

ISSN 0327-9642

INIDEP Informe Técnico 65

Julio 2007

EVALUACIÓN DEL RECURSO ABADEJO Y RECOMENDACIONES SOBRE SU EXPLOTACIÓN A PARTIR DEL AÑO 2002

por

Héctor D. Cordo

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos
Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero - INIDEP
Mar del Plata, R. ARGENTINA

El Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) es un organismo descentralizado del Estado, creado según Ley 21.673, sobre la base del ex Instituto de Biología Marina (IBM). Tiene por finalidad formular y ejecutar programas de investigación pura y aplicada relacionados con los recursos pesqueros, tanto en los ecosistemas marinos como de agua dulce. Se ocupa, además, de su explotación racional en todo el territorio nacional, de los factores económicos que inciden en la producción pesquera, del estudio de las condiciones ambientales y del desarrollo de nuevas tecnologías.

El INIDEP publica periódicamente las series **Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero** e **INIDEP Informe Técnico** y, en ocasiones, edita **Publicaciones Especiales INIDEP**.

Los trabajos que se publican en la serie **INIDEP Informe Técnico** incluyen temas dirigidos fundamentalmente al sector pesquero y tienen como objetivo la rápida difusión de la información científico-técnica. Se trata de trabajos descriptivos con mínima discusión y conclusiones muy acotadas. Se da preferencia a la publicación de las investigaciones que se realizan en el INIDEP. Son evaluados en su mayoría por investigadores que desarrollan sus actividades en el Instituto. Anualmente se publica un mínimo de cuatro números.

INIDEP, the National Institute for Fisheries Research and Development is a decentralized state agency created by Statute Law 21,673 on the basis of the former Institute of Marine Biology (IBM). The main objectives of INIDEP are to formulate and execute basic and applied research programmes related to fisheries resources in marine and freshwater ecosystems. Besides, it is in charge of their rational exploitation, of analyzing environmental and economic factors that have an incidence on fishery production and of developing new technologies.

Current INIDEP publications comprise two periodical series: **Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero** and **INIDEP Informe Técnico**. On occasions, **Publicaciones Especiales INIDEP** are edited.

The papers published in the **INIDEP Informe Técnico** series include subjects related to the fishing sector and are aimed at the rapid spreading of scientific and technical information. Works published in this series are basically descriptive. They include a short discussion and limited conclusions. Research conducted at INIDEP is given first priority. Review of the majority of papers is in charge of scientists working at INIDEP. A minimum of four issues are published annually.

Secretario de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos

Dr. Javier M. De Urquiza

Subsecretario de Pesca y Acuicultura

D. Gerardo E. Nieto

Director del INIDEP

Lic. Enrique H. Mizrahi

Miembros del Comité Editor

Editor Ejecutivo

Dr. Enrique E. Boschi (CONICET-INIDEP, Argentina)

Dra. Claudia S. Bremec (CONICET-INIDEP, Argentina)

Lic. Elizabeth Errazti (UNMdP-INIDEP, Argentina)

Dr. Otto C. Wöhler (INIDEP, Argentina)

Editora Asociada

Lic. Susana I. Bezzi (INIDEP, Argentina)

Secretaria

Paula E. Israilson

Vocales

Dr. Eddie O. Aristizabal (INIDEP, Argentina)

Deseamos canje con publicaciones similares
Desejamos permiutar com as publicações congeneres
On prie l'échange des publications
We wish to establish exchange of publications
Austausch erwünscht



INIDEP Informe Técnico 65

Julio 2007

EVALUACIÓN DEL RECURSO ABADEJO Y RECOMENDACIONES SOBRE SU EXPLOTACIÓN A PARTIR DEL AÑO 2002*

por

Héctor D. Cordo

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos
Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero - INIDEP
Mar del Plata, R. ARGENTINA

Queda hecho el depósito que ordena la Ley 11.723 para la protección de esta obra. Es propiedad del INIDEP.
© 2007 INIDEP

Permitida la reproducción total o parcial mencionando la fuente.
ISSN 0327-9642

INIDEP Informe Técnico 65
Julio 2007
Mar del Plata, República Argentina

Primera Impresión: 250 ejemplares

Diagramación e Impresión: El Faro Imprenta
9 de Julio 3802, B7600HAF - Mar del Plata

Resumida/Indizada en: Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts (ASFA); Agrindex; Referativnyi Zhurnal; Zoological Record (BIOSIS Databases).

De Acceso Abierto en texto completo desde OceanDocs E-Repository of Ocean. Publications en:
<http://hdl.handle.net/1834/1355>

EVALUACIÓN DEL RECURSO ABADAJE Y RECOMENDACIONES SOBRE SU EXPLOTACIÓN A PARTIR DEL AÑO 2002*

por

Héctor D. Cordo

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Paseo Victoria Ocampo N° 1, Escollera Norte, B7602HSA - Mar del Plata, Argentina. Correo electrónico: hdcordo@inidep.edu.ar

SUMMARY

Stock assessment of Ling and recommendations on resource exploitation from the year 2002 onwards. Ling (*Genypterus blacodes*) resource was assessed by means of an age structured production model fitted with stock abundance indices from catch per unit effort data (CPUE) obtained from the commercial fishing fleet. Reproductive stock was assessed in the same way with CPUE data from the fishery research vessel. A short-term analysis of collapse risk as a function of 1999 and 2000 fishing mortalities was carried out with the results, and also a long-term analysis with the assumption of a variable fishing mortality (F) with two recruitment hypotheses. Results show that the present state of the Ling resource has worsened with respect to the last assessment. Considering the best of all cases, the B_r/K_r relationship decreased from 0.55 to 0.33, indicating that the reproductive stock is near the acceptable limit assumed in this paper. Risk analysis pointed out that catch should be kept at a level of 16,000 t year⁻¹ in the long term to maintain collapse risk within acceptable levels ($\leq 10\%$). This would imply decreasing total allowable catch levels, currently at 19,000 t year⁻¹. Nevertheless, since Ling is in great proportion, a by-catch of the common hake fishery, catch levels are regulated to a great extent by the effort directed to hake. In addition, it was observed that Ling catch by longliners increased from 137 t in 1998 to 3.088 t in 2001. This implies an increase in fishing effort oriented to Ling. From the above discussion it is inferred as necessary to limit fishing effort oriented to Ling particularly that exerted during the first quarter of the year around the reproductive area. Based on results from this and other reports, some proposals for management of the species starting from the year 2002 are indicated.

Key words: *Genypterus blacodes*, stock assessment, resource management, catch per unit effort, Southwest Atlantic.

RESUMEN

Se evaluó el estado del recurso del abadejo (*Genypterus blacodes*) utilizando un modelo de producción estructurado por edades, calibrado con índices de abundancia del *stock* con datos de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de la flota pesquera, y del *stock* reproductor con datos de CPUE del buque de investigación. Con los resultados obtenidos se realizaron análisis de riesgo de colapso de corto plazo en función de las mortalidades por pesca observadas en 1999 y 2000, y de largo plazo suponiendo una mortalidad por pesca (F) variable con dos suposiciones de reclutamiento. Los resul-

*Contribución INIDEP N° 1383

tados del modelo muestran que el estado actual del recurso del abadejo ha empeorado respecto de la última evaluación realizada. Considerando el mejor de los casos, la relación Br/Kr cayó de 0,55 a 0,33 indicando que el *stock* reproductor se halla próximo al límite aceptable supuesto en este trabajo. El análisis de riesgo indicó que la captura debería mantenerse en 16.000 t año⁻¹ en el largo plazo, para mantener el riesgo de colapso en un valor aceptable ($\leq 10\%$). Esto implicaría disminuir la captura máxima permisible actual que es de 19.000 t año⁻¹. Sin embargo, dado que el abadejo es capturado en una gran proporción como fauna acompañante de la merluza, su captura está, por lo tanto, regulada en gran parte por el esfuerzo dirigido a la merluza. Por otra parte, se observó que la captura de abadejo producto de la actividad de buques palangreros, aumentó de 137 t en 1998 a más de 3.088 t en 2001. Esto implica un aumento en el esfuerzo de pesca dirigido al abadejo. De lo expuesto anteriormente se desprende que es necesario limitar el esfuerzo dirigido al abadejo, particularmente el ejercido durante el primer trimestre del año y en mayor medida en el área de reproducción. Sobre la base de los resultados de este y otros trabajos, se realizan algunas propuestas para el manejo de la especie a partir del año 2002.

Palabras clave: *Genypterus blacodes*, evaluación, manejo de recurso, captura por unidad de esfuerzo, Atlántico Sudoccidental.

INTRODUCCIÓN

El abadejo es un pez demersal bentónico que se distribuye en aguas argentinas y uruguayas de plataforma entre los 35° S y 55° S. La mayor concentración del recurso se registra en verano entre los 42° S y los 48° S, observándose luego una dispersión en el invierno (Renzi, 1986; Ivanovic, 1990; Villarino, 1998).

Los primeros registros de los desembarques del abadejo datan de 1970 con 1.100 t. En la primera mitad de la década de 1980 los desembarques aumentaron a un promedio de 7.000 t año⁻¹. La pesquería argentina comenzó su desarrollo pleno a partir de 1986 cuando las capturas superaron las 15.000 t año⁻¹, estabilizándose en un promedio de 24.000 t año⁻¹ en los últimos años. Esta especie es capturada principalmente por la flota pesquera que utiliza redes de arrastre de fondo, y en gran parte como fauna acompañante de la merluza común (Cordo, 1998, 1999 a, 1999 b, 2000 a).

Debido a que no se dispone de las estructuras de edad de las capturas, que permitirían aplicar modelos secuenciales como el análisis de la población virtual, las estimaciones de abundancia y rendimiento máximo del recurso debieron ser efectuadas a través de modelos de producción dinámicos.

Cordo (1997) realizó una evaluación de la captura máxima del abadejo por medio de un modelo dinámico de la biomasa (Hilborn y Walters, 1992) utilizando la serie de capturas totales anuales de la especie en el período 1985-1996 y una serie de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) estandarizada correspondiente al período 1986-1995. Luego, Cordo (1999 a, 2001 a) analizó el estado del recurso al comienzo de 1998 por medio de dos modelos de producción dinámicos y concluyó, por medio de un análisis de riesgo de colapso, que la captura máxima permisible vigente en ese momento ($CMP = 19.000 \text{ t año}^{-1}$), podía mantenerse en el mediano plazo.

En este trabajo se utilizó un modelo de producción estructurado por edades con error de observación (Francis, 1992; Punt y Japp, 1994; Punt *et al.*, 1995, Cordo, 1999 a), considerando la serie de capturas obtenidas entre 1980 y 2000. El modelo fue calibrado con un índice de abundancia del *stock* obtenido con datos de la flota comercial (período 1986-2000), estimado en este trabajo. Además, se uti-

lizó otro índice de abundancia, correspondiente al *stock* reproductor (período 1995-2000), que fue estimado a partir de datos de campañas de investigación (Cordo, 2001 b).

El modelo de producción estructurado integra información sobre maduración, selectividad, pesos por edad y mortalidad natural.

Finalmente, partiendo del resultado del modelo, se llevó a cabo un análisis del riesgo de colapso de la pesquería basado en la proyección de distintos niveles de mortalidad por pesca (F).

MATERIALES Y MÉTODOS

Los supuestos y las ecuaciones del modelo de producción estructurado por edades se hallan descritos en el Apéndice, tomando como base los trabajos de Francis (1992) y Punt y Japp (1994).

Índice de abundancia del *stock* con CPUE de la flota comercial

Se utilizó un Modelo Lineal General (MLG) para obtener un índice de la abundancia del abadejo basado en las CPUE de la flota de arrastreros comerciales que operaron sobre el recurso entre 1986 y 2000. El MLG planteado fue el mismo aplicado por Cordo (2001 c), con el fin de evaluar el logaritmo de la CPUE en función de los factores año, mes, área de pesca, potencia del motor principal (HP) y un factor normalizador Z. Este último fue definido por el autor como “factor de direccionalidad” de la flota y representa, en varias categorías, la proporción de abadejo en el total capturado en un rectángulo de pesca por un buque, en un viaje en particular. Se contemplaron 15 niveles para el factor año, 12 para el factor mes, 132 rectángulos de pesca con excepción del Golfo San Matías para el factor área, 18 niveles para el factor HP incluyendo los buques de 300 HP hasta 5.999 HP y 4 niveles para el factor Z (< 2%, ≥ 2% - < 5%, ≥ 5% - < 10% y > 10%) (Cordo, 2001 c).

Para reducir y normalizar la base de datos, cada registro incluyó la suma de los kilos y horas de arrastre de cada categoría de HP en cada rectángulo de pesca, visitado en un mes y año en particular. De esta manera la base de datos se redujo a 19.165 registros, aproximadamente la mitad de los registros de la base original.

El MLG en su forma simplificada se definió como:

$$\ln \text{CPUE (kg h}^{-1}\text{)} = \text{Constante} + \text{Año} + \text{Mes} + \text{Área} + \text{HP} + \text{Z} + \text{error } [\sim N(0, \sigma^2)]$$

El índice anual de abundancia es la CPUE media estimada por máxima verosimilitud en cada nivel del factor Año. Más detalles sobre el MLG y la interpretación de los resultados pueden consultarse en Cordo (2001 c).

Índice de abundancia del *stock* reproductor

Este índice fue estimado por Cordo (2001 b). En la Tabla 1 se lo presentó en números relativos al primer año de estimación (1995).

Serie de capturas anuales totales

Las capturas totales desembarcadas entre 1980 y 2000 fueron obtenidas por las flotas pesque-

ras de la Argentina, Uruguay y otros países (Tabla 1). Las fuentes de información consultadas fueron las estadísticas de captura de la Dirección de Pesca y Acuicultura de la Argentina, los anuarios estadísticos de FAO y las estadísticas de captura de las flotas extranjeras que operan en el área de las Islas Malvinas.

Selectividad

Dado que no se observaron cambios en la pesquería que hicieran suponer una modificación en la selectividad de la flota, se aplicó el mismo patrón de selección por edad utilizado por Cordo (1999 a, 2001 a) (Tabla 2). A los efectos de distribuir las tasas de F por edad se consideró el patrón de explotación igual al patrón de selección.

Ojiva de madurez

La proporción de ejemplares maduros por edad (Tabla 2) fue obtenida a partir de la proporción por tallas estimada por Cordo *et al.* (1999). Las tallas fueron convertidas a edades utilizando los parámetros de crecimiento del abadejo chileno (Chong y Aguayo, 1990), dado que no existe una estimación reciente para el abadejo de aguas argentinas.

Pesos por edad

De 1980 a 1994 se utilizaron los pesos por edad al comienzo del año presentados por Cordo (1999 a, 2001 a). A partir de 1995 se utilizaron las relaciones talla-peso estimadas por Cordo (2001 b), convertidas a edad-peso con los parámetros de crecimiento mencionados en el párrafo anterior (Tabla 2).

Mortalidad natural

De acuerdo con los resultados de Cordo (1999 a, 2001 a), se utilizó una mortalidad natural (M) de 0,2 y se consideraron los extremos de 0,15 y 0,25 para el análisis de riesgo.

Modelo de producción estructurado por edades

Como se detalla en el Apéndice, los parámetros considerados para la calibración del modelo fueron la biomasa virgen (K), el parámetro que determina el grado de inclinación de la relación *stock-recluta* (h) y el vector de mortalidades por pesca anual (F_y). El coeficiente de capturabilidad (q_i) se obtuvo a partir de la expresión analítica presentada por Polachek *et al.* (1993). La estimación del parámetro h fue restringida a los valores con sentido biológico, comprendidos entre 0,2 y 0,95 (Francis, 1992, 1993; Punt y Japp, 1994).

Los parámetros de manejo estimados fueron el rendimiento máximo sostenible (RMS), la biomasa reproductiva virgen (Kr) y la biomasa reproductiva al comienzo del año 2001 (Br_{2001}), la F actual ejercida el último año (F_{2000}), y la relación Br_{2001}/Kr .

Los coeficientes de variación ($CV\%$) y los intervalos de confianza ($IC90\%$) de los parámetros se estimaron por medio de la técnica del *bootstrap* paramétrico, realizando 500 remuestreos en cada modelo planteado.

Análisis de riesgo

El análisis de riesgo se planteó proyectando 500 veces la evolución del recurso bajo la presión de diferentes mortalidades por pesca. Las distintas simulaciones se realizaron introduciendo variabilidad en M (distribución normal con valor medio 0,2 y extremos 0,15 y 0,25) y en la biomasa de inicio (distribución normal con valor medio y desviación estándar estimados por medio del *bootstrap*), que corresponde a la biomasa del último año considerado en la calibración del modelo.

El riesgo de colapso se midió como la proporción de los casos en que la biomasa reproductiva cayó por debajo del 30% de la biomasa reproductiva virgen, en el total de simulaciones. Se decidió utilizar el nivel crítico del 30% debido a los estudios realizados por varios autores y aplicando el criterio de precaución, dado que se desconoce la verdadera relación *stock*-recluta del abadejo (Clark, 1991; Mace y Sisenwine, 1993; Goodyear, 1993; Thompson, 1993).

Se llevó a cabo un análisis de corto plazo para evaluar el riesgo de colapso resultante de mantener la F actual. Además, se realizó un análisis para estimar la F que produciría, en el largo plazo, un riesgo de colapso igual o inferior al 10%, considerado en la literatura como un nivel de riesgo aceptable (Francis, 1993). Finalmente, se planteó otro análisis de largo plazo incluyendo incertidumbre en el reclutamiento, para lo cual se supuso que los reclutamientos anuales variarían siguiendo una distribución lognormal, con un máximo igual al mayor reclutamiento estimado por el modelo, y un mínimo 4,5 veces menor. La relación entre el máximo y el mínimo es aproximadamente el valor medio de tal variabilidad observada en otros recursos pesqueros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Índice de abundancia del *stock*

El análisis de varianza (ANOVA) del MLG, luego de eliminar datos muy influyentes y anómalos (*outliers*), determinó que todos los factores son significativos con un R^2 ajustado igual a 0,735 (Tabla 3), explicando el modelo casi el 74% de la variabilidad total.

En la Tabla 4 se volcaron las CPUE medias anuales, estimadas por máxima verosimilitud, y sus límites de confianza al 95%, luego de corregir los valores medios logarítmicos sumándoles la mitad del cuadrado medio del error ($CPUE_y^{med} = \exp(\ln CPUE_y^{med} + CM_{err}/2)$). En la Tabla 1 se representó este índice de abundancia en números relativos al primer año de su estimación. De allí surge que el *stock* explotable en 2000 se habría reducido al 41% del existente en 1986. La tendencia, decreciente en la mayor parte del período, se estabiliza en los últimos años. Esto último fue explicado como una consecuencia de la ampliación del área de veda anual para la protección del recurso merluza, establecida desde 1997 (Cordo, 2000 b).

Modelo de producción estructurado

Debido a que las tendencias de los índices resultaron diferentes se realizaron tres ajustes del modelo, uno con cada índice en forma independiente y el tercero con los dos índices ajustados a la vez (Tablas 5 a 7 y Figuras 1 a 3). No existen elementos suficientes para ponderar un índice más que otro, por lo que, en el ajuste con ambos índices, el peso relativo asignado a cada uno fue el mismo. Los coeficientes de variación obtenidos en los ajustes con cada índice en forma independiente, indican una

mayor variación en los resultados obtenidos con el índice del *stock* reproductor (Tablas 5 y 6), lo que podría deberse a que esta serie es mucho más corta.

Se puede observar en las tablas mencionadas que el modelo calibrado con los dos índices es similar al modelo ajustado con el índice del *stock*. Esto ocurre porque esta serie de abundancias relativas es más larga y comienza varios años antes que la del *stock* reproductor y, por lo tanto, influye más en el ajuste. Además, como se utilizó una única ojiva de madurez para todo el período, el modelo no tiene la flexibilidad suficiente para ajustar los dos índices correctamente (Figura 3). Al incorporar al modelo los coeficientes que definen la ojiva de madurez, como parámetros a ser estimados, la edad de primera maduración aumentó a 12 años, lo cual carece de sentido de acuerdo con los conocimientos actuales sobre el desarrollo reproductivo de la especie (Cordo *et al.*, 1999).

En los tres casos el parámetro h tomó el valor del extremo superior del rango (0,95), lo cual significa alta compensación o, en otras palabras, que no hay relación entre el tamaño del *stock* reproductor y el reclutamiento para un gran rango de biomasa de reproductores (Tablas 5 a 7).

Las principales diferencias entre los modelos ajustados con los dos índices por separado, se observan en el *RMS* y en la relación entre la biomasa reproductiva y la biomasa reproductiva virgen (Br_{2001}/Kr). Mientras que el rendimiento máximo estimado con el índice del *stock* (~17.200 t) es similar al estimado en una evaluación anterior (Cordo, 1999 a, 2001 a), el estimado con el índice del *stock* reproductor es notoriamente inferior (~13.900 t). La diferencia se puede explicar porque la caída del recurso, indicada por el índice de abundancia, es bastante mayor en el último caso, lo que también se ve reflejado en la relación Br_{2001}/Kr (Tablas 5 y 6). Este cociente indica cuan cerca se halla el recurso del nivel crítico por debajo del cual se considera colapso según la definición adoptada en este trabajo (ver Materiales y Métodos - Análisis de riesgo). El ajuste realizado con el índice del *stock* mostró que el recurso se encuentra, a comienzos del año 2001, un poco por encima del nivel crítico (33%), en tanto que el ajuste con el índice del *stock* reproductor resultó en que el recurso se halla muy por debajo del valor crítico (19%). Este último valor implicaría que el recurso se halla en situación de riesgo biológico o colapso inminente. Actualmente no hay evidencias que hagan suponer que el abadejo se halle en esta situación. La disminución de la captura registrada en el año 2000 se debió a los paros biológicos establecidos en la pesquería de la merluza común, que indirectamente disminuyeron el esfuerzo sobre el abadejo. En el año 2001 la captura argentina de abadejo aumentó a 19.532 t debido a que las restricciones impuestas sobre la merluza fueron dejadas sin efecto en ese año. La caída en la captura entre 1999 y 2000 se vio reflejada en la estimación de F que resultó en 0,19 y 0,13 respectivamente.

Análisis de riesgo

El análisis de riesgo de corto plazo se llevó a cabo bajo dos supuestos de F . En el primer caso se proyectó la explotación del recurso considerando la F de 2000 (0,13), que correspondió a una captura de 16.933 t. Como fuera explicado en el punto anterior, esa captura fue obtenida como resultado de un menor esfuerzo aplicado al abadejo como consecuencia de las restricciones impuestas sobre la merluza. Por lo tanto, este escenario se propuso para analizar la proyección del recurso manteniendo esa situación aunque, como también se explicó, en el 2001 la captura y por lo tanto la F , fueron mayores.

En el segundo caso se proyectó la explotación del recurso con la F de 1999 (0,19), que corresponde a una captura de algo más de 24.000 t y que representa el promedio de los últimos ocho años.

El análisis de corto plazo indicó que de mantener una F igual a la del año 2000, el riesgo supera el 10% a partir del 2003. Si se mantuviera la F de 1999, entonces el riesgo de colapso alcanza casi

el 40% en 2002 y el 80% en 2003 (Figura 4). La biomasa reproductiva proyectada según estos dos escenarios muestra un leve incremento de mantenerse la F de 2000 y una caída del 21% de aplicarse la F observada en 1999 (Figura 5).

El resultado de las simulaciones llevadas a cabo para hallar el riesgo de colapso en el largo plazo en función de distintas F y dos supuestos de reclutamiento (determinístico y estocástico lognormal truncado), puede verse en la Tabla 8. Con el supuesto de reclutamiento determinístico la F con un riesgo igual o menor al 10% resultó igual a 0,10, lo cual implica una captura de largo plazo de 16.399 t. Si el reclutamiento fuera estocástico, el resultado es más crítico, superando el riesgo del 10% con una F de 0,05. A esta tasa de mortalidad le corresponde una captura de largo plazo cercana a las 8.000 t. Cabe aclarar que el supuesto de reclutamiento estocástico elegido es bastante pesimista, pero se lo consideró para observar el comportamiento del recurso en el largo plazo, en el caso en que los reclutamientos fueran inferiores a los estimados por la relación determinística.

CONSIDERACIONES FINALES

El estado del recurso del abadejo ha empeorado respecto de la última evaluación realizada por Cordo (1999 a, 2001 a). Considerando el mejor de los casos, esto es, el resultado del modelo calibrado con los dos índices, la relación Br/Kr cayó de 0,55 a 0,33 indicando que el *stock* reproductor se halla próximo al límite aceptable supuesto en este trabajo.

El análisis de riesgo indicó que la captura debería mantenerse en aproximadamente 16.000 t año⁻¹ en el largo plazo, para mantener el riesgo de colapso en un valor aceptable ($\leq 10\%$). Esto implicaría disminuir la CMP actual que es de 19.000 t año⁻¹. Sin embargo, dado que el abadejo es capturado en una gran proporción como fauna acompañante de la merluza, su captura está, por lo tanto, regulada en gran parte por el esfuerzo dirigido a la merluza. Cordo (2000 a) demostró que el 50% de la captura anual de abadejo se produce en viajes (dirigidos a la merluza) en los cuales el abadejo participa en porcentajes menores al 10% de lo capturado. Otro 25% de la captura es explicada en viajes con una participación de abadejo del 10 al 50% de la captura obtenida en esos viajes. Además, el mismo autor estimó que aproximadamente la mitad de la captura anual de abadejo es obtenida durante el primer trimestre del año. Estos datos demuestran que cualquier medida de control de la captura de abadejo debería aplicarse durante el primer trimestre del año que, por otra parte, colaboraría con la protección del *stock* reproductor.

Por otra parte, se observó que la captura de abadejo producto de la actividad de buques palangreros, aumentó de 137 t en 1998 a 3.088 t en 2001, luego de haberse registrado un máximo de 4.175 t en 1993 para después caer prácticamente a cero en 1996 y 1997. El incremento reciente se debería a las restricciones impuestas a la captura de la merluza negra (especie objetivo primaria de esta flota) y a la disminución de su abundancia. Esto implica obviamente, un aumento en el esfuerzo de pesca dirigido al abadejo. Cordo (1999 a) recomendó no incrementar el esfuerzo de pesca dirigido al abadejo, especialmente por parte de palangreros, porque el riesgo de colapso aumentaba considerablemente.

De lo expuesto anteriormente se desprende que es necesario limitar el esfuerzo dirigido al abadejo, particularmente el ejercido durante el primer trimestre del año y en mayor medida en el área de reproducción, para evitar que el *stock* reproductor caiga por debajo del nivel crítico. Algunas propuestas al respecto se resumen a continuación:

- Fijar la CMP en un valor cuyo riesgo de largo plazo asociado no supere el 10%.
- Limitar la captura de los palangreros a la que obtuvieron durante 2001.

- Limitar la captura de la flota de arrastreros a un 25% de abadejo respecto de la captura total del viaje de pesca.
- Establecer una veda permanente para la protección del *stock* reproductor desde el 15 de diciembre al 15 de marzo del año siguiente, en el área propuesta en la Figura 6.

Las medidas propuestas son complementarias y podrían establecerse en forma progresiva de tal manera de evaluar sus efectos en el corto plazo. La experiencia demostró que el límite anual impuesto a través de la CMP no ha tenido éxito en este caso en particular, debido a que este recurso es fauna acompañante de otro más importante. Sin embargo, es necesario tenerlo en cuenta como un valor de referencia límite, el cual no sería recomendable superar.

BIBLIOGRAFÍA

- BEVERTON, R.J.H. & HOLT, S.J. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. U.K. Min. Agric. Fish. Food, Fish. Invest. (Ser. 2), 19, 533 pp.
- CHONG, J. & AGUAYO, M. 1990. Determinación de edad y estimación de los parámetros de crecimiento del congrio dorado, *Genypterus blacodes* (Schneider, 1801) (*Osteichthyes, Ophidiidae*) en el Pacífico Sur Oriental. Biol. Pesq., 19: 55-67.
- CLARK, W.G. 1991. Groundfish exploitation rates based on life history parameters. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 48: 734-750.
- CORDO, H.D. 1997. Modelo dinámico (no-equilibrio) de la biomasa del abadejo, aplicado para la estimación de la captura máxima. Inf. Téc. Int. DNI-INIDEP N° 5/97, 6 pp.
- CORDO, H.D. 1998. Estandarización del esfuerzo de pesca ejercido sobre el abadejo (*Genypterus blacodes*), período 1986-1996. Inf. Téc. Int. DNI-INIDEP N° 6/98, 18 pp.
- CORDO, H.D. 1999 a. Estado actual del recurso abadejo (*Genypterus blacodes*) y perspectivas de mediano y largo plazo. Inf. Téc. Int. DNI-INIDEP N° 4/99, 10 pp.
- CORDO, H.D. 1999 b. Descripción de la pesquería, biología y estado actual del recurso abadejo (*Genypterus blacodes*) del Atlántico Sudoccidental. En: Avances en métodos y tecnología aplicados a la investigación pesquera. Seminario final del proyecto INIDEP-JICA sobre Evaluación y Monitoreo de Recursos Pesqueros 1994-1999. Publicaciones Especiales INIDEP, Mar del Plata: 181-184.
- CORDO, H.D. 2000 a. Abadejo (*Genypterus blacodes*). En: BEZZI, S., AKSELMAN, R. & BOSCHI, E.E. (Eds.). Síntesis del estado de las pesquerías marítimas argentinas y de la Cuenca del Plata. Años 1997-1998, con una actualización del año 1999. Publicaciones Especiales INIDEP, Mar del Plata: 117-128.
- CORDO, H.D. 2000 b. Recomendación de la captura máxima permisible del abadejo (*Genypterus blacodes*) de aguas argentinas. Inf. Téc. Int. DNI-INIDEP N° 19/00, 8 pp.

- CORDO, H.D. 2001 a. Evaluación del abadejo (*Genypterus blacodes*) en el Atlántico Sudoccidental, por medio de modelos de producción dinámicos. Rev. Invest. Desarr. Pesq., 14: 79-93.
- CORDO, H.D. 2001 b. Estructura y abundancia del stock reproductor del abadejo (*Genypterus blacodes*) del mar argentino, en el período 1995-2000. Inf. Téc. Int. DNI-INIDEP N° 91/01, 22 pp.
- CORDO, H.D. 2001 c. Estandarización del esfuerzo de pesca ejercido sobre el abadejo (*Genypterus blacodes*) de aguas argentinas, período 1986-1996. Rev. Invest. Desarr. Pesq., 14: 57-78.
- CORDO, H.D., MACHINANDIARENA, L., MACCHI, G.J. & VILLARINO, M.F. 1999. Talla de primera madurez del abadejo (*Genypterus blacodes*) en el Atlántico sudoccidental. Inf. Téc. Int. DNI-INIDEP N° 82/99, 5 pp.
- FRANCIS, R.I.C.C. 1992. Use of risk analysis to assess fishery management strategies: a case study using orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) on the Chatham Rise, New Zealand. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 49 (5): 922-930.
- FRANCIS, R.I.C.C. 1993. Monte Carlo evaluation of risks for biological reference points used in New Zealand fishery assessments. En: SMITH, S.J, HUNT, J.J. & RIVARD, D. (Eds.). Risk evaluation and biological reference points for fisheries management. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., 120: 221-230.
- GOODYEAR, C.P. 1993. Spawning stock biomass per recruit in fisheries management: foundation and current use. En: SMITH, S.J, HUNT, J.J. & RIVARD, D. (Eds.). Risk evaluation and biological reference points for fisheries management. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., 120: 67-81.
- HILLBORN, R. & WALTERS, C.J. 1992. Quantitative fisheries stock assessment. Choice, dynamics & uncertainty. Chapman and Hall, 569 pp.
- IVANOVIC, M.L. 1990. Análisis de la distribución del abadejo (*Genypterus blacodes*) en el período 1973-1983. Frente Marít., 7 (A): 7-17.
- MACE, P.M. & SISSEWINE, M.P. 1993. How much spawning per recruit is enough? En: SMITH, S.J, HUNT, J.J. & RIVARD, D. (Eds.). Risk evaluation and biological reference points for fisheries management. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., 120: 101-118.
- PUNT, A.E. & JAPP, D.W. 1994. Stock assessment of the kingklip *Genypterus capensis* off South Africa. S. Afr. J. Mar. Sci., 14: 133-149.
- PUNT, A.E., BUTTERWORTH, D.S. & PENNEY, A.J. 1995. Stock assessment and risk analysis for the South Atlantic population of albacore *Thunnus alalunga* using an age-structured production model. S. Afr. J. Mar. Sci., 16: 287-310.
- RENZI, M. 1986. Aspectos biológico-pesqueros del abadejo (*Genypterus blacodes*). Rev. Invest. Desarr. Pesq., 6: 5-19.

- THOMPSON, G.G. 1993. A proposal for a threshold stock size and maximum fishing mortality rate. En: SMITH, S.J, HUNT, J.J. & RIVARD, D. (Eds.). Risk evaluation and biological reference points for fisheries management. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., 120: 303-320.
- VILLARINO, M.F. 1998. Distribución estacional y estructura de tallas del abadejo (*Genypterus blacodes*) en el Mar Argentino. INIDEP Inf. Téc., 18, 25 pp.

Recibido: octubre de 2002

Aceptado: junio de 2005

APÉNDICE

Modelo de producción estructurado por edades

La dinámica del recurso es determinada por las siguientes ecuaciones:

$$N_{y,t} = \begin{cases} N_{y,1} & t = 1 \\ N_{y-1,t-1} e^{-(M+S_{t-1} F_{y-1})} & t = 2, \dots, l-1 \\ N_{y-1,l-1} e^{-(M+S_{l-1} F_{y-1})} \\ \quad + N_{y-1,l} e^{-(M+S_l F_{y-1})} & t = l \end{cases}$$

siendo $N_{y,t}$ el número de peces de edad t al comienzo del año y , M es la tasa de mortalidad natural, S_t es la selectividad o proporción de retención por edad, F_y es la tasa de F asintótica en el año y y l es la edad máxima considerada como “grupo *plus*”.

El número de ejemplares de edad 1 al comienzo de cada año (el reclutamiento), se estimó en forma determinística por medio de una de las parametrizaciones de la relación *stock*-recluta de Beverton y Holt (1957):

$$N_{y,1} = \frac{B_{y-1}^r}{\alpha + \beta B_{y-1}^r}$$

$$B_y^r = \sum_{t=1}^l m_t w_{y,t} N_{y,t}$$

donde $N_{y,t}$ es el número de reclutas al comienzo del año y , B_y^r es la biomasa de reproductores al comienzo del año y , α y β son los parámetros de la relación *stock*-recluta a estimar, m_t es la proporción de ejemplares maduros en la edad t y $w_{y,t}$ es el peso de los individuos de edad t al comienzo del año y .

Otra restricción impuesta al modelo fue que el recurso se hallaba en equilibrio en ausencia de pesca al comienzo de 1980 (las capturas desembarcadas hasta ese año no superaron las 6.000 t anuales) y que las capturas en peso se consideraron exactas e iguales a:

$$C_y = \sum_{t=1}^l w_{y,t+0.5} S_t F_y N_{y,t} \frac{1 - \exp[-(M + S_t F_y)]}{M + F_y S_t}$$

donde C_y es la captura en peso obtenida durante el año y $w_{t+0.5}$ es el peso de un individuo de edad t en la mitad del año y .

Se utilizaron como índices de abundancia las CPUE de la flota de arrastreros de la Argentina y las capturas en kg por hora de arrastre promedio del buque de investigación (índice del *stock* repro-

ductor), suponiendo una relación proporcional entre la CPUE y la biomasa explotable en el caso del índice de la flota comercial, y la biomasa del *stock* reproductor en el caso del índice respectivo. La calibración se realizó con la siguiente relación entre los índices observados y la biomasa correspondiente:

$$\hat{I}_y^i = \hat{q}^i \hat{B}_y e^{\epsilon_y^i} \quad \epsilon_y^i \approx N[0; (\sigma^i)^2]$$

siendo \hat{q}^i , en este caso, calculado analíticamente para cada índice considerado (Polachek *et al.*, 1993):

$$\hat{q}^i = \exp \left\{ \frac{1}{n^i} \sum_y \ln(\hat{I}_y^i / \hat{B}_y) \right\}$$

donde I_y es el índice de abundancia ($CPUE_y$), n^i es el número de observaciones (años) de cada índice y \hat{B}_y es la biomasa explotable a mitad de año, que fue calculada a partir de:

$$\hat{B}_y = \sum_{t=1}^l w_{y,t+0.5} S_t N_{y,t} e^{-(M+S_t F_y)/2}$$

El modelo fue calibrado minimizando la expresión correspondiente al menos logaritmo de la función de máxima verosimilitud:

$$-\ln L = \sum_i \left(\frac{1}{2(\hat{\sigma}^i)^2} \sum_y (\ln(I_y^i) - \ln(\hat{I}_y^i))^2 + n^i \ln \hat{\sigma}^i \right)$$

donde I_y^i es el índice observado (CPUE) en el año y para la flota i , \hat{I}_y^i es el índice estimado y σ^i es la desviación estándar residual de la serie de abundancia i , que es igual a:

$$\hat{\sigma}^i = \sqrt{\frac{1}{n^i} \sum_y (\ln(I_y^i) - \ln(\hat{I}_y^i))^2}$$

Con el fin de reducir los parámetros a estimar y evitar problemas computacionales con referencias circulares, los coeficientes α y β de la relación *stock*-recluta se calcularon, bajo el supuesto de equilibrio de la estructura de edad en 1980, de la siguiente manera (Francis, 1992; Punt y Japp, 1994):

$$\alpha = K^r (1 - h) / (4 h R_0)$$

$$\beta = (5 h - 1) / (4 h R_0)$$

siendo K^r la biomasa reproductiva virgen y R_0 el reclutamiento en la fase previa a la explotación, que puede calcularse en función de la biomasa total virgen K :

$$R_0 = K / \sum_{t=1}^l n_t w_t$$

donde:

$$n_t = \begin{cases} 1 & t = 1 \\ n_{t-1} * \exp(-M) & 2 \leq t < l \\ n_{l-1} * \exp(-M) / (1 - \exp(-M)) & t = l \end{cases}$$

siendo $N_{1980,t} = R_0 * n_t$.

De esta manera, la función a minimizar depende de la estimación de dos parámetros, K y h y del vector de mortalidades por pesca anuales (F_y). El parámetro h , que representa la inclinación de la curva *stock-recluta*, es la fracción de R_0 esperada en el equilibrio, cuando la biomasa reproductiva es reducida a un 20% de su valor en ausencia de explotación (Francis, 1992).

El *RMS* se calculó hallando la solución de un sistema de ecuaciones que combina el rendimiento por recluta con los parámetros de la relación *stock-recluta*, variando F de tal manera de maximizar la ecuación del *RMS*:

$$n_t = \begin{cases} 1 & t = 1 \\ n_{t-1} \exp[-(M + F S_t)] & 2 \leq t \leq l-1 \\ n_{l-1} \frac{\exp[-(M + F S_{l-1})]}{1 - \exp[-(M + F S_l)]} & t = l \end{cases}$$

$$Y/R = \sum_{t=1}^l \{n_t F S_t w_t [1 - \exp(-(M + F S_t))]/(M + F S_t)\}$$

$$B^r/R = \sum_{t=1}^l (n_t w_t m_t)$$

$$B/R = \sum_{t=1}^l (n_t w_t)$$

$$R = \frac{B^r/R - \alpha}{\beta * B^r/R}$$

$$RMS = \underbrace{\max}_F (R * Y/R)$$

$$B_{rms} = R * B/R$$

donde n_t es el número de ejemplares por recluta, Y/R es el rendimiento por recluta, B'/R es la biomasa de reproductores por recluta, B/R es la biomasa por recluta, R es el número de reclutas estimado con los parámetros α y β de la relación stock-recluta y B_{rms} es la biomasa en el nivel del RMS . La F que permite obtener el RMS y la B_{rms} es igual a F_{rms} .

Tabla 1. Capturas totales e índices de abundancia (IA) utilizados en la calibración del modelo estructurado. Los IA de la flota comercial (flota) y del *stock* reproductor (Srep) se han expresado en números relativos al primer año de su estimación.

Table 1. Total catches and abundance indices (IA) used to fit the structured model. The IA for the commercial fleet (flota) and for the spawning stock (Srep) is relative to the first year of their estimation.

Año	Captura total (t)	IA (flota)	IA (Srep)
1980	6.722		
1981	4.697		
1982	8.979		
1983	9.963		
1984	4.310		
1985	10.133		
1986	16.175	1,000	
1987	18.667	0,986	
1988	19.968	0,869	
1989	22.066	1,041	
1990	35.309	0,802	
1991	19.872	0,775	
1992	26.911	0,737	
1993	28.874	0,639	
1994	22.773	0,637	
1995	25.900	0,538	1,000
1996	23.675	0,447	0,794
1997	23.350	0,425	0,888
1998	27.327	0,404	0,599
1999	24.106	0,418	0,420
2000	16.933	0,410	0,583

Tabla 2. Datos de madurez, selectividad y pesos por edad utilizados en el modelo estructurado por edades.
 Table 2. Basic data of maturity, selectivity, and weight at age considered in the structured model.

Edad (años)	Madurez	Selección	Pesos por edad (kg) por año							
			1980-1990	1991-1992	1993-1994	1995-1996	1997	1998	1999	2000-2001
0	0,000	0,00	0,015	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
1	0,000	0,02	0,064	0,059	0,072	0,068	0,071	0,069	0,060	0,066
2	0,000	0,12	0,355	0,327	0,369	0,347	0,355	0,351	0,312	0,335
3	0,008	0,35	0,811	0,747	0,814	0,763	0,773	0,769	0,690	0,736
4	0,174	0,65	1,387	1,279	1,362	1,276	1,283	1,280	1,157	1,230
5	0,772	0,86	2,019	1,862	1,952	1,827	1,828	1,828	1,659	1,759
6	0,973	0,96	2,723	2,513	2,600	2,433	2,424	2,429	2,212	2,339
7	0,996	0,99	3,467	3,200	3,277	3,064	3,043	3,055	2,790	2,945
8	0,999	1,00	4,294	3,965	4,023	3,760	3,724	3,743	3,428	3,612
9	1,000	1,00	5,245	4,845	4,873	4,554	4,498	4,526	4,155	4,371
10	1,000	1,00	6,198	5,727	5,719	5,342	5,265	5,304	4,879	5,126
11	1,000	1,00	7,207	6,659	6,608	6,170	6,069	6,120	5,640	5,918
12	1,000	1,00	8,159	7,541	7,442	6,948	6,822	6,885	6,355	6,661
13	1,000	1,00	9,117	8,427	8,278	7,726	7,575	7,650	7,071	7,406
14	1,000	1,00	9,678	8,948	8,766	8,181	8,015	8,097	7,489	7,840
15	1,000	1,00	13,193	12,203	11,797	11,002	10,735	10,867	10,089	10,536

Tabla 3. A) ANOVA resultante del modelo lineal general aplicado a los datos de captura por unidad de esfuerzo (kg h^{-1}) del abadejo. B) Resultado de la prueba F de suma de cuadrados del modelo vs. suma de cuadrados residual.

Table 3. A) ANOVA of the general linear model applied to the catch per unit effort (kg h^{-1}) data of ling. B) Results of model sum of squares vs. residual sum of squares F test.

A)

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	P
Intercepto	1	22.372,01	22.372,01	33.966,42	0,001
Año	14	1.255,37	89,67	136,14	0,001
Mes	11	137,95	12,54	19,04	0,001
Área	131	1.114,74	8,51	12,92	0,001
HP	18	394,18	21,90	33,25	0,001
Z	3	20.448,49	6.816,16	10.348,67	0,001
Error	18.935	12.471,56	0,66		
Total	19.112	47.557,87			

B)

R múltiple		0,859
R ² múltiple		0,738
R ² ajustado		0,735
Suma de cuadrados	Modelo	35.086.311
Grados de libertad	Modelo	177
Cuadrado medio	Modelo	198.228
Suma de cuadrados	Residual	12.471.555
Grados de libertad	Residual	18.935
Cuadrado medio	Residual	0,659
F		300.960
p		0.001

Tabla 4. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) media anual y límites del intervalo de confianza (95%) resultantes del modelo lineal general.

Tabla 4. Mean annual catch per unit effort and its confidence interval (95%) resulting from the general linear model.

Año	CPUE (kg h ⁻¹)	Intervalo de confianza		N
		Límite inferior	Límite superior	
1986	102,20	94,34	110,71	540
1987	100,80	93,03	109,23	539
1988	88,81	82,56	95,53	674
1989	106,42	98,06	115,49	501
1990	81,92	75,63	88,74	521
1991	79,16	74,15	84,51	1.000
1992	75,36	70,70	80,33	1.061
1993	65,36	61,58	69,36	1.330
1994	65,06	61,39	68,95	1.460
1995	54,96	52,06	58,02	1.974
1996	45,64	43,22	48,20	1.864
1997	43,41	41,15	45,79	2.095
1998	41,27	39,21	43,44	2.461
1999	42,76	40,60	45,03	2.275
2000	41,86	38,98	44,95	818

Tabla 5. Resultados del modelo de producción estructurado calibrado con los índices de abundancia del stock de abadejo. Los estadísticos fueron estimados por medio de un *bootstrap* paramétrico.

Table 5. Results of the structured production model fitted with the abundance indices of the ling stock. The statistics were estimated by a parametric bootstrap.

Parámetro estimado	Valor de calibración	Desviación estándar	Coeficiente de variación (%)	Intervalo de confianza (90%)	
				Límite inferior	Límite superior
<i>RMS</i>	17.192	603	3,6	15.495	17.256
<i>K</i>	424.429	2.472	0,6	422.810	431.049
<i>Kr</i>	377.286	2.197	0,6	375.846	383.171
<i>B</i> ₂₀₀₁	162.467	1.147	0,7	160.716	164.517
<i>Br</i> ₂₀₀₁	122.677	1.129	0,9	121.307	125.167
<i>B</i> ₂₀₀₁ / <i>K</i>	0,38	0,0021	0,6	0,378	0,385
<i>Br</i> ₂₀₀₁ / <i>Kr</i>	0,33	0,0017	0,5	0,322	0,328
<i>B</i> ₂₀₀₁ / <i>B</i> _{rms}	1,47	0,0533	3,7	1,324	1,477
<i>F</i> ₂₀₀₀	0,13	0,0012	0,9	0,128	0,132
<i>h</i>	0,95	0,0354	3,8	0,852	0,950
-logLik	-31,01				

Tabla 6. Resultados del modelo de producción estructurado calibrado con los índices de abundancia del *stock* reproductor del abadejo. Los estadísticos fueron estimados por medio de un *bootstrap* paramétrico.
Table 6. Results of the structured production model fitted with the abundance indices of the spawning stock of ling. The statistics were estimated by a parametric bootstrap.

Parámetro estimado	Valor de calibración	Desviación estándar	Coeficiente de variación (%)	Intervalo de confianza (90%)	
				Límite inferior	Límite superior
<i>RMS</i>	13.909	3.594	30,5	3.720	14.157
<i>K</i>	343.383	25.218	7,1	337.785	419.380
<i>Kr</i>	305.242	22.417	7,1	300.266	372.798
<i>B₂₀₀₁</i>	87.730	6.051	6,7	81.831	100.892
<i>Br₂₀₀₁</i>	57.398	8.038	13,1	52.524	77.633
<i>B₂₀₀₁/K</i>	0,26	0,0114	4,5	0,231	0,269
<i>Br₂₀₀₁/Kr</i>	0,19	0,0124	6,4	0,175	0,216
<i>B₂₀₀₁/B_{rms}</i>	0,98	0,1030	11,3	0,727	1,029
<i>F₂₀₀₀</i>	0,26	0,0270	10,7	0,198	0,287
<i>h</i>	0,95	0,2159	26,6	0,350	0,950
-logLik	-8,11				

Tabla 7. Resultados del modelo de producción estructurado calibrado con los índices de abundancia del *stock* y del *stock* reproductor del abadejo. Los estadísticos fueron estimados por medio de un *bootstrap* paramétrico.

Table 7. Results of the structured production model fitted with the abundance indices of the stock and spawning stock of ling. The statistics were estimated by a parametric bootstrap.

Parámetro estimado	Valor de calibración	Desviación estándar	Coeficiente de variación (%)	Intervalo de confianza (90%)	
				Límite inferior	Límite superior
<i>RMS</i>	17.050	514	3,1	15.599	17.122
<i>K</i>	420.928	2.268	0,5	419.169	426.875
<i>Kr</i>	374.174	2.016	0,5	372.610	379.460
<i>B₂₀₀₁</i>	159.336	1.210	0,8	157.523	161.505
<i>Br₂₀₀₁</i>	119.928	1.154	1,0	118.406	122.253
<i>B₂₀₀₁/K</i>	0,38	0,0021	0,5	0,374	0,381
<i>Br₂₀₀₁/Kr</i>	0,32	0,0018	0,6	0,317	0,324
<i>B₂₀₀₁/B_{rms}</i>	1,45	0,0465	3,3	1,324	1,462
<i>F₂₀₀₀</i>	0,13	0,0012	0,9	0,131	0,135
<i>h</i>	0,95	0,0304	3,3	0,862	0,950
-logLik	-38,08				

Tabla 8. Riesgo porcentual de colapso de la pesquería del abadejo y captura en el largo plazo en función de la mortalidad por pesca F . El riesgo y la captura se obtuvieron bajo dos supuestos de reclutamiento: (1) determinístico siguiendo una relación *stock* recluta tipo Beverton y Holt y (2) estocástico siguiendo una distribución lognormal truncada (ver explicación en el texto).

Table 8. Percentage of collapse risk and long term catch of ling according to fishing mortality F . The risk and catch were obtained under two recruitment assumptions: (1) deterministic, following a Beverton and Holt relationship and (2) random with a truncated lognormal distribution (see explanation in the text).

F	Riesgo (1) (%)	Captura (t)	Riesgo (2) (%)	Captura (t)
0,000	0	0	0	0
0,025	0	6.769	5	5.061
0,050	0	11.370	12	8.652
0,075	5	14.237	26	11.023
0,100	10	16.399	52	11.983
0,125	30	17.681	71	13.261
0,150	45	19.072	88	13.853
0,175	70	19.191	92	14.484
0,200	86	19.509	97	14.664
0,225	92	19.938	99	14.995
0,250	98	19.942	100	14.869
0,275	100	19.900	100	15.294
0,300	100	19.842	100	15.330

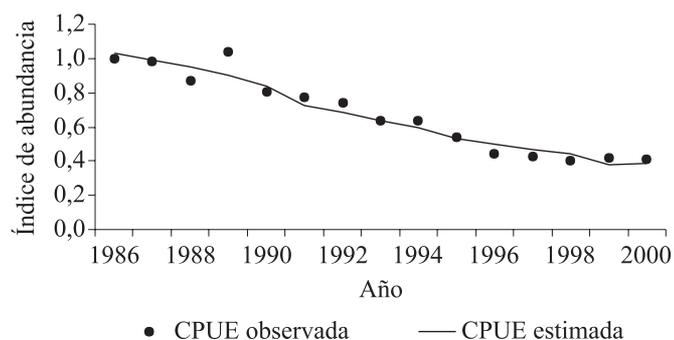


Figura 1. Ajuste del índice de abundancia del *stock* de abadejo, resultante del modelo que utiliza sólo ese índice para la calibración.

Figure 1. Fitting of the abundance index of the ling stock obtained from the model exclusively tuned with that index.

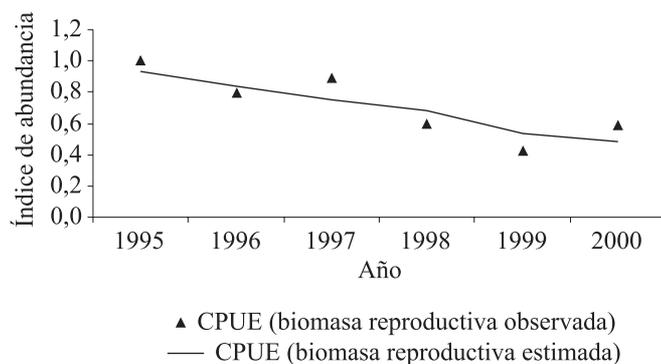


Figura 2. Ajuste del índice de abundancia del *stock* reproductor de abadejo, con el modelo que utiliza sólo este índice para la calibración.

Figure 2. Fitting of the abundance index of the ling spawning stock obtained from the model exclusively tuned with that index.

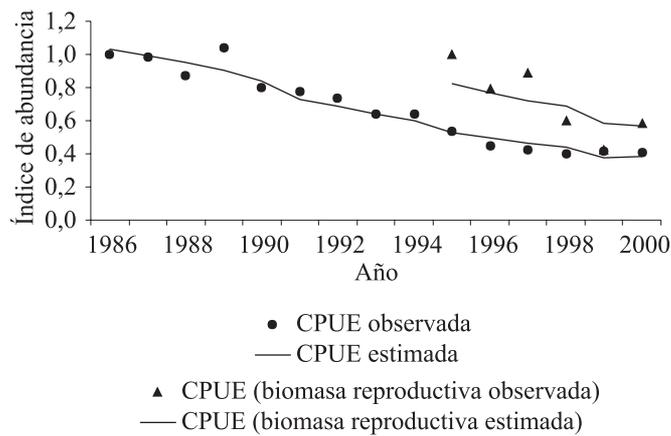


Figura 3. Ajuste de los índices de abundancia del *stock* y del *stock* reproductor de abadejo, con el modelo que utiliza los dos índices para la calibración.

Figure 3. Fitting of abundance indices of the ling stock and ling spawning stock obtained from the model tuned with both indices.

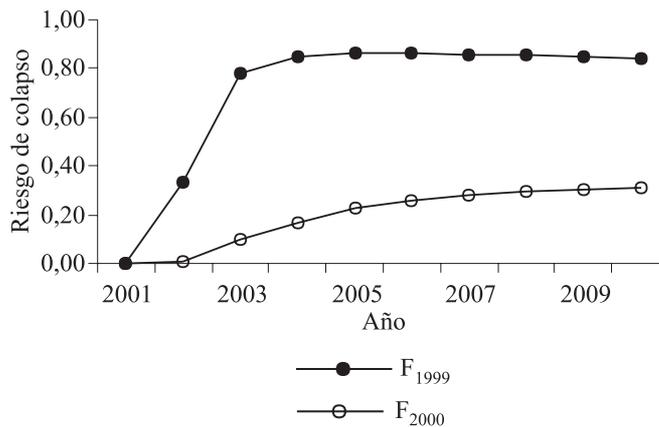


Figura 4. Riesgo de colapso del recurso del abadejo en el corto plazo bajo dos supuestos de mortalidad por pesca: $F_{1999} = 0,19$ y $F_{2000} = 0,13$. El riesgo fue medido como la proporción de casos en que la biomasa reproductiva cayó por debajo del 30% de la biomasa reproductiva virgen.

Figure 4. Short term risk analysis for the ling, under the assumption of two fishing mortalities: $F_{1999} = 0.19$ and $F_{2000} = 0.13$. Risk was measured as the ratio of cases in which reproductive biomass dropped below 30% of virginal reproductive biomass.

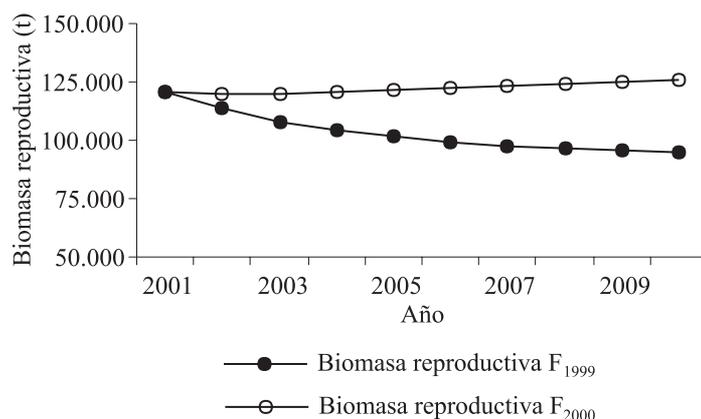


Figura 5. Proyección de la biomasa reproductiva en función de las tasas de mortalidad por pesca (F) observadas en 1999 y 2000.

Figure 5. Projection of spawning biomass according to fishing mortalities (F) observed in 1999 and 2000.

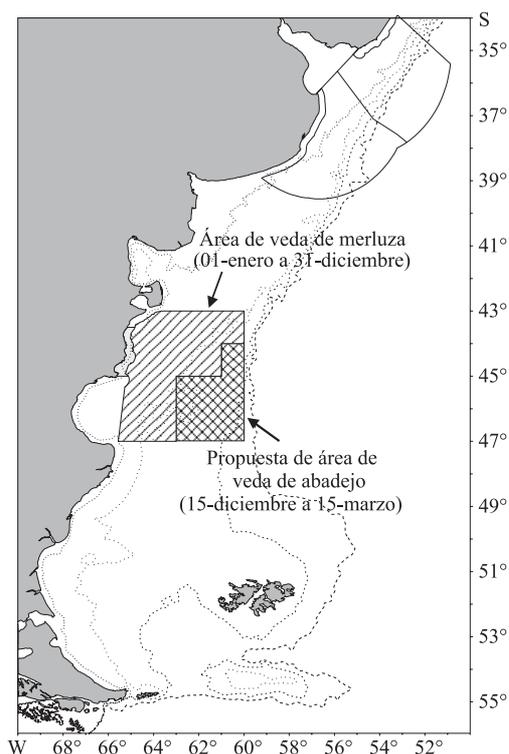


Figura 6. Área de veda para la conservación de los juveniles de merluza (Res. SAGPyA N° 930/97) vigente durante todo el año y propuesta de área de veda para la protección del *stock* reproductor de abadejo a ser impuesta en forma permanente entre el 15 de diciembre y el 15 de marzo del año siguiente.

Figure 6. Closed area for the conservation of hake juveniles (Res. SAGPyA No. 930/97) in force throughout the year and proposal of closed area to protect ling reproductive stock to be enforced on a permanent basis from 15th December of the year in course through 15th March of the following one.

La Guía para la preparación de manuscritos puede consultarse en: www.inidep.edu.ar,
www.inidep.gov.ar y en la Serie INIDEP Informe Técnico 44 al 49 y 59

Trabajos publicados en la serie *INIDEP Informe Técnico*

- CORDO, H.D., MACHINANDIARENA, L., MACCHI, G.J. & VILLARINO, M.F. 2002. Talla de primera madurez del abadejo (*Genypterus blacodes*) en el Atlántico Sudoccidental. INIDEP Inf. Téc. 47.
- SÁNCHEZ, M.F. & MABRAGAÑA, E. 2002. Características biológicas de algunas rayas de la región sudpatagónica. INIDEP Inf. Téc. 48.
- GARCIARENA, A.D. & PERROTTA, R.G. 2002. Características biológicas y de la pesca del savorín *Seriolella porosa* (Pisces: Centrolophidae) del Mar Argentino. INIDEP Inf. Téc. 49.
- COSTAGLIOLA, M., SEIGNEUR G. & JURQUIZA, V. 2003. Estudios químicos y bacteriológicos del Río Baradero (Argentina): calidad sanitaria del agua y aptitud de los peces para consumo humano. INIDEP Inf. Téc. 50.
- TRINGALI, L.S. & BEZZI, S.I. (Eds.). 2003. Aportes para la evaluación del recurso merluza (*Merluccius hubbsi*) al sur de los 41° S. Año 1999. INIDEP Inf. Téc. 51.
- HERNÁNDEZ, D.R., BEZZI, S.I. & IBAÑEZ, P.M. 2003. Análisis y diagnóstico del diseño de muestreo de las campañas de evaluación de merluza (*Merluccius hubbsi*), al norte y al sur de los 41° S (Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay y Mar Argentino). Años 1996-1999. INIDEP Inf. Téc. 52.
- DATO, C.V., VILLARINO, M.F. & CAÑETE, GR. 2003. Dinámica de la flota comercial argentina dirigida a la pesquería de merluza (*Merluccius hubbsi*) en el Mar Argentino. Período 1990-1997. INIDEP Inf. Téc. 53.
- PERROTTA, R.G., VIÑAS, M.D., MADIROLAS, A.O., RETA, R., AKSELMAN, R., CASTRO MACHADO, F.J., GARCIARENA, A.D., MACCHI, G.J., MORIONDO DANOVARO, P., LLANOS, V. & URTEAGA, J.R. 2003. La caballa (*Scomber japonicus*) y las condiciones del ambiente en el área "El Rincón" (39° 40'-41° 30' S) del Mar Argentino. Septiembre, 2000. INIDEP Inf. Téc. 54.
- ELÍAS, I. & PEREIRO, R. 2003. Estudios sobre la factibilidad de una pesquería artesanal con palangres en los golfos y costa de la Provincia del Chubut, Argentina. INIDEP Inf. Téc. 55.
- MACHINANDIARENA, L., VILLARINO, M.F., CORDO, H.D. MACCHI, G.J. & PÁJARO, M. 2003. Descripción macroscópica de los ovarios del abadejo manchado (*Genypterus blacodes*). Escala de maduración. INIDEP Inf. Téc. 56.
- PERROTTA, R.G., GUERRERO, R., CAROZZA, C., QUIROGA, P. & MACCHI, G.J. 2006. Distribución y estructura de tallas de la palometa (*Parona signata*, Carangidae) y el pampanito (*Stromateus brasiliensis*, Stromateidae) en relación con las condiciones oceanográficas en la Zona Común de Pesca (34° S-38° S) y estimación de la longitud de primera madurez sexual. Julio de 2001. INIDEP Inf. Téc. 57.
- MACCHI, G.J., PÁJARO, M. & EHRlich, M. 2006. Fecundidad parcial y frecuencia reproductiva del efectivo patagónico de merluza (*Merluccius hubbsi*). INIDEP Inf. Téc. 58.
- ARISTIZABAL, E.O. 2006. Desove en cautiverio y calidad de los huevos y larvas del besugo, *Pagrus pagrus* (L.). INIDEP Inf. Téc. 59.
- CORDO, H.E. 2006. Estructura y abundancia del stock reproductor del abadejo (*Genypterus blacodes*) del Mar Argentino en el período 1995-2000. INIDEP Inf. Téc. 60.
- INCORVAIA, I.S. & HERNÁNDEZ, D.R. 2006. Nematodos parásitos como indicadores biológicos de *Macruronus magellanicus*. INIDEP Inf. Téc. 61.
- WÖHLER, O.C., HANSEN, J.E., GIUSSI, A.R. & CORDO, H.D. 2007. Evaluación de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) en el Atlántico Sudoccidental. Período 1985-2001. INIDEP Inf. Téc. 62.
- WÖHLER, O.C., HANSEN, J.E., CASSIA, M.C. & CORDO, H.D. 2007. Evaluación de polaca (*Micromesistius australis*) en el Atlántico Sudoccidental. Período 1987-2001. INIDEP Inf. Téc. 63.
- PERROTTA, R.G., GARCIARENA, A.D. & HERNÁNDEZ, D.R. 2007. Muestreo de desembarque de caballa (*Scomber japonicus*) en el puerto de Mar del Plata (38° S) y determinación de niveles de captura en el área "El Rincón". Período 1989-2003. INIDEP Inf. Téc. 63.
- RUARTE, C.O. & PERROTTA, R.G. 2007. Estimación de un índice de abundancia anual estandarizado para pescadilla de red (*Cynoscion guatucupa*), mediante la aplicación de un Modelo Lineal General. Período 1992-2003. INIDEP Inf. Téc. 64.
- CORDO, H.D. 2007. Evaluación del recurso abadejo y recomendaciones sobre su explotación a partir del año 2002. INIDEP Inf. Téc. 65.

Trabajos publicados en la serie *INIDEP Informe Técnico*

- HANSEN, J.E. 1999. Estimación de parámetros poblacionales del efectivo de sardina fueguina (*Sprattus fuegensis*) de la costa continental argentina. INIDEP Inf. Téc. 27.
- HANSEN, J.E. & MADIROLAS, A. 1999. Algunos resultados de las campañas primaverales de evaluación anual de anchoíta bonaerense efectuadas entre 1993 y 1996. INIDEP Inf. Téc. 28.
- VILLARINO, M.F. & AUBONE, A. 2000. Reconstrucción de la distribución de tallas de abadejo (*Genypterus blacodes*) a partir de una distribución de longitudes de cabeza. INIDEP Inf. Téc. 29.
- BEZZI, S. 2000. Síntesis de las evaluaciones y sugerencias de manejo efectuadas sobre el recurso merluza (*Merluccius hubbsi*) entre el año 1986 y mayo de 1997. INIDEP Inf. Téc. 30.
- LASTA, M., ROUX, A. & BREMEC, C. 2000. Caracoles marinos de interés pesquero. Moluscos gasterópodos volutidos. INIDEP Inf. Téc. 31.
- CAÑETE, G., DATO, C. & VILLARINO, M.F. 2000. Caracterización del proceso de descarte de merluza (*Merluccius hubbsi*) en la flota de buques congeladores y factorías. Resultados preliminares a partir de los datos recolectados por observadores del INIDEP en seis mareas realizadas entre agosto y diciembre de 1995. INIDEP Inf. Téc. 32.
- ERCOLI, R., GARCIA, J., AUBONE, A., SALVINI, L. & BERTELO, R. 2000. Escape de juveniles de merluza (*Merluccius hubbsi*) en las redes de arrastre de fondo, mediante la aplicación del dispositivo de selectividad DEJUPA con diferentes distancias entre varillas, utilizando un diseño especial de copo de retención en la grilla. INIDEP Inf. Téc. 33.
- BRUNETTI, N., IVANOVIC, M., ROSSI, G., ELENA, B., BENAVIDES, H., GUERRERO, R., BLANCO, G., MARCHETTI, C. & PIÑERO, R. 2000. JAMARC - INIDEP joint research cruise on Argentine short-finned squid *Illex argentinus*. January-March 1997. Argentine final report. INIDEP Inf. Téc. 34.
- IZZO, A., ISLA, M., SALVINI, L., BARTOZZETTI, J., GARCIA, J., ROTH, R., PRADO, L. & ERCOLI, R. 2000. Artes y métodos de pesca desarrollados en el Canal Beagle, Tierra del Fuego, Argentina. INIDEP Inf. Téc. 35.
- LASTA, C., CAROZZA, C., SUQUELLE, P., BREMEC, C., ERRAZTI, E., PERROTTA, R.G., COTRINA, C., BERTELO, C. & BOCCANFUSO, J. 2000. Característica y dinámica de la explotación de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) durante la zafra invernal. Años 1995 a 1997. INIDEP Inf. Téc. 36.
- AUBONE, A. & WÖHLER, O. 2000. Aplicación del método de máxima verosimilitud a la estimación de parámetros y comparación de curvas de crecimiento de von Bertalanffy. INIDEP Inf. Téc. 37.
- PERROTTA, R.G., TRINGALI, L.S., IZZO, A., BOCCANFUSO, J., LOPEZ, F. & MACCHI, G. 2000. Aspectos económicos de la pesquería de la caballa (*Scomber japonicus*) y muestreo de desembarque en el puerto de Mar del Plata. INIDEP Inf. Téc. 38.
- ERCOLI, R., SALVINI, L., GARCIA, J., IZZO, A., ROTH, R. & BARTOZZETTI, J. 2000. Manual técnico del dispositivo para el escape de juveniles de peces en las redes de arrastre - DEJUPA - aplicado a la merluza (*Merluccius hubbsi*). INIDEP Inf. Téc. 39.
- VILLARINO, M.F., SIMONAZZI, M., BAMBILL, G., IBÁÑEZ, P., CASTRUCCI, R. & RETA, R. 2000. Evaluación de la merluza (*Merluccius hubbsi*) en julio y agosto de 1994, entre 34° y 46° S del Atlántico Sudoccidental. INIDEP Inf. Téc. 40.
- CAROZZA, C., PERROTTA, R.G., COTRINA, C.P., BREMEC, C. & AUBONE, A. 2001. Análisis de la flota dedicada a la pesca de corvina rubia y distribución de tallas del desembarque. Período 1992-1995. INIDEP Inf. Téc. 41.
- IRUSTA, G., BEZZI, S., SIMONAZZI, M. & CASTRUCCI, R. 2001. Los desembarques argentinos de merluza (*Merluccius hubbsi*) entre 1987 y 1997. INIDEP Inf. Téc. 42.
- URTEAGA, J.R. & PERROTTA, R.G. 2001. Estudio preliminar de la edad, el crecimiento, área de distribución y pesca de la corvina negra, *Pogonias cromis* en el litoral de la Provincia de Buenos Aires. INIDEP Inf. Téc. 43.
- PERROTTA, R.G. & HERNÁNDEZ, D.R. 2002. Beneficio económico en la pesca de caballa (*Scomber japonicus*) con relación a la temperatura superficial del mar en el área de Mar del Plata. INIDEP Inf. Téc. 44.
- GARCIARENA, A.D., PERROTTA, R.G. & LÓPEZ, F. 2002. Informe sobre el muestreo de desembarque de anchoíta (*Engraulis anchoita*) y caballa (*Scomber japonicus*) en el puerto de Mar del Plata: período septiembre 1999-enero 2000, con algunos comentarios sobre el manejo de estos recursos. INIDEP Inf. Téc. 45.
- WÖHLER, O.C., CORDO, H.D., CASSIA, M.C. & HANSEN, J.E. 2002. Evaluación de la polaca (*Micromesistius australis*) del Atlántico Sudoccidental. Período 1987-1999. INIDEP Inf. Téc. 46.

(Continúa en el interior de la contratapa)