



**INIDEP**

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN  
Y DESARROLLO PESQUERO

# INFORME TÉCNICO OFICIAL

Número <b>005 --- - 124 -</b>	Páginas <b>124 -</b>	Dirección Direcc. de Pesquerías Pelágicas y Ambiente Marino
Fecha de aprobación <b>23 MAR 2010</b>	Programa / Gabinete Pesquerías de Peces Pelágicos	Actividad Estudio del rendimiento potencial de anchoíta bonaerense y patagónica

**RECOMENDACIÓN DE CAPTURAS BIOLÓGICAMENTE ACEPTABLES DE ANCHOÍTA BONAERENSE DURANTE EL AÑO 2010, A PARTIR DE ESTIMACIONES DE LA ESTRUCTURA Y ABUNDANCIA DE LA POBLACIÓN EN EL PERÍODO 1990 - 2009.**

Citar Indicando la fuente. El contenido no debe ser reproducido total o parcialmente sin la expresa conformidad del INIDEP

<b>SOLICITADO POR</b>	Institución	Cargo
	Institución	Cargo

**PREPARADO POR**

Firma:	[Firma]
Nombre:	Jorge E. Hansen
Firma:	[Firma]
Nombre:	A. David Garcarena
Firma:	[Firma]
Nombre:	Claudio C. Buratti
Firma:	Nombre
Nombre:	
Firma:	Nombre
Nombre:	

**APROBADO POR**

[Firma]	Jefe de Programa / Gabinete
[Firma]	Director de área LIC. DRA. M. BERTUCHE Pesca, Acuicultura y Medio Ambiente
[Firma]	Director Nacional de Investigación <b>Dr. OTTO C. WÖHLI</b> DIRECTOR Dirección Nacional de Investigación INIDEP
[Firma]	Director del INIDEP

**D.N.I. 187**

# RECOMENDACIÓN DE CAPTURAS BIOLÓGICAMENTE ACEPTABLES DE ANCHOÍTA BONAERENSE DURANTE EL AÑO 2010, A PARTIR DE ESTIMACIONES DE LA ESTRUCTURA Y ABUNDANCIA DE LA POBLACIÓN EN EL PERÍODO 1990 – 2009.

por

Jorge E. Hansen, A. David Garcarena y Claudio C. Buratti

## Resumen

Utilizando datos sobre la pesca comercial de anchoíta al norte de 41°S entre los años 1990 y 2009, así como índices de abundancia derivados de campañas de investigación, se efectuó un nuevo ajuste de un modelo de análisis de cohortes que contempla el carácter estacional de la pesquería. Sin disponerse de una campaña de evaluación en el año 2009 que brindase un punto de calibración del ajuste durante esa temporada, los resultados no han diferido sustancialmente de los presentados en el informe del año anterior (Hansen *et al.*, 2009). Confirman que las fluctuaciones anuales de la abundancia serían moderadas en relación con las de otros pequeños pelágicos: la biomasa total a mediados de octubre habría alcanzado entre 0,9 y 3,9 millones de toneladas según el año, promediando 2,1 millones, y su fracción reproductora, entre 0,6 y 2,8 (media= 1,6 millones). Partiendo de la estimación del estado actual de la población y mediante los análisis de riesgos a largo plazo habitualmente efectuados, se ha calculado que la “Captura anual biológicamente aceptable” (CBA) durante el año 2010 podría ser, nuevamente, de 145 mil toneladas. Esa cantidad correspondería al rendimiento pesquero de la población, considerando la abundancia de ejemplares por grupo de edad estimada a inicios del año, resultante de aplicar la tasa de mortalidad por pesca ( $F_{ref}$ ) que, si se mantuviera constante en años sucesivos, no implicaría un riesgo mayor del 10% de disminuir la biomasa de los individuos reproductores por debajo de un determinado límite (BRL). Se ha reiterado el criterio de tomar como límite al 33% del mayor efectivo parental que habría existido entre 1990 y 2009. Suponiendo para el futuro el mismo patrón de selección actual, la tasa pesquera que rendiría la  $CBA_{2010}$  mencionada conllevaría 14% de probabilidad de que a largo plazo el número de ejemplares juveniles capturados constituya más de 20% de la captura total. Los análisis también anticipan que dicha tasa de pesca generaría rendimientos estables en el mediano plazo, en torno de las 116 a 120 mil toneladas. Por precaución y consistencia con estudios anteriores se recomienda que la captura de anchoíta bonaerense durante el año en curso sea establecida en esta última cantidad (120 mil toneladas).

## 1. Introducción

Los desembarques nacionales de anchoíta bonaerense continúan siendo claramente inferiores a las recomendaciones anuales de capturas máximas de la última década (Hansen y Garcarena, 2002 *et seq.*; Hansen *et al.*, 2006 *et seq.*). En vinculación con el último año de pesca comercial, que no ha diferido de manera sustancial respecto de anteriores temporadas, recientemente Garcarena y Hansen (2010) han puesto de relevancia los siguientes puntos: (1) los desembarques de este *stock* en el año 2009 fueron cobrados casi exclusivamente por embarcaciones argentinas y alcanzaron 27.695 toneladas, informándose sólo 400 kg por parte de pesqueros uruguayos; (2) mayormente, las capturas fueron

efectuadas en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya, por buques costeros y fresqueros de altura que operaron desde el puerto de Mar del Plata (3) la zafra se desarrolló en invierno y primavera, alcanzando un máximo entre septiembre y noviembre; (4) operaron sobre este efectivo 55 embarcaciones, que efectuaron 558 viajes con capturas de anchoíta, de las cuales las cuatro quintas partes fueron prácticamente puras (la especie constituyó más de 90% del total de cada viaje); (5) se reiteró la escasa participación de la flota de rada en la producción, en tanto que los buques fresqueros de altura obtuvieron 68% de la misma; y (6) en esta oportunidad, las clases de talla entre 150 y 165 mm y los grupos de edades 2 y 3 predominaron en los desembarques.

Empleando datos de este origen, los estudios cuyos resultados se exponen en el presente informe han tenido por objeto ratificar las recomendaciones previas referentes a máximos potenciales de explotación, o bien efectuar las modificaciones que pudieran corresponder.

## 2. Materiales y métodos

La estructura y la abundancia anual de la población de anchoíta al norte de 41°S de latitud, así como la tasa de mortalidad pesquera que habría soportado cada grupo de edad, han sido estimadas ajustando el modelo de Mertz y Myers (1996), adecuado para esta pesquería que se caracteriza por un pulso estacional bastante marcado. Hansen *et al.* (2007) han detallado las expresiones matemáticas relacionadas con este modelo, además de los cálculos y procedimientos necesarios para su ajuste adaptativo usando índices de abundancia derivados de campañas de investigación (Gavaris, 1988). Estos detalles se reiteran en los Anexos I y II del presente informe.

### 2.1. Información básica utilizada

- Las capturas nominales de anchoíta de la flota pesquera argentina, por períodos cuatrimestrales y anuales entre 1990 y 2009, provistas por el Centro de Cómputos del INIDEP y ajustadas para considerar aquellas logradas al norte de 41°S, con más las capturas de embarcaciones uruguayas en la ZCPAU en los años del período en que las hubo, según los registros remitidos a la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo;
- los factores que debieran aplicarse para calcular los números de individuos verdaderamente capturados en la pesca comercial durante el período 1990-2004, atendiendo a los descartes por grupo de edad, que conformarían el siguiente vector:  $D_1= 1,20$ ;  $D_2= 1,10$ ;  $D_3= 1,05$ ;  $D_4= 1,00$ ;  $D_5= 1,00$ ;  $D_{6+}= 1,00$  (Garciaarena y Hansen, datos sin publ.);
- el factor  $D_t = 1,0024$ , constante para toda edad  $t$ , correspondiente al descarte a partir del año 2005, derivado de los resultados de Garciaarena y Hansen (2006);
- las capturas totales resultantes (Tabla 1);
- una estimación de la tasa instantánea de mortalidad natural similar a la calculada en investigaciones anteriores (Hansen, 1999a), y asumida como constante ( $M= 1,02$ ) para toda edad y año;
- la matriz del número estimado de ejemplares capturados por edad y por período, corregida por estimaciones de descarte y por pesos medios por edad (Tabla 2), proveniente

de los muestreos regulares de desembarque de pescado en el puerto de Mar del Plata<sup>1</sup>; (Hansen, 1997a; Garcíarena *et al.*, 2002; Garcíarena, 2004 y 2005; Garcíarena y Hansen, 2006 *et seq.*; Garcíarena *et al.*, 2007 a y b);

- la matriz de pesos medios teóricos del *stock*, por edad y por año (Tabla 3), estimados a los días 1° de enero, 1° de junio y 15 de octubre de cada año;
- las proporciones de individuos maduros por grupo de edad en la época principal de reproducción, que se derivaron de los valores indicados por Hansen y Madirolas (1999) y se asumieron como constantes en el período de estudio, como  $P_m = 0,52$  para la edad 1, y como  $P_m = 1,00$  para el resto de las edades;
- estimaciones de biomasa total (Tabla 4) de las campañas de evaluación de anchoíta que se efectuaron en octubre de los años 1993, 1994, 1995, 1999, 2001, 2002, 2003, 2004, 2006 y 2008 (Hansen y Madirolas, 1996 y 1999; Hansen, 1999b, 2001 *et seq.*, Alvarez Colombo *et al.*, 2005; Garcíarena, 2008); así como
- el número de ejemplares de las edades 1 y 3 (Tabla 5) estimados en esas campañas y en aquellas realizadas en mayo-junio de los años 1994, 1996, 1997 y 1998 (Hansen, 1997b y 1998; Perrotta, 1994 y 1996).

## 2.2. Proyecciones

La “Captura anual biológicamente aceptable” (CBA) que se pudiera permitir en el año 2010 surgió del vector numérico de ejemplares por grupo de edad en la población actual (estimado al 1° de enero). Se simuló aplicar sobre estos individuos valores crecientes de mortalidad por pesca, hasta determinar la máxima tasa de referencia ( $F_{ref}$ ) que, mantenida en el largo plazo, no provocase más de 10% de casos de sobreexplotación. Esta fue definida como el descenso de la abundancia parental por debajo de un límite (BRL), equivalente al 33% de la mayor biomasa de reproductores que habría existido entre los años 1990 y 2009 según las estimaciones del modelo de cohortes. Como en informes anteriores de esta serie, también se buscó evitar que las capturas a largo plazo provocadas por dicha  $F_{ref}$ , medidas en número de ejemplares, pudieran comprender más de 20% de juveniles. Para computar esta condición se asumió que (siendo capturados hipotéticamente a lo largo de cada año) serían inmaduros 95% de los individuos del grupo de edad 1 y 25% del grupo de edad 2.

Un período de proyección de 16 años se adoptó para evaluar los riesgos asociados a los distintos valores de mortalidad pesquera  $F$ , cada uno calculado a partir de 600 simulaciones y promediando en términos anuales las capturas y abundancias de la población. En cada simulación se adoptaron los siguientes criterios:

- 1) Como estimadores del número de ejemplares de cada edad a comienzos del año 2009 ( $N_{t,2009}$ ) se utilizaron los valores calculados por el modelo de Mertz y Myers (1996).

---

<sup>1</sup> En las muestras de la pesca comercial del año 2008 no se registraron ejemplares del grupo de edad 1 (Garcíarena y Hansen, 2008b). A efectos de que el ajuste del modelo no se detuviese por indicaciones de error, se asumió la captura de una pequeña cantidad de individuos de ese grupo de edad, igual a dos millones y equivalente en peso a menos de 30 toneladas en total.

2) La tasa de mortalidad  $F_{2009}$  se ajustó al valor que teóricamente hubiese rendido el nivel de capturas registradas durante ese año, con el patrón de explotación calculado por el análisis de cohortes y luego impuesto en las proyecciones.

3) Se ingresaron valores aleatorios de los siguientes parámetros:

3.a) Biomasa al inicio del año 2009 ( $B_{2009}$ ), generada al azar alrededor de la media estimada por el análisis secuencial ( $\hat{B}_{2009}$ ), y considerando una desviación estándar derivada de asumir que la verdadera media ( $\mu_{2009}$ ) pudiera estar comprendida, con una confianza del 95%, dentro del intervalo:

$$\hat{B}_{2009} + 0,25 \hat{B}_{2009} \geq \mu_{2009} \geq \hat{B}_{2009} - 0,25 \hat{B}_{2009}$$

que condujo al siguiente cálculo del desvío asociado:

$$S_{B_{2009}} = 0,25 \hat{B}_{2009} / 1,96$$

3.b) Cantidad anual de reclutas ( $R_y$ ) a partir del año 2010, establecida aleatoriamente suponiendo su distribución log-normal alrededor del valor predicho por la función *stock* – recluta de Ricker (1954). Para generar los valores aleatorios se empleó además la desviación estándar correspondiente a los logaritmos de los reclutamientos entre los años 1991 y 2008 ( $n= 19$ ) surgidos de las estimaciones del análisis (se descartó de la serie el último par de datos:  $BR_{2008} - R_{2009}$ ):

$$\ln R_y = \ln \left[ \alpha BR_{y-1} \exp(-\beta BR_{y-1}) \right] - (\sigma_{\ln R}^2 / 2) \quad , \text{ para } y= 2010, 2011, \dots, 2025$$

$$\text{donde } \sigma_{\ln R} = \sqrt{\frac{(\sum \ln R_y - \overline{\ln R})^2}{n - 1}} \quad \text{para } y= 1991, 1992, \dots, 2008$$

$$\text{siendo } \overline{\ln R} = \frac{\sum_{y=1991}^{2008} \ln R_y}{n}$$

En las proyecciones, los números al comienzo de cada año de individuos en la población que alcanzarían edades superiores a 1 se estimaron como:

$$N_{t,y} = N_{t-1,y-1} e^{-(F S_t + M)}$$

donde  $N_{t-1,y-1}$  representa la cantidad de ejemplares del grupo de edad anterior, al comienzo del año previo, y  $S_t$  es la selectividad correspondiente a cada de edad  $t$ , siendo  $M$

la tasa anual instantánea de mortalidad natural (constante para toda edad y año), y  $F$  la tasa anual de mortalidad por pesca aplicada sobre el grupo de edad 4 en todas las simulaciones de una serie. Se asumió que en los años futuros la pesquería pudiera desarrollarse a lo largo de todo el año, sin pulsos estacionales.

La biomasa total de cada año, su fracción de reproductores, y las capturas retenidas bajo distintas estrategias de explotación en las proyecciones se calcularon nuevamente como:

Biomasa total (al comienzo del año  $y$ ):

$$B_y = \sum_y (W_{t,y} N_{t,y})$$

Biomasa de reproductores (en el momento de la reproducción):

$$BR_y = \sum_y (W_{t,y}^r N_{t,y} P m_t e^{-[9,5/12(F S_t + M)]})$$

Captura retenida:

$$C_y = \sum_{t=1}^5 \frac{W_t^C F S_t N_{t,y} [1 - e^{-(F S_t + M)}]}{D_t (F S_t + M)} + \frac{W_6^C F S_6 N_{6,y}}{D_6 (F S_6 + M)}$$

donde  $W_t^C$  representa el peso medio de la edad  $t$  en la captura.

### 3. Resultados y discusión

Antes de exponer los resultados de los estudios efectuados, debe recordarse que los análisis de cohortes son poco eficaces al estimar la abundancia de los ejemplares del primer grupo de edad de la población en la temporada más reciente de explotación. Esta queda determinada casi exclusivamente por la tasa de mortalidad pesquera ingresada como valor de inicio, la que a su vez suele modificarse de forma ligera como consecuencia del ajuste. La limitación es todavía más importante en el caso de la pesquería actual de anchoíta bonaerense, por cuanto: (1) el grupo de edad 1 constituye una apreciable fracción de la biomasa total del efectivo, y (2) durante el año 2009 no se realizó una campaña de evaluación acústica que permitiera auxiliar el ajuste del modelo.

Sin embargo, los principales indicadores sobre el estado de la población son consistentes con estudios anteriores (Hansen y Garciarena, 2002 *et seq.*; Hansen *et al.*, 2006 *et seq.*) y confirman oscilaciones interanuales poco marcadas de su biomasa en comparación con otros peces pelágicos pequeños. Considerada a mediados de octubre, su valor total habría alcanzado entre 0,9 y 3,9 millones de toneladas, con una media de 2,11 millones (Fig. 1a). La fracción de reproductores en distintas temporadas de reproducción fue estimada entre 0,6 y 2,8 millones de toneladas, promediando 1,6 millones. Con las salvedades apuntadas en el párrafo inicial de esta sección, el reclutamiento más reciente

podría estar en el orden de la media observada durante los años previos (Fig. 1b). Faltando nuevos puntos en las series de calibración, los ajustes del modelo reiteran casi los observados con anterioridad (Hansen *et al.*, 2009), confirmando (Fig. 2) una vinculación directa de los estimados de biomasa total por análisis de cohortes con aquellos resultantes de las evaluaciones acústicas primaverales (índice 1). También, un buen ajuste de las estimaciones de los números de individuos del grupo de edad 3, principalmente con aquellos de los cruceros de junio (índice 5), y menos evidentemente con aquellos de las campañas de octubre (índice 3).

Durante el año 2009 la pesca de anchoíta bonaerense, si bien comenzó a incrementarse desde el mes de julio, se concentró en el último cuatrimestre (Garciaarena y Hansen, 2010). Como resultado, el parámetro  $\gamma[M_y]$  que determina el momento del año en que ocurre el pulso principal de la pesquería (Mertz y Myers, 1996) se situó ligeramente por encima del promedio observado durante el período de estudio (0,82 *versus* 0,80). Este valor se acerca a la unidad cuando el grueso de la explotación tiene lugar cerca del final del año.

La ecuación correspondiente a la función de Ricker ajustada a la débil relación observada entre los reclutas al inicio de cada año ( $R_y$ , en millones) y la biomasa de reproductores en la temporada de reproducción previa ( $BR_{y-1}$ , en toneladas) fue la siguiente (Fig. 3):

$$R_y = 0,330 * BR_{y-1} * \exp(-5,880 * 10^{-7} * BR_{y-1})$$

Consistentemente, la estructura del efectivo continúa caracterizándose por el predominio de los individuos de los dos primeros grupos de edad que, a inicios de cada año, promedian en conjunto 88% (en cantidad de ejemplares) y 67% (en peso) de los totales estimados (Fig. 4, a y b). El patrón de selección calculado, como resultado de la incidencia modesta de la pesca sobre los ejemplares de menor edad, estuvo integrado por los siguientes factores:  $S_1 = 0,016$ ;  $S_2 = 0,172$ ;  $S_3 = 0,708$ ;  $S_4 = 1,00$  (por definición);  $S_5 = 0,971$ ; y  $S_{6+} = 0,508$  (Fig. 5).

Es conveniente insistir en comentarios ya realizados (Hansen *et al.*, 2007 *et seq.*) en función de elegir entre distintas opciones posibles en el momento de llevar a cabo los análisis de riesgo de sobrepesca y de juzgar sus resultados, particularmente en función de recomendar una captura biológicamente aceptable durante el año en curso. Estos son:

1°) la escasa elevación inicial de la curva *stock* – recluta, indicadora de que el efectivo puede ser proclive a la sobrepesca del reclutamiento, hecho que a su vez aconseja tener extrema precaución y fijar un límite alto de biomasa parental ( $BRL$ ), que en este caso ha equivalido a una fracción importante (33%) del mayor valor observado durante el período de estudio ( $BR_{Máx}$ ).

2°) ese nivel ( $BRL = 942$  mil toneladas) establecido para efectuar las proyecciones, si bien es inferior a la abundancia del efectivo de reproductores que produciría el reclutamiento máximo ( $BR_{Rmáx} = 1,70$  millones) y también al promedio observado entre los años 1990 y 2009 ( $BR_{med} = 1,62$  millones), parece suficiente para garantizar los futuros reclutamientos.

3º) La captura biológicamente aceptable de anchoíta al norte del paralelo de 41°S durante el año 2010, que correspondió a la tasa de mortalidad pesquera ( $F_{ref}$ ) que produciría 10% de riesgo de sobrepesca, se calculó en 145 mil toneladas (Fig.6), coincidiendo con la estimación primaria del año anterior (Hansen *et al.*, 2009).

Finalmente, también hay que considerar: (a) que los análisis anticipan rendimientos teóricos, estables en el mediano plazo en torno de las 116 a 120 mil toneladas, bajo dicha tasa de pesca; (b) que los desembarques actuales son varias veces inferiores a estas cantidades; (c) que conviene alentar el desarrollo gradual y controlado de aquellas pesquerías que puedan considerarse explotadas por debajo de su potencial (Berkes *et al.*, 2001; Caddy y Mahon, 1995; FAO, 1995); y (d) que en este caso, la CBA<sub>2010</sub> mencionada conllevaría 14% de probabilidad de que a largo plazo el número de ejemplares juveniles capturados constituyera más de 20% de la captura total. En suma, el panorama general completo conduce a sugerir que las capturas de anchoíta bonaerense durante el año en curso no superen las 120 mil toneladas, una cifra equivalente a recomendaciones efectuadas por el INIDEP en otras oportunidades desde el año 1994.

#### 4. Bibliografía

- ALVAREZ COLOMBO, G.; CABREIRA, A.; MADIROLAS, A. & CASTRO MACHADO, F. 2005. Resultado de las evaluaciones acústicas de abundancia de anchoíta (*Engraulis anchoíta*): Campañas OB-07/04 y OB-10/04. Inf. Téc. Int. INIDEP 32/05, 7 pp.
- BERKES, F.; MAHON, R.; McCONNERY, P.; POLLNAC, R. & POMEROY, R. 2001. Managing Small-scale Fisheries. Alternative Directions and Methods. International Development Research Centre (IDRC), Ottawa, Canada, 308 pp.
- CADDY, J.F. & MAHON, R. 1995. Reference points for fisheries management. FAO Fisheries Tech. Pap., 347, 83 pp.
- FAO, 1995. Precautionary approach to fisheries. Part 1: guidelines on the precautionary approach to capture fisheries and species introductions. *FAO Fisheries Technical Paper 350*, Part 1, 52 pp.
- GARCIARENA, A.D. 2004. Análisis de los desembarques de anchoíta bonaerense (*Engraulis anchoíta*) en el puerto de Mar del Plata por la flota comercial durante 2003. Inf. Téc. Int. INIDEP 14/04, 9 pp.
- GARCIARENA, A.D. 2005. Análisis de las capturas de anchoíta bonaerense (*Engraulis anchoíta*) obtenidas durante 2004 por embarcaciones del puerto de Mar del Plata. Inf. Téc. Int. INIDEP 11/05, 13 pp.
- GARCIARENA, A. D. 2008. Campaña "OB-02/08". Evaluación del *stock* bonaerense de anchoíta en la primavera de 2008. Plan e informe de campaña. Informe de Campaña INIDEP 21/08, 31 pp. y anexos.
- GARCIARENA, A.D. & HANSEN, J.E. 2006. Análisis de las capturas comerciales de anchoíta al norte de 41° de latitud por parte de la flota argentina durante el año 2005. Inf. Téc. Int. INIDEP 15/06, 14 pp.
- GARCIARENA, A.D. & HANSEN, J.E. 2007. Análisis de las capturas comerciales de anchoíta al norte de 41° de latitud por parte de la flota argentina durante el año 2006. Inf. Téc. Int. INIDEP 22/07, 13 pp.



- GARCIARENA, A.D. & HANSEN, J.E. 2008a. Análisis de las capturas de anchoíta al norte de 41°, obtenidas por la flota argentina durante 2007. Inf. Téc. Int. INIDEP 09/08, 14 pp.
- GARCIARENA, A.D. & HANSEN, J.E. 2008b. Análisis de las capturas de anchoíta obtenidas al norte de 41°S durante el año 2008. Inf. Téc. Of. INIDEP 66/08, 13 pp.
- GARCIARENA, A.D. & HANSEN, J.E. 2010. Análisis de las capturas de anchoíta realizadas por la flota comercial y por buques de investigación pesquera durante 2009. Inf. Téc. Of. INIDEP 01/10, 15 pp.
- GARCIARENA, A.D.; PERROTTA, R.G. & LÓPEZ, F. 2002. Informe sobre el muestreo de desembarque de anchoíta (*Engraulis anchoíta*) y caballa (*Scomber japonicus*) en el puerto de Mar del Plata: período setiembre 1998 – enero 2000., con algunos comentarios sobre el manejo de estos recursos. Ser. Inf. Téc. INIDEP, 45, 17 pp.
- GARCIARENA, A.D.; REY, M. & HANSEN, J.E. 2007a. Composición de las capturas de anchoíta por la flota comercial uruguaya durante el año 2006. Inf. Téc. Int. INIDEP 27/07, 11 pp.
- GARCIARENA, A.D.; HANSEN, J.E. & REY, M. 2007b. Análisis de las capturas comerciales de anchoíta obtenidas por la flota uruguaya en la Zona Común de Pesca Argentino - Uruguaya (ZCPAU) durante el año 2005. Inf. Téc. Int. INIDEP 40/07, 11 pp.
- GAVARIS, S. 1988. An adaptive framework for the estimation of population size. *Can. Atl. Fish. Sci. Adv. Comm. (CAFSAC) Res. Doc.* 88/29: 12 pp.
- HANSEN, J.E. 1997a. Anchoíta (*Engraulis anchoíta*). En: Informe sobre el muestreo bioestadístico de pescado en el Puerto de Mar del Plata. Período 1986-1990. Inf. Téc. INIDEP 15, Contrib. INIDEP 996: 1-24.
- HANSEN, J.E. 1997b. Campaña “EH-05/97”. Evaluación parcial de anchoíta bonaerense (35°-38°S) en el otoño de 1997 y aprovechamiento comercial. Plan e informe de campaña. Informe Interno INIDEP no publ., 22 pp. y anexos.
- HANSEN, J.E. 1998. Campaña “EH-05/98”. Evaluación parcial de anchoíta bonaerense (35°-38°S) en el otoño de 1998 y aprovechamiento comercial. Plan e informe de campaña. Informe Interno INIDEP no publ., 30 pp. y anexos.
- HANSEN, J.E. 1999a. Capturas máximas de anchoíta aconsejadas para el año 1999. Inf. Int. INIDEP 8/99, 5 pp.
- HANSEN, J.E. 1999b. Campaña “EH-08/99”. Evaluación de anchoíta bonaerense en la primavera del año 1999. Plan e informe de campaña. Inf. Interno INIDEP no publ., 20 pp. y anexos.
- HANSEN, J.E. 2001. Campaña “OB-12/01”. Evaluación de anchoíta bonaerense en la primavera del año 2001. Plan e informe de campaña. Inf. Interno INIDEP no publ., 20 pp. y anexos.
- HANSEN, J.E. 2002. Campaña “EH-07/02”. Campaña conjunta argentino – uruguaya de evaluación de anchoíta bonaerense (34° - 41°45’S) en la primavera de 2002. Plan e informe de campaña. Inf. Interno INIDEP no publ., 26 pp. y anexos.
- HANSEN, J.E. 2003. Campaña “OB-10/03”. Evaluación del stock bonaerense de anchoíta en la primavera de 2003. Plan e informe de campaña. Inf. Interno INIDEP no publ., 29 pp. y anexos.
- HANSEN, J.E. 2004. Campaña “OB-07/04”. Evaluación del stock bonaerense de anchoíta en la primavera de 2004. Plan e informe de campaña. Inf. Interno INIDEP no publ., 30 pp. y anexos.
- HANSEN, J.E. 2006. Campaña “EH-06/06”. Evaluación del *stock* bonaerense de anchoíta en la primavera de 2006. Plan e informe de campaña. Inf. Interno INIDEP no publ., 26 pp. y anexos.
- HANSEN, J.E. & GARCIARENA, A.D. 2002. Abundancia y explotación de la población de anchoíta (*Engraulis anchoíta*) al norte de los 41°S, y consideraciones sobre niveles aconsejables de captura en el año 2002. Inf. Téc. Int. INIDEP 111/02, 20 pp.
- HANSEN, J.E. & GARCIARENA, A.D. 2003. Análisis de población virtual de anchoíta (*Engraulis anchoíta*) al norte de los 41°S, y estimación de capturas biológicamente aceptables durante el año 2003. Inf. Téc. Int. INIDEP 63/03, 20 pp.

- HANSEN, J.E. & GARCIARENA, A.D. 2004. Diagnóstico de la población de anchoíta (*Engraulis anchoíta*) al norte de los 41°S, y estimación de capturas biológicamente aceptables durante el año 2004. Inf. Téc. Int. INIDEP 15/04, 20 pp.
- HANSEN, J.E. & GARCIARENA, A.D. 2005. Análisis secuenciales de la población de anchoíta (*Engraulis anchoíta*) al norte de 41°S, y estimación de una captura biológicamente aceptable durante el año 2005. Inf. Téc. Int. INIDEP 68/05, 25 pp.
- HANSEN, J.E.; BURATTI, C.C. & GARCIARENA, A.D. 2006. Diagnóstico de la población de anchoíta (*Engraulis anchoíta*) al sur de 41°S, y estimación de capturas biológicamente aceptables durante el año 2006. Inf. Téc. Int. INIDEP 02/06, 13 pp.
- HANSEN, J.E.; GARCIARENA, A.D. & BURATTI, C.C. 2007. Evolución entre los años 1990 y 2006 de la población de anchoíta (*Engraulis anchoíta*) al norte de 41°S, y estimación de una captura biológicamente aceptable durante el año 2007. Inf. Téc. Int. INIDEP 53/07, 23 pp.
- HANSEN, J.E.; GARCIARENA, A.D. & BURATTI, C.C. 2008. Análisis de cohortes 1990 – 2007 de la población de anchoíta (*Engraulis anchoíta*) al norte de 41°S, y estimación de una captura biológicamente aceptable durante el año 2008. Inf. Téc. Of. INIDEP 24/08, 23 pp.
- HANSEN, J.E.; GARCIARENA, A.D. & BURATTI, C.C. 2009. Estimación de la abundancia y la composición de la población de anchoíta bonaerense durante el período 1990 – 2008, y de una captura biológicamente aceptable en el año 2009. Inf. Téc. Of. INIDEP 12/09, 22 pp.
- HANSEN, J.E. & MADIROLAS, A. 1996. Distribución, evaluación acústica y estructura poblacional de la anchoíta (*Engraulis anchoíta*). Resultados de las campañas del año 1993. Rev. Invest. y Des. Pesq., 10: 5 - 21.
- HANSEN, J.E. & MADIROLAS, A. 1999. Algunos resultados de las campañas primaverales de evaluación anual de anchoíta bonaerense efectuadas entre 1993 y 1996. Ser. Inf. Téc. INIDEP, 28. Contrib. INIDEP 1110, 18 pp.
- MERTZ, G. & MYERS, R.A. 1996. An extended cohort analysis: incorporating the effect of seasonal catches. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53, 159-163.
- PERROTTA, R.G. 1994. Campaña "EH-04/94". Evaluación parcial de anchoíta bonaerense en el otoño de 1994. Plan e informe de campaña. Inf. Interno INIDEP no publ., 10 pp. y anexos.
- PERROTTA, R.G. 1996. Campaña "EH-05/96". Evaluación parcial de anchoíta bonaerense (35°-38°S) en el otoño de 1996 y aprovechamiento comercial. Plan e informe de campaña. Inf. Interno INIDEP no publ., 6 pp. y anexos.
- POLACHEK, T.; HILBORN, R. & PUNT, A.E. 1993. Fitting surplus production models: comparing methods and measuring uncertainty. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 50:2597-2607.
- RICKER, W.E. 1954. Stock and recruitment. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 11: 559-623.

## APÉNDICE I

### Estimación de la abundancia de la población mediante el método de Mertz y Myers (1996)

Este método considera la existencia de pulsos estacionales en una pesquería, aunque sin la necesidad de describir la evolución numérica de las cohortes en períodos menores que un año. Un factor especial, denominado  $\gamma(M_{t,y})$ , incorpora aquel pulso en función de las capturas en dichos períodos y la mortalidad natural correspondiente, definiéndose para el caso particular de períodos iguales y de cuatro meses (esto es, un período= 0,333 de año entre  $i$  e  $i+1$ ) como:

$$\gamma(M_{t,y}) = \frac{\sum_i C_{i,t,y} \exp \{M * [(i-1)0,333 + 0,333/2]\} \exp(-M)}{\sum_i C_{i,t,y}}$$

La cantidad de individuos por grupo de edad al inicio de cada año (con excepción de los números que corresponden a los grupos “terminales”) queda determinada mediante la expresión:

$$N_{t,y} = N_{t+1,y+1} \exp(M) + C_{t,y} \gamma(M_{t,y}) \exp(M); \quad \forall t < 6+; y < 2009$$

El número de ejemplares de los grupos “terminales” al inicio de cada año puede calcularse mediante:

$$N_{t,y} = \frac{C_{t,y} (M + F_{t,y})}{F_{t,y}} \quad t = 6+; y = 1990, 1991, \dots, 2009; \text{ o bien por medio de:}$$

$$N_{t,y} = \frac{C_{t,y} (M + F_{t,y})}{F_{t,y} [1 - \exp(-M - F_{t,y})]} \quad t < 6+; y < 2009$$

Los cálculos comienzan asumiendo valores tentativos para las tasas terminales  $F_{t,y}$  que luego son ajustadas por el proceso adaptativo de calibración. Las restantes tasas anuales de mortalidad pesquera son calculadas como es habitual:

$$F_{t,y} = \ln \left( \frac{N_{t,y}}{N_{t+1,y+1}} \right) - M \quad t < 6+; y < 2009$$

Los valores de biomasa al comienzo del año ( $B_y$ ), al 1° de junio ( $B_y^1$ ), al 15 de octubre ( $B_y^2$ ) y de la fracción de reproductores al momento de la reproducción (15 de octubre,  $BR_y$ ), se estimaron como sigue:

$$B_y = \sum_{t=1}^{6+} (W_{t,y} N_{t,y})$$

$$B_y^1 = \sum_{t=1}^{6+} \{W_{t,y}^1 N_{t,y}^1\}; \quad \text{donde } N_y^1 = N_{t,y} \exp[5/12(-M - F_{t,y})]$$

$$B_y^2 = \sum_{t=1}^{6+} \{W_{t,y}^r N_{t,y}^2\}; \quad \text{donde } N_y^2 = N_{t,y} \exp[9,5/12(-M - F_{t,y})]$$

$$BR_y = \sum_{t=1}^{6+} \{W_{t,y}^r N_{t,y} Pm_t \exp[-9,5/12 (M - F_{t,y})]\}$$

Los factores de selección por edad ( $S_t$ ) se calcularon de manera relativa a la tasa  $F$  anual del grupo de edad cuatro, que fue la más alta:

$$S_t = \frac{\sum_{y=1990}^{2009} F_{t,y}}{\sum_{y=1990}^{2009} F_{4,y}}$$

COPIA ELECTRONICA C.F.P.

## APÉNDICE II

### Ajuste de índices

Debe notarse que no se contó con nuevos valores de los índices de calibración respecto de aquellos disponibles en oportunidad del análisis efectuado por Hansen *et al.* (2009). Esto es, el modelo se ajustó con cinco índices de abundancia ( $x=1,2,\dots,5$ ). Uno fue la biomasa total estimada en las campañas de evaluación de octubre, con relación a la observada en el primer año de esa serie. El segundo y el tercero correspondieron al número de individuos de las edades 1 y 3 en esas campañas, relativos a los observados en el año 1993. Los dos últimos representaron la abundancia numérica de esos mismos grupos de edad en las ya citadas campañas de mayo-junio, respecto de la observada en el año 1994. A cada uno de los dos últimos índices se le asignó un factor de ponderación ( $a_4=a_5=0,2$ ) igual a la quinta parte de los tres primeros. Esto es:

#### Índice 1:

$$BC \text{ relat } BC_{1993} = BC_y / BC_{1993} \quad y= 1993, 94, 95, 99, 2001,02,03,04,06 \text{ y } 2008$$

fuelle: campaña primavera, 15 de octubre

#### Índice 2:

$$\text{Relat } N_{1,1993} = N_{1,y} / N_{1,1993} \quad y= 1993, 94, 95, 99, 2001,02,03, 04,06 \text{ y } 2008$$

fuelle: campaña primavera, 15 de octubre

#### Índice 3:

$$\text{Relat } N_{3,1993} = N_{3,y} / N_{3,1993} \quad y=1993, 94, 95, 99, 2001,02,03, 04,06 \text{ y } 2008$$

fuelle: campaña primavera, 15 de octubre

#### Índice 4:

$$\text{Relat } N_{1,1994} = N_{1,y} / N_{1,1994} \quad y= 1994, 1996, 1997 \text{ y } 1998$$

fuelle: campaña otoño, 1º de junio

#### Índice 5:

$$\text{Relat } N_{3,1994} = N_{3,y} / N_{3,1994} \quad y= 1994, 1996, 1997 \text{ y } 1998$$

fuelle: campaña otoño, 1º de junio

En todos los casos se asumió entre el valor del índice y el estimado del modelo una relación lineal de la forma:

$$I_y^x = \hat{I}_y^x e^{\varepsilon_y^x} \quad \text{donde } \varepsilon_y^x \sim N(0; (\sigma^x)^2)$$

El estimador del primer índice, que se derivó de la evaluación de biomasa (toneladas) mediante la campaña primaveral del año  $y$ ; se consideró proporcional a la biomasa de ese año estimada por el modelo en la fecha de la campaña (15 de octubre) y fue calculado como:

$$\hat{I}_y^x = \hat{q}^x B_y^1 \quad y= 1993, 94, 95, 99, 2001,02,03, 04,06 \text{ y } 2008$$

Los estimadores de los índices  $I_y^x$  relacionados con la abundancia relativa por grupo de edad estimada en campañas se vincularon proporcionalmente a los números de las edades 1 y 3 en las fechas de realización de los cruceros, y fueron calculados por el análisis de cohortes como:

$$\hat{I}_y^x = \hat{q}^x N^1_{t,y} \quad \text{para } t= 1 \text{ ó } 3, \text{ e } y= 1994, 1996, 1997 \text{ y } 1998; \text{ o bien:}$$

$$\hat{I}_y^x = \hat{q}^x N^2_{t,y} \quad \text{para } t= 1 \text{ ó } 3, \text{ e } y= 1993, 94, 95, 99, 2001,02,03, 04,06 \text{ y } 2008$$

Los coeficientes de proporcionalidad propios de cada índice ( $q^x$ ) se obtuvieron analíticamente según Polachek *et al.* (1993):

$$q^x = \exp \left( 1/n^x \sum_{y=1}^n \ln (I_y^x / \hat{V}_y^x) \right)$$

donde  $n^x$  es el número de años con valores disponibles del índice de abundancia  $x$ -ésimo, y  $\hat{V}_y^x$  representa el valor respectivo estimado por el modelo (biomasa total al 15 de octubre, números por edad en la fecha correspondiente).

Los índices fueron ajustados minimizando el menos logaritmo de la función de máxima verosimilitud ( $L$ ), correspondiente a una distribución log normal:

$$-\ln L = \sum_x a_i \left( \frac{1}{2(\hat{\sigma}^x)^2} \sum (\ln(\hat{I}_y^x) - \ln(I_y^x))^2 + n^x \ln \hat{\sigma}^x \right)$$

La desviación estándar residual  $\hat{\sigma}^x$  de la serie de abundancia  $x$  fue estimada empleando la expresión:

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

**Tabla 1.** Capturas totales (toneladas) de anchoíta al norte de 41°S por embarcaciones argentinas y uruguayas, corregidas por factores de descarte. Período 1990 – 2009.

Año (y)	Cuatrimestre (i)			Total
	1	2	3	
1990	135	1.210	10.579	11.924
1991	37	1.814	18.220	20.071
1992	268	2.482	16.374	19.124
1993	0	2.618	11.266	13.884
1994	388	3.389	14.632	18.409
1995	141	925	17.984	19.050
1996	122	1.822	15.665	17.609
1997	0	1.464	20.856	22.319
1998	202	1.043	17.943	19.188
1999	7	103	8.618	8.728
2000	0	1	12.518	12.519
2001	0	3.307	11.213	14.519
2002	0	923	20.726	21.649
2003	11	12.755	15.177	27.943
2004	1	11.432	29.213	40.646
2005	5	9.275	28.780	38.059
2006	1	12.982	33.146	46.128
2007	0	4.580	19.914	24.494
2008	1	7.684	12.710	20.394
2009	0	2.187	25.270	27.457

COPIA ELECTRONICA C.F.P.

**Tabla 2.** Estimación de los millones de ejemplares, por grupo de edad y cuatrimestre, capturados de anchoíta al norte de 41°S. Se incluyen correcciones por estimaciones de descarte y por ajuste a los pesos medios por edad. Período 1990 – 2009.

Año (y)	Edad 1			Edad 2			Edad 3		
Cuatrimestre (i)	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1990	0,1	0,8	6,9	1,7	15,1	131,6	2,6	23,0	201,4
1991	0,1	5,5	55,7	0,2	10,3	103,2	0,6	30,8	309,0
1992	0,5	4,4	29,2	3,5	32,3	212,8	6,2	57,4	378,9
1993	0,0	3,0	13,0	0,0	19,9	85,5	0,0	29,4	126,6
1994	3,9	34,1	147,1	4,9	43,2	186,6	5,0	43,3	187,0
1995	0,6	4,1	80,5	2,3	15,3	297,2	1,9	12,4	241,5
1996	1,8	27,3	234,6	1,4	21,0	180,8	1,5	22,9	196,8
1997	0,0	1,2	16,8	0,0	29,6	422,3	0,0	25,0	355,9
1998	0,5	2,6	44,7	1,2	6,3	107,8	5,8	30,0	517,1
1999	0,0	0,5	40,9	0,1	1,8	150,1	0,1	1,3	108,0
2000	0,0	0,0	11,8	0,0	0,0	283,2	0,0	0,0	150,0
2001	0,0	5,4	18,3	0,0	46,1	156,2	0,0	46,5	157,8
2002	0,0	0,1	3,1	0,0	14,6	327,0	0,0	13,9	313,1
2003	0,0	7,0	8,4	0,1	73,0	86,9	0,3	289,5	344,5
2004	0,0	3,0	7,7	0,0	75,1	191,9	0,0	111,8	285,7
2005	0,0	2,0	6,1	0,0	50,5	156,7	0,1	194,5	603,5
2006	0,0	100,8	257,3	0,0	117,1	298,9	0,0	111,2	284,0
2007	0,0	2,4	10,5	0,0	71,0	308,8	0,0	33,2	144,2
2008	0,0	0,8	1,2	0,0	80,6	133,3	0,0	124,6	206,0
2009	0,0	0,4	4,4	0,0	34,6	399,8	0,0	32,9	380,2

Año (y)	Edad 4			Edad 5			Edad 6		
Cuatrimestre (i)	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1990	0,7	6,4	55,8	0,2	1,3	11,7	0,0	0,1	0,8
1991	0,3	13,9	140,1	0,0	1,4	14,0	0,0	0,2	1,5
1992	0,9	8,0	53,0	0,2	1,7	11,0	0,1	0,6	4,1
1993	0,0	23,9	102,8	0,0	9,4	40,3	0,0	0,7	3,2
1994	2,0	17,5	75,8	0,6	5,3	22,8	0,2	1,6	7,1
1995	0,7	4,7	91,7	0,2	1,2	23,8	0,0	0,2	4,2
1996	0,6	9,0	77,1	0,1	2,2	18,6	0,0	0,4	3,7
1997	0,0	5,3	75,0	0,0	0,5	6,6	0,0	0,2	3,0
1998	1,1	5,5	94,0	0,2	0,9	16,1	0,0	0,1	2,5
1999	0,1	0,8	65,9	0,0	0,1	12,2	0,0	0,0	2,4
2000	0,0	0,0	28,3	0,0	0,0	9,6	0,0	0,0	2,3
2001	0,0	19,2	65,1	0,0	6,6	22,3	0,0	1,1	3,6
2002	0,0	4,8	108,3	0,0	1,6	36,6	0,0	0,4	8,0
2003	0,1	75,0	89,3	0,0	16,2	19,3	0,0	2,9	3,4
2004	0,0	139,0	355,2	0,0	31,7	81,0	0,0	2,2	5,7
2005	0,0	64,5	200,1	0,0	25,8	80,1	0,0	2,8	8,5
2006	0,0	156,6	399,9	0,0	16,5	42,1	0,0	3,0	7,6
2007	0,0	22,9	99,5	0,0	35,5	154,3	0,0	1,6	7,0
2008	0,0	32,7	54,2	0,0	21,3	35,3	0,0	11,1	18,4
2009	0,0	12,0	138,1	0,0	2,6	30,5	0,0	1,1	12,4



**Tabla 3,** Pesos medios (gramos) de anchoíta, por grupo de edad y por año, período 1990 – 2009, Los valores indicados corresponden al 1° de enero, 1° de junio y 15 de octubre de cada año,

Año (y)	1° de enero						1° de junio						15 de octubre					
	Edad 1	Edad 2	Edad 3	Edad 4	Edad 5	Edad 6+	Edad 1	Edad 2	Edad 3	Edad 4	Edad 5	Edad 6+	Edad 1	Edad 2	Edad 3	Edad 4	Edad 5	Edad 6+
1990	3,96	12,71	21,83	29,14	34,33	37,80	8,04	17,42	25,76	31,98	36,25	39,04	11,52	20,77	28,34	33,79	37,44	39,81
1991	2,64	13,11	24,94	34,23	40,52	44,48	7,26	19,21	29,98	37,72	42,74	45,84	11,59	23,56	33,24	39,88	44,09	46,65
1992	5,44	13,72	21,11	26,45	29,93	32,10	9,51	17,65	24,04	28,39	31,15	32,84	12,68	20,29	25,89	29,58	31,88	33,28
1993	4,89	14,06	24,01	32,63	39,29	44,14	9,17	19,12	28,55	36,20	41,92	46,00	12,81	22,82	31,65	38,56	43,62	47,18
1994	4,82	13,89	23,69	32,11	38,58	43,27	9,06	18,87	28,13	35,59	41,13	45,05	12,65	22,51	31,16	37,88	42,77	46,19
1995	5,69	14,26	23,02	30,38	35,98	40,01	9,78	18,75	26,91	33,39	38,17	41,54	13,12	21,98	29,55	35,37	39,58	42,52
1996	5,61	14,58	24,08	32,30	38,71	43,44	9,85	19,41	28,40	35,73	41,27	45,27	13,37	22,94	31,37	38,01	42,93	46,44
1997	4,37	12,93	22,15	30,02	36,01	40,29	8,36	17,63	26,31	33,25	38,34	41,90	11,76	21,05	29,14	35,36	39,83	42,93
1998	4,34	11,10	18,53	25,25	30,74	34,98	7,51	14,84	22,03	28,16	33,01	36,68	10,18	17,62	24,47	30,13	34,51	37,79
1999	5,40	12,82	20,52	27,17	32,42	36,33	8,95	16,74	24,01	29,98	34,53	37,87	11,84	19,59	26,42	31,84	35,91	38,85
2000	7,12	16,33	24,85	31,43	36,05	39,15	11,64	20,80	28,40	33,96	37,76	40,27	15,16	23,89	30,72	35,57	38,83	40,96
2001	6,43	14,69	22,71	29,23	34,06	37,47	10,45	18,85	26,19	31,85	35,92	38,74	13,63	21,78	28,51	33,54	37,11	39,55
2002	4,88	13,58	22,09	28,70	33,31	36,34	9,04	18,02	25,66	31,23	34,99	37,42	12,44	21,11	27,99	32,83	36,03	38,08
2003	4,05	12,99	22,04	29,07	33,92	37,07	8,25	17,70	25,84	31,75	35,68	38,18	11,79	21,00	28,32	33,42	36,75	38,85
2004	4,50	13,69	23,65	32,14	38,58	43,17	8,77	18,77	28,15	35,62	41,08	44,90	12,43	22,46	31,19	37,89	42,68	45,99
2005	5,30	13,20	21,37	28,36	33,76	37,72	9,06	17,37	25,06	31,26	35,91	39,24	12,15	20,40	27,57	33,17	37,29	40,22
2006	3,84	12,17	21,48	29,60	35,88	40,43	7,67	16,88	25,76	32,97	38,35	42,16	12,15	20,40	27,57	33,17	37,29	40,22
2007	2,12	11,26	21,49	29,34	34,52	37,69	6,14	16,57	25,78	32,23	36,30	38,75	9,93	20,32	28,52	34,00	37,37	39,37
2008	3,88	15,33	24,44	29,61	32,21	33,45	9,47	20,42	27,45	31,14	32,94	33,79	13,91	23,54	29,14	31,98	33,34	33,97
2009	2,78	11,64	21,40	29,18	34,59	38,08	6,78	16,67	25,60	32,16	36,53	39,31	10,39	20,26	28,35	34,03	37,73	40,05

**Tabla 4.** Biomasa (toneladas) de anchoíta bonaerense de las edades 1-6+, estimada por métodos acústicos en campañas de investigación realizadas en octubre – noviembre, entre los años 1990 y 2009. La estimación del año 2001 fue extrapolada a 1883241 toneladas, para representar un área equivalente a la cubierta en otros cruceros de primavera. S/d: año sin datos.

Año	toneladas	Año	toneladas
1993	1.445.910		S/d
1994	2.721.846	2002	2.013.592
1995	2.925.245	2003	1.852.203
1996	S/d	2004	3.022.403
1997	S/d	2005	S/d
1998	S/d	2006	1.520.699
1999	1.851.921	2007	S/d
2000	S/d	2008	3.037.236
2001	1.883.241	2009	S/d

**Tabla 5.** Número de individuos (millones) de anchoíta bonaerense de los grupos de edad 1 y 3 presentes en el mar a principios de junio y mediados de octubre, según las estimaciones de campañas de investigación realizadas durante el período 1990 – 2005.

Año	1° de junio		15 de octubre	
	Edad 1	Edad 3	Edad 1	Edad 3
1990	S/d	S/d	S/d	S/d
1991	S/d	S/d	S/d	S/d
1992	S/d	S/d	S/d	S/d
1993	S/d	S/d	74.896	4.829
1994	99.630	8.485	96.736	16.708
1995	S/d	S/d	40.910	17.665
1996	83.391	30.675	S/d	S/d
1997	54.590	23.116	S/d	S/d
1998	142.516	35.906	S/d	S/d
1999	S/d	S/d	48.531	1.4879
2000	S/d	S/d	S/d	S/d
2001	S/d	S/d	62.522	12.086
2002	S/d	S/d	48.904	13.687
2003	S/d	S/d	123.631	11.808
2004	S/d	S/d	104.284	11.511
2005	S/d	S/d	S/d	S/d
2006	S/d	S/d	89.708	6.011
2007	S/d	S/d	S/d	S/d
2008	S/d	S/d	234.500	7.393
2009	S/d	S/d	S/d	S/d

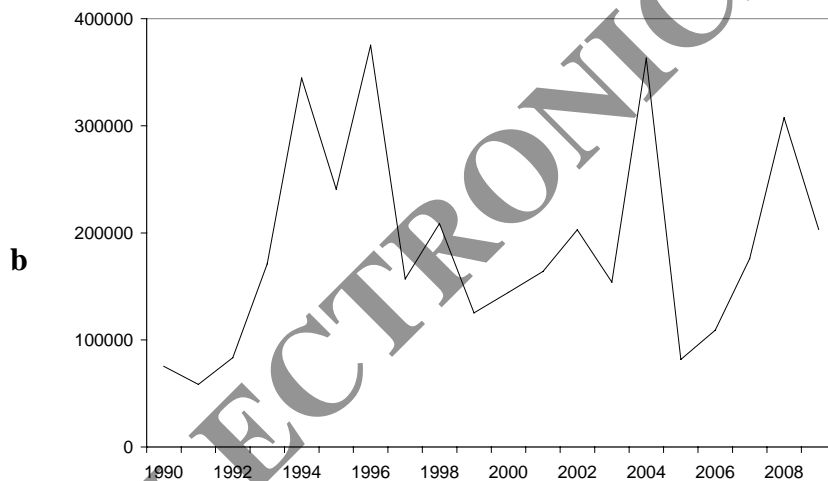
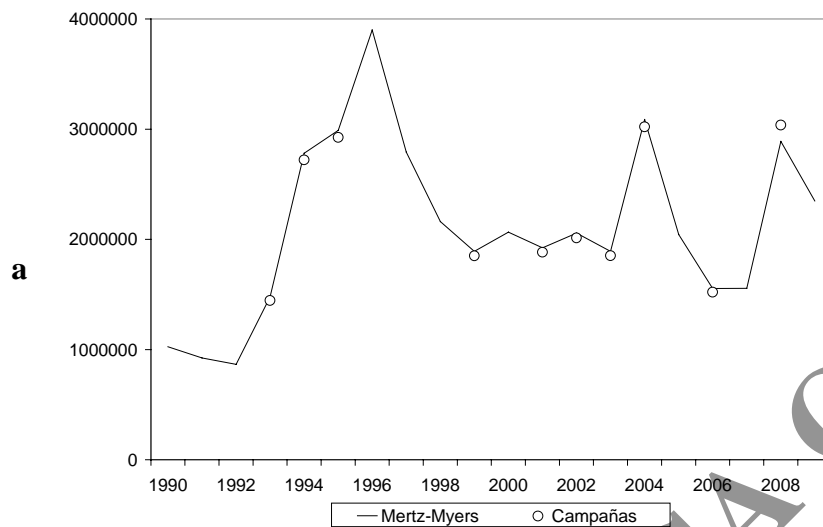
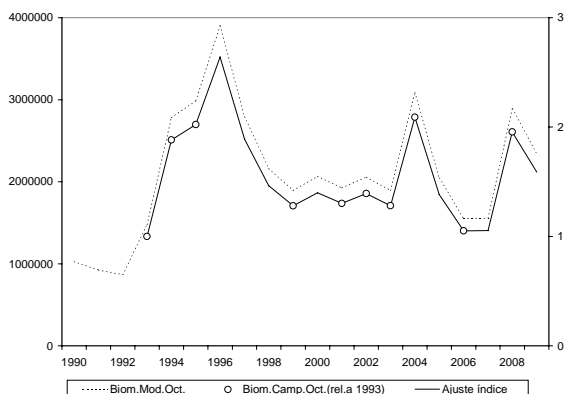
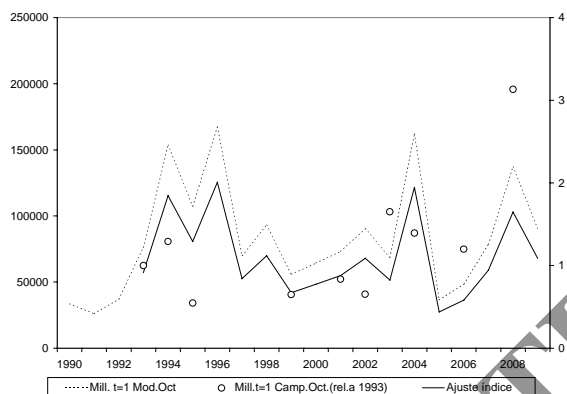


Figura 1. Abundancias anuales de anchoíta bonaerense estimadas mediante el modelo propuesto por Mertz y Myers (1996), a: Biomاسas totales en toneladas, al 15 de octubre (con círculos se indican las evaluaciones acústicas directas efectuadas en campañas de investigación); b: millones de reclutas a inicios de cada año.

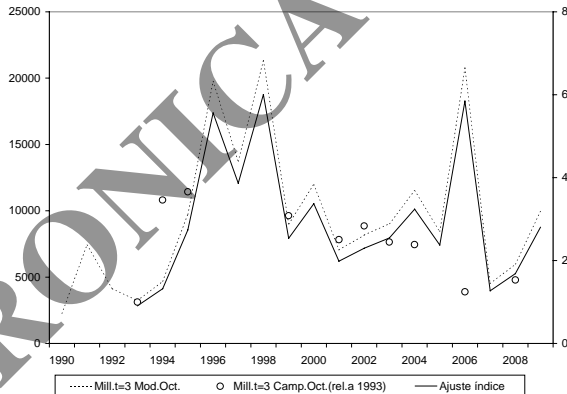
### Indice 1



### Indice 2



### Indice 3



### Indice 4



### Indice 5

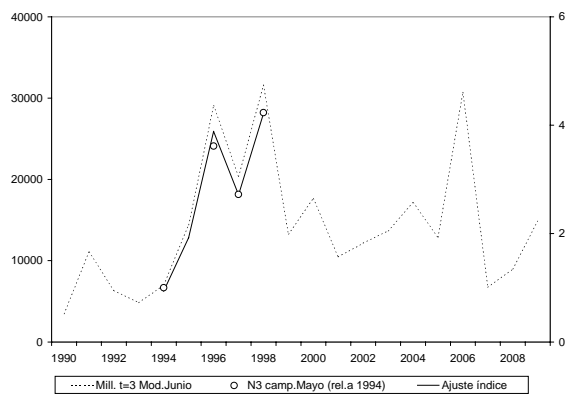


Figura 2. Ajuste de los diferentes índices en la calibración del modelo de Mertz y Myers aplicado a los datos de anchoíta bonaerense (1990-2009), Indice 1: biomasa total estimada en las campañas de evaluación primaveral (relativa a estimación de 1993) vs, biomasa al 15 de octubre resultante del modelo; índice 2: número de ejemplares de edad 1 estimados en campañas primaverales vs, individuos de esa edad estimados por el modelo relativos al valor correspondiente al año 1993; índice 3: ídem anterior, considerando la edad 3; índice 4: número de ejemplares de edad 1 estimados en campañas otoñales vs, individuos de esa edad estimados por el modelo relativos al valor correspondiente al año 1994; índice 5: ídem anterior, considerando la edad 3.

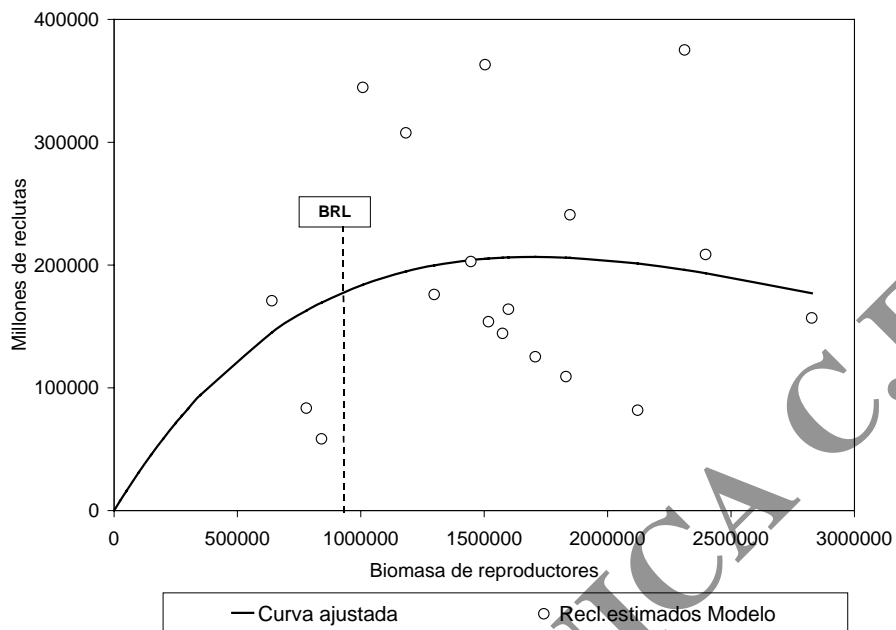


Figura 3. Dispersión de los valores anuales de reclutamiento ( $R_y$ ) entre 1991 y 2008 (en millones de individuos), en función de la biomasa de reproductores del año anterior ( $BR_{y-1}$ ) según las estimaciones del ajuste del modelo de Mertz y Myers, y curva de Ricker correspondiente (trazada sin considerar el par más reciente:  $BR_{2008} - R_{2009}$ ). Se indica también el objetivo adoptado como biomasa reproductora límite (BRL).

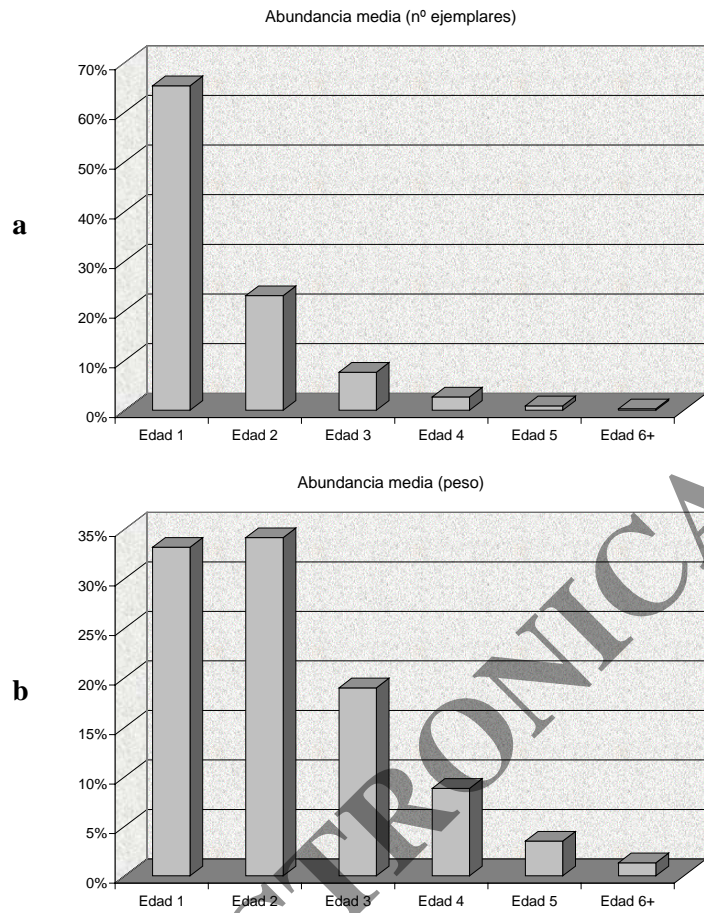


Figura 4. Promedio de las estimaciones de la estructura de la población de anchoíta al 1° de enero de cada año (a) en millones de ejemplares; y (b) en toneladas, Predominan los ejemplares de talla menor a la requerida comercialmente en la pesquería argentina.

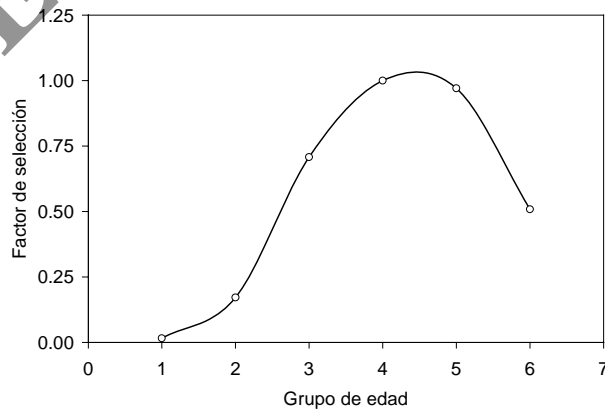


Figura 5. Patrones de selección medios en la pesquería de anchoíta bonaerense, derivados del modelo de Mertz y Myers (1996).

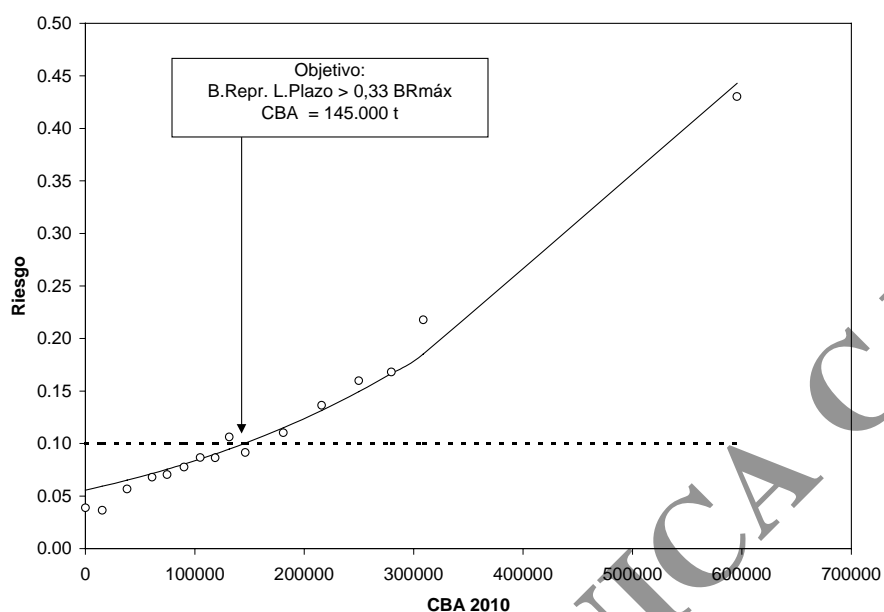


Figura 6. Curva de riesgos ajustada considerando como límite aceptable que la Biomasa de Reproductores a largo plazo (BRL) no sea menor que 33% de la máxima que habría existido durante el período 1990 – 2009, Se señala el punto que determina bajo esas condiciones la captura biológicamente aceptable durante el año 2010.