



INIDEP

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
Y DESARROLLO PESQUERO

INFORME TÉCNICO OFICIAL

Número 037	Páginas 122	Dirección Dirección de Pesquerías Demersales
Fecha de aprobación 13 1 OCT 2011	Programa / Gabinete Pesquerías Demersales, Australes y Subantárticos	
		Actividad Aplicación de modelos analíticos para el cálculo de la abundancia y la mortalidad por pesca por edad de la merluza de cola. Estimación de la CMBA para el año 2011.

EVALUACIÓN DE LA ABUNDANCIA DE LA POBLACIÓN DE MERLUZA DE COLA (*Macruronus magellanicus*) EN EL ATLÁNTICO SUDOCCIDENTAL ENTRE LOS AÑOS 1985 Y 2010

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

SOLICITADO POR	Institución	Cargo
	Institución	Cargo

PREPARADO POR

Firma:	
Nombre:	Giussi, A.R.
Firma:	
Nombre:	Aubone, A.
Firma:	
Nombre:	Rodriguez, J.S.
Firma:	
Nombre:	Di Marco, E.J.
Firma:	
Nombre:	Zavatteri, A.

APROBADO POR

	Jefe de Programa / Gabinete
	LIC. PATRICIA MARTÍNEZ J.C. Dirección Pesquerías Demersales
	Dr. OTTO C. WÖHLER DIRECTOR Dirección Nacional de Investigación INIDEP
	Director del INIDEP



EVALUACIÓN DE LA ABUNDANCIA DE LA POBLACIÓN DE MERLUZA DE COLA (*Macruronus magellanicus*) EN EL ATLÁNTICO SUDOCCIDENTAL ENTRE LOS AÑOS 1985 Y 2010

Giussi^a, Analía R., Aubone^{a,b}, Anibal, Rodríguez^{a,b}, Julieta S., Di Marco^a, Emiliano y Zavatzeri^a, Anabela

^a Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero

^b Universidad Nacional de Mar del Plata

Resumen Ejecutivo

La evaluación de la abundancia de la merluza de cola se ha realizado desde el año 1992 mediante el clásico modelo de análisis de cohortes. Sin embargo, se han buscado otras alternativas de modelos estructurados por edades y métodos de estimación de parámetros para obtener resultados que contemplen mejor la incertidumbre subyacente. Se optó por el Análisis de Cohortes Modificado (ACM), que permite obtener resultados similares a un Análisis de Poblaciones Virtuales, pero de manera más sencilla, obteniéndose las estimaciones de los parámetros mediante un enfoque bayesiano. Los resultados de las estimaciones se brindan en término de distribuciones de probabilidades, y la metodología permite incluir incertidumbre en diferentes parámetros del modelo. A partir de los resultados, se han simulado distintas proyecciones de la evolución de la población en relación a diferentes niveles de explotación, considerando tasas instantáneas de mortalidad por pesca constantes. Se definen diferentes riesgos biológicos que permiten estimar niveles de Capturas Máximas Biológicamente Aceptables (CMBA) para el año 2011.

Fueron empleados datos biológicos: peso medio por edad en las distintas épocas del año, ojiva de madurez de la población, y de la fracción explotada: captura total declarada en peso y discriminada por edad. Como índices de ajuste se consideraron la biomasa estimada anualmente a partir de la campaña de evaluación estival, la proporción de los individuos de edad 3 estimados en las mismas y la proporción relativa de dos grupos de edades consecutivas: los individuos de edad 3 y 4.

Al inicio de la pesquería, la biomasa total alcanzó el millón de toneladas, duplicándose al promediar este análisis, para luego descender nuevamente hasta los valores iniciales. Los altos valores registrados entre 1998 y 2004, resultaron como consecuencia de algunos reclutamientos elevados observados entre 1994 y 2001. Los correspondientes a los últimos años fueron menores, aunque no tan bajos como los del inicio del diagnóstico. Así es que la trayectoria de los reclutamientos anuales ha mostrado variabilidad durante el período analizado.

Los valores actuales promedios estimados de la Biomasa (B) y de la Biomasa Reproductiva (BR) fueron 896 mil t y 455 mil t, respectivamente.

Teniendo en cuenta la tendencia media decreciente de biomasa reproductiva y que existe gran probabilidad de que la actual sea menor que la biomasa reproductiva límite (450 mil t), y que aún con distintos niveles de mortalidad por pesca no disminuye considerablemente el riesgo asociado en el período de proyección, sería conveniente, en el corto plazo, tratar de reducir o atenuar el decrecimiento de la misma.

Las proyecciones en el mediano plazo evidencian estabilidad en las tendencias de los valores medios de las B , BR y los reclutamientos.

Por tales razones, y atendiendo a la incertidumbre en el estado poblacional de 2011, la Captura Máxima Biológicamente Aceptable para el año 2011 se ha estimado entre 82 mil t y 140 mil t.

Debe destacarse que el modelo de evaluación planteado para esta pesquería emplea índices de ajuste que surgen exclusivamente de las campañas de investigación, las que durante los últimos años se han visto interrumpidas por diversos inconvenientes. Por ello, se hace imperiosa la necesidad de que vuelvan a realizarse de manera continuada.



1.- INTRODUCCION

Los recursos ícticos patagónicos han estado dominados por la merluza de cola, *Macruronus magellanicus*, cuya abundancia en el Océano Atlántico, al sur de los 45°S, donde habita en aguas templado - frías de la corriente de Malvinas, ha sido la máxima. Sus características biológicas, principalmente su capacidad adaptativa y oportunista, y la ausencia de competidores, han permitido el aprovechamiento de nichos ecológicos y el aumento del tamaño de la población.

La pesquería se inició a comienzos de la década del '80, y la gran operatividad de buques extranjeros principalmente buques rusos y búlgaros (Wöhler *et al.*, 1999a), que operaban en virtud de acuerdos internacionales, incrementaron las capturas hasta las 145 mil toneladas durante 1988. Esta etapa fue seguida por un período en el cual los desembarques promediaron unas 40 mil t/año que se extendió entre 1990 y 1997. A partir del año siguiente el aumento de las declaraciones fue notorio, destacándose los años 2000 y 2006, pues las capturas alcanzaron el máximo histórico de 168 mil toneladas.

Las primeras estimaciones de la biomasa poblacional de la merluza de cola que se han realizado empleando el método de área barrida, datan de finales de la década del '60, cuando, en su mayoría, no abarcaban el área de distribución total de la especie (Bellisio & López, 1973; Otero *et al.*, 1981, 1982; Cordo, 1987). La relevancia de la merluza de cola en el ecosistema y la presión pesquera incipiente motivaron estudios más profundos, es decir establecer una época y delimitar un área, lo más extensa posible para la estimación absoluta de la abundancia, mediante la realización de campañas de investigación. Estos resultados, cuya serie se inició en 1992 y se continúa hasta la actualidad casi en forma ininterrumpida, permitieron estimar índices de abundancia para ser posteriormente utilizados para los ajustes de los modelos de evaluación de la abundancia del efectivo (Wöhler *et al.*, 1999b; Giussi *et al.*, 2002 a y b).

Desde el año 1997 la abundancia del recurso ha sido estimada mediante técnicas indirectas de evaluación como el APV (Análisis de la Población Virtual) o el análisis de cohorte (Prenski *et al.*, 1997; Wöhler *et al.*, 1999a, 1999c, 2000, 2001, 2002; Wöhler & Hansen, 2003; Wöhler & Giussi, 2004; Giussi & Wöhler, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009).

El presente estudio incorpora algunas modificaciones al modelo, manteniendo la serie de disponible desde el año 1985 hasta 2010. Dicho análisis secuencial del efectivo de plataforma (excluyendo el Golfo San Matías) cuenta con los datos de la estructura poblacional y de las capturas obtenidas por la flota que opera sobre el recurso, y es calibrado con información proveniente de las campañas de investigación iniciadas en 1992. Se estima el estado actual de explotación del efectivo y se analiza su evolución teórica ante supuestos acerca de los futuros niveles de reclutamiento y tasas de explotación, recomendándose capturas máximas biológicamente aceptables para el año 2011.

2.- FUENTES DE INFORMACIÓN Y METODOLOGÍA APLICADA EN EL ANÁLISIS

2.1.- Capturas totales anuales

La información de las capturas totales de merluza de cola obtenidas por año y por flota (Tabla 1, Figura 1), se extrajo de las estadísticas de la FAO (1995a) para la primer parte del período analizado y de las estadísticas oficiales de la República Argentina que recientemente fueron recopiladas por varios autores (Gorini *et al.*, 2003; 2006; 2007; Gorini *et al.*, 2011) para los últimos años del análisis. Las capturas nominales de las embarcaciones argentinas se corrigieron atendiendo a los criterios de estimación de subdeclaración y descarte de Sánchez & Wöhler (2001), Sánchez (2001, 2004; 2005, 2006), Sánchez & Giussi (2007, 2008, 2009, 2011) y Marí & Giussi (2011). También se incluyó la información correspondiente a las capturas de buques extranjeros que operan en el Mar Argentino.



Tabla 1. Capturas totales anuales (expresadas en toneladas) de merluza de cola obtenidas en el Atlántico Sudoccidental y las Capturas Máximas Permisibles (CMP) establecidas por la Autoridad de Aplicación Argentina.

Año	Captura	CMP	Año	Captura	CMP
1985	21.663	-	1998	139.842	175.000
1986	40.895	-	1999	160.487	260.000
1987	85.605	-	2000	168.031	300.000
1988	145.340	-	2001	150.059	230.000
1989	62.215	-	2002	144.459	230.000
1990	29.852	-	2003	123.159	230.000
1991	21.966	-	2004	149.783	200.000
1992	30.716	-	2005	140.150	200.000
1993	56.248	150.000	2006	168.038	200.000
1994	28.562	200.000	2007	134.053	189.000
1995	45.584	160.000	2008	143.647	189.000
1996	65.712	175.000	2009	134.931	170.000
1997	63.205	180.000	2010	108.526	150.000

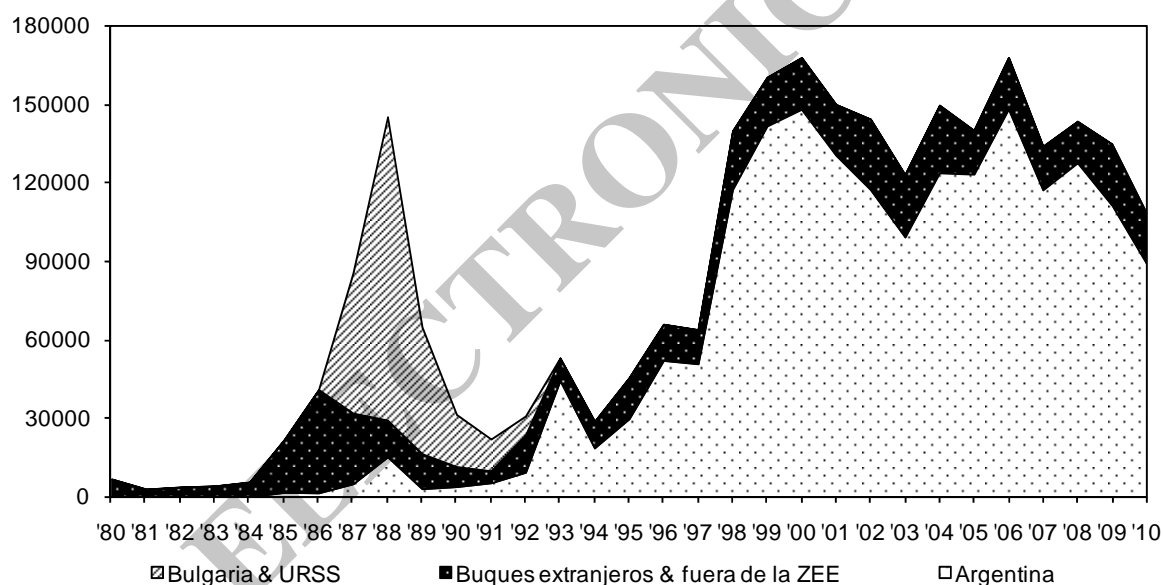


Figura 1. Capturas totales anuales de merluza de cola en el Atlántico Sudoccidental estimadas para el período 1980-2010.

2.2.- Captura por edad

Las capturas por edad correspondientes al período 1985-2006 se basaron en aquellas indicadas por Giussi & Wöhler (2007), y se completaron con los valores de los años 2007 a 2010 obtenidos a partir de la estructura de edades poblacional (Abachian & Giussi, 2007; 2009, Zavatteri *et al.*, 2011) y de la distribución de frecuencias de longitudes de las capturas comerciales (Marí *et al.*, 2011). Se presentan como porcentajes de individuos por año (Tabla 2), pudiendo identificarse además las cohortes a las que pertenecen (Figura 2).



Tabla 2. Captura por edad en número, en miles de individuos.

Año	Edad											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12+
1985	2	363	762	2580	2895	3284	3048	2658	1312	653	251	146
1986	466	1539	2639	7852	7036	6172	5087	3881	1977	961	391	223
1987	11847	25541	5681	34376	13646	14229	6054	4831	1965	712	425	177
1988	1729	20832	22007	9180	30668	23661	16177	12063	6651	3374	2103	91
1989	195	2955	4847	13050	11773	10904	8136	5498	2353	814	157	71
1990	21	547	1161	4903	5877	5969	4627	3304	1411	544	140	73
1991	145	1629	2008	5009	5077	4210	2778	1711	734	247	36	17
1992	3368	7033	4486	5780	5526	5124	3700	2531	1127	399	104	51
1993	2800	12122	13049	16389	9394	6145	5011	3714	1780	583	164	84
1994	42	13034	15452	5837	2303	1076	1153	1187	496	293	256	90
1995	16671	5356	13434	12317	6832	2990	3558	3194	1411	590	273	68
1996	60	26720	8405	17931	12910	6143	3022	3219	2804	1264	467	171
1997	487	543	27459	8519	16049	8758	3140	1938	1668	1352	641	164
1998	7382	87435	19939	81572	12956	11473	3705	2232	1302	653	247	133
1999	1657	36494	122888	14574	57789	10243	5201	2058	1810	1230	370	217
2000	70392	53075	76838	70777	16665	24516	4973	2249	956	890	227	160
2001	4051	60129	33809	56752	27137	17424	8457	2369	1305	568	432	475
2002	566	22107	78338	23997	24683	23892	9282	4601	1309	536	150	220
2003	17944	17269	21895	46769	17200	18457	19406	7243	3527	2334	498	76
2004	1273	64002	15633	21915	45554	14651	18506	17757	3780	969	335	1
2005	32212	17405	100667	15592	23414	27054	7858	6166	2911	1060	43	98
2006	21717	81111	12839	85080	18675	18029	17963	7636	3854	1384	191	1
2007	15999	69327	43375	23172	34540	9039	8146	6717	1861	540	59	52
2008	4901	51135	66604	42046	13442	22778	5010	6229	2174	812	295	127
2009	12271	49336	57517	39694	14721	8554	9551	2047	2074	562	223	214
2010	21320	40619	27840	29937	24873	8742	3908	2738	920	672	169	82

Captura por edad

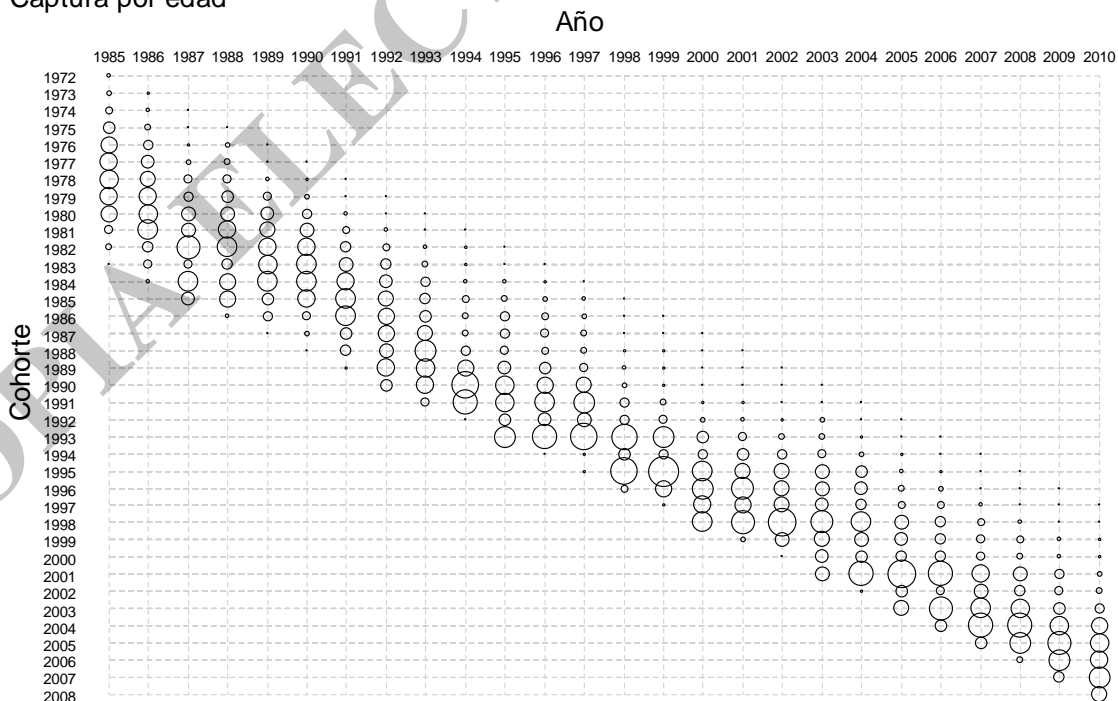


Figura 2. Porcentajes de individuos por edad por año capturados por la flota Pueden identificarse horizontalmente las cohortes a las que pertenecen.



2.3.- Peso medio por edad

Los pesos medios por edad empleados para la aplicación del análisis secuencial (Tabla 3) provinieron de datos recopilados por Wöhler *et al.* (1999c) y obtenidos en cruceros de investigación y por los observadores a bordo de los buques comerciales, siendo asimilables al 1° de marzo de cada año (Giussi, 2004; Giussi & Abachian, 2004, 2005, 2006; Abachian & Giussi, 2007, 2009; Zavatteri *et al.*, 2011). También han sido calculados los valores correspondientes al comienzo de cada año y en la época de reproducción.

Tabla 3. Peso medio por edad (kg) estimados a partir de los datos colectados durante los cruceros de investigación (1° de marzo).

Año	Edad											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12+
1985-1989	0,126	0,252	0,581	0,665	0,947	1,153	1,418	1,54	1,724	2,054	2,161	2,225
1990-1992	0,140	0,326	0,533	0,744	0,934	1,102	1,221	1,356	1,445	1,540	1,504	1,644
1993	0,183	0,328	0,528	0,776	1,023	1,145	1,211	1,431	1,497	1,596	2,249	1,653
1994	0,127	0,305	0,626	0,897	1,088	1,380	1,444	1,552	1,778	2,007	1,976	2,428
1995	0,153	0,345	0,567	0,790	1,004	1,195	1,352	1,488	1,584	1,688	1,809	1,730
1996-1997	0,153	0,333	0,549	0,778	1,004	1,217	1,409	1,579	1,727	1,854	1,962	2,061
1998	0,177	0,339	0,529	0,735	0,944	1,149	1,342	1,523	1,687	1,836	1,969	2,088
1999-2000	0,142	0,297	0,487	0,694	0,903	1,105	1,294	1,466	1,619	1,754	1,872	1,973
2001-2002	0,194	0,346	0,542	0,764	0,947	1,195	1,333	1,687	1,653	1,688	1,875	2,285
2003	0,191	0,395	0,523	0,679	0,819	0,940	1,022	1,217	1,378	1,540	1,898	2,890
2004	0,212	0,337	0,572	0,743	0,870	1,015	1,092	1,177	1,323	1,448	2,080	2,890
2005	0,195	0,360	0,495	0,700	0,869	0,947	1,129	1,164	1,058	1,338	2,080	2,100
2006	0,177	0,347	0,530	0,684	0,842	1,048	1,100	1,216	1,348	1,367	1,431	2,119
2007-2008	0,160	0,389	0,499	0,741	0,930	1,148	1,296	1,340	1,420	1,416	1,913	2,119
2009	0,151	0,380	0,583	0,841	1,046	1,247	1,336	1,562	1,618	1,815	2,070	2,225
2010	0,169	0,368	0,616	0,801	1,020	1,227	1,395	1,513	1,625	1,723	1,919	2,123

2.4.- Madurez sexual por edad

Las proporciones de individuos maduros por grupo de edad (Tabla 4) durante el período 1985-2005 se tomaron de Giussi & Wöhler (2006). Los valores de la edad de primera maduración sexual y la correspondiente ojiva de madurez se obtuvieron a partir de los datos colectados durante la campaña de investigación estival realizada en los años 2006 y 2009 (Giussi & Abachian, 2006; Abachian & Giussi, 2009). Dicha serie de parámetros correspondió a una edad superior a los 3 años, siendo en ese aspecto coincidente con la serie analizada por Giussi & Wöhler (2001). Estas ojivas de madurez han sido relativamente variables a través de los años en que ha podido estimarse.

Tabla 4. Proporción de individuos maduros sexualmente en función de la edad,

AÑO / EDAD	1985	1997	1998	1999	2003	2004	2005	2006	2009
	-			-				-	
	1996			2002				2008	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0,01	0,05	0,00	0,03	0,16	0,05	0,04	0,13	0,06
3	0,29	0,30	0,35	0,14	0,51	0,34	0,20	0,34	0,41
4	0,88	0,63	0,62	0,66	0,77	0,76	0,67	0,55	0,90
5	0,99	0,89	0,89	0,88	0,90	0,91	0,89	0,69	0,96
6	1	0,95	0,95	0,95	0,98	0,97	0,94	0,93	0,98
7-12+	1	1	1	1	1	1	1	1	1



2.5.- Índices de abundancia

Los índices de abundancia empleados para la estimación de los parámetros del modelo de evaluación de merluza de cola, provinieron de las campañas de investigación estival diseñadas para la evaluación de la especie en latitudes que abarcan desde los 45° S y los 55° S, y profundidades comprendidas entre 50 y 400 m. Dichas campañas fueron llevadas a cabo en 1987 y, luego en forma anual, desde el año 1992 hasta 2009 (con excepción de 1996, 2002, 2007 y 2008). Uno de los índices considerado fue la serie de estimaciones de biomasa (t) estimadas por área barrida y sus correspondientes varianzas. Los otros dos índices correspondieron a las edades 3 y 4 presentes en cada año y respecto de aquella observada en 1992.

La trayectoria de los tres índices que incluyen edades contribuyeron a destacar las cohortes más relevantes (Giussi y Wöhler, 2010), y puesto que corresponden a dos edades consecutivas, se facilita la identificación y seguimiento de las mismas. La elección de estas edades en particular se basó fundamentalmente en su relevancia en la estructura de edad poblacional. (Tabla 5)

Tabla 5. Índices de abundancia utilizados en el ajuste ACM de merluza de cola.

Año	Índice 1: Abundancia (t)	Varianza Abundancia	Índice 2: Grupo de edad 3 en la campaña	Índice 3: Grupo de edad 3 relativo a 1992	Índice 4: Grupo de edad 4 relativo a 1992
1987	-	-	0,05	0,32	4,13
1988	-	-	-	-	-
1989	-	-	-	-	-
1990	-	-	-	-	-
1991	-	-	-	-	-
1992	1511276,88	772,30	0,16	1,00	1,00
1993	1354488,80	386,82	0,26	1,37	0,88
1994	899483,95	137,59	0,21	0,84	0,91
1995	1428252,60	563,80	0,45	2,68	1,66
1996	-	-	-	-	-
1997	2029504,84	1639,05	0,57	7,36	2,00
1998	2488907,13	1155,93	0,10	0,99	10,35
1999	2453329,78	844,22	0,61	11,16	1,62
2000	2420901,40	956,20	0,36	5,24	9,23
2001	2444053,31	1458,54	0,31	3,44	7,88
2002	-	-	-	-	-
2003	-	3942,16	0,24	2,83	8,86
2004	2051718,59	1243,40	0,13	1,03	2,73
2005	2191783,48	10416,77	0,68	11,80	1,65
2006	1346802,88	738,39	0,07	0,48	6,42
2007	-	-	0,24	0,59	0,75
2008	-	-	-	-	-
2009	1390294,31	2032,22	0,45	3,53	4,42

2.6.- Análisis secuencial de la población

Como método de evaluación se utilizó el modelo **Análisis de Cohortes Modificado** (ACM) postulado por Hernández y Perrotta (2008). Las fórmulas básicas son:

$$N_{i,t} = N_{i+1,t+1} e^{M_{i,t}} + C_{i,t} (1 - a (1 - e^{bM_{i,t}/2}))$$

$$i = 1, k - 1$$

$$N_{k+,t+1} = N_{k-1,t} e^{-M_{k-1,t} - F_{k-1,t}} + N_{k+,t} e^{-M_{k+,t} - F_{k+,t}}$$



$$C_{i,t} = \frac{F_{i,t}}{M_{i,t} + F_{i,t}} (1 - e^{-M_{i,t} - F_{i,t}}) N_{i,t}$$

$$F_{i,t} = \ln\left(\frac{N_{i+1,t+1}}{N_{i,t}}\right) - M_{i,t}, \quad i = 1, k-1$$

$$F_{k+,t} = F_{k-1,t} \text{ y } M_{k+,t} = M_{k-1,t} \text{ para todo tiempo } t$$

El período de evaluación contempló $t = 1985, 2010$

donde:

$N_{i,t}$ es el número de individuos en la población de edad i en el tiempo t

$F_{i,t}$ es la tasa instantánea de mortalidad por pesca de edad i en el tiempo t

$M_{i,t}$ es la tasa instantánea de mortalidad natural de edad i en el tiempo t

$C_{i,t}$ es la captura en (número de individuos) de edad i en el tiempo t

k es el número de clases de edad

Las constantes a y b utilizadas fueron:

$$a = 2,14320282, \quad b = 0,39265711 \text{ para } 0 < M \leq 1; 0 \leq F \leq 2 \text{ (Aubone, 2010).}$$

Los parámetros del modelo son las tasas instantáneas de mortalidad por pesca por edad del último año del período de evaluación y de las edades $1, k-1$, y el vector de tasas instantáneas de mortalidad natural por edad (también de las edades $1, k-1$), el cual se asumió constante para todos los tiempos.

Se consideró la distribución *a priori* de las tasas instantáneas de mortalidad por pesca, uniforme en el intervalo $[0,0001; 0,5]$ para la edad 1 y $[0,001; 0,85]$ para el resto de las edades. Para las tasas instantáneas de mortalidad natural se consideró la distribución *a priori* uniforme en el intervalo $[0,2; 1]$ para todas las edades.

Para el cálculo de las tasas instantáneas de mortalidad por pesca de la edad $k-1$ y grupo de edades $k+$, se empleó el algoritmo propuesto por Aubone (2010), que permitió reducir el número de parámetros a estimar.

El número total de parámetros para este modelo es de 22 ($2(k-1)$).

La estimación de parámetros se realizó con enfoque bayesiano utilizando el software ACMBAYES v2011. Una introducción al Análisis Bayesiano puede verse en Hernández (2007).

El algoritmo de cálculo utilizado para la generación de la muestra del vector de parámetros fue el SIR (Sampling Importance Resampling). Se realizaron dos millones de sorteos del vector de parámetros en el muestreo y diez mil en el remuestreo (muestra final), satisfaciendo así el criterio de convergencia.

Como estimador puntual se consideró el valor medio de la distribución *a posteriori* de cada uno de los parámetros y de cada una de las variables consideradas (biomasas, matriz de estado poblacional, etc.).

Dada la escasa información de la incorporación de juveniles en los últimos tres años del período de evaluación (2008-2010), se introdujo un criterio adicional de admisibilidad de los parámetros en el proceso de simulación. Para cada conjunto de parámetros generado, se



condicionó a que el reclutamiento estimado en dicho período estuviera comprendido entre los valores mínimo y máximo de los reclutamientos estimados en los años 2004 a 2007.

2.7.- Puntos biológicos de referencia

2.7.1.- Biomasa reproductiva límite (PBRL)

Se definió a la BR_{lim} como la menor biomasa reproductiva tal que, para un reclutamiento $N_{1,*}$ dado, la probabilidad $\Pr(N_1 > N_{1,*} / BR > BR_{lim})$ sea mayor que un valor establecido.

Para poder estimar esta biomasa, se tuvieron en cuenta 250.000 valores simulados de biomasa reproductiva y reclutamientos, producidos por el programa ACMBAYES. Los mismos fueron calculados con el programa LIMITES¹.

2.7.2.- Límite de aporte de individuos de edad 1 a la población $\omega_{1,*}$ (PBRL)

La estructura poblacional debe mantener un balance adecuado entre juveniles y adultos, para propiciar la sustentabilidad biológica (Aubone, 2004 a y b). Teniendo en cuenta este hecho, se definió un valor de referencia límite $\omega_{1,*}$ para $\omega_{1,t}$, es decir, la proporción de individuos de edad 1 en la población en el tiempo t para cualquier tiempo. Se consideró al año 1997 como un año adecuado en cuanto a la estructura poblacional observada y para estimar $\omega_{1,*}$, para ello se procedió a determinar $\omega_{1,*} : \Pr(\omega_{1,1997} > \omega_{1,*}) = 0,1$

2.7.3. Biomasa reproductiva de resguardo biológico (PBRO)

Se definió una biomasa reproductiva, considerada de seguridad biológica, $BR_{safe} = 495.000$ t (un 10% mayor de la BR_{lim}), y se plantea el objetivo de que la biomasa reproductiva alcance o supere este valor objetivo en el mediano plazo (más de 5 años).

2.8.- Criterios de riesgo

Se evaluaron cuatro criterios de riesgo biológico, que se detallan a continuación:

- $R_{1,t} = \Pr(BR_t < BR_{lim})$

El riesgo $R_{1,t}$ evalúa la probabilidad de pasar el umbral de biomasa reproductiva considerado de seguridad biológica (BR_{lim}).

- $R_{2,t} = \Pr(BR_{t+1} < 0,9 BR_t)$

El riesgo $R_{2,t}$ evalúa la probabilidad de un decrecimiento significativo de la biomasa reproductiva de un año al siguiente. Este es el riesgo de no alcanzar el objetivo de mantener la biomasa reproductiva en valores mayores o iguales a la estimada en el año 2010.

- $R_{3,t} = \Pr(\omega_{1,t} > \omega_{1,*})$

¹ AUBONE, A. & RODRÍGUEZ, J. 2011. Programa LIMITES v2011. Gabinete de Biomatemática, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. E-mail: aubone@inidep.edu.ar.



El riesgo $R_{3,t}$ evalúa la probabilidad de un desbalance inadecuado de la estructura poblacional.

$$R_{4,t} = \Pr(BR_t < BR_{safe})$$

Para la biomasa reproductiva BR_{safe} puede definirse este criterio de riesgo, y se considerará alcanzado el objetivo cuando $R_{4,t} < 0,1$.

2.9.- Estrategia de captura para las proyecciones

La estrategia de captura que se considera es “a tasas instantáneas de mortalidad por pesca constantes” en el periodo de proyección. Es decir, se fija un factor $\lambda > 0$ (y así un vector $F_\lambda = \lambda F$), se calcula la captura total para el tiempo t :

$$C_t = \sum_{i=1, k+} \frac{\lambda F_i}{\lambda F_i + M_i} (1 - e^{-\lambda F_i - M_i}) N_{i,t} w_{i,t}$$

y se avanza al tiempo $t+1$, utilizando las fórmulas de la dinámica poblacional.

La constante λ es el factor por el que aumenta o disminuye la tasa instantánea de mortalidad por pesca por edad, F , para las proyecciones.

2.10.- Reclutamientos para las proyecciones

Las oscilaciones observadas en los niveles de reclutamiento históricos (Wöhler *et al.*, 2001; 2002; Wöhler & Hansen, 2003; Wöhler & Giussi, 2004; Giussi & Wöhler, 2005; 2006; 2009; 2010; Giussi *et al.*, 2008), generan incertidumbre en cuanto al comportamiento que pudieran adoptar a futuro. En dichas evaluaciones, la estimación de parámetros se realizó mediante el método de máxima verosimilitud, obteniéndose estimaciones puntuales de reclutamiento por año.

La estimación bayesiana de parámetros produce, para cada año, una distribución de pares de valores de reclutamiento (N_1) y de la biomasa reproductiva (BR) que le dio origen. Esto es una ventaja, pues para cada tiempo en el periodo de evaluación, se estima una distribución de probabilidades de reclutas, que permite observar directamente la incertidumbre subyacente en el reclutamiento.

Para generar un reclutamiento en tiempo futuro se procedió a definir intervalos de clase para la biomasa reproductiva y a estimar las distribuciones de probabilidades de los reclutamientos para cada una de ellos. El procedimiento realizado para sortear un reclutamiento para el tiempo de proyección $t+1$ consistió en estimar la BR que corresponde, asignarla a un intervalo de clase de biomasa reproductiva y luego generar aleatoriamente un reclutamiento con la distribución de probabilidades estimada de reclutas correspondientes a dicho intervalo de clase de biomasa reproductiva.

En el caso de generarse una biomasa reproductiva mayor a la máxima estimada en el período de evaluación se asignó el 95 percentil de la distribución de reclutamientos estimados.

Se consideró un intervalo centrado en el primer percentil de la distribución de biomasa reproductivas BR_1 estimadas en el periodo de evaluación con semiamplitud $\pm 0,025 BR_1$, y se determinó el valor medio de la distribución de reclutas en dicho intervalo de biomasa reproductiva. Luego se calculó la pendiente de la recta que pasa por el origen y el punto de abscisa el primer percentil y dicho reclutamiento medio (pendiente ρ).



En el caso de generarse en el proceso de proyección una biomasa reproductiva BR menor al primer percentil estimado en el periodo de evaluación, se asignó el valor de reclutamiento $N_1 = \rho BR$.

Para este procedimiento de generación de un reclutamiento para cada tiempo de proyección no se requiere la definición de una relación entre los reclutas y la biomasa reproductiva, como las que se utilizan usualmente y podrían producir tanto sesgos en las estimaciones como una variabilidad no natural.

Para generarse las proyecciones y el análisis de riesgo se utilizó el PyR², a un plazo de cinco años. Este criterio difirió del que se utilizaba anteriormente, puesto que las mismas se realizaban a mediano o largo plazo (Giussi & Wöhler, 2010).

3.- RESULTADOS Y DISCUSION

3.1.- Estimación de los parámetros

En la Tabla 6 puede observarse una estadística básica de la estimación de los parámetros del modelo.

Tabla 6. Estadística básica de la estimación de los parámetros F y M por edad. Los parámetros correspondientes a la edad 12+ son iguales a los estimados para la edad 11.

F						
Edad	media	desvío	mínimo	máximo	linf (95)	lsup (95)
1	0,030	0,012	0,008	0,081	0,011	0,053
2	0,121	0,044	0,020	0,257	0,049	0,202
3	0,170	0,059	0,023	0,418	0,066	0,299
4	0,358	0,317	0,029	1,497	0,061	1,284
5	0,355	0,295	0,037	1,478	0,084	1,249
6	0,860	0,360	0,063	1,499	0,222	1,441
7	1,174	0,253	0,140	1,500	0,567	1,493
8	0,501	0,384	0,019	1,499	0,071	1,258
9	0,966	0,364	0,091	1,500	0,293	1,471
10	0,927	0,384	0,062	1,491	0,178	1,469
11	0,862	0,406	0,021	1,497	0,185	1,463

M						
Edad	media	desvío	mínimo	máximo	linf (95)	lsup (95)
1	0,535	0,253	0,201	0,996	0,203	0,958
2	0,550	0,238	0,200	0,999	0,211	0,988
3	0,470	0,228	0,201	0,998	0,214	0,939
4	0,499	0,204	0,200	0,994	0,219	0,867
5	0,442	0,186	0,201	0,996	0,215	0,862
6	0,441	0,194	0,200	0,994	0,217	0,868
7	0,605	0,235	0,200	1,000	0,232	0,967
8	0,542	0,209	0,200	0,997	0,223	0,941
9	0,620	0,181	0,203	0,993	0,260	0,920
10	0,620	0,207	0,201	0,998	0,239	0,963
11	0,508	0,204	0,201	0,998	0,205	0,920

3.1.- Estimación de la abundancia y de la mortalidad por pesca por edad

El ajuste de los valores estimados a los observados en cada índice considerado en el ACM resultó satisfactorio considerando que se trata de una tendencia estimada media (Figura 3). En el ajuste del Índice 1 se utilizaron las varianzas estimadas para incorporar la incertidumbre en la

² RODRÍGUEZ, J. & AUBONE, A. 2011. Programa PyR v2011. Gabinete de Biomatemática, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. E-mail: julieta@inidep.edu.ar.

estimación de dicho índice (error de observación). Los valores observados más alejados de la tendencia corresponden a años en los cuales las varianzas fueron muy elevadas.

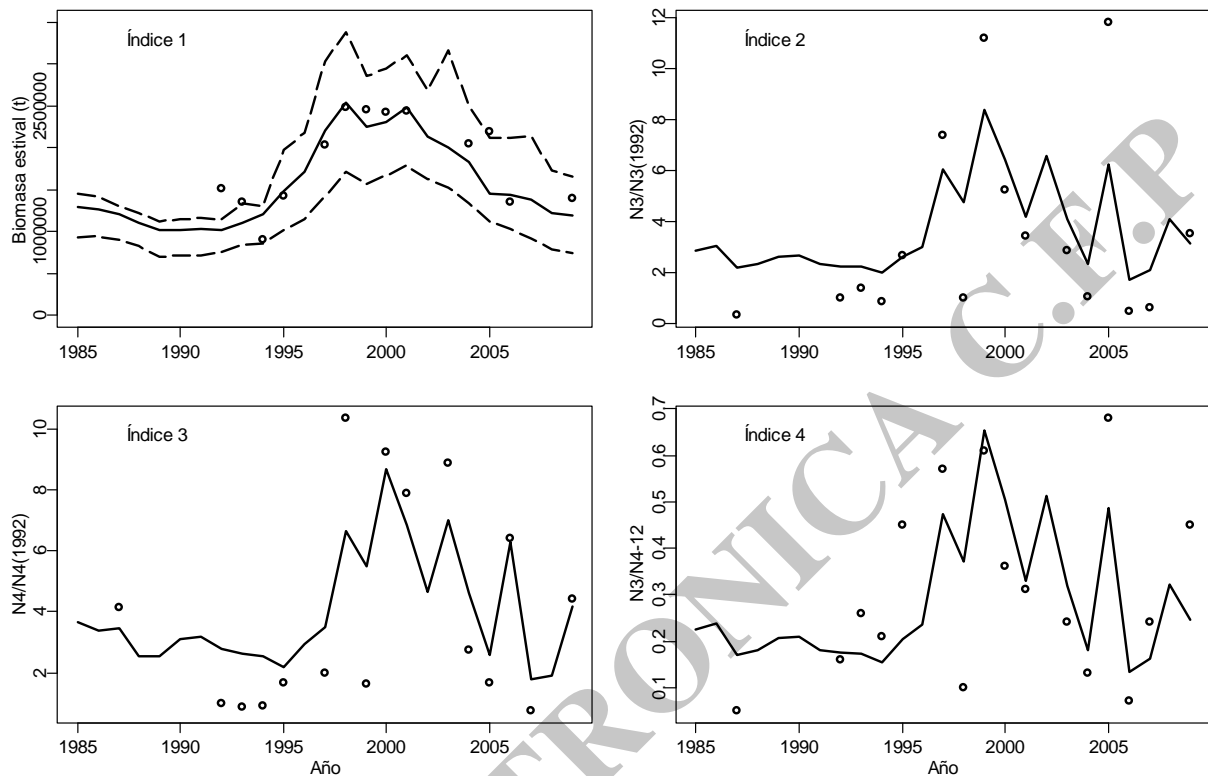


Figura 3. Ajuste de los índices de abundancia: **Índice 1**: abundancia estimada durante las campañas de investigación, **Índice 2**: proporción anual relativa de la edad 3 respecto del año 1992, **Índice 3**: proporción relativa anual de la edad 4 respecto del año 1992, **Índice 4**: proporción de la edad 3 en las campañas de investigación. Los símbolos representan los valores observados y la línea continua a los estimados.

De acuerdo con los resultados obtenidos, los valores de la biomasa total media B al inicio del período (1985-1994) se mantuvieron estables y cercanos al millón de toneladas. Luego, durante los diez años siguientes, los valores medios aumentaron, alcanzando niveles cercanos al doble de los iniciales. A partir del año 2002, se manifestó una tendencia declinante, más lenta desde el año 2004, hasta llegar a los niveles actuales, algo menores a los estimados en el comienzo del período de diagnóstico (Figura 4).

La biomasa total media estimada B a comienzos del año 2011 fue de 896 mil toneladas, con un intervalo de confiabilidad amplio, asociado a la menor cantidad de información con la que se contó durante los últimos años.

En cuanto a la biomasa reproductiva, el valor medio estimado fue de 455 mil t y la tendencia observada similar a la de la biomasa (Figura 4). El modelo aplicado estimó un aumento de la BR desfasado respecto de la B , debido a la incorporación al efectivo adulto de la gran cantidad de reclutas incorporados en la segunda mitad del período.

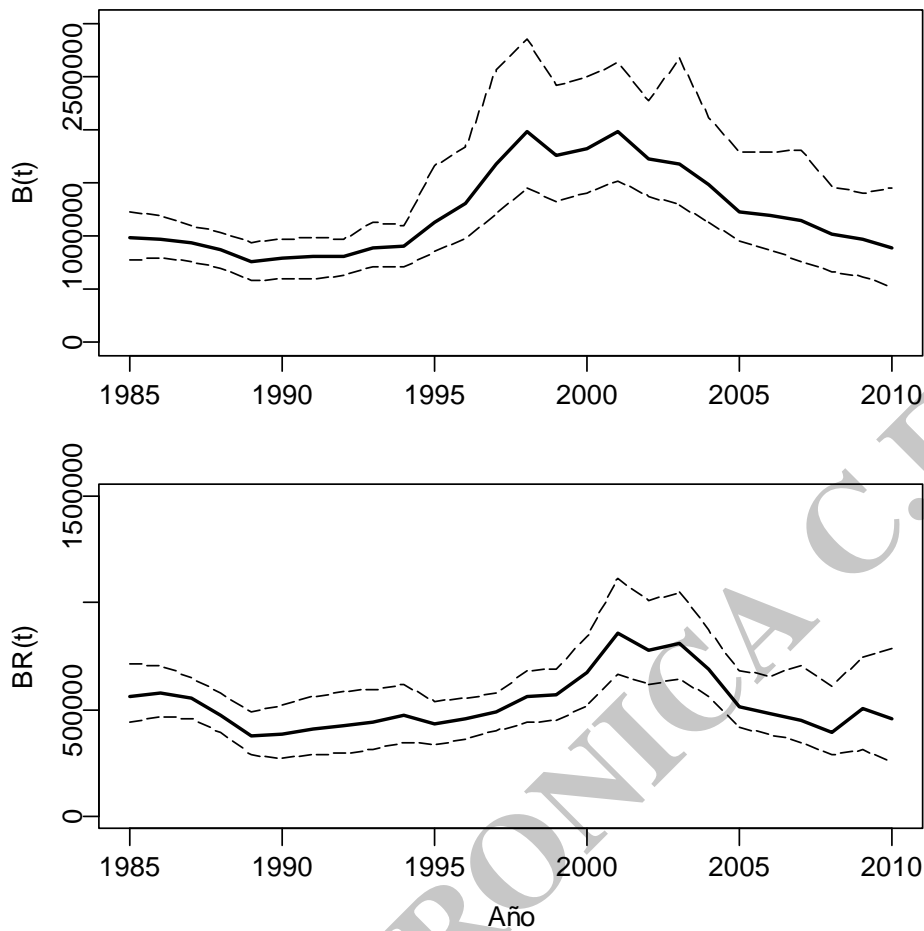


Figura 4. Estimaciones de las biomazas total (B) y desovante (BR) de la población de merluza de cola del Atlántico Sudoccidental, resultantes del ACM e intervalos de confiabilidad correspondientes, obtenidos a partir de la aproximación bayesiana.

La tendencia general de la biomasa total media fue similar a las obtenidas durante las últimas evaluaciones de abundancia (Giussi & Wöhler, 2005; 2006; 2007; 2009; 2010; Giussi *et al.*, 2008), encontrándose las mismas comprendidas en el intervalo de confiabilidad estimado en este trabajo (Figura 5).

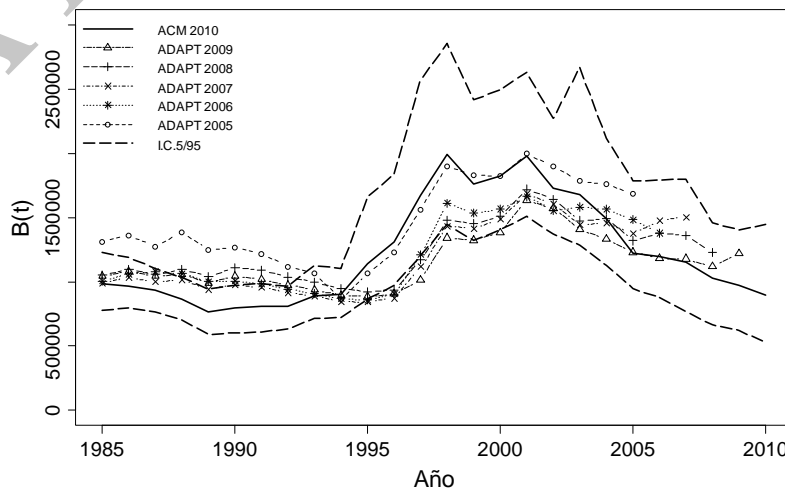


Figura 5. Evolución de la biomasa de acuerdo con los resultados de los análisis realizados en años anteriores.

La variabilidad en los reclutamientos resultante del modelo fue similar a las tendencias observadas en evaluaciones previas (Wöhler & Giussi, 2004; Giussi & Wöhler, 2005, 2006, 2007, 2009, 2010; Giussi *et al.*, 2008). La incorporación de reclutas a la población evidenció varios periodos (Figura 6). El primero, que se extendió hasta 1992, fue relativamente estable, seguido por una notoria variabilidad entre los años 1995 y 2007. En éste se manifestaron claramente las clases anuales de 1993 (edad 1 en el año 1995), 1995 (edad 1 en 1997), 1996 (edad 1 en 1998), 1998 (edad 1 en 2000), 2001 (edad 1 en 2003) y la de 2005 (edad 1 en 2007).

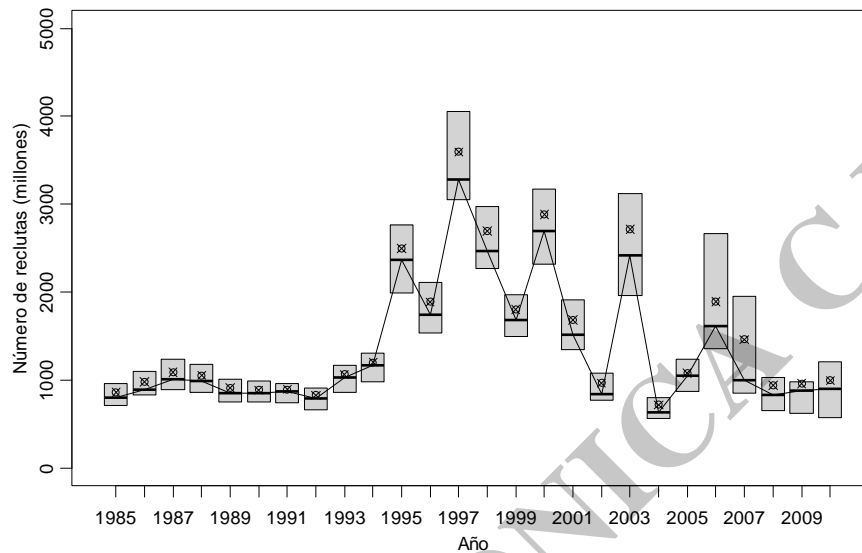


Figura 6. Estimaciones de las medianas (líneas) del número de reclutas a la edad de 1 año, intervalo de confiabilidad del 95% (cajas) y valores medios (símbolos).

En general, a partir de la estructura poblacional media estimada (Figura 7), pudieron identificarse las cohortes más relevantes, las cuales están ausentes durante los últimos años. La última de aquellas, correspondiente al año 2005 favoreció el aumento de la abundancia y las capturas comerciales, ya ha desaparecido casi por completo de la pesquería.

N individuos por edad

Año

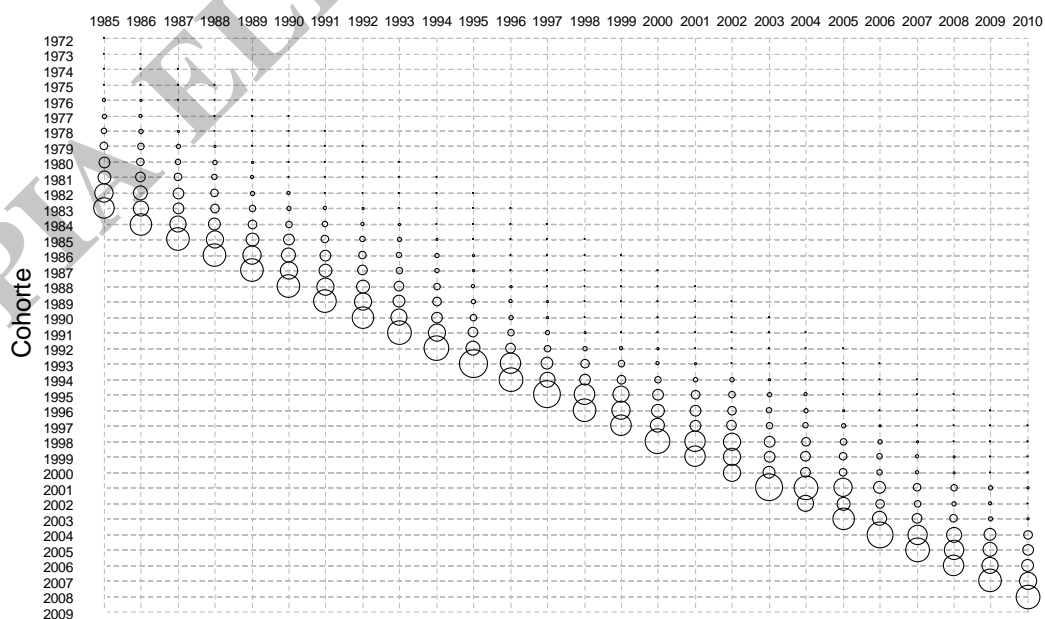


Figura 7. Porcentaje de individuos por edad en la población, horizontalmente se identifican las cohortes.



No se observó una clara relación entre el tamaño medio del efectivo reproductor y el número de reclutas. Biomazas reproductivas de 450 a 600 mil toneladas originaron los mayores aportes de reclutas, aunque un aumento de tamaño del efectivo reproductor no produciría consecuentemente un aumento proporcional de los reclutamientos (Figura 8). Por lo tanto, la variación de la abundancia de reproductores podría tener tanto efectos favorables como desfavorables en el número de reclutas. El enfoque bayesiano permite obtener un conjunto de pares de estimaciones de biomazas reproductivas y reclutamientos, correspondientes a sus respectivas distribuciones estimadas. En este análisis sólo se tuvieron en cuenta los valores medios por año a los efectos de simplificar la posible relación existente.

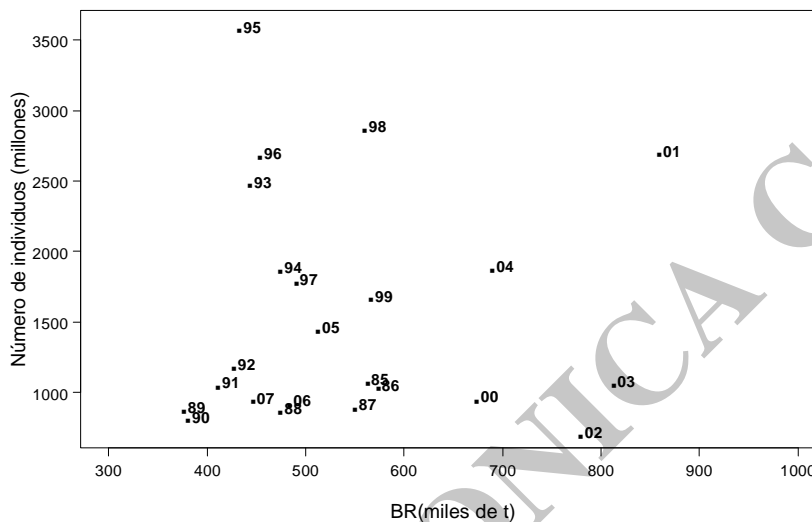


Figura 8. Relación entre el tamaño del efectivo reproductor y el número de reclutas a la edad de 1 año. El año indicado en cada punto corresponde a la clase anual o cohorte.

3.2.- Proyecciones del estado poblacional y análisis de riesgo biológico

Estimación de BR_{lim}

El reclutamiento medio obtenido de promediar los correspondientes a los años en los cuales no se produjeron reclutamientos medios extremos (años excluidos: 1995, 1997, 1998, 2000 y 2003), resultó en 1.281×10^6 individuos. La biomasa reproductiva mínima que produciría un reclutamiento mínimo próximo al valor estimado fue $BR_{lim} = 450.000$ t. La probabilidad de que este valor ocurra fue mayor a 0,4, asociado a un valor medio de $N_{1,*} = 1.226 \times 10^6$ de individuos (Tabla 6).

Tabla 7. Estimación de la Biomasa Reproductiva Límite.

$N_{1,*}$	BR_{lim} (en t)	$Pr(N_1 > N_{1,*} / BR > BR_{lim})$
506706763	452688	0,967
746622067	452688	0,802
986537370	452688	0,584
1226452674	452688	0,423
1466367977	452688	0,305
506706763	495014	0,954
746622067	495014	0,799
986537370	495014	0,581
1226452674	495014	0,425
1466367977	495014	0,330

Estimación del límite de aporte de individuos de edad 1 a la población $\omega_{1,*}$

A partir de los vectores de estado estimados para el año 1997 se procedió a encontrar $\omega_{1,*} : Pr(\omega_{1,1997} > \omega_{1,*}) = 0,1$, obteniendo el valor $\omega_{1,*} = 0,66913$.

3.3- Análisis de riesgo

Estrategia de tasas instantáneas de mortalidad por pesca constantes

Las Tablas 8, 9 y 10 y la Figura 9 indican los riesgos asociados a la estrategia de tasas instantáneas de mortalidad por pesca constante en el período de proyección, y en la Tabla 11 las correspondientes tendencias de las capturas. En el caso del Riesgo 1 puede observarse que si se mantuviera el mismo vector de tasas instantáneas de mortalidad por pesca por edad correspondiente al año 2010 ($\lambda = 1$) en el período de proyección, la BR sería menor que la BR_{lim} , con mucha certeza. Sin embargo cualquier otra alternativa de disminuir o aumentar el esfuerzo (dado en la proporción λ) no contribuiría notablemente a mejorar dichos riesgos.

Se debe tener en cuenta que una disminución o aumento del esfuerzo pesquero, asimilable a un factor λ muy diferente del valor 1, podría producir un cambio en el patrón de explotación, con consecuencias inciertas.

Tabla 8. Probabilidades estimadas de que la biomasa reproductiva del último año sea menor a la biomasa reproductiva límite $R_{1,t} = \Pr(BR_t < BR_{lim})$, bajo distintos factores λ .

λ	2011	2012	2013	2014	2015
0,5	0,914	0,8719	0,7676	0,6142	0,5346
0,6	0,9141	0,8882	0,8142	0,6675	0,5861
0,7	0,915	0,9376	0,8464	0,7005	0,6263
0,8	0,915	0,9498	0,8793	0,7441	0,6777
0,9	0,915	0,9564	0,8966	0,7735	0,7139
1	0,915	0,9616	0,9188	0,8013	0,7522
1,1	0,915	0,9671	0,9307	0,8229	0,784
1,2	0,9174	0,9722	0,9442	0,8489	0,8101
1,3	0,9701	0,9758	0,9516	0,8656	0,8262
1,4	0,9702	0,979	0,9579	0,8779	0,8504
1,5	0,9703	0,9794	0,9632	0,8954	0,8735

El Riesgo 2, que plantea una disminución del efectivo reproductor respecto del estimado del año anterior, fue grande en el primer año de la proyección, reduciéndose en los años subsiguientes. Esto podría significar tanto una disminución en el decrecimiento como una recuperación del efectivo, posible de identificar en los próximos años.

En cuanto al Riesgo 3, no existe peligro de que la estructura poblacional sea sensiblemente alterada con cualquiera de los factores λ (Tabla10).

Al estimar los valores del Riesgo 4, se observó que los mismos estaban muy próximos a 1 en todo el período de proyección, por tanto se consideró innecesaria la incorporación de la tabla correspondiente.

Tabla 9. Probabilidades estimadas de que la biomasa reproductiva del último año sea menor al 90% de la correspondiente al año anterior $R_{2,t} = \Pr(BR_{t+1} < 0,9 BR_t)$, bajo distintos factores λ .

λ	2011	2012	2013	2014	2015
0,5	0,8736	0,012	0,1153	0,0963	0,1478
0,6	0,8763	0,0209	0,1574	0,1118	0,1653
0,7	0,8765	0,0434	0,193	0,125	0,1895
0,8	0,8765	0,0879	0,2355	0,135	0,1948
0,9	0,8774	0,1399	0,2675	0,1457	0,2049
1	0,8859	0,204	0,2915	0,1562	0,219
1,1	0,9064	0,3351	0,3188	0,1715	0,2341
1,2	0,9071	0,4259	0,348	0,1762	0,2448
1,3	0,9071	0,499	0,3692	0,1803	0,2477
1,4	0,9532	0,573	0,3931	0,1841	0,2591
1,5	0,9571	0,6211	0,4155	0,2003	0,283



Tabla 10. Probabilidades de que la estructura poblacional esté desbalanceada respecto de una estructura patrón $R_{3,t} = \Pr(\omega_{1,t} > \omega_{1,*})$ bajo distintos factores λ .

λ	2011	2012	2013	2014	2015
0,5	0,1929	0,124	0,083	0,0914	0,0911
0,6	0,191	0,1246	0,0877	0,0955	0,0931
0,7	0,1933	0,1291	0,0911	0,0925	0,0875
0,8	0,187	0,138	0,0947	0,1028	0,0931
0,9	0,1889	0,1438	0,101	0,1063	0,0891
1	0,1892	0,1469	0,1026	0,102	0,0952
1,1	0,193	0,1392	0,1035	0,1125	0,1008
1,2	0,1874	0,1483	0,1064	0,1101	0,0954
1,3	0,1853	0,1519	0,1155	0,1051	0,0949
1,4	0,197	0,154	0,12	0,102	0,0961
1,5	0,1952	0,1514	0,1185	0,1035	0,0904

Tabla 11. Capturas medias (toneladas) estimadas para el período 2011-2015.

λ	2011	2012	2013	2014	2015
0,5	68.280,78	91.223,144	96.957,532	105.002,264	115.173,82
0,6	80.330,54	104.464,349	109.441,198	117.502,754	127.940,022
0,7	91.966,18	116.891,961	121.033,399	129.464,941	139.571,181
0,8	103.072,59	127.455,51	130.128,859	138.059,173	147.352,92
0,9	113.882,10	137.884,594	139.276,987	147.418,396	156.182,444
1	124.255,13	147.018,607	147.461,296	155.472,403	162.287,699
1,1	134.429,52	156.058,885	154.485,162	161.578,706	169.578,816
1,2	144.069,45	163.430,407	160.691,111	167.389,256	173.760,485
1,3	153.552,193	171.135,785	167.298,665	173.303,149	177.745,824
1,4	162.901,613	178.799,618	173.721,688	180.282,993	183.341,105
1,5	171.837,73	185.078,75	177.859,409	182.818,307	185.280,328

Para establecer los límites de CMBA se utilizaron los valores correspondientes a los percentiles 5 y 95 de la distribución proyectada de capturas del año 2011 y al factor λ : 0,8. Los mismos fueron 82 mil t y 140 mil t, aproximadamente.

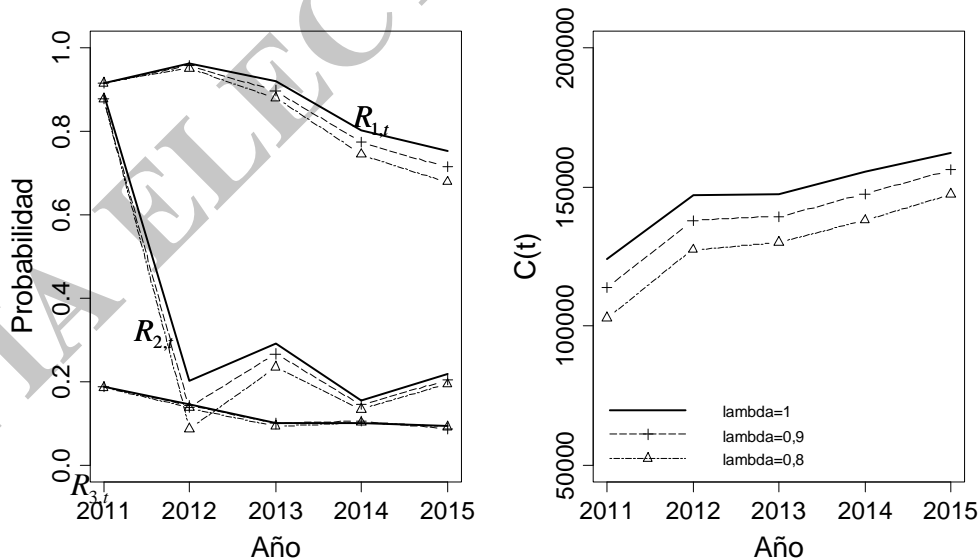


Figura 9. Probabilidades estimadas en los distintos riesgos y capturas medias asociadas en el período de proyección.

Se realizaron las estimaciones de las B y BR y los reclutamientos considerando los factores $\lambda=0,8$; $\lambda=0,9$ y $\lambda=1,0$, además de las capturas en el corto plazo (cinco años). Los valores medios, que evidenciaron cierta estabilidad y amplios intervalos de confiabilidad (Figura 10), se ubicaron en un millón de toneladas para la abundancia total y cercanos al límite aceptable la fracción reproductiva.

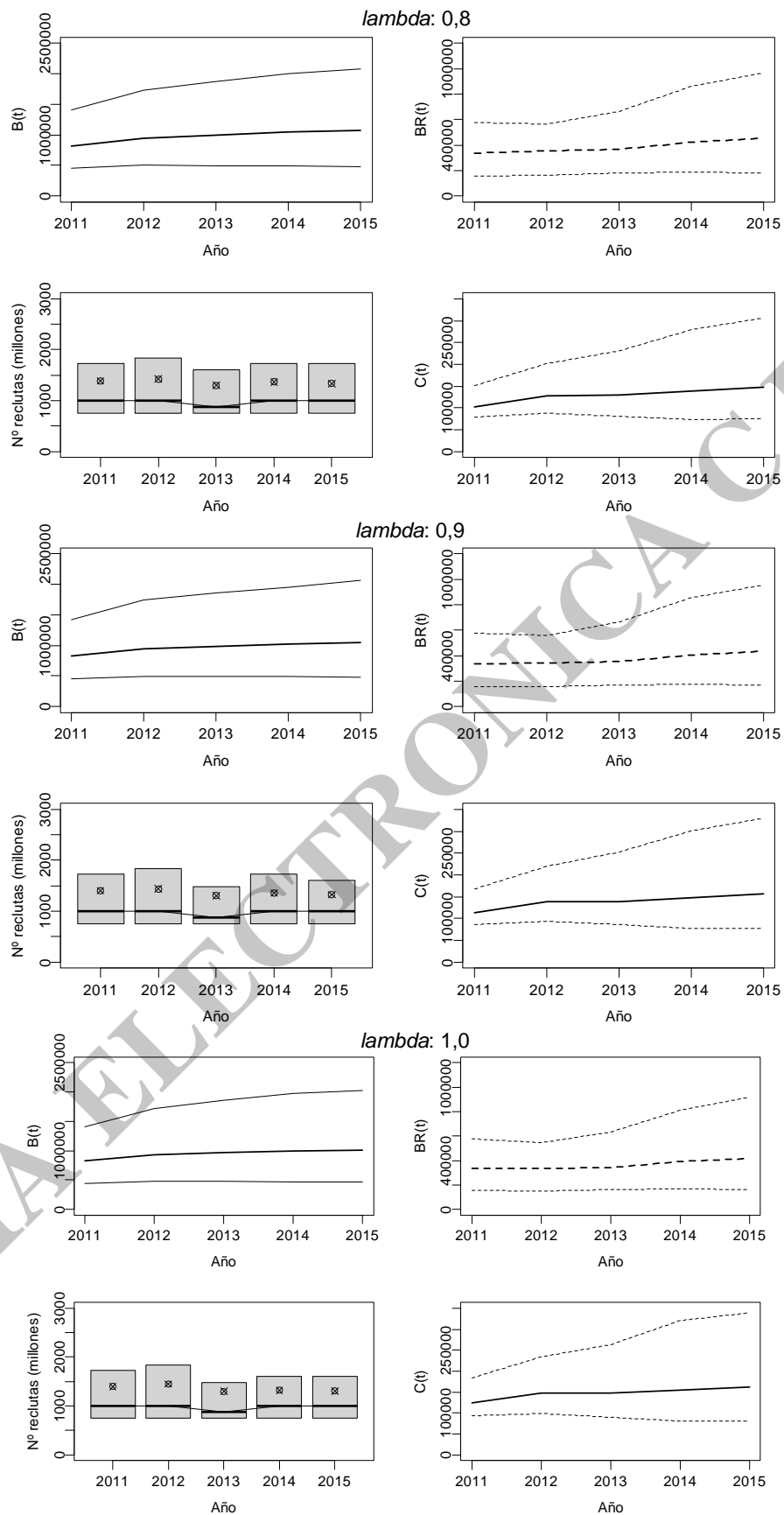


Figura 10. Proyección de B , BR reclutamiento y de las capturas en el mediano plazo considerando distintos λ .



4.- CONSIDERACIONES FINALES

La modelización de la dinámica de los recursos pesqueros trae aparejada incertidumbre tanto en la estructura misma del modelo como en los datos básicos utilizados y más específicamente en la propia dinámica de la merluza de cola. El ACM, con enfoque bayesiano en la estimación de los parámetros, representa una herramienta adecuada para realizar el diagnóstico del estado de explotación de la merluza de cola del Atlántico sudoccidental.

Los grandes reclutamientos ocurridos hacia la mitad del período analizado, han tenido poca influencia en la tendencia general de la abundancia, puesto que los niveles de los primeros y últimos años fueron similares y el incremento de la biomasa de algunos años no produjo cambios favorables que se mantuvieran hasta el final del período analizado. Dadas las características relacionadas con el comportamiento oportunista de la especie, es probable que condiciones ambientales propicias favorecieran el consiguiente incremento de la biomasa, volviendo luego el sistema a su estado inicial. La mayoría de las cohortes originadas en ese período han desaparecido de la población casi por completo.

Como se observara, los parámetros del modelo de evaluación empleado para la merluza de cola fueron ajustados con índices de abundancia provenientes de campañas de investigación. Las continuas interrupciones en la realización de las mismas y, por ende, en la obtención de los índices de abundancia correspondientes podrían sesgar los resultados de la evaluación de la abundancia. El supuesto de un reclutamiento en 2008, 2009 y 2010 limitado a variar entre los valores mínimo y máximo estimados de los años anteriores (2004-2007), podría ser optimista, en el caso de una real disminución del reclutamiento en estos últimos años, acorde con la tendencia que se venía observando.

En base a los resultados obtenidos que muestran la tendencia media decreciente de biomasa reproductiva, y a la probabilidad de que el valor actual sea menor que el límite propuesto, sería conveniente propender a un incremento de biomasa reproductiva a niveles cercanos a las 495.000 t en el mediano plazo. Esto se vería favorecido por la equilibrada estructura de edades poblacional.

Por tales razones, y atendiendo a la incertidumbre en la estimación del estado poblacional del último año, la Captura Máxima Biológicamente Aceptable para el año 2011 se ha estimado entre 82 mil t y 140 mil t.

5.- BIBLIOGRAFIA

- ABACHIAN, V. & GIUSSI, A.R. 2007. Parámetros poblacionales de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Año 2007. Informe Interno INIDEP N° 66/07, 9 pp.
- ABACHIAN, V. & GIUSSI, A.R. 2009. Parámetros poblacionales de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental, Año 2009. Informe de Investigación INIDEP N° 88/09, 8 pp,
- AUBONE, A. 2010. Modelos discretos de dinámica de poblaciones biológicas explotadas. En: *Lecturas en Biomatemática* Vol. 1, Editorial Martín, Mar del Plata (Nov. 2010), 305 pp.
- AUBONE, A., 2004a. Threshold for sustainable exploitation of an age structured fishery stock. *Ecological Modelling* 173 1: 95-107.
- AUBONE, A., 2004b. Loss of stability owing to a stable age structure skewed toward juveniles. *Ecological Modelling* 175: 55-64
- BELLISIO, N. & LOPEZ, R. 1973. Prospección pesquera del Mar Argentino. I. Merluza de cola, *Macruronus magellanicus* Lönnberg. *Monografías. Rec. Pesqs., Buenos Aires, Serv. Nac. Pesca, Minist. Agric. Ganad.*, 1, 48 pp.
- CORDO, H.D. 1987. Informe de la campaña de investigación "OB/01/87". Biblioteca INIDEP, Mar del Plata, Argentina. (No publ.).
- FAO. 1995a. Fishstat-PC. An analytical tool for global catch time series 1970-1993.



- FAO. 1995b. Precautionary approach to fisheries. Part 1: guidelines on the precautionary approach to capture fisheries and species introductions. *FAO Fisheries Technical Paper*, No. 350, Part 1. Rome, FAO. 52 pp.
- GIUSSI, A.R. 2004. Parámetros poblacionales de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Año 2003. Informe Interno INIDEP N° 38/04, 8 pp.
- GIUSSI, A.R. & ABACHIÁN, V. 2004. Parámetros poblacionales de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Año 2004. Informe Interno INIDEP N° 111/04, 8 pp.
- GIUSSI, A.R. & ABACHIAN, V. 2005. Parámetros poblacionales de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Año 2005. Informe Interno INIDEP N° 78/05, 9 pp.
- GIUSSI, A.R. & ABACHIÁN, V. 2006. Parámetros poblacionales de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Año 2006. Informe Interno INIDEP N° 46/06, 9 pp.
- GIUSSI, A.R. & WÖHLER, O.C. 2001. Estimación de la edad y la longitud de primera madurez de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*). Período 1995-2001. Inf. Téc. Int. INIDEP 72/01, 6 pp.
- GIUSSI, A.R. & WÖHLER, O.C. 2005. Evaluación de la abundancia de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Período 1985 - 2004. Informe Interno INIDEP N° 29/05, 25 pp.
- GIUSSI, A.R. & WÖHLER, O.C. 2006. Evaluación de la abundancia de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Período 1985 - 2005. Informe Interno INIDEP N° 23/06, 22 pp.
- GIUSSI, A.R. & WÖHLER, O.C. 2007. Evaluación de la abundancia de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Período 1985 - 2006. Informe Interno INIDEP N° 28/07, 23 pp.
- GIUSSI, A.R. & WÖHLER, O.C. 2009. Evaluación de la abundancia de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Período 1985 - 2008. Informe Interno INIDEP N° 37/09, 23 pp.
- GIUSSI, A.R. & WÖHLER, O.C. 2010. Evaluación de la abundancia de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) en el Atlántico Sudoccidental. Período 1985 y 2009. Informe Técnico Oficial INIDEP N° 25/09, 26 pp.
- GIUSSI, A.R.; MARI, N.R. & SANCHEZ, F. 2002a. Estimación de la biomasa y composición por longitudes de la merluza de cola a partir de campañas estivales. Período 1992 a 2002. Informe Interno INIDEP N° 18/02, 12 pp.
- GIUSSI, A.R.; HANSEN, J.E & WÖHLER, O.C. 2002b. Estimated total abundance and numbers-at-age of longtail hake (*Macruronus magellanicus*) in the Southwest Atlantic during the years 1987–2000. Contribution INIDEP 1137. *Scientia Marina*, 66(3): 283-291.
- GIUSSI, A.R.; WÖHLER, O.C. & ABACHIAN, V.E. 2008. Evaluación de la abundancia de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Período 1985 - 2007. Informe Interno INIDEP N° 58/08, 23 pp.
- GORINI, F.L. & GIUSSI, A.R. 2009. Estadística pesquera de peces demersales australes en el Atlántico Sudoccidental (Período 1995-2008). Inf. Téc. Oficial INIDEP N° 54/09, 94 pp.
- GORINI, F.L., DI MARCO, E.J. & WÖHLER, O.C. 2003. Estadística pesquera de peces demersales australes en el Atlántico Sudoccidental (Período 1980-2002). Inf. Téc. Int. INIDEP 108/03, 86 pp.
- GORINI, F.L., GIUSSI, A.R. & WÖHLER, O.C. 2006. Estadística pesquera de peces demersales australes en el Atlántico Sudoccidental (Período 1980-2004). Inf. Téc. Int. INIDEP 12/06, 94 pp.
- GORINI, F.L., GIUSSI, A.R. & WÖHLER, O.C. 2007. Estadística pesquera de peces demersales australes en el Atlántico Sudoccidental (Período 1995-2006). Inf. Téc. Int. INIDEP 50/07, 94 pp.
- GORINI, F.L., GIUSSI, A.R. & WÖHLER, O.C. 2011. Actualización de la estadística pesquera de peces demersales australes en el Atlántico Sudoccidental (Período 1998-2010). Inf. Téc. Of. INIDEP /11, 74 pp.
- GORINI, F.L.; GIUSSI, A.R. & WÖHLER, O.C. 2010. Actualización de la estadística pesquera de peces demersales australes en el Atlántico Sudoccidental (Período 1995-2009). Inf. Téc. Of. INIDEP N° 35/10, 91 pp.



- HERNÁNDEZ, D. R. 2007. Introducción al Análisis Bayesiano. Mar del Plata: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero INIDEP, 45 pp.
- HERNÁNDEZ, D. R. & PERROTA, R. G. 2008. Modificación del análisis de cohortes de Pope para extender su aplicación a un rango más amplio de valores de mortalidad natural y mortalidad por pesca. *Rev. Inv. Des. Pesq.* N°19:23-36.
- MARI, N.R. & GIUSSI, A.R. Estimación de la captura total de merluza de cola a partir del análisis de la información derivada del programa observadores. *Inf.Téc.Oficial INIDEP* N° /11. En etapa de corrección.
- OTERO, H.O.; BEZZI, S.I.; PERROTTA, R.G.; PEREZ COMAS, J.A.; SIMONAZZI, M.A. & RENZI, M.A. 1981. Los recursos pesqueros demersales del Mar Argentino. Parte III: Distribución, estructura de la población, biomasa y rendimiento potencial de la polaca, el bacalao austral, la merluza de cola y del calamar. En: Campañas de investigación pesquera realizadas en el Mar Argentino por los B/I "Shinkai Maru" y "Walther Herwig" y el B/P "Marburg". Años 1978 y 1979. Resultados de la parte argentina. Angelescu, V. (Ed.). *Contrib. INIDEP*, Mar del Plata, Argentina, 383: 28 - 41.
- OTERO, H.O.; BEZZI, S.I.; RENZI, M.A. & VERAZAY, G.A. 1982. Atlas de los recursos pesqueros demersales del Mar Argentino. *Contrib. INIDEP*, Mar del Plata, Argentina, 423, 248 pp.
- PRENSKI, L.B.; EHRHARDT, N.M. & LEGAULT, C. 1997. Evaluación del estado de explotación de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) en la plataforma sudpatagónica Argentina. *Rev. Invest. y Des. Pesq.*, 11: 5-17.
- RODRÍGUEZ, J. 2011. Programa ACMBAYES v2011. Informe de Asesoramiento y Transferencia, /11. En etapa de aprobación.
- SANCHEZ, M.F. 2001. Estimación de la captura total de merluza de cola obtenida por la flota argentina durante 2000 a partir de la información derivada del Programa Observadores. Informe Interno INIDEP N° 111/01, 10 pp.
- SANCHEZ, M.F. 2004. Estimación de la captura total de merluza de cola obtenida por la flota argentina durante 2003 a partir de la información derivada del Programa Observadores. Informe Interno INIDEP N° 37/04, 8 pp.
- SANCHEZ, M.F. 2005. Estimación de la captura total de merluza de cola obtenida por la flota argentina durante 2004 a partir de la información derivada del Programa Observadores. Informe Interno INIDEP N° 73/05, 7 pp.
- SANCHEZ, M.F. 2006. Estimación de la captura total de merluza de cola durante 2005, obtenida por la flota argentina a partir de la información derivada del Programa Observadores. Informe Interno INIDEP (en corrección).
- SANCHEZ, M.F. & GIUSSI, A.R. 2007. Estimación de la captura total de merluza de cola obtenida por la flota argentina en el año 2006 a partir del análisis de la información derivada del Programa Observadores. *Inf. Téc. Int. INIDEP* 57/07, 9 pp.
- SANCHEZ, M.F. & GIUSSI, A.R. 2008. Estimación de la captura total de merluza de cola obtenida por la flota argentina en el año 2007 a partir del análisis de la información derivada del Programa Observadores. Informe Técnico INIDEP N° 64/08, 10 pp.
- SANCHEZ, M.F. & GIUSSI, A.R. 2009. Estimación de la captura total de merluza de cola a partir del análisis de la información derivada de la Estadística Pesquera y del Sub Programa Observadores. Informe Técnico Oficial INIDEP N° 50/09, 14 pp.
- SANCHEZ, M.F. & GIUSSI, A.R. 2011. Estimación de la captura total de merluza de cola a partir del análisis de la información derivada del programa observadores. Informe Técnico Oficial INIDEP N° 01/11, 12 pp.
- SANCHEZ, M.F. & WÖHLER, O.C. 2001. Estimación de la captura total de merluza de cola obtenida por la flota argentina durante 1998 y 1999 a partir de la información derivada del Programa Observadores. Informe Interno INIDEP N° 24/01, 6 pp.
- WÖHLER, O.C. & GIUSSI, A.R. 2004. Evaluación de la abundancia de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Período 1985 - 2003. Informe Interno INIDEP N° 36/04, 38 pp.
- WÖHLER, O.C. & HANSEN, J.E., 2003. Evaluación de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) en el Atlántico Sudoccidental. Período 1985-2002. Informe Interno INIDEP N° 34/03, 23 pp.



- WÖHLER, O.C.; GIUSSI, A.R. & HANSEN, J.E. 1999a. Análisis secuencial de la población de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) en el Atlántico Sudoccidental. Período 1985 - 1996. *Rev. Invest. Des. Pesq.* 12: 27-43.
- WÖHLER, O.C.; CORDO, H.D.; GIUSSI, A.R. & HANSEN, J.E. 2000. Evaluación de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) en el Atlántico Sudoccidental. Período 1985-1998. Informe Interno INIDEP N° 08/00, 27 pp.
- WÖHLER, O.C., HANSEN, J.E., GIUSSI, A.R. & CORDO, H.D. 2001. Tendencia de la abundancia de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) en el Atlántico Sudoccidental durante el periodo 1985-2000 y recomendaciones de la captura biológicamente aceptable correspondiente al año 2001. Informe Interno INIDEP N° 15/01, 11 pp.
- WÖHLER, O.C., HANSEN, J.E., GIUSSI, A.R. & CORDO, H.D. 2002. Evaluación de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) en el Atlántico Sudoccidental. Período 1985-2001. Informe Interno INIDEP N° 27/02, 23 pp.
- WÖHLER, O.C.; GIUSSI, A.R.; GARCIA DE LA ROSA, S.B.; SANCHEZ, F.; HANSEN, J.E.; CORDO, H.D.; ALVAREZ COLOMBO, G.L.; INCORVAIA, S.; RETA, R. & ABACHIAN, V. 1999b. Resultados de la campaña de evaluación de peces demersales australes efectuada en el verano de 1997. *INIDEP, Informes técnicos*, 24, 60 pp.
- WÖHLER, O.C.; HANSEN, J.E.; CORDO, H.D. & GIUSSI, A.R. 1999c. Evaluación del estado de explotación y recomendaciones de manejo de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Período 1985-1997. Informe Interno INIDEP N° 6/99, 16 pp.