2002	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	L/P-CHOLI	02 01	19-21/01 2002
	BIC-OLAYA/SNP-2	0202-03	17/02-17/03 2002
	L/P-CHOLI	02 03	14-21/03 2002
	BIC-OLAYA	02 05	08-29/05 2002
	BIC-IMARPE V	02 03	18-23/03 2002
	BIC-OLAYA/SNP-2	02 08	07-31/08 2002
	BIC-IMARPE V	02 09	17-26/09 2002
	BIC-HUMBOLDT	02 09	07-26/09 2002
	BICs HUMBOLDT-OLAYA-SNP-2	0209-11	28/09-16/11 2002
2003	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BIC-OLAYA	0301-02	24/01-17/02 2003
	BIC-OLAYA/SNP-2	0302-03	26/02-06/04 2003
	BIC-SNP-2	0305-06	20/05-12/06 2003
	BIC-OLAYA	0305-06	20/05-18/06 2003
	BIC-OLAYA/SNP-2	03 08	08-31/08 2003
	BIC-HUMBOLDT	03 10	06-23/10 2003
	BICs HUMBOLDT-OLAYA-APROPISCO	0310-12	30/10-10/12 2003
2004	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BIC-OLAYA	0401-02	14/01-07/02 2004
	BIC-OLAYA/SNP-2	0402-03	06/02-25/03 2004
	BIC-OLAYA	04 05	03-16/05 2004
	BIC-OLAYA	0406-07	08/06-03/07 2004
	BIC-IMARPE V	04 07	10-14/07 2004
	BIC-OLAYA/SNP-2	0408-09	06/08-08/09 2004
	BIC-APROPISCO	0409-10	24/09-10/10 2004
	BIC-OLAYA	0409-10	28/09-07/10 2004
	BIC-OLAYA	04 11	02-12/11 2004
	E.H.R	0411-12	28/11-06/12 2004
	BIC-OLAYA	0411-12	29/11-21/12 2004
2005	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BIC-OLAYA	0501-02	18/01-16/02 2005
	BIC-OLAYA	0502-04	20/02-04/04 2005
	BIC-APROPISCO	05 03	04-14/03 2005
	BIC-OLAYA	05 05	09-22/05 2005
	BIC-OLAYA	0505-06	25/05-24/06 2005
	E/P TASA 52	05 07	22-29/07 2005
	BIC-IMARPE V	05 08	02-13/08 2005
	BIC-OLAYA/SNP-2	0508-09	15/08-24/09 2005
	BIC-OLAYA	0509-10	30/09-21/10 2005
	BIC-IMARPE V	05 10	13-20/10 2005
	BIC-OLAYA	0511-12	25/11-24/12 2005
2006	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BIC-OLAYA	0601-02	21/01 -14/02 2006
	BIC-OLAYA/SNP-2	0602-03	22/02-15/04 2006
	BIC-OLAYA	0605-06	28/05-24/06 2006
	BIC-OLAYA/SNP-2	0608-09	10/08-10/09 2006
	BIC-OLAYA	06 10	04-21/10 2006
	BIC-OLAYA/SNP-2	0611-12	08/11-10/12 2006
2007	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BIC-OLAYA	0701-02	21/01 -14/02 2007
	BIC-OLAYA/SNP-2	0702-04	23/02-08/04 2007
	BIC-OLAYA	0705-06	22/05-15/06 2007
	BICs HUMBOLDT-OLAYA-SNP2	0708-09	09/08-22/09 2007
	BIC-OLAYA	0709-10	29/09-21/10 2007

Anexo "A" (Continuación)

RELACION DE CRUCEROS INTERNACIONALES 60°

60°	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	R/V ANTON BRUUN	6511-12	Nov-Dic 1965
	R/V YUDACA	6602	Feb 1966
	R/V ANTON BRUUN	6603	Mar 1966
	R/V ANTON BRUUN	6603-04	Mar-Abr 1966
	R/V ANTON BRUUN	6605-06	May-Jun 1966
	R/V ANTON BRUUN	6606-07	Jun-Jul 1966
	R/V ANTON BRUUN	6608-09	Ago-Set 1966
	R/V ALAMINOS	6702-03	Feb-Abr 1967
	R/V ROCKAWAY	6708	Ago 1967
	R/V OCEANOGRAPHER	6711	Nov 1967
	R/V ROCKAWAY	6802	Feb 1968
	R/V KURCHATOV	6809-11	Set-Nov 1968
	R/V CALIPSO	6811	09-15 Nov 1968
	R/V KAIYO MARU	6812	Dic 1968
	R/V THOMPSON	6903-05	Mar-May 1969
	R/V WASHINGTON	6906	Jun 1969

RELACION DE CRUCEROS INTERNACIONALES 80°

80°	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	R/V SIEDLECKI	8001	11-29 Nov 1980
	R/V SIEDLECKI	8002-04	Feb-Mar 1980
	R/V ATLANTIS II	8003-04	Mar-Abr 1980
	R/V OCEANOGRAPHER	8105-06	May-Jun 1981
	R/V RESEARCHER	8111-12	24/11-10/12 1981
	R/V KURCHATOV	8202	Feb 1982
	R/V NOAA DISCOVER	8202-03	Feb-Mar 1982
	R/V WELCOMA	8302-03	Feb-Mar 1983
	R/V WELCOMA	8302	01-24 Feb 1983
	R/V RESEARCHER	8303-04	Mar-Abr 1983
	R/V RESEARCHER	8306	07-24 Jun 1983
	R/V ENDEAVOR	8311	Nov 1983
	R/V ENDEAVOR	8312	Dic 1983
	R/V ENDEAVOR	8401	Ene 1984
	R/V ENDEAVOR	8404	Abr 1984
	R/V WELCOMA	8502-03	04/02-03/03 1985
	R/V WELCOMA	8503	10-30 Mar 1985
	R/V WELCOMA	8504	07-24 Abr 1985
	R/V OCEANOGRAPHER	8604-05	Abr-May 1986
	R/V JEAN CHARCOT	8608	07-19 Ago 1986
	R/V OCEANOGRAPHER	8611-12	15/11-01/12 1986
	R/V OCEANOGRAPHER	8611-12	28/11-08/12 1986
	R/V OCEANOGRAPHER	8612	03-08 Dic 1986
	R/V MENDELEEV	8702	02-13 Feb 1987
	R/V RESEARCHER	8704-05	Abr-May 1987
	R/V RESEARCHER	8707	12-26 Jul 1987
	R/V MOANA WAVE	8707	13-28 Jul 1987
	R/V D. POKRAMOVICH	8907-08	14/07-26/08 1989
	R/V BAF ELBRUS	8909-10	07/09-10/10 1989
	R/V F. NANSEN	8909-11	27/09-15/11 1989
	R/V BAF ELBRUS	8910-11	26/10-26/11 1989
	R/V F. NANSEN	8911-12	18/11-16/12 1989
	R/V BAF -PODMOSKOVIE	8990	07/12-02/01 8990

RELACION DE CRUCEROS INTERNACIONALES 70°

70°	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	R/V CHARTYR DAG	7109	Set 1971
	R/V CHARTYR DAG	7109-10	Oct 1971
	R/V WASHINGTON	7205	09-14 May 1972
	R/V MESYATSEV	7207-08	Jul-Ago 1972
	R/V MESYATSEV	7209	06-22 Set 1972
	R/V MESYATSEV	7212	Oct-Dic 1972
	R/V MESYATSEV	7305-06	May-Jun 1973
	R/V POSEIDON	7310	22-23 Oct 1973
	R/V AGASSYZ	7407	Jul 1974
	R/V MOANA WAVE	7502-03	11/02-31/03 1975
	R/V MOANA WAVE	7504-05	17/04-27/05 1975
	R/V ALPHA HELIX	7603-04	Mar-Abr 1976
	R/V THOMPSON	7604-06	25/04-25/06 1976
	R/V EASTWARD	7608	Ago 1976
	R/V EASTWARD	7608-09	Ago-Set 1976
	R/V EASTWARD	7609	Set 1976
	R/V EASTWARD	7609-10	Set-Oct 1976
	R/V EASTWARD	7610	Oct 1976
	R/V EASTWARD	7610-11	Oct-Nov 1976
	R/V WELCOMA	7703	Mar 1977
	R/V CAYUSE	7703	Mar 1977
	R/V ISELIN	7704	Abr 1977
	R/V MELVILLE	7703	04-08 Mar 1977
	R/V MELVILLE	7703	12-28 Mar 1977
	R/V MELVILLE	7704	04-25 Abr 1977
	R/V MELVILLE	7705	05-22 May 1977
	R/V BAFFIN	7711	Nov 1977
	R/V KNORR	7802-03	Feb-Mar 1978
	R/V MENDELEEV	7803	Mar 1978
	R/V SIEDLECKI	7912	02-24/12 1979

RELACION DE CRUCEROS INTERNACIONALES 90°

90°	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	R/V NANSEN	9001-02	12/01-19/02 1990
	R/V NANSEN	9002-04	23/02-23/04 1990
	R/V NANSEN	9004-05	25/04-23/05 1990
	B/P SEYANG-51	9006-08	(28/06-12/07) (20/07-26/08) 1990
	B/P KWANG YANG-108	9006-07	28/06-12/07 1990
	R/V NANSEN	9007-08	02/07-15/08 1990
	R/V NANSEN	9008-09	25/08-22/09 1990
	R/V NANSEN	9009-11	29/09-06/11 1990
	R/V NANSEN	9011-12	30/11-24/12 1990
	B/C KAIYO MARU 5	9106-07	17/06-17/07 1991
	B/C SHOTOKU MARU 61	9107-09	28/07-18/09 1991
	B/C FUKUCHO MARU 31	9107-09	31/07-08/09 1991
	B/C RYOON MARU 2	9108-09	03/08-20/09 1991
	B/C KANESHIGE M.25	9108-09	03/08-28/09 1991
	B/C RYOEL MARU 68	9109-10	20/09-29/10 1991
	B/C KANESHIGE M.25	9110-11	03/10-24/11 1991
	B/C DONG WON 608	9110	03-27 Oct 1991

PUBLICACIONES CIENTÍFICAS DEL INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

En principio, sus páginas están abiertas a las investigaciones realizadas por el personal técnico y científico del propio Instituto del Mar del Perú (IMARPE), pero podrán aceptarse trabajos realizados en otras instituciones o laboratorios, con autorización de la Dirección Científica, previa calificación por Revisores Especializados y aceptación del Comité Editorial y del Editor. Se incluye también notas científicas, notas técnicas, reseñas bibliográficas y obituarios referidos a destacados investigadores marinos, peruanos y de otras nacionalidades.

Manuscritos originales

La solicitud para publicación de un trabajo en las Serie de Publicaciones Científicas del IMARPE deberá ser dirigida al Director Científico. Los manuscritos deberán presentarse impresos en original, a una columna, y dos copias fotostáticas (incluyendo ilustraciones y tablas) en una sola cara en papel tamaño A4, a doble espacio y con márgenes amplios. Se acompañará además el archivo electrónico correspondiente. **Los textos deberán seguir estrictamente la estructura adoptada en el último volumen de la publicación respectiva, o serán devueltos a los autores.**

La primera página incluirá: (1) **TÍTULO DEL TRABAJO** (explícito, descriptivo y tan corto como sea posible), debajo, irá el título traducido al inglés; (2) **EL NOMBRE COMPLETO DEL AUTOR O LOS AUTORES** [(a) El autor debe decidir una forma definitiva de expresar su nombre, es decir no utilizar a veces los dos nombres de pila y los dos apellidos; otras veces sólo un nombre y un apellido; otras veces poner sólo iniciales para el segundo nombre y el segundo apellido; si esto cambia, en los registros y en las bases de datos, ya se trataría de autores diferentes; (b) se aconseja a los autores que generalmente utilizan sus dos apellidos, los unan mediante un guión]; también debe incluirse la dirección institucional, el domicilio y el correo electrónico, en notas al pie de página);

En las páginas siguientes, deberá ir un **RESUMEN** en español, incluyendo **PALABRAS CLAVE** y un **ABSTRACT** en inglés, incluyendo **KEYWORDS** (Resúmenes en otros idiomas son opcionales). También debe incluirse el título abreviado sugerido para los encabezamientos de páginas impares. Las notas, reseñas bibliográficas, etc. no tendrán resúmenes.

Los textos deberán ser concisos, claros y directos, e incluirán usualmente una **INTRODUCCIÓN**, **MATERIAL Y MÉTODOS**, **RESULTADOS**, **DISCUSIÓN** (podría ser un solo capítulo, **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**) Y **CONCLUSIONES**, además de **AGRADECIMIENTOS** (si los hubiere) Y **REFERENCIAS DE LITERATURA**.

Los nombres científicos deberán ser escritos en cursivas e irán acompañados por autor y familia cuando sean citados por primera vez en el texto. Los nombres científicos deben ser corroborados con cuidado.

Las medidas y sus abreviaturas deben corresponder al Sistema Internacional de Unidades (SI).

En las citas bibliográficas en el texto, los nombres de autores irán en letras **VERSALES**, seguidos por el año de publicación, p.ej. (GUEVARA-CARRASCO 2004), ESPINOZA y ZEBALLOS (2004) o ESTRELLA et al. (2006). También pueden hacerse las citas utilizando un número arábigo escrito en superíndice, que corresponda a la relación de referencias numeradas al final del artículo, de acuerdo al orden en que aparecen citadas en el texto.

En las **REFERENCIAS** se incluirán únicamente los artículos mencionados en el texto, y se seguirá estrictamente el formato del INFORME IMARPE. Se ordenarán alfabéticamente por autor y cronológicamente para cada autor. Los títulos de publicaciones periódicas irán abreviados. Las referencias a libros o capítulos de libros deberán ser completas, incluyendo ciudad, editorial y paginación. En todos los casos, los nombres del autor principal y los colaboradores, en la relación de Referencias, se anotarán por el apellido y la inicial del nombre de pila, sin punto, solamente separado por coma; año de publicación; Título del artículo, Revista y número de páginas. Ejs.: DELGADO E, SÁNCHEZ S, CHANG F, VILLANUEVA P. 2001. Título artículo---Revista---Vol. (Núm.): pp.

El tipo de letra que se recomienda es el "arial", y su tamaño en el artículo variará de la siguiente manera: Título en español, 14 **NEGRA ALTA** (= mayúsculas) centrado. Título en inglés, 12 **NEGRA ALTA** centrado. Nombre de los autores, 12 *cursiva blanca* (a y b), centrado. Direcciones de los autores, 9 blanca, centrado.- RESUMEN y CAPÍTULOS 12 negra, alta. Subcapítulo, 12 negra alta y baja (mayúscula y minúscula), alineado a la izquierda. Texto en general 11 blanca, inicio de párrafos con sangría. Referencias de Literatura, en tipo 10 blanca.

Figuras y tablas

Las fotografías, dibujos, gráficos y mapas serán considerados como FIGURAS, numeradas consecutivamente con guarismos arábigos. **Se recomienda remitir las ilustraciones y tablas como imágenes digitalizadas contenidas en archivos electrónicos (separadas del archivo conteniendo el texto).**

Si se tratara de dibujos, normalmente deberán ser efectuados con tinta china sobre papel Canson y montados sobre cartulina blanca. Las fotografías (a color, o blanco y negro) impresas en papel brillante (no mate) deberán ser nítidas y contrastadas, y serán montadas en cartulina blanca; no se recomienda la remisión de diapositivas. Cuando sea pertinente, la ilustración llevará una indicación del grado de aumento o reducción con respecto al original; se recomienda utilizar una barra en escala métrica e indicar el tamaño final con que deberá aparecer en la publicación (tomando en cuenta el tamaño de página A4. Toda figura deberá estar claramente identificada con nombres de autores, título del manuscrito y número de figura, anotando estos datos al reverso de la misma. Las leyendas para las figuras, numeradas consecutivamente, irán en página aparte, luego del texto del artículo.

Las TABLAS deberán ir numeradas consecutivamente, con guarismos arábigos, e impresas en páginas aparte. Sus leyendas, numeradas consecutivamente, irán en página aparte, luego del texto del artículo.

25 sobretiros (o separatas) serán entregados gratuitamente a los autores; si se desea más sobretiros, el exceso les será cobrado.

Nota.- Debemos resaltar dos aspectos importantes:

1.- En el Sistema Internacional de Unidades (SI): Algunos de los símbolos actuales aceptados son: **m** (metro), **cm** (centímetro), **mm** (milímetro), **km** (kilómetro), **g** (gramo), **ha** (hectárea), **mn** (milla náutica), **L** (litro), **mL** (mililitro), **W** (vatio), **kW** (kilovatio), **Hz** (hertzio), **kHz** (kilohertzio).

2.- En la escritura de cantidades: - No debe usarse el punto decimal, sino la coma decimal. Ej. Un sol con cincuenta céntimos será S/. **1,50** (~~está mal si se escribe 1.50~~). Ver también a continuación.

- Las cantidades de miles y millones, deben separarse por puntos, cada tres dígitos: Ejs. Oncemil quinientos soles con cincuenta céntimos será: S/. **11.500,50** (~~estará mal si se escribe 11,000.50~~)- quince millones trescientos cincuenta mil y veinticinco céntimos se deberá escribir **15.350.000,25**

- Cuando en un texto se tratan cifras con muchos ceros puede escribirse en letras. Ej. 1.000.000.000 (mejor escribir **mil millones**, que no significa un billón=1.000.000.000.000) en vez de 100.000 escribir **cien mil**.

(Cualquier informe: paguilar@imarpe. pe)