

Evaluación del estado poblacional de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) entre 34° y 39°S mediante un modelo estructurado por edad y recomendaciones de manejo para el año 2024.

Nerina Lagos, Julieta Rodríguez y Claudio Ruarte

Dirección: Pesquerías de Peces

Area: Programa Pesquerías de Peces Demersales Costeros

Citar como:

Lagos N, Rodríguez J, Ruarte C. 2024. Evaluación del estado poblacional de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) entre 34° y 39°S mediante un modelo estructurado por edad y recomendaciones de manejo para el año 2024. Inf Tec Oficial INIDEP N° 019/24, 38 pp.



Evaluación del estado poblacional de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) entre 34° y 39°S mediante un modelo estructurado por edad y recomendaciones de manejo para el año 2024.

Nerina Lagos Julieta Rodríguez y Claudio Ruarte

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. Casilla de Correo 175 - 7600 Mar del Plata – Argentina.
e-mail: nlagos@inidep.edu.ar

Resumen ejecutivo

Se evaluó el estado poblacional de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) en el área del Tratado del Río de la Plata y aguas nacionales adyacentes al norte de 39° S mediante un modelo estructurado por edad. Se presentan los resultados de la evaluación, proyección, análisis de riesgo y Captura Biológicamente Aceptable (CBA), discutidos y acordados en el Grupo de Trabajo de Recursos Costeros (GT-Costero) de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo, así como la Captura Total Permisible (CTP) establecida para el año 2024. Se formulan, además, otras recomendaciones de manejo para la conservación del recurso. Se utilizó información del período 1950-2023 que incluyó los desembarques de Argentina y Uruguay, índices de abundancia estandarizados, estructuras de longitudes y edades, y parámetros biológicos. Se plantearon diversos modelos que presentaron ajustes satisfactorios, con estimaciones de biomasa virgen entre 682.188 y 685.646 t y de biomasa reproductiva virgen (BRV) entre 608.902 y 612.072 t. En 2023, las estimaciones de la abundancia total variaron entre 290.273 y 377.901 t, y las de la biomasa reproductiva (BR) entre 190.845 y 275.096 t, que representaron una reducción de BR al 31% y 45% de la condición virginal. La CBA estimada para el año 2024 varió entre 26.287 t y 39.194 t con un riesgo del 10 % de estar por debajo del Punto Biológico de Referencia Objetivo (PBRO=40%BRV), y entre 43.348 t y 63.663 t para un riesgo del 50% de acuerdo con los modelos planteados. Los resultados indicaron una tendencia de recuperación de la biomasa poblacional. Sin embargo, en el año 2023, el recurso aún se encontraría en un estado de sobrepesca y sobreexplotación. En función de los criterios acordados, el GT-Costero recomendó una CBA de 46.000 t. Mediante la resolución CARP-CTMFM N° 2/23, se fijó, para el año 2024, una CTP de 46.000 t para la corvina rubia en el área del Tratado del Río de la Plata y su frente marítimo. De esta cantidad, se habilitaron 42.000 t para la pesca (21.000 t para cada país), con una reserva administrativa de 4.000 t. Se sugiere: 1) trabajar en alcanzar consensos nacionales para considerar en la CTP la totalidad de las capturas declaradas, es decir, las provenientes del área del Tratado y de aguas adyacentes, 2) limitar el aumento del esfuerzo pesquero en la Bahía Samborombón para evitar la sobrepesca de crecimiento, debido al incremento de la flota artesanal y de pequeña escala que opera sobre juveniles, 3) abordar la problemática de la subdeclaración de desembarques.

Palabras Clave

Corvina rubia (*Micropogonias furnieri*), pesquería costera, Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya, *Stock Synthesis*, Captura Biológicamente Aceptable (CBA).



1. Introducción

La corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) es la especie costera de mayor importancia comercial de Argentina y Uruguay (Carozza 2004). Se distribuye a lo largo de la costa atlántica de América desde Veracruz, México (20°20'N) hasta el Golfo San Matías, Argentina (41°10'S, Cousseau y Perrotta, 2013). Esta amplia distribución se atribuye a su alta plasticidad, ya que se caracteriza por ser euritérmica, eurihalina, eurífaga y capaz de adoptar diferentes estrategias para asegurar el éxito reproductivo (Carozza 2012; Militelli et al. 2013b).

Es una especie longeva y de crecimiento lento, cuyas mayores agregaciones se registran durante los meses de invierno en la Bahía Samborombón (BSB), Río de la Plata (RdP) y áreas costeras (Carozza 2012) que, a su vez, representan la principal área de cría de la especie (Acha et al. 1999; Braverman et al. 2009). La BSB es considerada el área de cría más importante, ya que las larvas y juveniles permanecen en aguas protegidas, con temperaturas favorables para su crecimiento y alta disponibilidad de alimento (Mianzán et al. 2001). La especie presenta ciclos de reclutamientos fuertes asociados con disminuciones del caudal del Río de la Plata, favorecidos por el frente de turbidez que coincide con el frente salino de fondo del RdP, donde larvas y juveniles quedarían retenidos (Acha et al. 2012, Carozza 2012),

La pesca de la corvina rubia tiene lugar en áreas bajo jurisdicción provincial¹, nacional², y binacional³, dado que es un recurso compartido con la República Oriental del Uruguay. Esto implica que las medidas de manejo deben basarse en el consenso entre Argentina y Uruguay en el ámbito de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo (CTMFM) y deberían estar coordinadas con la administración provincial. Esta especie registra los mayores desembarques en el área del RdP y Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya (ZCPAU). Entre 2012 y 2017 se registró un marcado descenso de los desembarques declarados por ambos países, que significó una disminución del 43% en ese periodo. Posteriormente, se observó un incremento de los desembarques, hasta que entre los años 2019 a 2021 se superaron las capturas recomendadas, consideradas biológicamente aceptables.

En Argentina, la pesca comercial costera se basa en la captura de un grupo multiespecífico conocido como variado costero, donde se destaca el volumen desembarcado de *M. furnieri* (Carozza et al. 2001). Esta especie es capturada por diferentes flotas (artesanal, rada o ría, costera y de altura), artes y modalidades de pesca (arrastre de fondo con portones y a la pareja, enmalle, línea). Además, es objeto de la pesca recreacional o deportiva, por lo cual constituye una especie clave en la economía de la flota de pequeño y mediano porte de la provincia de Buenos Aires. La zafra se realiza principalmente en aguas de la BSB, entre junio y octubre, mediante la utilización mayoritaria de redes de arrastre a la pareja o con portones. La mayor parte de estas capturas se desembarcan en el puerto de Mar del Plata y en los puertos de la BSB (Carozza et al. 2004a).

Para describir la dinámica poblacional de esta especie se utilizan modelos globales y estructurados por edad, cuyos resultados son discutidos dentro del Grupo de Trabajo Recursos Costeros (GTRC) de la CTMFM. Desde el año 2014 (Rodríguez y Carozza 2014) los modelos estructurados se desarrollan en la plataforma *Stock Synthesis* (SS) (Maunder and Punt 2013, Methot and Wetzel 2013).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el estado poblacional de corvina rubia en el área del RdP, ZCPAU y aguas nacionales adyacentes al norte de 39° S, mediante la aplicación de un modelo estructurado por edad con información disponible del periodo 1950-2023. Se presentan los resultados de la evaluación, proyección, análisis de riesgo y determinaciones de la CBA discutidos y acordados en la reunión del GTRC (CTMFM, 2023), así como la Captura Total Permissible (CTP) establecida para el año 2024. Además, se formulan recomendaciones a fin del establecimiento de otras medidas de manejo por parte de las autoridades competentes, para la conservación del recurso.



2. Materiales y métodos

Para la implementación de los modelos de evaluación de la población de corvina al norte de los 39°S (Figura 1), se utilizó la información de la especie referida a datos del desembarque e índices de abundancia proveniente de ambos países, la cual fue intercambiada previamente para ser utilizada en la reunión del GTRC.

2.1. Área de estudio

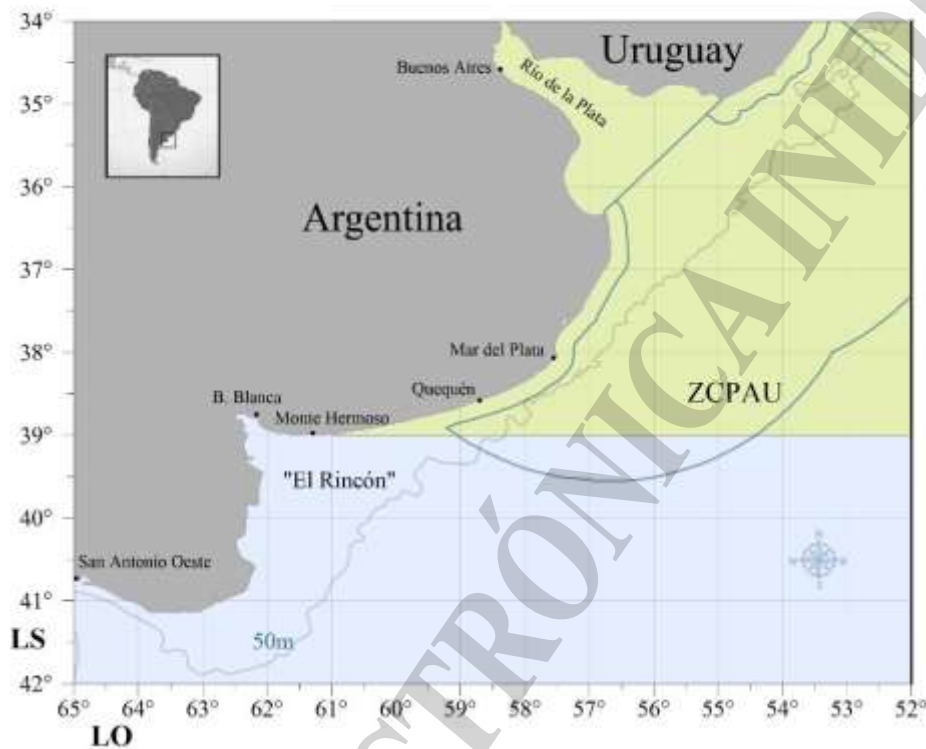


Figura 1. Área del Río de la Plata (RdP), Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya (ZCPAU) y aguas nacionales adyacentes al norte de 39° S.

2.2. Capturas

Serie anual de capturas declaradas por Argentina y Uruguay en el período 1950-2023 en el área del Río de la Plata (RdP), Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya (ZCPAU) y aguas nacionales adyacentes al norte de 39° S (Tabla 1, Figura 2). Para el año 2023 se estimó la captura total anual a partir de la declarada hasta el mes de septiembre y la que se podría registrar hasta el final del año. Para esto, se tomó en cuenta la captura promedio declarada en los meses de octubre a diciembre en el periodo 2015-2022 (valores porcentuales) y se sumó a la captura declarada hasta septiembre de 2023. El valor de desembarque final fue de 27.276 t, lo que equivale a una diferencia del 5% respecto del valor que se estimó por la metodología antes descrita. Debido a que no se dispuso de información oficial del desembarque de la flota uruguaya correspondiente al año 2023, se optó por considerar el mismo valor que el declarado en el año 2022 para completar la serie.



Tabla 1. Datos de captura de corvina declarada por Argentina y Uruguay en el área del Río de la Plata, Zona Común de Pesca y aguas nacionales adyacentes al norte de 39° S durante el período 1950-2023. *Valores estimados según lo detallado en el inciso 2.2.

Año	Argentina	Uruguay	Total	Año	Argentina	Uruguay	Total
1950	4.107	800	4.907	1987	8.448	28.173	36.621
1951	3.743	800	4.543	1988	10.779	25.915	36.694
1952	3.779	800	4.579	1989	5.776	23.993	29.769
1953	2.300	800	3.100	1990	6.238	17.488	23.726
1954	1.359	1.000	2.359	1991	4.448	26.510	30.958
1955	1.136	1.100	2.236	1992	10.710	27.824	38.534
1956	1.935	1.300	3.235	1993	11.729	24.548	36.277
1957	829	1.300	2.129	1994	18.273	27.980	46.253
1958	1.198	600	1.798	1995	28.366	27.718	56.084
1959	1.104	1.000	2.104	1996	22.048	24.617	46.665
1960	1.328	2.000	3.328	1997	27.900	23.626	51.526
1961	1.231	2.000	3.231	1998	12.582	22.254	34.836
1962	1.149	1.300	2.449	1999	7.017	14.377	21.394
1963	1.115	1.500	2.615	2000	4.922	23.549	28.471
1964	1.508	2.200	3.708	2001	5.970	27.322	33.292
1965	1.874	2.700	4.574	2002	5.386	27.705	33.091
1966	1.702	2.800	4.502	2003	12.924	31.947	44.871
1967	4.464	2.400	6.864	2004	13.742	30.453	44.195
1968	3.906	3.000	6.906	2005	21.585	23.453	45.038
1969	4.667	2.800	7.467	2006	25.927	23.008	48.935
1970	4.550	2.400	6.950	2007	25.180	18.047	43.227
1971	3.286	2.900	6.186	2008	21.990	25.424	47.414
1972	2.935	2.800	5.735	2009	25.914	22.417	48.331
1973	3.151	2.800	5.951	2010	24.949	15.108	40.057
1974	2.545	4.000	6.545	2011	24.997	24.982	49.979
1975	3.454	5.594	9.048	2012	37.171	23.059	60.230
1976	4.916	9.434	14.350	2013	44.800	12.256	57.056
1977	3.757	11.921	15.678	2014	38.451	20.059	58.510
1978	4.317	13.980	18.297	2015	30.572	17.536	48.108
1979	4.172	25.828	30.000	2016	31.313	16.644	47.957
1980	6.252	31.623	37.875	2017	19.278	15.188	34.466
1981	12.974	25.913	38.887	2018	23.085	18.476	41.561
1982	15.922	26.930	42.852	2019	29.830	22.755	52.585
1983	17.252	24.843	42.095	2020	30.826	26.474	57.300
1984	5.045	24.246	29.291	2021	29.528	18.929	48.457
1985	3.862	19.324	23.186	2022	22.258	21.316	43.574
1986	10.456	24.393	34.849	*2023	25.831	21.316	47.147

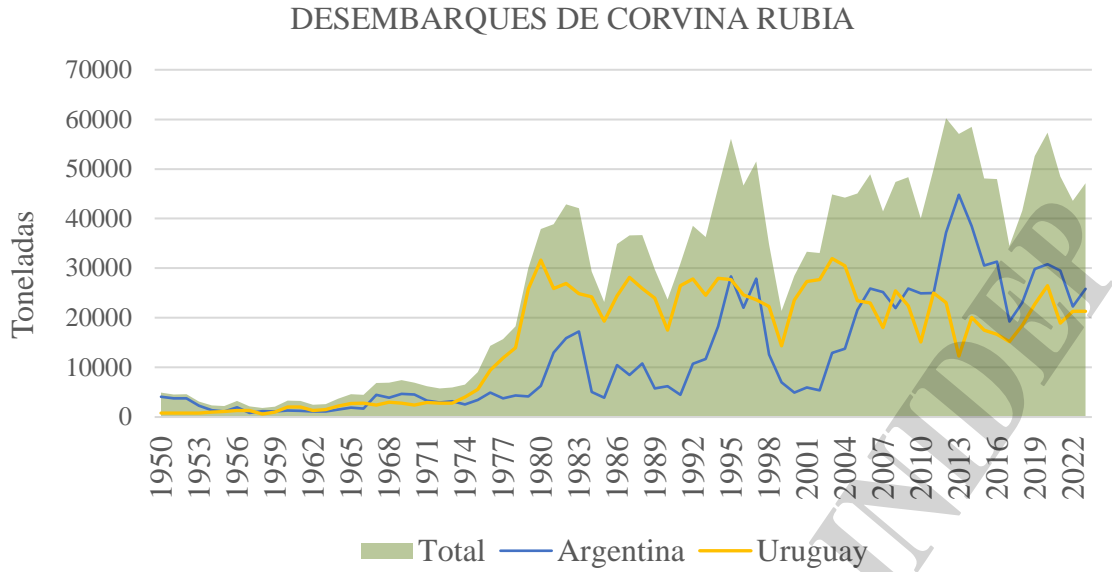


Figura 2. Captura de corvina desembarcada (toneladas) por la flota de Argentina y Uruguay proveniente del área al norte de 39° S en el período 1975-2023*. Para el año 2023 los valores fueron estimados según lo detallado en el inciso 2.2.

2.3. Índices de abundancia

2.3.1. Se utilizaron índices de abundancia relativa provenientes de la pesquería argentina (CPUE A): valores anuales de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) estandarizados de la flota comercial de Mar del Plata que operó a la pareja. Se consideraron los barcos incluidos en los estratos de flota más importantes en la pesquería (Ib: 15 a 18 m de eslora y Ic: 18 a 25 m de eslora) y el esfuerzo (f) expresado en número de emisiones satelitales en actividad de pesca (CPUE Avms) para los años 2009 a 2023, y en días de pesca (CPUE Adías) en el periodo 2002-2008. El proceso de estimación de CPUE Avms se puede ver en García y Martínez Puljak (2023), en cuyo informe se identifica como I4. En la Tabla 2 y Figura 3a se indican los valores correspondientes.

CPUE Avms Ib+Ic (kg/h_{vms}):

$$\ln(\text{CPUE}_{ijkl}) = \mu + \text{Año}_i + \text{Mes}_j + \text{RP}_k + \text{Barco}_l + (\text{Año} * \text{Mes})_{ij} + \epsilon_{ijkl}$$

CPUE Adías (kg/día):

$$\ln(\text{CPUE}_{ijl}) = \mu + \text{Año}_i + \text{Trimestre}_j + \text{Barco}_l + (\text{Año} * \text{Trimestre})_{ij} + \epsilon_{ijl}$$

donde,

Año: Efecto correspondiente a la fecha de arribo a puerto de la embarcación, con 13 niveles en los modelos basados en f=hVMS (2009-2022) o siete niveles en los modelos con f=días (2002-2008).

RP: Efecto espacial correspondiente al rectángulo de pesca de 1° latitud x 1° longitud.

Trimestre o mes: Efecto temporal intra-anual basado en reportes de una marcada estacionalidad en los rendimientos (Carozza et al. 2016). Variable categórica correspondiente al trimestre (cuatro niveles) o mes del año (12 niveles).

Barco: Efecto referido al tipo de embarcación y la operatoria de pesca. Variable categórica correspondiente a los barcos incluidos en el estrato de flota Ib y Ic según criterio de estratificación definido por Carozza et al. (2001).

Interacciones de primer orden: Año*Trimestre, Año*Mes. Utilizadas para evaluar los cambios en el patrón temporal de densidades.

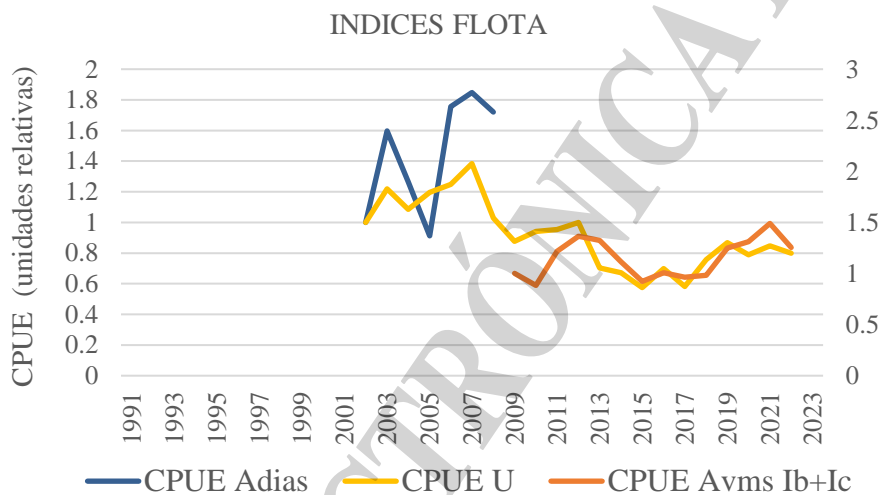


2.3.2. Índice de abundancia proveniente de la pesquería uruguaya (**CPUE U**): valores estandarizados de CPUE anuales de la flota comercial de Uruguay que operó a la pareja durante el periodo 2002-2022, con el esfuerzo expresado en horas de pesca (Tabla 2 y Figura 3a). Las estimaciones fueron presentadas durante la reunión del GTRC (CTMFM, 2023).

2.3.3. Índice de abundancia relativa proveniente de campañas de investigación (**Camp**): densidades medias anuales estandarizadas de primavera (t/mn^2) obtenidas con el BI uruguayo Aldearán y con el BIP argentino Dr. E. Holmberg en el periodo 1991 – 2019 (Tabla 2 y Figura 3b). Las estimaciones pueden verse en Rico et al. (2021).

2.3.4. Índice de abundancia relativa de juveniles de edad 1 proveniente de campañas de investigación (**Índ. Reclutas**): densidades medias anuales estandarizadas (miles de individuos/ mn^2) obtenidas por las embarcaciones menores del INIDEP en el área costera de Bahía Samborombón (Tabla 2 y Figura 3b). Las estimaciones del Índ. Reclutas1 (periodo 2016-2019) pueden verse en Braverman et al. (2020) y las del Índ. Reclutas2 (periodo 2016-2023) en Riestra et al. (2023).

a



b

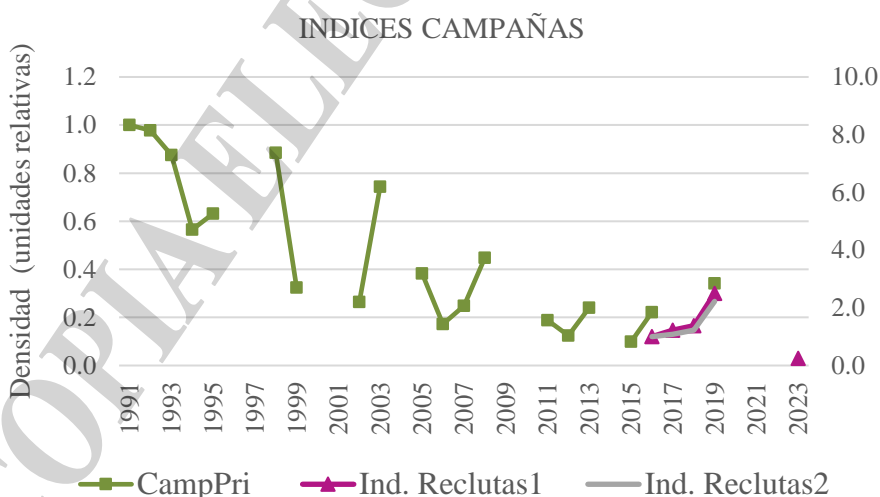


Figura 3. a) Tendencia de los índices de abundancia relativa provenientes de la flota comercial argentina (CPUE Adías y CPUE Avms Ib+Ic) y uruguaya CPUE U; b) tendencia de los índices de abundancia relativa provenientes de los buques de investigación uruguayo y argentino (Camp) y de los buques de investigación argentinos en el periodo 2016-2023 (Índ. Reclutas1) y periodo 2016-2023 (Índ. Reclutas2).



Tabla 2. Serie de índices de abundancia de corvina rubia: **CPUE Adías** (flota argentina, kg/día), **CPUE Avms Ib+Ic** (flota argentina, kg/h_{VMS}); **CPUE U** (flota uruguaya, kg/h); **Camp** (índice de Campañas uruguayas y argentinas de primavera, densidad en t/mn²), **Índ. Reclutas.** (índice de juveniles de edad 1 obtenidos en campañas argentinas en Bahía Samborombón, densidad en miles de individuos/mn²).

Año	CPUE Adías (kg/día)	CPUE Avms Ib+Ic (kg/h _{VMS})	CPUE U (kg/h)	Camp (t/mn ²)	Ind. Reclutas1 (miles Ind./mn ²)	Ind. Reclutas2 (miles Ind./mn ²)
1991				1,38		
1992				1,35		
1993				1,20		
1994				0,78		
1995				0,87		
1996						
1997						
1998				1,22		
1999				0,45		
2000						
2001						
2002	733		388	0,36		
2003	1170		473	1,02		
2004	928		421			
2005	669		464	0,53		
2006	1288		484	0,24		
2007	1354		537	0,34		
2008	1260		399	0,62		
2009		344	340			
2010		304	365			
2011		419	370	0,26		
2012		469	388	0,17		
2013		455	273	0,33		
2014		384	261			
2015		318	223	0,14		
2016		346	271	0,31	55,99	70,16
2017		332	226		68,67	75,97
2018		338	294		77,30	85,75
2019		430	337	0,47	140,14	155,94
2020		451	306			
2021		513	329			
2022		432	310			
2023					13,71	



2.4. Información biológica

2.4.1. Parámetros de crecimiento, parámetros de la relación longitud-peso, estimaciones de longitud y edad de primera madurez (Tabla 3), proporción de hembras maduras por grupo de edad (Tabla 4).

2.4.2. La tasa instantánea de mortalidad natural fue establecida en $M=0,22$, para todo año y edad según estimaciones de Carozza 2012.

Tabla 3. Parámetros biológicos de *M. furnieri*

Información	Valor	Fuente
Parámetros de crecimiento: von Bertalanffy	$L_{\infty}= 52,76; K = 0,22$	D'Atri et al. 2018
Parámetros de la relación longitud- peso	$a = 0,0147; b =2,918$	Salvador et al. 2013
Longitud de primera madurez	$LT_{50}= 32,2$	Militelli et al. 2013a

Tabla 4. Proporción de hembras maduras de corvina rubia por grupo de edad (PM) estimado por Militelli y Macchi (2016).

Edad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PM	0,01	0,13	0,67	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

2.5. Estructuras de longitudes y edades

2.5.1. Composición de longitudes en los desembarques de la flota uruguaya: período 1980 – 1987, y argentina: períodos 1986-1988, 1995-2019, años 2021 y 2022 (Salvador y Monti 2023) y 2023. Para obtener la estructura de longitudes desembarcada por la flota argentina hasta diciembre de 2023, se sumó el número de individuos por clase de longitud ponderado a la captura declarada hasta el mes de septiembre, y el número de individuos promedio por clase de longitud ponderado a la captura declarada entre octubre y diciembre en el periodo 2014-2022. La metodología de ponderación puede verse en Salvador et al. (2013).

2.5.2. Composición de longitudes obtenidas en las campañas de investigación desarrolladas en el BIP Dr. E. Holmberg (1994, 1998, 1999, 2003, 2005, 2013, 2019).

2.5.3. Composición de edades de los desembarques de la flota argentina (1986, 1992, 2004 – 2017).

2.5.4. Composición de edades obtenidas en las campañas de investigación desarrolladas en el BIP Dr. E. Holmberg (1998, 2003, 2005, 2013 y 2019).

Se dispone de información sobre la estructura de longitudes desembarcada desde la década del '80. Los individuos desembarcados por la flota uruguaya en el periodo 1980-1987 presentaron, en su mayoría, longitudes entre 30 y 40 cm. En el caso de la flota argentina, al inicio del periodo, los desembarques estuvieron representados por individuos de mayor tamaño, con longitudes comprendidas entre 30 y 45 cm. Posteriormente, la composición de la estructura desembarcada experimentó una evolución hacia individuos de menor tamaño, con abundancias elevadas de ejemplares de entre 20 y 25 cm. Al final del periodo, en los años 2021 y 2022, nuevamente se observó un aumento de las frecuencias de longitudes mayores, entre 35 y 40 cm de longitud. Finalmente, en el año 2023, se observó una moda principal en ejemplares juveniles de alrededor de 20 cm de longitud, y una moda secundaria en ejemplares adultos de alrededor de 40 cm. Las distribuciones de longitudes de campañas de investigación presentaron gran variabilidad en el período 1994-2019, aunque se identificó el mismo patrón observado en el desembarque, con un aumento de la abundancia de juveniles de alrededor de 20 cm de longitud, hacia el final del período (Figura 4).



En el caso de las estructuras de edades desembarcadas por la flota argentina, al inicio del periodo en el año 1986, se registraron abundancias elevadas de individuos de edad 3 y 4. Sin embargo, a partir del año 2009 comenzaron a observarse abundancias importantes de ejemplares juveniles de 2 años de edad, lo cual se mantuvo hasta el año 2017. En las campañas de investigación se registraron abundancias importantes de edades 1 y 2, excepto en la primera campaña del año 1994 y en la del 2013 en que no se capturaron individuos de edad 1, siendo las edades 2 y 3 las más representativas.

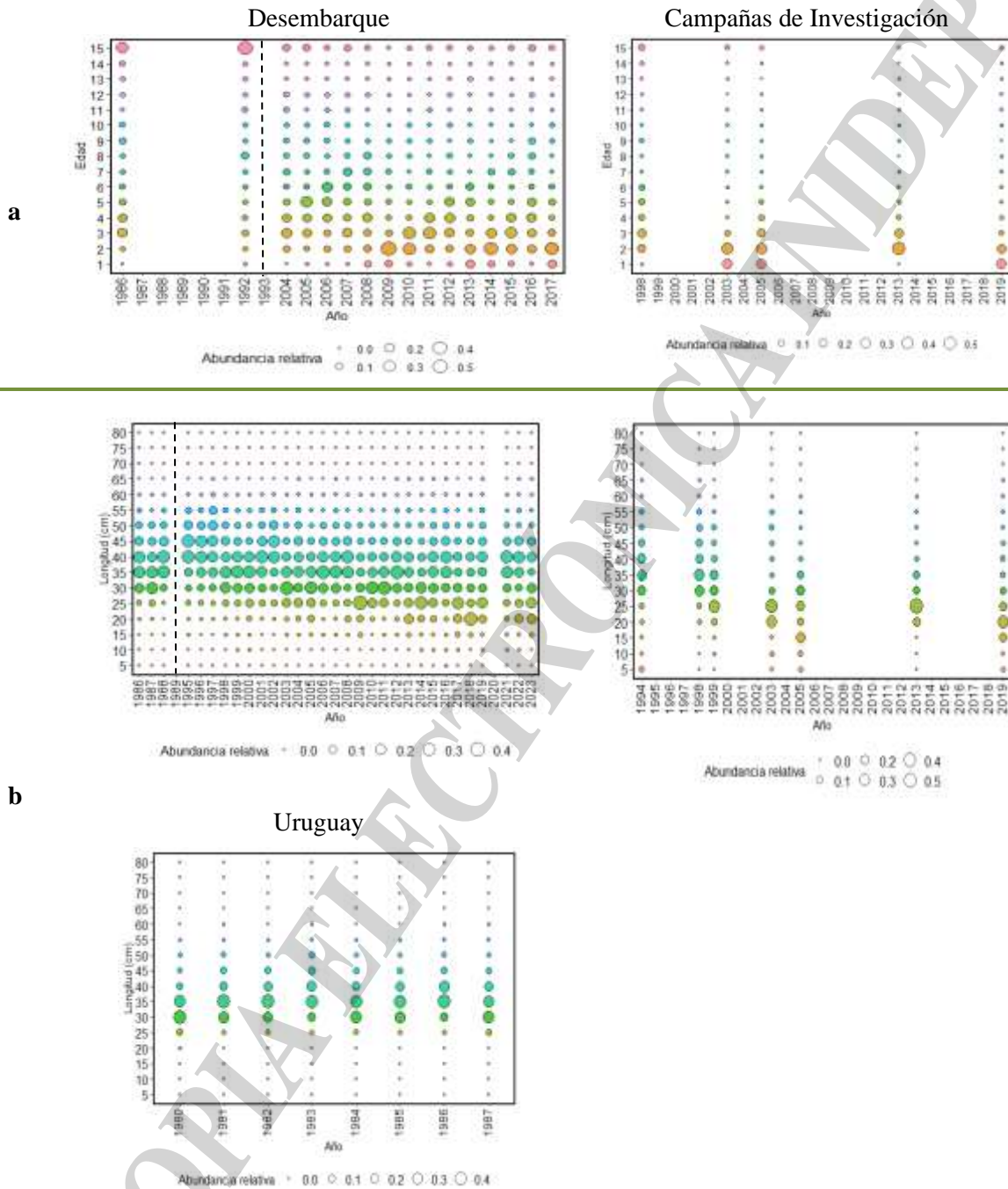


Figura 4. a) Estructura de edades de corvina proveniente de los muestreos del desembarque de la flota comercial y de las campañas de investigación de Argentina, b) Estructura de longitudes de corvina rubia procedentes de los muestreos del desembarque de la flota comercial uruguaya y argentina, y de las campañas de investigación de Argentina. Las clases de longitud se agruparon cada 5 cm.



2.6. Modelo de dinámica poblacional:

Para describir la dinámica poblacional de la especie se implementó un modelo integrado, estructurado por edad, en la plataforma *Stock Synthesis* (SS) versión 3.30.12 (Methot et al. 2018). Para la modelación se tomaron en cuenta las sugerencias derivadas del taller sobre “tópicos avanzados en evaluación de *stock* utilizando *Stock Synthesis*” (Ruarte et al. 2019) y los siguientes supuestos y criterios básicos:

- Inicio del periodo de evaluación: año 1950.
- Estado inicial de la población en equilibrio sin captura.
- 16 grupos de edad: último grupo integrado por edades superiores a 15 años (15+).
- Error mínimo de observación en las capturas totales desembarcadas: $CV=0,01$.
- Relación proporcional entre la biomasa y los índices de abundancia (flota y campaña), con un error de tipo LogNormal.
- Coeficiente de variación (CV) asociado al índice de flota, construido a partir de la suma de un valor promedio de 0,3 y los errores estándar anuales del Modelo Lineal General (MLG) provenientes de la estandarización (García y Martínez Puljak, 2023), a los efectos de conservar la variabilidad entre años.
- CV asociado al índice de campaña con valor de 0,2.
- Relación de von Bertalanffy para modelar el crecimiento.
- El reclutamiento en el inicio del período se estimó a partir de una distribución *a priori* informativa del parámetro R_0 . En los restantes años de evaluación se consideró la función de Beverton y Holt (1957), que incluyó variabilidad a través de un error anual de tipo lognormal, tomando en cuenta un desvío de 0,4 desde el año 1997. La corrección por sesgo en las estimaciones del reclutamiento se realizó a partir de la metodología de Methot y Taylor (2011).
- Para ajustar la información estructurada, se consideró un tamaño de muestra inicial igual al número de muestras utilizado para construir las distribuciones de longitudes y edades. Posteriormente, se realizó la corrección del tamaño de la muestra para que la variabilidad observada y la esperada sean consistentes, de acuerdo a la metodología sugerida por Francis (2011).
- Patrones de vulnerabilidad o de selección por edad, estimados a partir de curvas logísticas constantes asociadas a cada una de las flotas. Se consideraron dos patrones de selección para la flota argentina (1950-1987 y 1988-2023) y un patrón para la flota uruguaya (1950 y 2023).

Debido a la influencia de la estimación del *steepness* o parámetro h de la relación *stock*-recluta en los resultados de los modelos de evaluación, se considera a este parámetro como una de las principales fuentes de incertidumbre al describir los posibles estados de la población (Ruarte et al. 2019). Para testarlo en la población de corvina, se realizó un análisis de sensibilidad de este parámetro y se lo configuró en dos valores fijos, acordes a la historia de vida de la especie. De este modo, se plantearon dos escenarios, uno con un valor de $h=0,8$ (modelo 1: ME1) que surgió de evaluaciones previas al considerar la estimación por dentro del modelo de evaluación, y otro (ME3), con un valor de $h=0,9$ que provino de resultados de métodos demográficos (Ruarte 2017).

El modelo 2 (ME2), se construyó con la misma estructura que los modelos ME1 y ME3, pero se incluyó el índice de reclutamiento utilizado en la evaluación del año 2022 (Lagos et al. 2022), estimado por Braverman et al. (2020) correspondiente al periodo 2016-2019 (Ind. Reclutas2, Figura 3b y Tabla 2). En este escenario, se buscó considerar la hipótesis de una subestimación de la densidad registrada en la última campaña. Esta situación podría atribuirse a modificaciones en la distribución de los estadios tempranos (edad 1), los cuales podrían no estar disponibles al arte de pesca empleado, debido a cambios significativos en las condiciones ambientales en el área (Riestra et al, 2023).



Para generar los gráficos de análisis de los modelos se utilizó el paquete *r4ss* (Taylor et al. 2011) y para realizar el análisis de residuales se utilizó el paquete *ss3diags* (Carvalho et al. 2021), ambos desarrollados en Rproject. Se analizaron dos criterios para el diagnóstico de residuales en el ajuste a los índices de abundancia y estructuras de longitudes y edades: aleatoriedad y presencia de valores atípicos. Se consideró, además, la estimación del error cuadrático medio (RMSE, por sus siglas en inglés, Root Mean Square Error), con el propósito de evaluar el ajuste conjunto de todos los índices.

Para resumir el diagnóstico poblacional se utilizaron diagramas de Kobe en los que se representó la evolución de la pesquería en función de los Puntos Biológicos de Referencia (PBR) y tasas de mortalidad por pesca (F) objetivos y límites estimados en cada modelo de evaluación.

2.7. Puntos Biológicos de Referencia, proyecciones y análisis de riesgo

A partir de los resultados de la aplicación de los modelos de diagnóstico, se realizó el proceso de proyección de la abundancia y de los rendimientos, con medición de la sustentabilidad según un objetivo de manejo a largo plazo (15 años) que permita alcanzar una abundancia de reproductores igual o mayor al punto biológico de referencia objetivo (PBRO), definido como el 40% de la biomasa reproductiva virginal (40%BRV). A su vez, se consideró como punto biológico de referencia límite (PBRL) al 20% de la BRV. Estos criterios fueron acordados en el “Taller para revisar metodológicamente los PBR, las estimaciones de las proyecciones de abundancia futura y los diagramas de estado (Kobe) de las Pesquerías que se desarrollan en el marco de la CTMFM”, realizado en el INIDEP en el año 2018.

Con el objeto de medir el riesgo de que la abundancia de reproductores a largo plazo sea menor o igual al PBR considerado, se realizaron proyecciones a tasas instantáneas de mortalidad por pesca (F) constantes y se estimó el riesgo a partir del valor medio y el desvío de esta abundancia en el último año de proyección (2038), bajo el supuesto de una distribución normal. Una vez obtenido el riesgo en el año 2038 asociado a los distintos niveles de F , se ajustó una curva logística a esta serie para estimar el valor correspondiente a un riesgo máximo establecido y la captura correspondiente en el año 2024, denominada Captura Biológicamente Aceptable (CBA). Para los PBRO se consideró un nivel de riesgo de 10% y 50%. En cuanto a la valoración del riesgo para el PBRL se asumió precautoriamente un riesgo del 10% de caer por debajo del mencionado valor en el largo plazo. Este procedimiento se efectuó empleando el programa *CBA_SS_2f* desarrollado en R (Rodríguez 2020), que realiza en forma automática la proyección en SS a F constante, el análisis de riesgo y la estimación de la CBA en función de los PBR.

Para realizar las proyecciones se consideraron las curvas de selección de cada flota en el último año de diagnóstico (2023) y el reclutamiento medio del período 1997-2023, con la incertidumbre asociada a la estimación de todos los parámetros del modelo de evaluación (reclutamiento y sus desvíos, selectividad en cada período considerado, etc.). En el proceso, se utilizaron métodos numéricos para obtener una aproximación a las variables de interés (Fournier et al, 2012).

El primer año de proyección es aquel a partir del cual se aplicaron las mortalidades por pesca variables para realizar las proyecciones a F constante y en el que se establece la CBA (2024), según lo acordado en las citadas Jornadas Técnicas.

3. Resultados y Discusión

3.1 Ajuste del modelo

Se presentan los resultados del modelo ME1 (Figura 5), mientras que los correspondientes al resto de los modelos se encuentran detallados en el Anexo I. En términos generales, se observó un ajuste satisfactorio a toda la información estructurada y a los índices considerados para la calibración de los modelos de evaluación, excepto en la estimación de la longitud media proveniente del desembarque de la flota uruguaya, disponible entre 1980 y 1987 (Figura 5b, 14b y 15b), así como en la CPUE Adías, derivada de la flota argentina en el período de años 2002 a 2008. Asimismo, se



observó un ajuste menos preciso a los valores observados al inicio y final del periodo en los índices provenientes de la flota, tanto de Uruguay como de Argentina. En referencia al índice relativo de abundancia total proveniente de campañas (Camp), si bien las estimaciones de los modelos en los primeros años de la serie (1991, 1992 y 1993) fueron considerablemente inferiores a los valores estandarizados, reflejaron la fuerte tendencia decreciente registrada desde el año 1991 a 2016 y una posterior recuperación en 2019. En cuanto a los índices de reclutas, el ajuste fue satisfactorio en los primeros años del periodo, sin embargo, se produce una sobreestimación del valor en el año 2023 (Figura 5b, 14b y 15b).

A partir de la información estructurada e índices de juveniles de edad 1 (Ind. Reclutas), en los modelos ME1 y ME3 se estimaron reclutamientos relativamente elevados en el año 2021 (Figura 5c, 14c y 15c), mientras que en el modelo ME2, esta situación se observó en el año 2022. Cabe destacar, que la información de estructura de ejemplares desembarcados en el año 2023, presentó un mejor ajuste en el modelo ME2. Los patrones de selección de las flotas de Argentina y Uruguay fueron diferentes, y en la flota argentina, se evidenciaron cambios entre la selectividad de los dos bloques de años considerados: periodo 1950 - 1987 y 1988 - 2023 (Figura 5c, 14c y 15c).

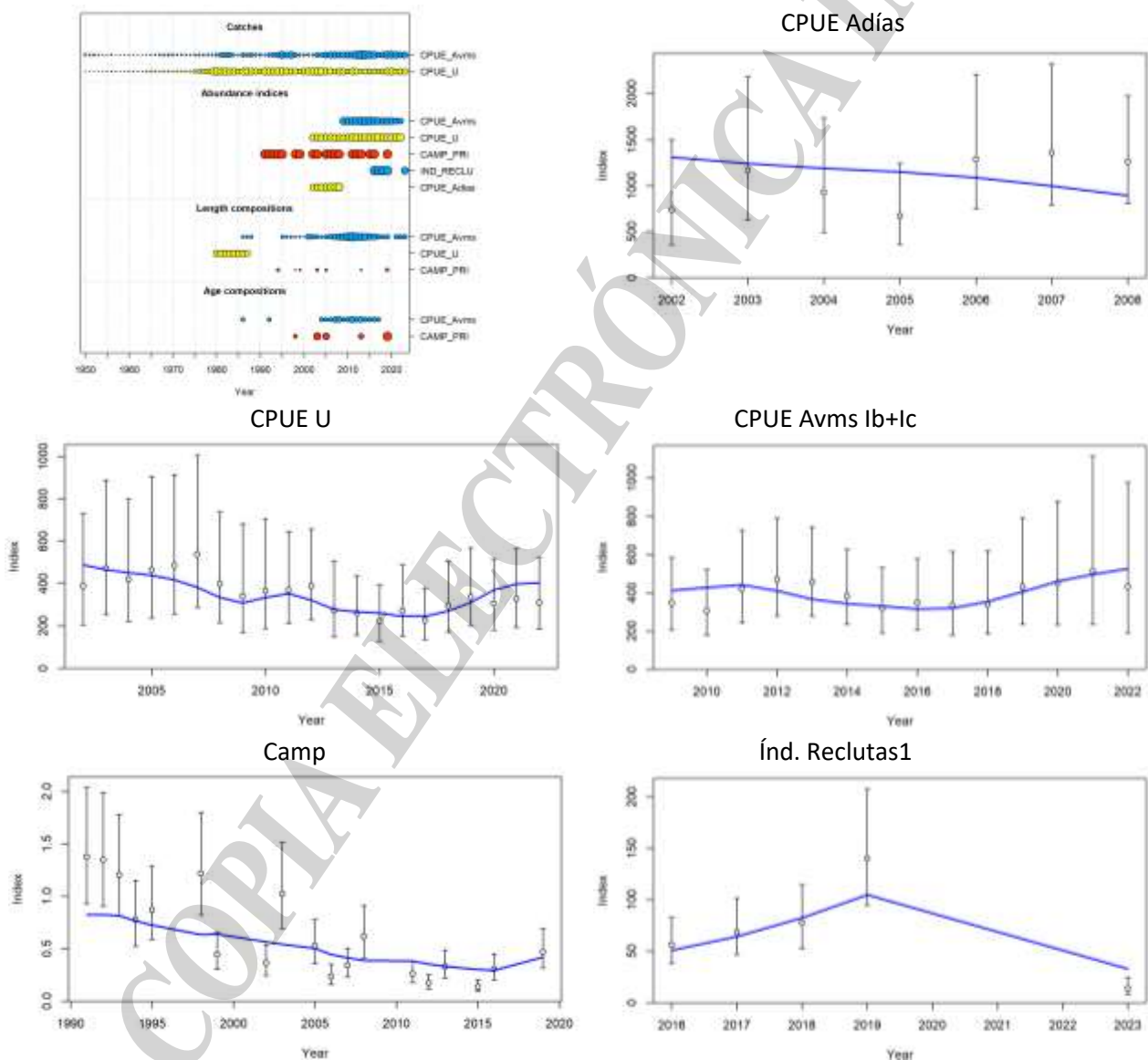


Figura 5a. Modelo ME1 $h=0,8$. Detalle de la información considerada en el modelo y ajuste a los índices CPUE Adías, CPUE Avms Ib+Ic, CPUE U, Camp e Ind. Reclutas1.

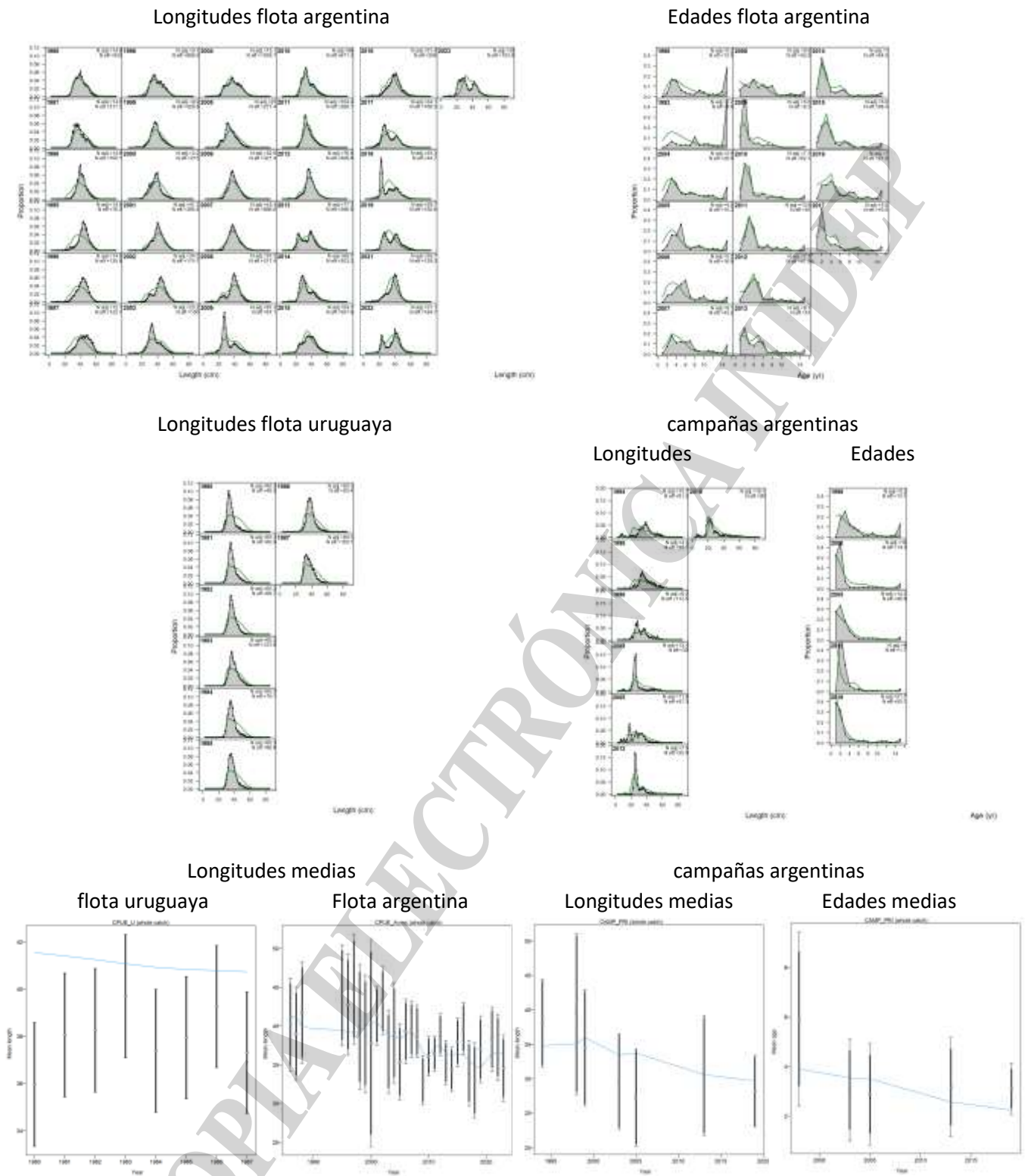
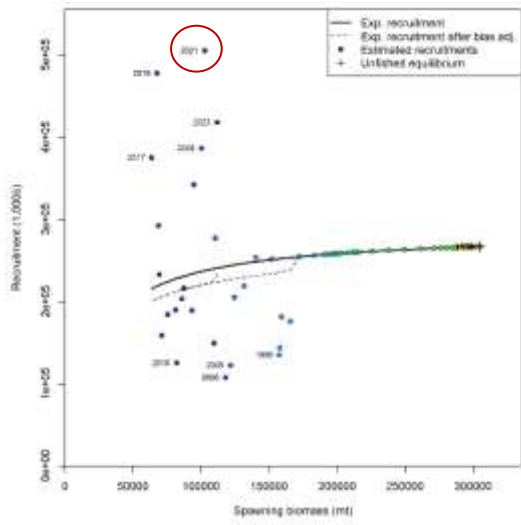


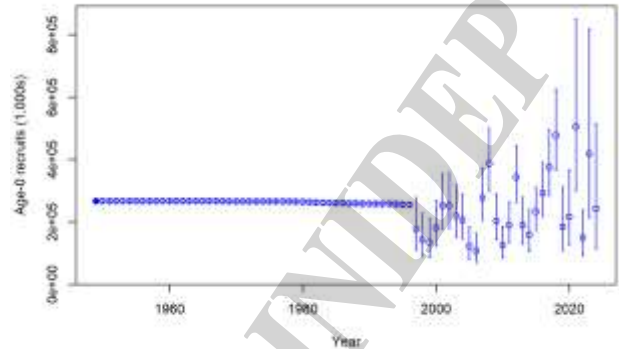
Figura 5b. Modelo ME1 h=0.8: ajuste a las distribuciones de longitudes y edades de corvina rubia, longitudes medias de los desembarques de ambas flotas, longitudes y edades medias de campañas de investigación argentinas.



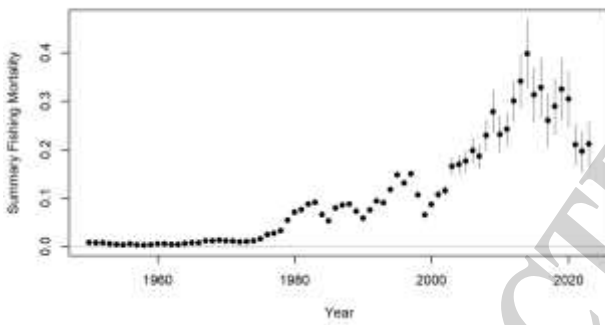
Relación *stock*-recluta



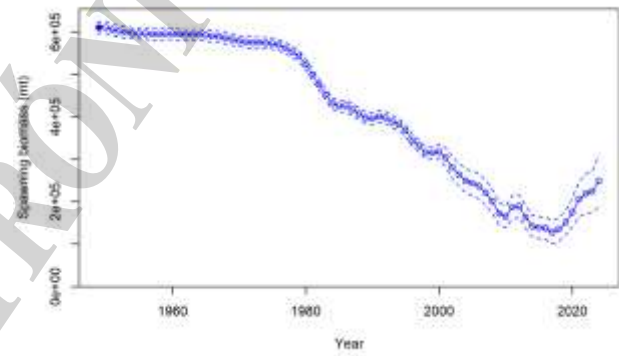
Reclutas edad 0



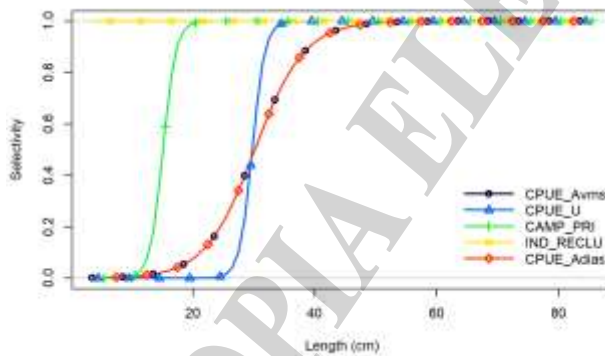
Tasas de mortalidad por pesca



Biomasa reproductiva



Patrones de Selección



Bloques de selección flota argentina

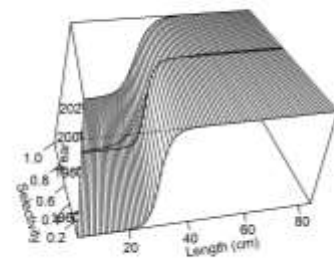


Figura 5c. Modelo ME1 $h=0.8$. Relación *stock*- recluta (se señala con un círculo rojo el máximo valor estimado), serie de reclutamientos, evolución de la tasa instantánea de mortalidad por pesca (F) e intervalos de confianza, tendencia de la biomasa reproductiva con la incertidumbre asociada, patrones de selección de cada flota y de campañas de investigación, selectividad de la flota argentina por periodo:1950-1987, 1988-2023.

3.2 Diagnóstico del modelo

3.2.1 Análisis retrospectivo

El análisis retrospectivo del modelo ME1 resultó consistente para los casos explorados, lo cual fue determinado por la similitud observada en las tendencias de reducción de biomasa reproductiva (BR), niveles de las tasas instantáneas de mortalidad por pesca (F_t) y ajuste de los índices estimados en cada uno de los períodos considerados en el análisis (Figura 6).

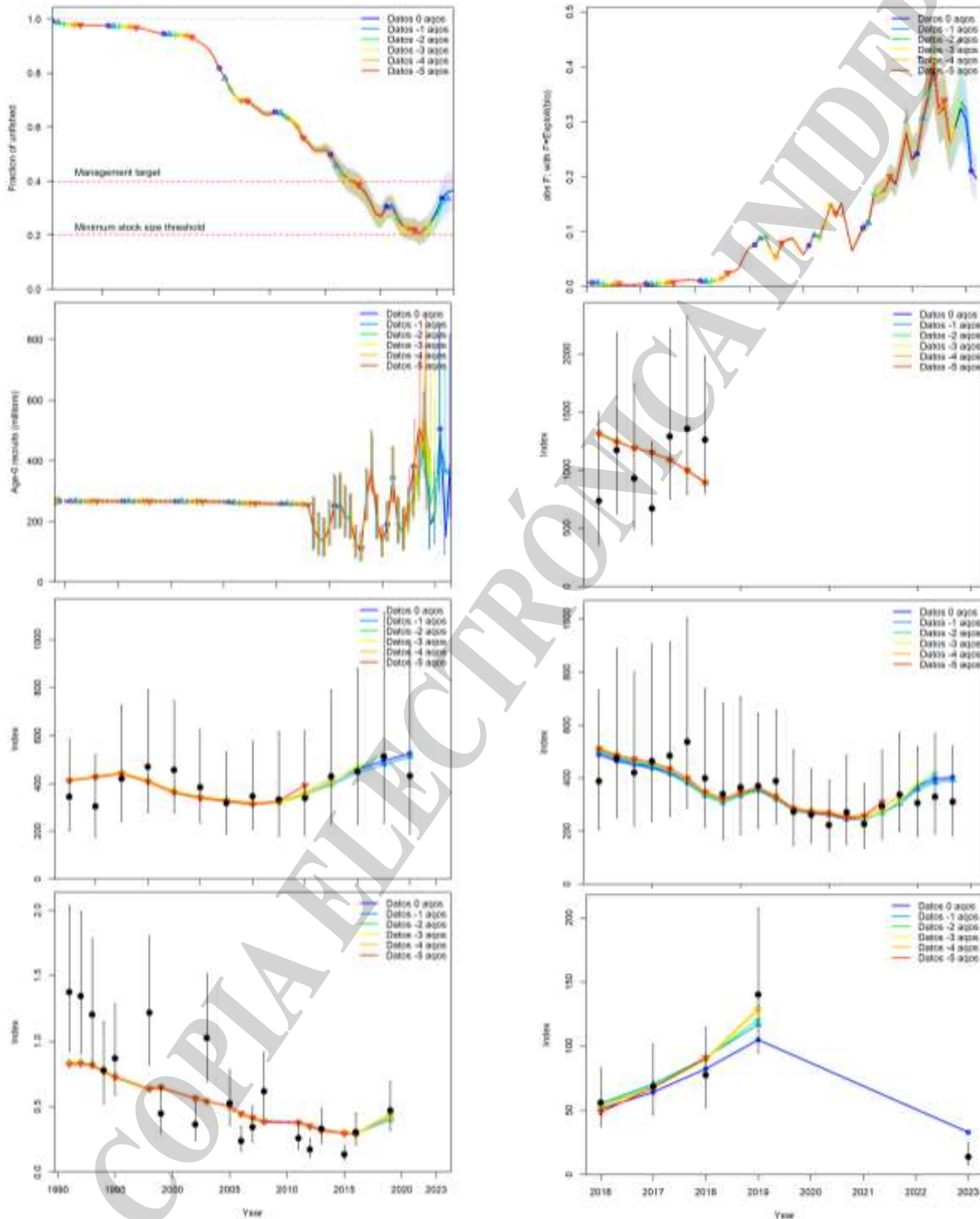


Figura 6. Análisis retrospectivo a 5 años del modelo de evaluación de corvina rubia (ME1). Comparación de las tendencias de reducción de BR, F_t , reclutamientos y ajuste a los índices en cada uno de los períodos considerados en el análisis.

3.2.2 Convergencia

La ejecución del modelo se realizó en 45 segundos, a partir de la cual se halló una solución que permitió estimar los valores medios de los parámetros y la matriz de covarianza. No se presentaron estimaciones de parámetros próximas a los límites establecidos como información *a priori*, ni mensajes de alerta (*warnings*). El valor final del gradiente fue de 0,000104, menor al valor límite considerado (0,001).

3.2.3 Diagnósticos de residuales

A partir del análisis de residuales del modelo, se observó un adecuado ajuste a los índices de abundancia de las flotas argentina y uruguaya, al índice proveniente de campañas de investigación y el de reclutas juveniles de edad 1 (RMSE=31,1%). En la serie de residuales sólo se observó un valor atípico para el índice de la flota uruguaya en el año 2007 y falta de aleatoriedad en la distribución para el índice de la flota argentina en el periodo 2002-2008 (Figura 7).

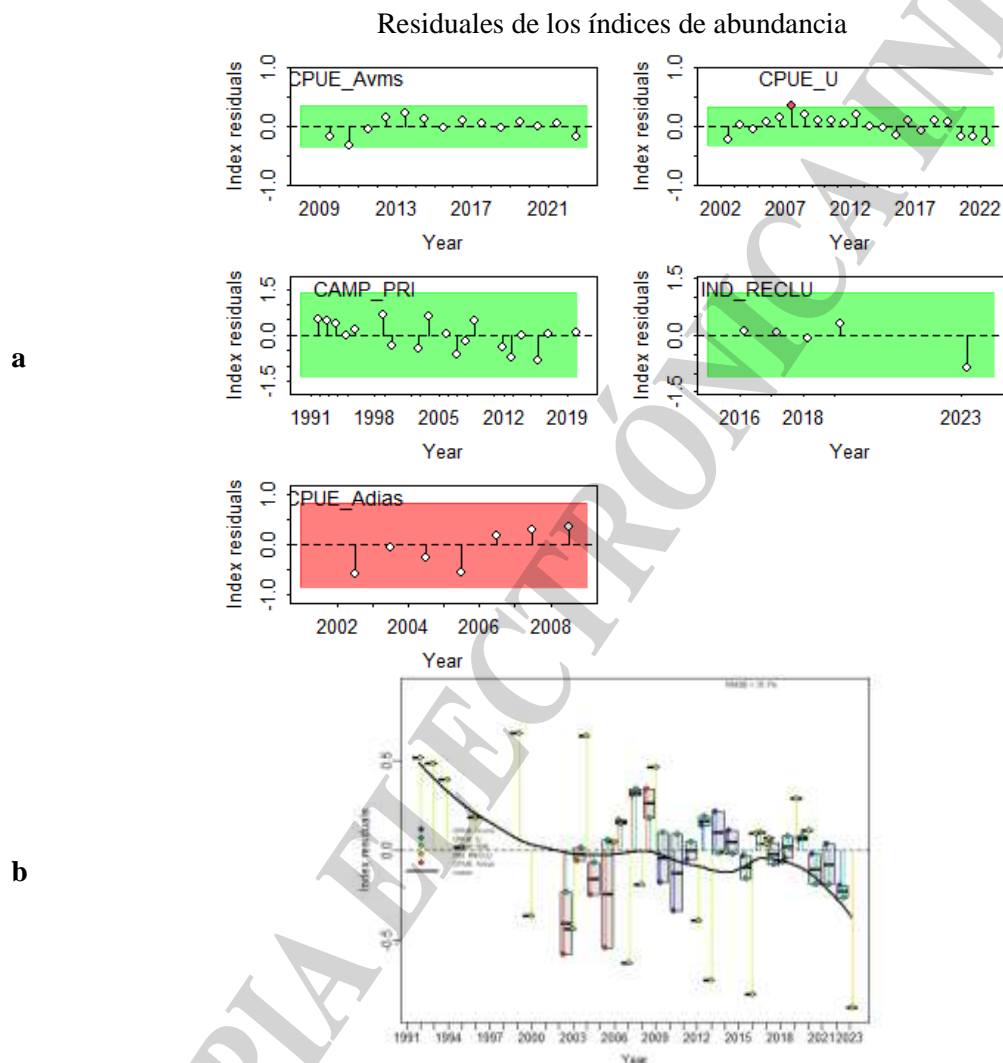


Figura 7 a) Análisis de los residuales del ajuste a los índices de abundancia de corvina rubia en el modelo de evaluación. El sector sombreado color verde indica que no hay evidencia para rechazar la hipótesis de que la serie temporal de residuales se distribuye en forma aleatoria, mientras que el sector color rojo indica lo contrario. El sector sombreado (verde o rojo) considera tres desviaciones estándar (σ) de la media y los puntos rojos representan los años en los que no se satisface la “regla de tres σ ”; **b)** Gráfico conjunto de residuales codificado con colores para los diferentes índices y estimación de RMSE conjunto; los diagramas de cajas indican la mediana y los cuantiles de todos los residuales disponibles para cada año, el área de cada caja indica la fuerza de la discrepancia entre los índices de abundancia; y la línea negra continua representa una curva suavizada *loess* a través de todos los residuales.



En relación con los datos de estructura, el modelo fue capaz de producir un adecuado ajuste a las distribuciones de longitudes del desembarque y de las campañas de investigación (RMSE=7,4%). En la serie de residuales sólo se observó un valor atípico para la estructura de la flota uruguaya en el año 1980 y falta de aleatoriedad en la distribución tanto para la información de la flota uruguaya como para la de campañas de investigación (Figura 8a). Por otro lado, el modelo presentó un adecuado ajuste a las distribuciones de edades del desembarque y de campañas de investigación (RMSE=30,9%). En la serie de residuales sólo se observaron dos valores atípicos para la estructura de la flota argentina en los años 1992 y 2016 (Figura 8b).

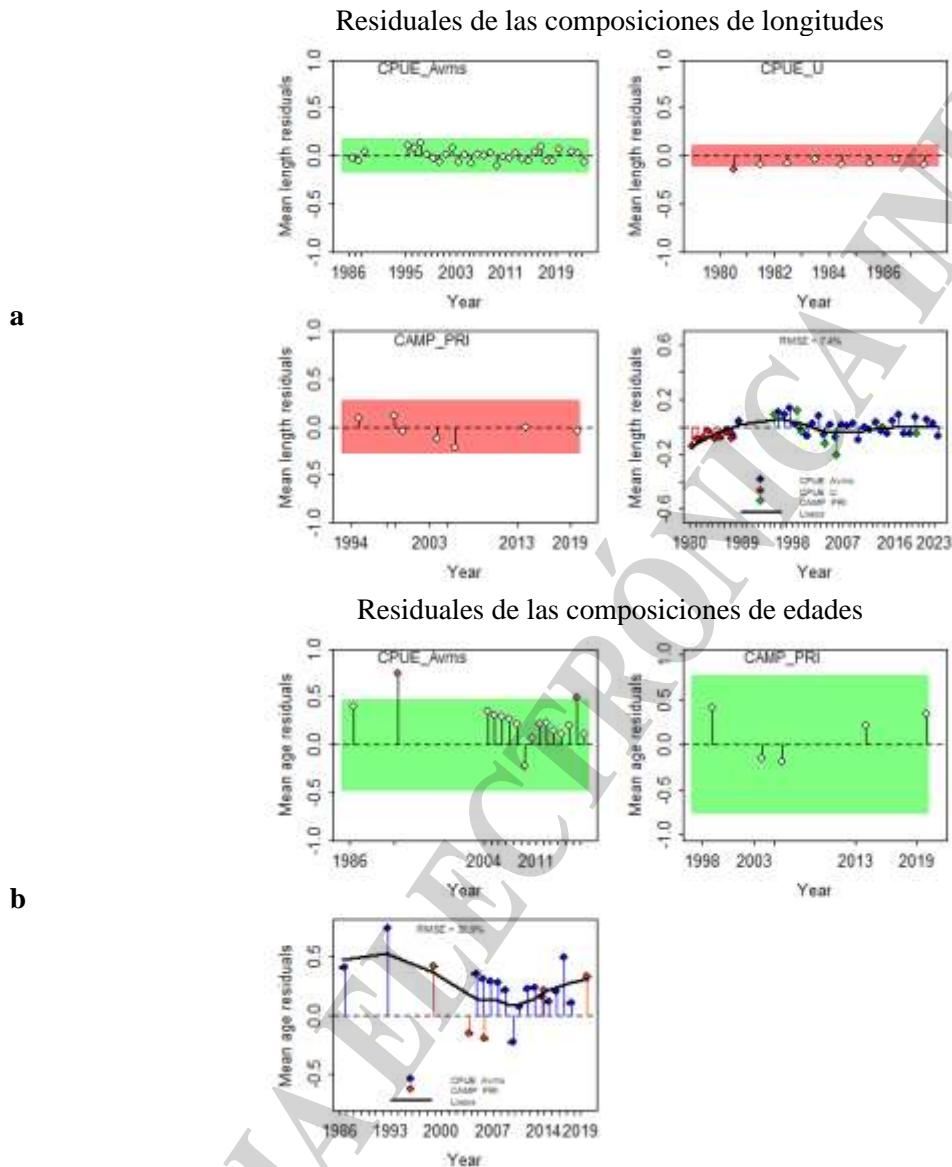


Figura 8. Análisis de los residuales del ajuste a las longitudes (a) y edades (b) medias de las campañas de investigación y el desembarque de corvina rubia en el modelo de evaluación. Los residuales son derivados de los datos de composición de longitudes y edades observados y esperados (Francis, 2011). El sector sombreado color verde indica que no hay evidencia para rechazar la hipótesis de que la serie temporal de residuales se distribuye en forma aleatoria, mientras que el sector color rojo indica lo contrario. El sector sombreado (verde o rojo) considera tres desviaciones estándar (σ) de la media y los puntos rojos representan los años en los que no se satisface la “regla de tres σ ”. El gráfico conjunto de residuales está codificado con colores para las diferentes composiciones de longitudes y edades y presenta la estimación de RMSE conjunto; los diagramas de cajas indican la mediana y los cuantiles de todos los residuales disponibles para cada año, el área de cada caja indica la fuerza de la discrepancia entre las composiciones; y la línea negra continua representa una curva suavizada *loess* a través de todos los residuales.



3.3 Diagnóstico de la población

Las estimaciones de biomasa virgen (BV) fluctuaron entre 682.188 y 685.646 t, y las de la biomasa reproductiva virgen (BRV) entre 608.902 y 612.072 t. Por su parte, las estimaciones de la abundancia total en 2023 variaron entre 290.273 y 377.901 t, mientras que la biomasa reproductiva (BR) en ese mismo año osciló entre 190.845 y 275.096 t, lo que representó una reducción de BR al 31 y 45% respecto de la condición virginal (Tabla 5).

Tabla 5. Estimación de Biomasa Virgen (BV), Biomasa del último año (B_{2023}), Biomasa Reproductiva Virgen (BRV), Biomasa Reproductiva del último año (BR_{2023}), reducción de la BR (BR_{2023}/BRV) y Tasa de explotación del último año (F_{2023}) para los 3 modelos planteados. La Biomasa se reporta en toneladas de corvina rubia.

VARIABLES DE ESTADO	Modelo ME1 $h=0,8$	Modelo ME2 $h=0,8$	Modelo ME3 $h=0,9$
BV	683.646	685.646	682.188
B_{2023}	310.803	290.273	377.901
BRV	610.250	612.072	608.902
IC 95%	597.152 - 623.348	598.995-625.149	595.678 - 622.126
BR_{2023}	223.721	190.845	275.096
IC 95%	174.885 - 272.557	146.855 - 234.835	222.837 - 327.355
Relación BR_{2023}/BRV	0,37	0,31	0,45
IC 95%	0,29 - 0,44	0,24 - 0,38	0,37 - 0,53
F_{2023}			
Flota Arg	0,11	0,13	0,09
Flota Uru	0,09	0,10	0,07

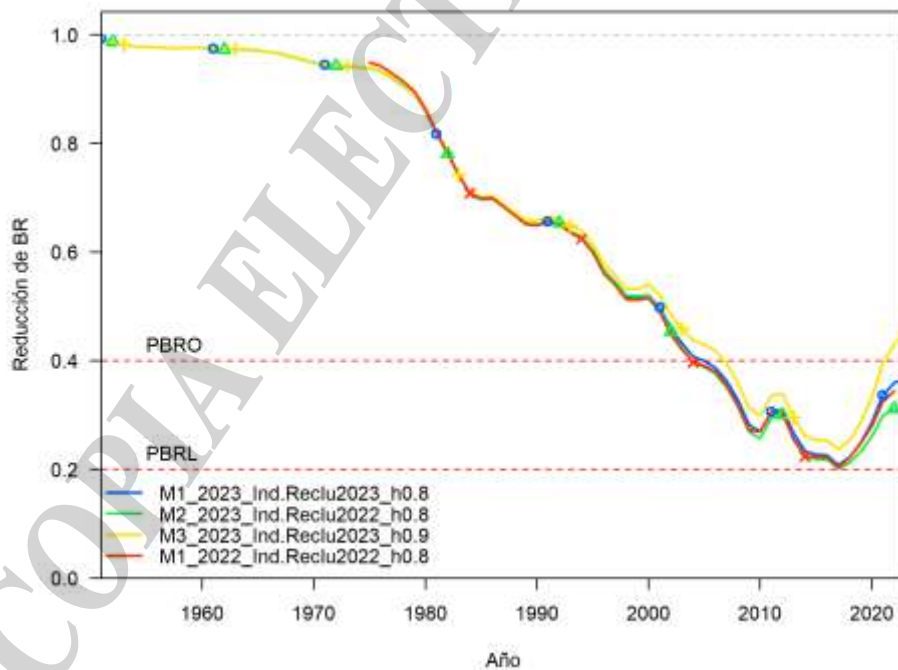


Figura 9. Tendencias de la reducción de biomasa reproductiva (BR/BRV) con la incertidumbre asociada para los diferentes modelos desarrollados durante el corriente año y comparación con el modelo análogo desarrollado en la evaluación del año 2022 (modelo M1_2022).

Sobre la base de las tendencias de la reducción de BR (relación BR/BRV), se estimó que el recurso estuvo próximo al PBRL entre los años 2014 a 2018. Esto se vincula con la tasa de mortalidad por pesca, que presentó el valor más alto de todo el periodo de evaluación en el año 2014 (Figuras 5c, 14c y 15c). A partir del año 2019, la población mostró signos de recuperación, alcanzando en el año 2023, valores próximos (ME1 y ME2) o superiores (ME3) al PBRO establecido en el 40%BRV (Figura 9). Esta recuperación de la biomasa puede atribuirse a una reducción del esfuerzo de pesca ejercido desde el año 2017, ocasionada por la migración de parte de la flota del puerto de Mar del Plata hacia la pesquería de langostino (Carozza et al 2019), así como a los altos reclutamientos relativos estimados en los años 2018 y 2021 (Figura 5c, 14c y 15c). Este aumento de biomasa resultó en mayores rendimientos para toda la flota asociada a esta pesquería (García y Martínez Puljak, 2023), además, se observó un incremento en el número de barcos que descargan sus capturas en los puertos de la Bahía Samborombón (García, 2023); estas dos situaciones condujeron a mayores desembarques, hasta incluso superar las capturas recomendadas entre los años 2019 y 2021 (Lagos et al, 2022).

El resumen del diagnóstico de corvina a partir de los diagramas de Kobe de los modelos seleccionados para la especie indicó que, en el año 2023, el recurso estaría sobreexplotado y sometido a sobrepesca según los modelos ME1 y ME2, mientras que según el modelo ME3 estaría subexplotado y no sometido a sobrepesca (Figura 10).

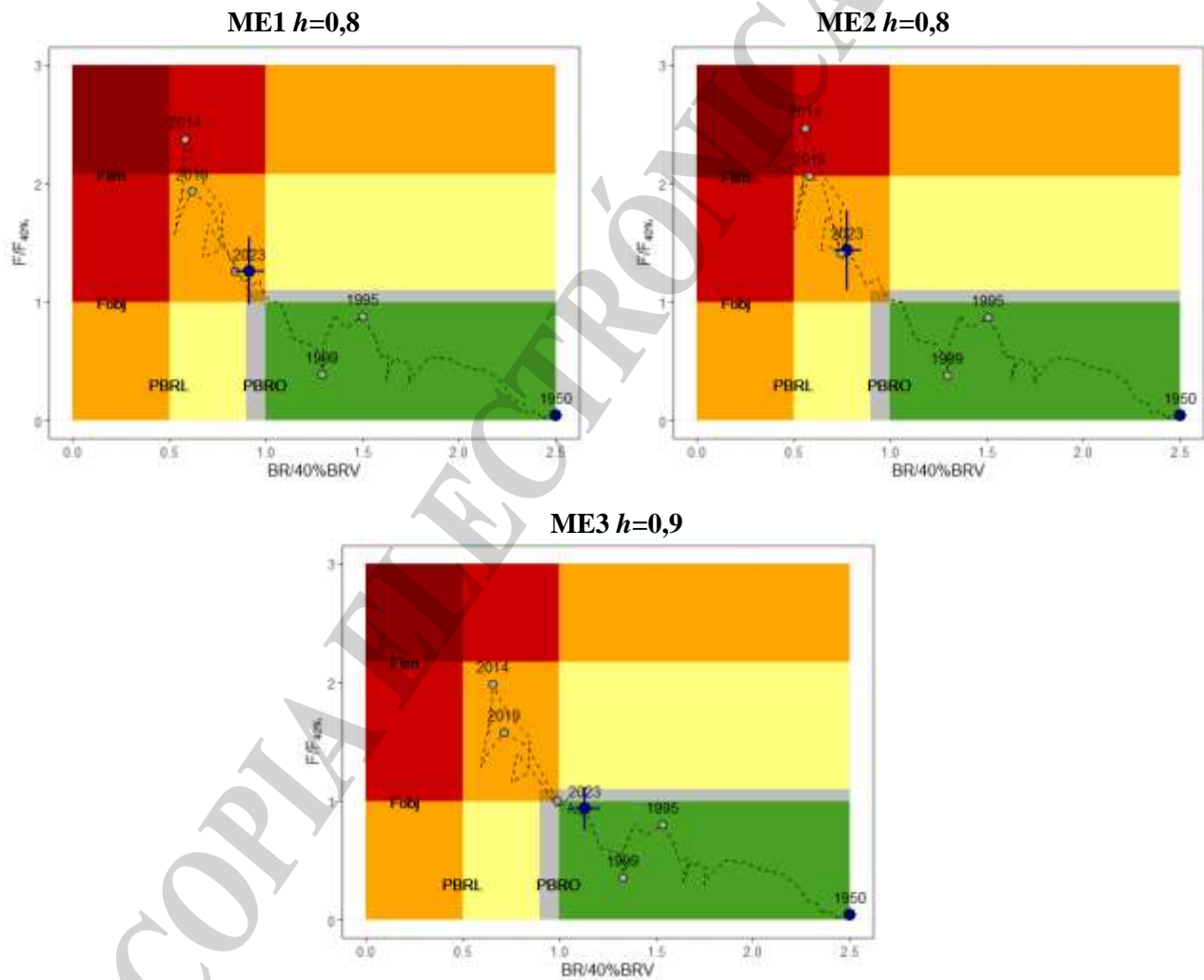


Figura 10. Diagrama de Kobe en función de los PBR y tasas de mortalidad por pesca (F) objetivos y límites. Para cada modelo se presenta el año de inicio (1950) y año actual (2023) con las trayectorias de reducción de BR correspondientes. Las barras en la estimación puntual del año 2023 representan una aproximación de la incertidumbre asociada a ese valor (construidas en base a los intervalos de confianza del 95% de los valores de BR/40%BRV y F en ese año).

En términos comparativos, las tendencias de B de todos los modelos planteados fueron similares entre sí y también con respecto a la resultante de la evaluación del año 2022 (Figura 11). Cabe destacar, sin embargo, que el modelo ME3 indicó una situación poblacional más optimista que los otros dos modelos hacia el final del periodo, ya que se consideró una mayor resiliencia de la especie ($h=0,9$).

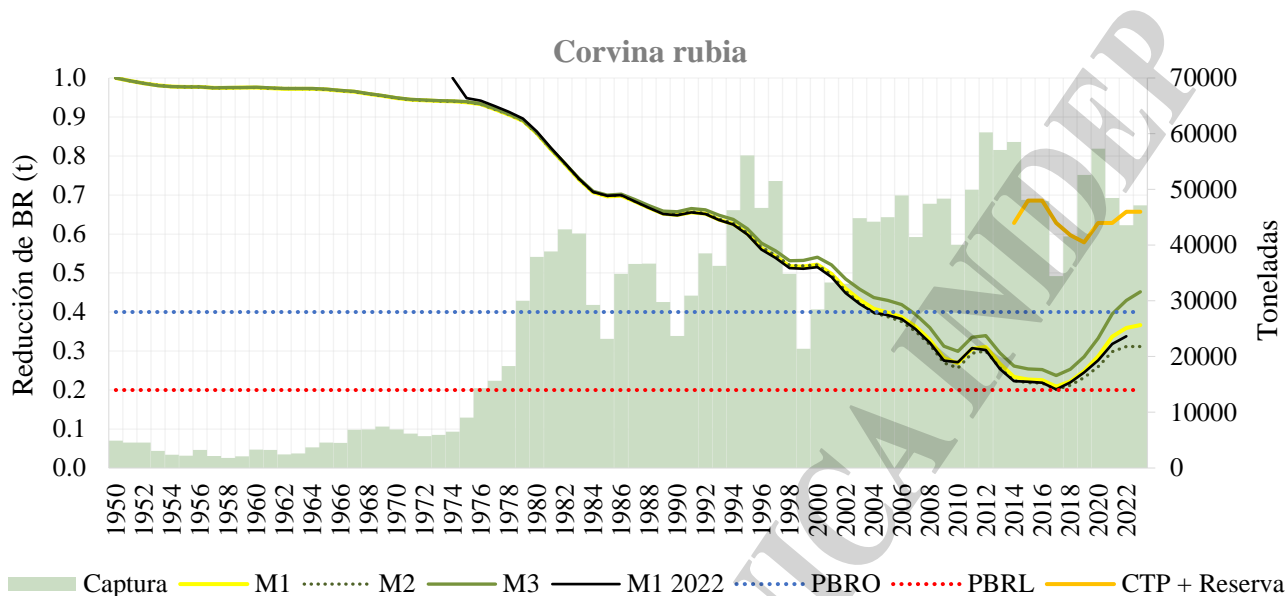


Figura 11. Capturas desembarcadas de corvina rubia y comparación de la tendencia de la reducción de biomasa reproductiva en el periodo 1950-2023 resultantes de los modelos de evaluación implementados este año y un modelo análogo desarrollado en el año 2022. Se indican los Puntos Biológicos de Referencia (PBR) objetivo y límite y la Captura Total Permissible (CTP + Reserva) en el periodo 2014-2023.

3.4 Proyecciones, análisis de riesgo y estimación de CBA

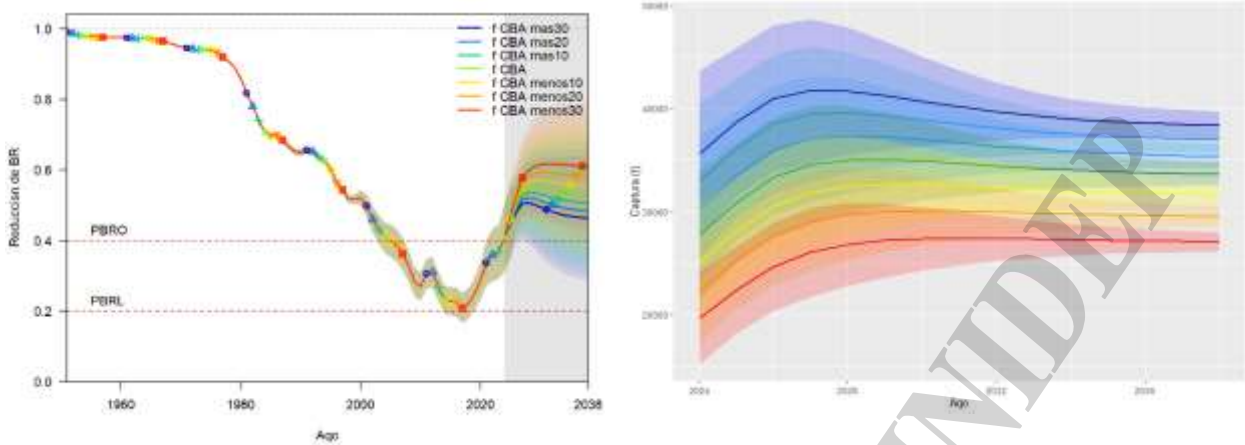
Las CBA estimadas a partir de las proyecciones y análisis de riesgo de cada modelo implementado (Figura 12 a 14), presentaron valores entre 26.287 t y 39.194 t para el año 2024 con un riesgo del 10 % de estar por debajo del PBRO y valores entre 43.348 t y 63.663 t para un riesgo del 50% (Tabla 6).

Tabla 6. Capturas Biológicas Aceptables (CBA) estimadas para los años 2023 y 2024, en toneladas, de acuerdo con los puntos biológicos de referencia objetivo (PBRO=40%BRV) y nivel de riesgo del 10% (r01) y 50% (r05).

Modelo	Año	CBA r01	CBA r05
ME1 h=0,8	2024	27.708	45.825
	2025	30.812	48.293
ME2 h=0,8	2024	26.287	43.348
	2025	31.588	49.534
ME3 h=0,9	2024	39.194	63.663
	2025	42.541	65.101



Riesgo 10 %



Riesgo 50%

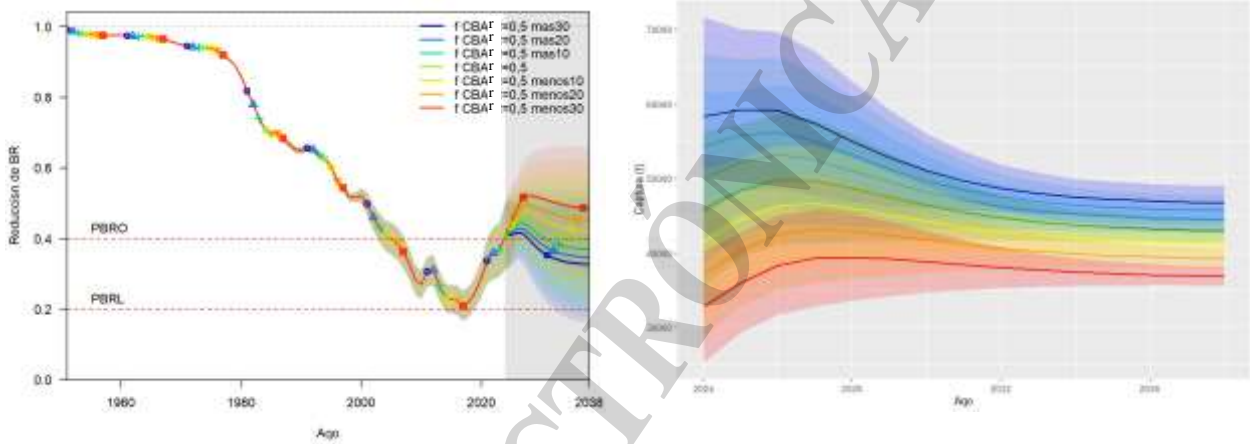
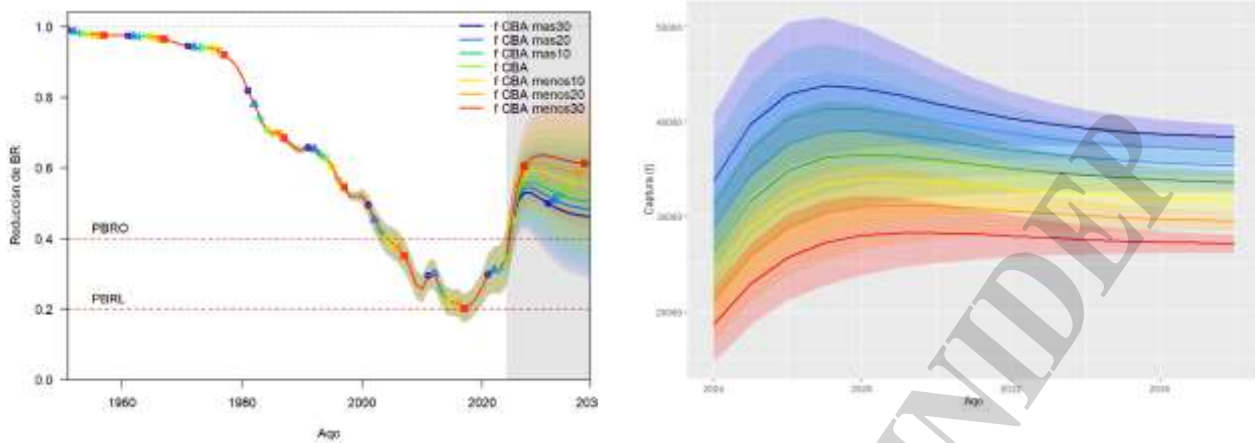


Figura 12. Modelo ME1 $h=0,8$ Proyecciones de biomasa a tasa de mortalidad por pesca anual constante (izquierda) y su captura correspondiente (derecha). Cada trayectoria corresponde a la F que determina la captura biológicamente aceptable (FCBA) e incrementos y decrementos del 10, 20 y 30% de este valor, asumiendo un riesgo del 10% y del 50% de estar por debajo del PBRO.



Riesgo 0,1



Riesgo 0,5

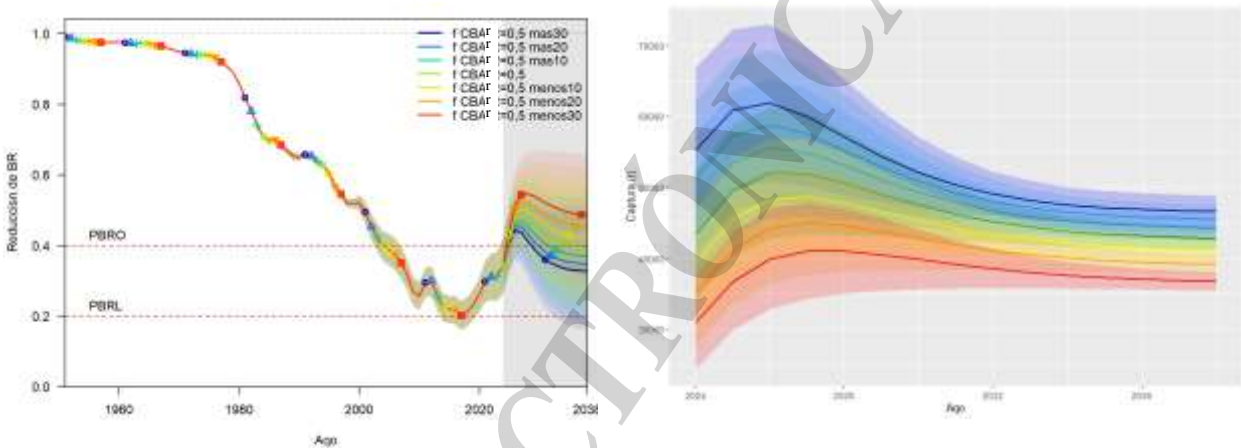
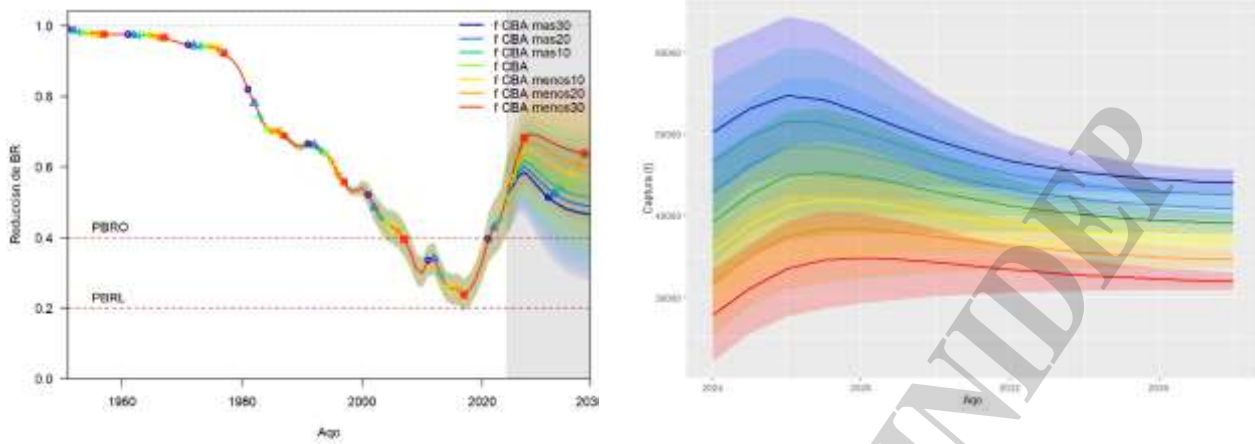


Figura 13. Modelo ME2 $h=0,8$. Proyecciones de biomasa a tasa de mortalidad por pesca anual constante (izquierda) y su captura correspondiente (derecha). Cada trayectoria corresponde a la F que determina la captura biológica aceptable (FCBA) e incrementos y decrementos del 10, 20 y 30% de este valor, asumiendo un riesgo del 10% y del 50% de estar por debajo del PBRO.

Riesgo 0,1



Riesgo 0,5

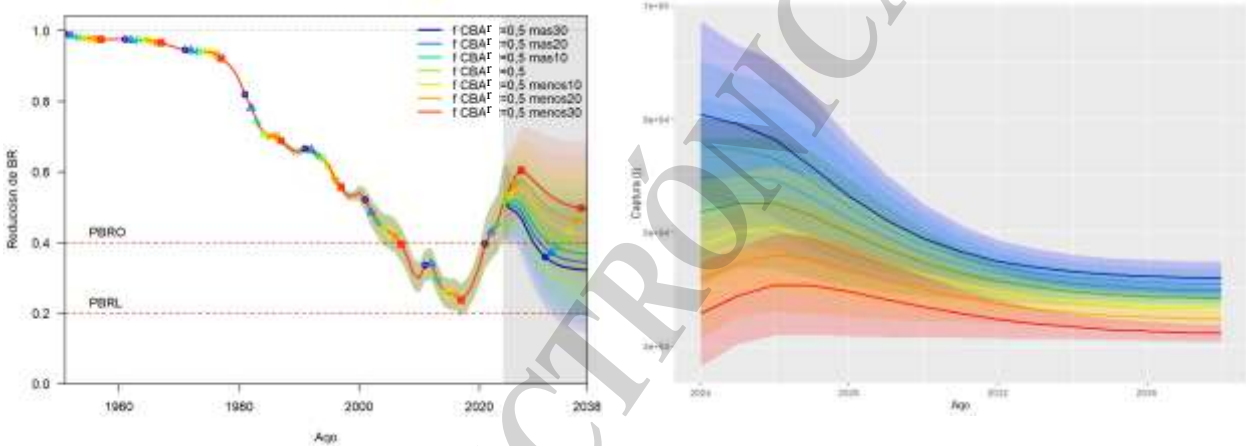


Figura 14. Modelo ME3 $h=0,9$. Proyecciones de biomasa a tasa de mortalidad por pesca anual constante (izquierda) y su captura correspondiente (derecha). Cada trayectoria corresponde a la F que determina la captura biológica aceptable (FCBA) e incrementos y decrementos del 10, 20 y 30% de este valor, asumiendo un riesgo del 10% y del 50% de estar por debajo del PBRO.

3.5 Consideraciones para la formulación de la CBA 2024

Con el objetivo de proveer el mejor asesoramiento técnico que respalde la recomendación de captura para el establecimiento de la CTP por parte de la CARP y la CTMFM, el GT-Costero consideró los resultados de los modelos estructurados ME1 y ME2, así como los modelos globales desarrollados para esta especie (CTMFM, 2023), a través de las proyecciones de biomasa en respuesta a distintos escenarios de captura para los años subsiguientes. En este contexto, se determinó que los resultados de todos los modelos fueron consistentes en indicar que hubo una tendencia de recuperación de la biomasa poblacional de la especie en el período 2018 al 2020, tendencia que se mantuvo en los modelos estructurados, mientras que se estabilizó en los modelos globales, en los últimos años hasta 2023. En relación con el estado del recurso, los valores obtenidos por ambos tipos de modelos indicaron un estado de sobreexplotación y sobrepesca en el año 2023, por debajo del PBRO.



Respecto al reclutamiento de la corvina y su variabilidad interanual, existe suficiente evidencia que indica que el proceso de incorporación de juveniles a la pesquería es altamente dependiente de las condiciones oceanográficas y climatológicas que afectan las áreas de puesta y cría (Acha et al. 2012, Carozza 2012). Los recientes valores de recuperación poblacional, asociados a los altos reclutamientos en años previos, deben, por lo tanto, ser considerados bajo un criterio precautorio tomando en cuenta la variabilidad ambiental en el área del Río de la Plata.

De las estimaciones de CBA resultantes de los modelos se desprende que, a corto plazo (año 2024), capturas anuales entre 43.348 y 48.781 t, mantendrían a la población en valores cercanos al PBRO: 40%BRV (modelos estructurados) o RMS (modelos globales). En el caso de los modelos estructurados, este valor surge de considerar aquellos con menor resiliencia ($h=0,8$), y un riesgo del 50% de que la biomasa se encuentre por debajo del PBRO (Tabla 6).

Conclusiones y recomendaciones

En función de los criterios acordados para la estimación conjunta de la captura biológicamente aceptable (CBA), el GT-Costero de la CTMFM sugirió un valor de CBA de 46.000 t.

La recomendación de captura se hizo efectiva a través de la resolución conjunta CARP-CTMFM N° 2/23, mediante la cual se fijó una Captura Total Permisible (CTP) de 46.000 t para la especie corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) en el área geográfica del Tratado del Río de la Plata y su frente marítimo para el año 2024. De la CTP establecida, se habilitó para la pesca 42.000 t, distribuidas equitativamente con 21.000 t asignadas tanto para la República Argentina como para la República Oriental del Uruguay. Adicionalmente, se fijó una reserva administrativa de 4.000 t.

Desde el Programa Pesquerías de Peces Demersales Costeros del INIDEP, se sugiere trabajar en alcanzar consensos internos a nivel nacional, para considerar en la CTP la totalidad de las capturas declaradas, es decir aquellas provenientes del Área del Tratado del Río de la Plata y en las aguas nacionales adyacentes.

Por otro lado, debido al aumento de la cantidad de embarcaciones de la flota artesanal y de pequeña escala en el área de la Bahía Samborombón, se sugiere limitar el aumento del esfuerzo de pesca en esta área, con el propósito de disminuir las probabilidades de una sobrepesca de crecimiento, ya que esta flota opera principalmente sobre ejemplares juveniles. Asimismo, cabe señalar que existen indicios de subdeclaración de los desembarques por parte de esta flota, una problemática que está siendo abordada mediante distintos enfoques de estudio y cuyos resultados podrán estar disponibles para un ordenamiento de la pesquería.

Agradecimientos

Agradecemos el trabajo realizado por los investigadores y técnicos del Programa Pesquerías de Peces Demersales Costeros, en la recolección, procesamiento y análisis de la información utilizada como insumo en la implementación de los modelos de evaluación: Sebastián García, Rita Rico, Cecilia Riestra, Juan Manuel Salvador, Pablo Casagrande, Juliana Despos y Claudia Borstelmann.

Bibliografía

- Acha EM, Mianzán H, Lasta CA y Guerrero R. 1999. Estuarine spawning of the whitemouth croaker *Micropogonias furnieri* in the Río de la Plata, Argentina. *Marine and Freshwater Research* 50(1): 57-65.
- Acha EM, Simionato CG, Carozza C, Mianzán H. 2012. Climate-induced year-class fluctuations of whitemouth croaker *Micropogonias furnieri* (Pisces, Sciaenidae) in the Río de la Plata estuary, Argentina-Uruguay. *Fisheries Oceanography*, 21(1): 58-77
- Beverton RJH, Holt SJ. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. Ser. II. Vol. 19*, 533 p.



- Braverman M, Acha EM, Gagliardini DA y Rivarossa M. 2009. Distribution of whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*, Desmarest 1823) larvae in the Río de la Plata estuarine front. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 82:557–565.
- Braverman M, Mendiolar M, Alves NM, Acha EM. 2020. Índice de abundancia relativa de juveniles de corvina rubia en la Bahía Samborombón. Periodo 2016-2019. *Inf. Invest. INIDEP* N° 76/2020 19 p.
- Carozza C., Navarro L, Jaureguizar A, Lasta C. y Bertolotti MB. 2001. Asociación íctica costera bonaerense “variado costero”. *INIDEP, Inf. Téc. Int. DNI- N°38/01*.
- Carozza C, Lasta C, Ruarte C, Cotrina C, Mianzán H y Acha EM. 2004a. Corvina rubia (*Micropogonias furnieri*). En: *El Mar Argentino y sus Recursos Pesqueros. Tomo 4: Los peces marinos de interés pesquero. Caracterización biológica y evaluación del estado de explotación*. Eds: Sánchez RP y Bezzi SI, Mar del Plata, Argentina, INIDEP, 255-270.
- Carozza CR, Hernández DR y Perrotta RG. 2004b. Evaluación de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) en el área del Río de la Plata y Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay por medio de un Modelo de Dinámica de Biomasa. *Rev. Invest. Desarr. Pesq.*, 16: 77-90.
- Carozza C. 2012. Estructura y dinámica poblacional de la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*, Demarest, 1823) del extremo sur de su distribución (Pcia. de Buenos Aires, Argentina) UNMDP, Tesis Doctoral, 162 p.
- Carozza CR, Ruarte C, Rico R. 2016. Estimación de un índice de abundancia de corvina rubia a partir de la flota argentina que pesca a la pareja en el área comprendida entre 34° y 39° LS. Período 2002-2015. *Doc. Trab. INIDEP* N° 25, 23 p.
- Carvalho F, Winker H, Courtney D, Kapur M, Kell L, Cardinale M, Schirripa M, Kitakado T, Yemane D, Piner KR, Maunder MN, Taylor I, Wetzel CR, Doering K, Johnson KF, Methot RD. 2021. A cookbook for using model diagnostics in integrated stock assessments. *Fisheries Research*, Volume 240, 2021, 105959. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2021.105959>.
- Cousseau MB, Perrotta R.G. 2013. Peces marinos de Argentina: biología, distribución, pesca. 4a. ed. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero INIDEP, Mar del Plata, Argentina. 193 p.
- CTMFM. 2023. Informe 4/23, Grupo de Trabajo Recursos Costeros de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo. 12 al 15 de diciembre de 2023. Sede Consejo Federal Pesquero, Buenos Aires, Argentina. 42 p.
- D’Atri L, Sáez M, Despos J. 2018. Nueva estimación de los parámetros de crecimiento de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*), *INIDEP Inf. Invest. DNI/INIDEP* N° 124, 13 p.
- Fournier, D.A., H.J. Skaug, J. Ancheta, J. Ianelli, A. Magnusson, M.N. Maunder, A. Nielsen, & J. Sibert. 2012. AD Model Builder: using automatic differentiation for statistical inference of highly parameterized complex nonlinear models. *Optim. Methods Softw.* 27:233-249.
- Francis RIC. 2011. Data weighting in statistical fisheries stock assessment models. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 68(6):1124-1138.
- García S, Martínez Puljak G. (2023). Índices de CPUE de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) con información de la flota comercial argentina que operó al norte de los 39°S. Período 2009-2023. *Inf. Invest. INIDEP* S/N. 14 p.
- García S, Martínez Puljak G. 2021. Índices de CPUE de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) con información de la flota comercial argentina que operó al norte de los 39°S. Período 2002-2020. *Inf. Invest. INIDEP* (En revisión).
- Lagos AN, Rodríguez JS, Garcia S. 2022. Evaluación del estado poblacional de la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) en el RdP, ZCPAU y aguas jurisdiccionales adyacentes al norte de 39°S mediante un modelo estructurado por edad. Período 1950-2022. *Doc. Trab. INIDEP* N° 2/2023, 28 p.
- Maunder MN, Punt AE. 2013. A review of integrated analysis in fisheries stock assessment. *Fisheries Research* 142: 61– 74.
- Methot RD, Taylor IG. 2011. Adjusting for bias due to variability of estimated recruitments in fishery assessment models. *Can J Fish Aquat Sci.* 68:1744-1760.
- Methot RD, Wetzel C. 2013. Stock Synthesis: a biological and statistical framework for fish stock assessment 557 and fishery management. *Fish Res.* 142: 86–99.



- Methot, R.D, Wetzel CR, Taylor IG. 2018. Stock Synthesis User Manual Version 3.30.12. NOAA Fisheries, Seattle, WA, Aug 6 2018. 229 p.
- Mianzán H, Lasta C, Acha E, Guerrero R, Macchi G, Bremec C. 2001. The Río de la Plata Estuary, Argentina-Uruguay, in: Seeliger, U., Kjerfve, B. (Eds.), Coastal Marine Ecosystems of Latin America. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 185–204.
- Militelli M.I, Macchi GJ, Rodríguez K. 2013a. Comparative reproductive biology of Sciaenidae family species in the Río de la Plata and Buenos Aires Coastal Zone, Argentina. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom (JMBA), 93(2): 413–423.
- Militelli MI, Rodríguez KA, Cortez F y Macchi G. 2013b. Influence of environmental factors on the spawning of sciaenids in the Buenos Aires Coastal Zone, Argentina. Ciencias Marinas, Vol. 39 (1): 55-68.
- Militelli MI, Macchi GJ. 2016. Estructura de edades de la población desovante de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) y su relación con el potencial reproductivo. Inf. Invest. INIDEP N° 48, 17 p.
- Riestra C, Rico MR, Lagos N, Alves N y Ruarte C. 2023. Índice de abundancia relativa de juveniles de corvina rubia en la Bahía Samborombón. Período 2016-2023. Inf Invest. INIDEP S/N, 16 p.
- Rico MR; Riestra CM, Cortés F. 2021. Estimación de índices de abundancia de corvina rubia a partir de datos de campañas de investigación en el Río de la Plata, ZCPAU y aguas jurisdiccionales adyacentes al norte de los 39°S. Período 1991-2019. Inf. Invest. INIDEP N° 16/2021, 16 p.
- Rodríguez JS, y Carozza C. 2014. Ejercicio preliminar de implementación de modelos de evaluación para la corvina (*Micropogonias furnieri*) mediante la plataforma *Stock Synthesis*. Doc. Trab. INIDEP N° 3/2014, 11 p.
- Rodríguez JS. 2020. Programa CBA_SS_2f para automatizar la estimación de captura biológicamente aceptable a partir de modelos de evaluación de recursos pesqueros de dos flotas en *Stock Synthesis*. Doc. Trab. INIDEP N° 14/2020. 7 p.
- Ruarte C. 2017. Estimación del parámetro h de la relación stock-recluta, considerando datos demográficos de las especies costeras. Doc Trab INIDEP N° 17/2017. 3 p.
- Ruarte C, Rico R, Carozza C. 2019. Informe del taller: opciones avanzadas en evaluación poblacional utilizando *Stock Synthesis*, con énfasis en pez palo (*Percophis brasiliensis*) y otros recursos pesqueros costeros en Argentina, Año 2018. Inf. Com. DNI/INIDEP N°43, 25 p.
- Salvador JM, Sáez MB, Despos J, Carozza C. 2013. Distribución de tallas y estructura de edades del desembarque de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) proveniente de los puertos Río Salado, General Lavalle y Mar del Plata, Año 2012. Inf. Invest. INIDEP N° 87/13, 19 p.
- Salvador J.M, Monti (2023). Distribución de frecuencia de longitudes de los desembarques de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) provenientes de los puertos de General Lavalle y Mar del Plata. Años 2021 y 2022. Inf. Invest. SN°, 19 p.
- Taylor IG, Stewart IJ, Hicks A, Garrison TM, Punt AE, Wallace JR, Wetzel CR. 2011. r4ss: R code for Stock Synthesis, R package, <http://R-Forge.R-project.org/projects/r4ss/>.



ANEXO I. Resultados de los modelos ME2 y ME3 implementados para el diagnóstico de corvina rubia en el año 2023.

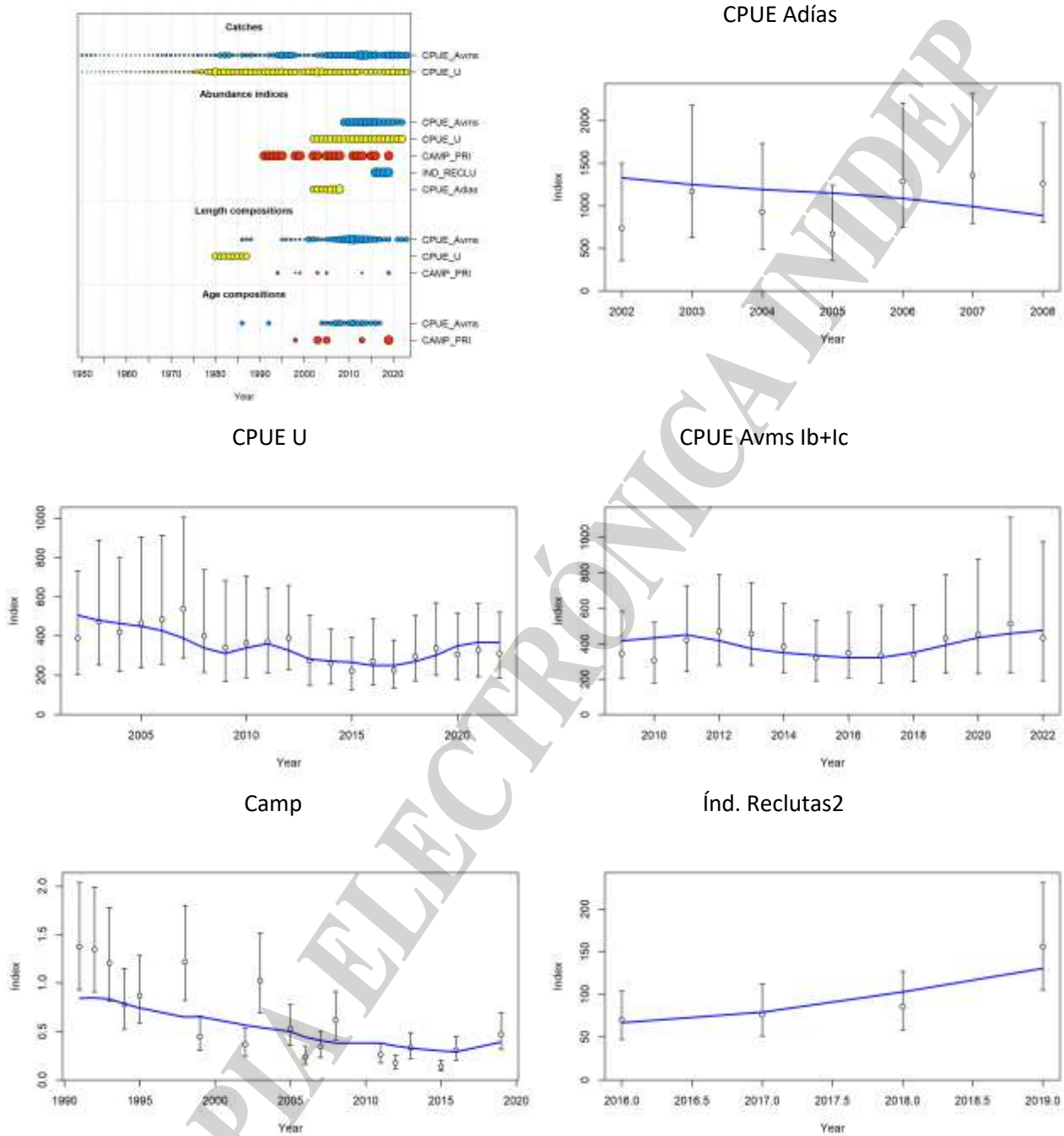


Figura 14a. Modelo ME2 $h=0.8$. Detalle de la información considerada en el modelo y ajuste a los índices CPUE Adías, CPUE Avms Ib+Ic, CPUE U, Camp e Índ. Reclutas2.

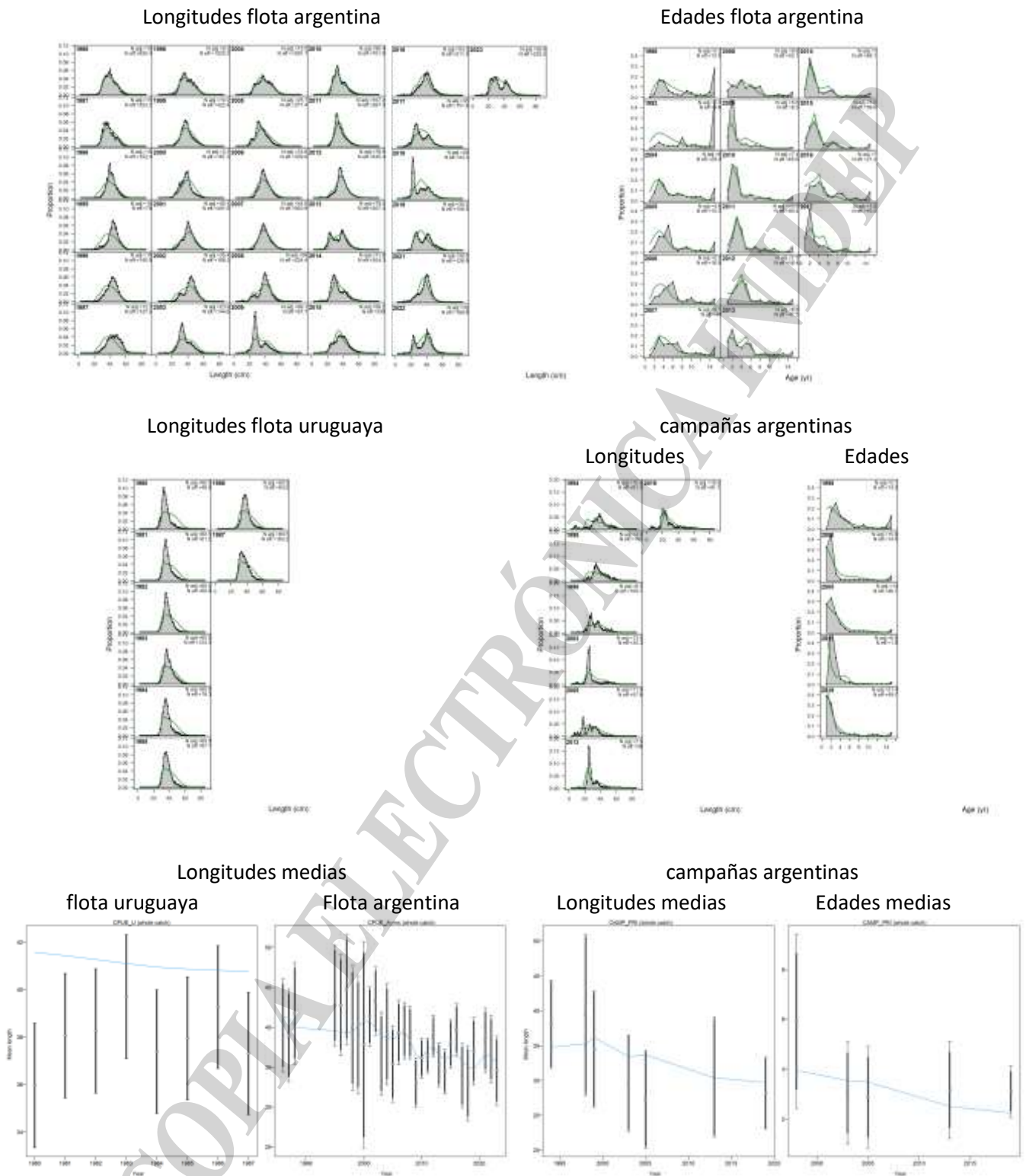
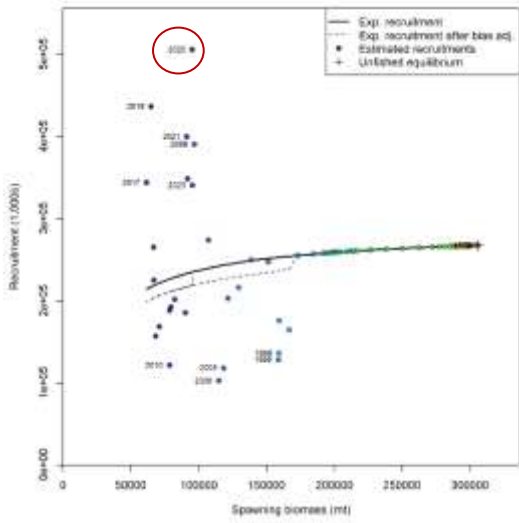


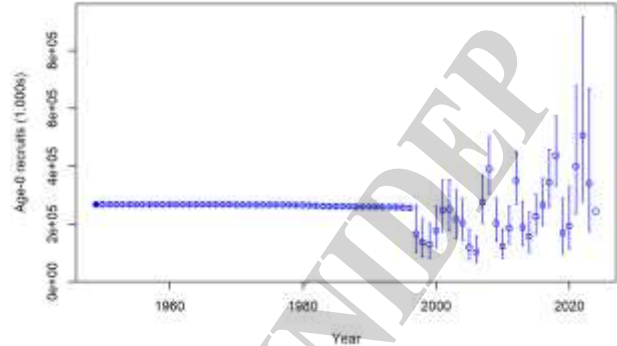
Figura 14b. Modelo ME2 $h=0.8$: ajuste a las distribuciones de longitudes y edades de corvina rubia, longitudes medias de los desembarques de ambas flotas, longitudes y edades medias de campañas de investigación argentinas.



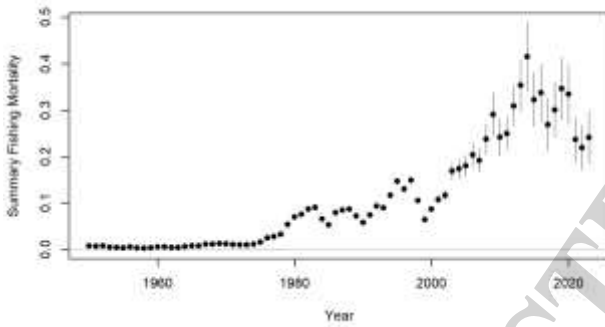
Relación *stock*-recluta



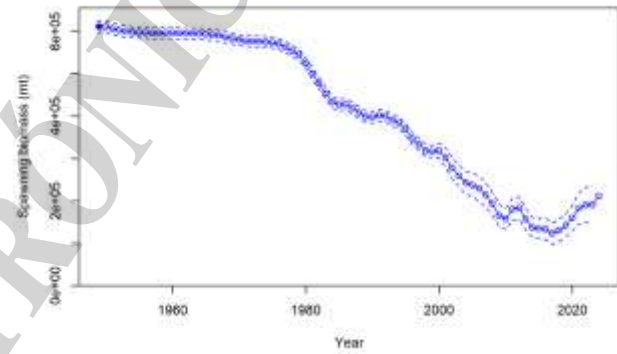
Reclutas edad 0



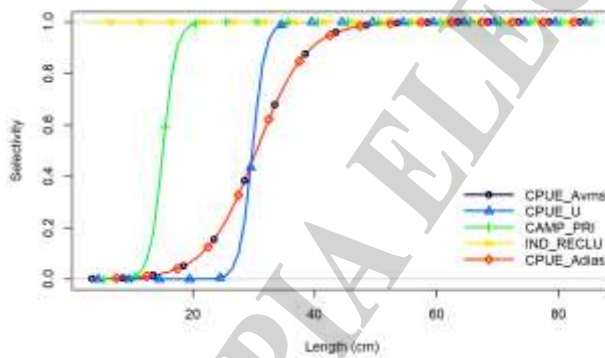
Tasas de mortalidad por pesca



Biomasa reproductiva



Patrones de Selección



Bloques de selección flota argentina

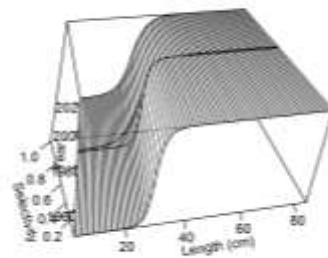


Figura 14c. Modelo ME2 $h=0.8$. Relación *stock*- recluta (se señala con un círculo rojo, el máximo valor estimado), serie de reclutamientos, evolución de la tasa instantánea de mortalidad por pesca (F) e intervalos de confianza, tendencia de la biomasa reproductiva con la incertidumbre asociada, patrones de selección de cada flota y de campañas de investigación, selectividad de la flota argentina por periodo:1950-1987, 1988-2023.

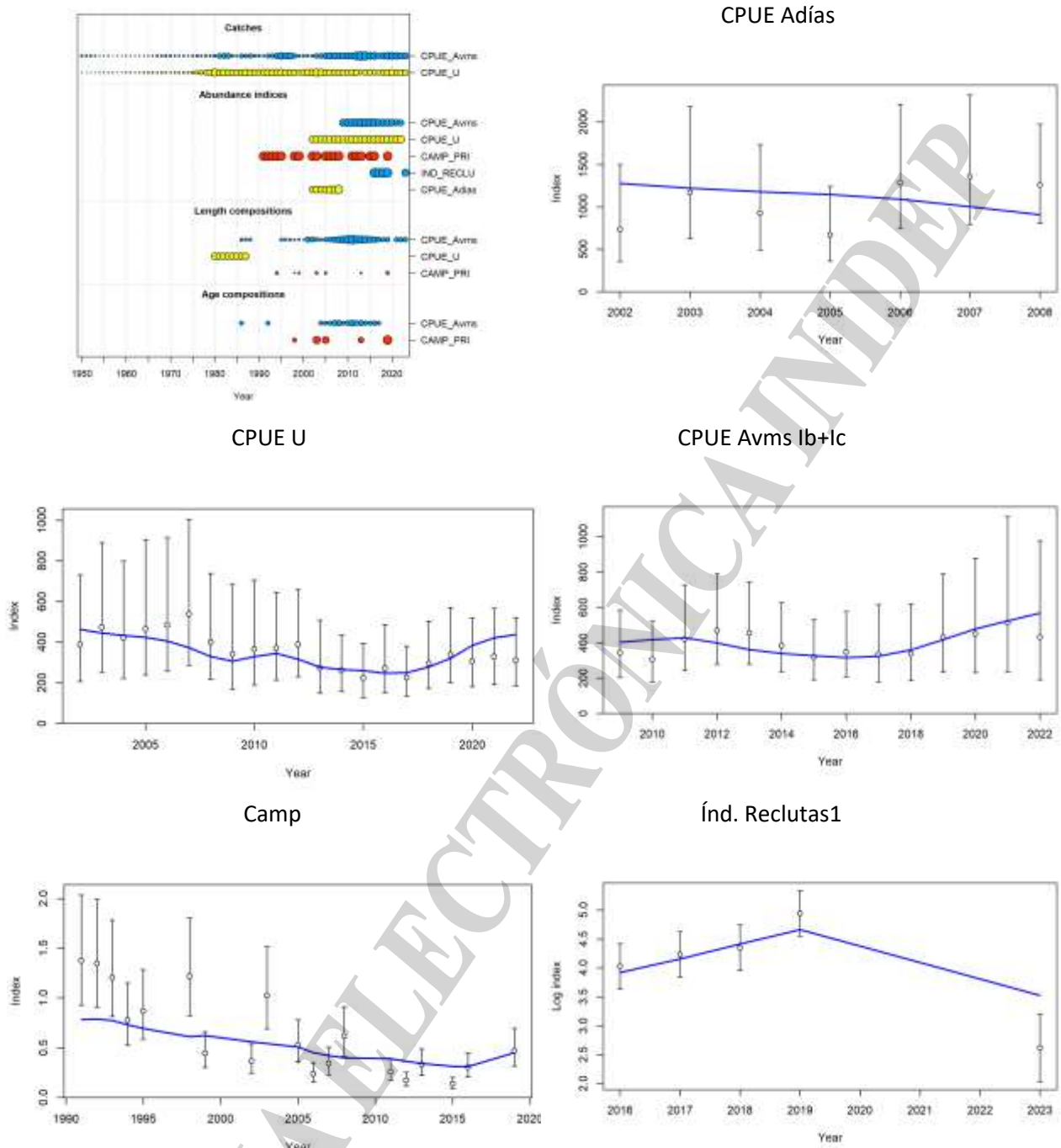


Figura 15a. Modelo ME3 $h=0.9$. Detalle de la información considerada en el modelo y ajuste a los índices CPUE Adías, CPUE Avms Ib+Ic, CPUE U, Camp e Índ. Reclutas1.

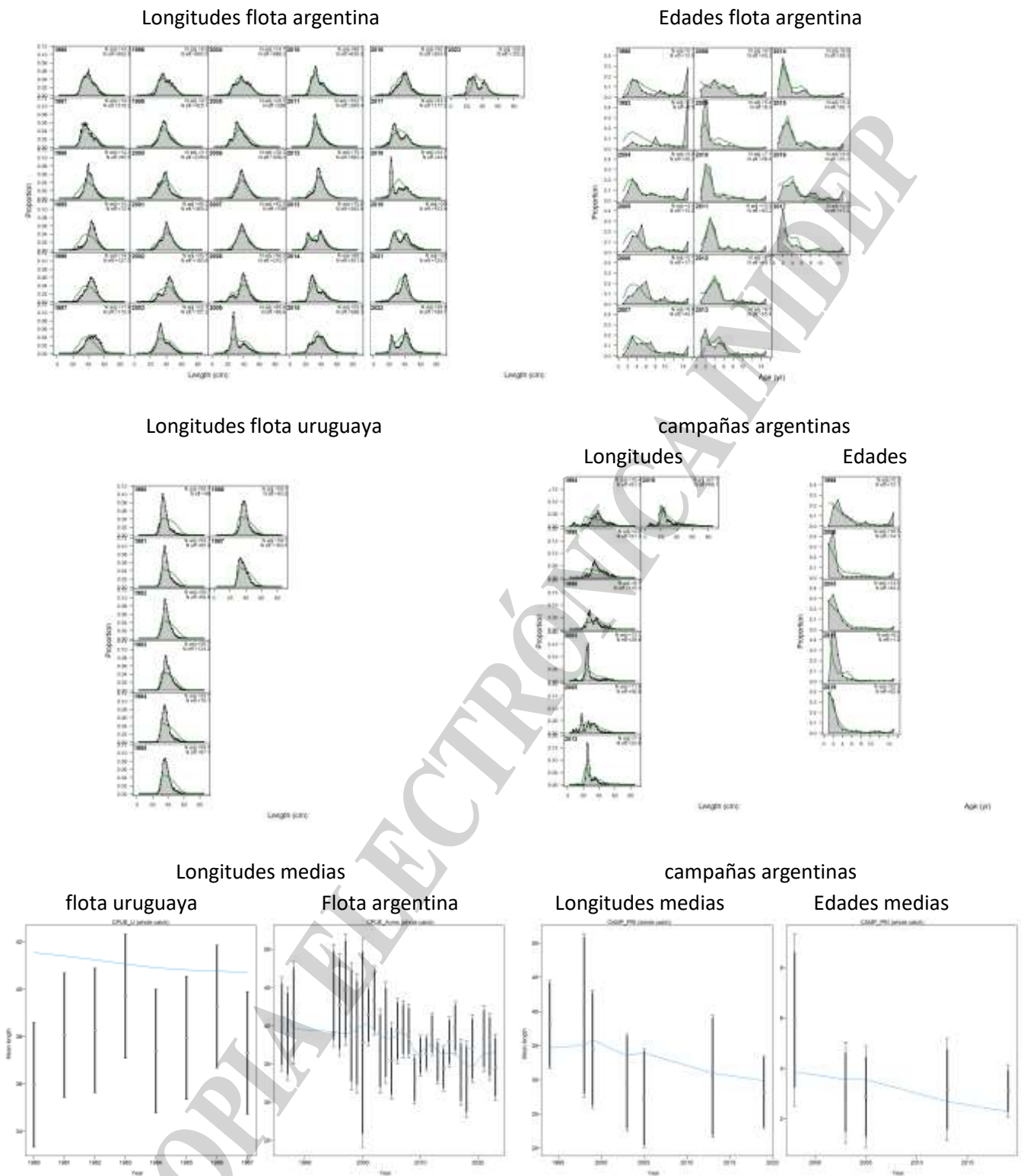
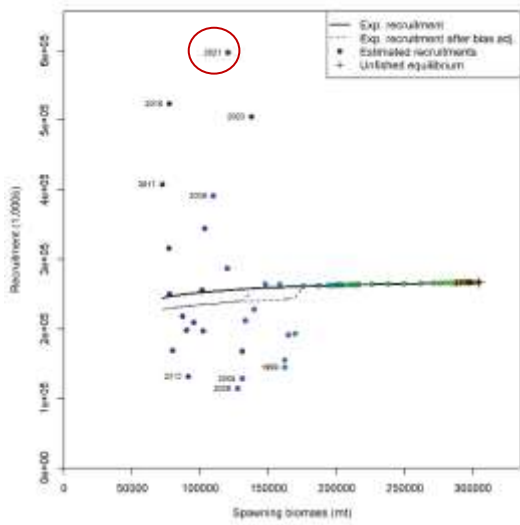


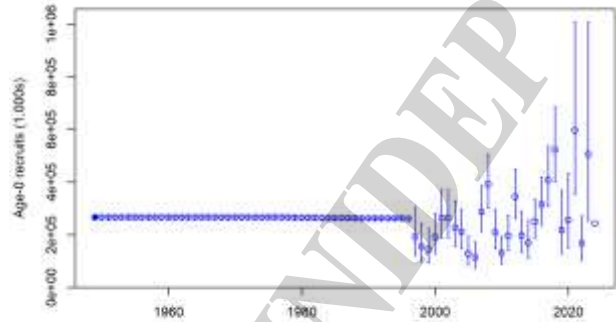
Figura 15b. Modelo ME3 $h=0.9$: ajuste a las distribuciones de longitudes y edades de corvina rubia, longitudes medias de los desembarques de ambas flotas, longitudes y edades medias de campañas de investigación argentinas.



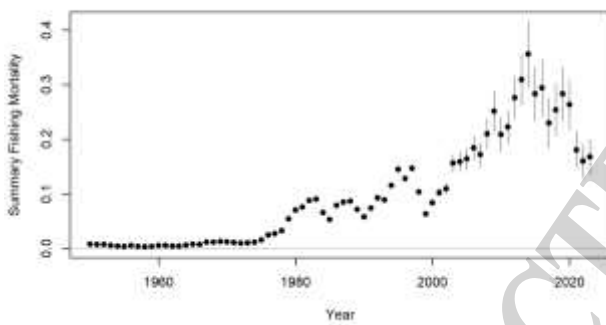
Relación *stock*-recluta



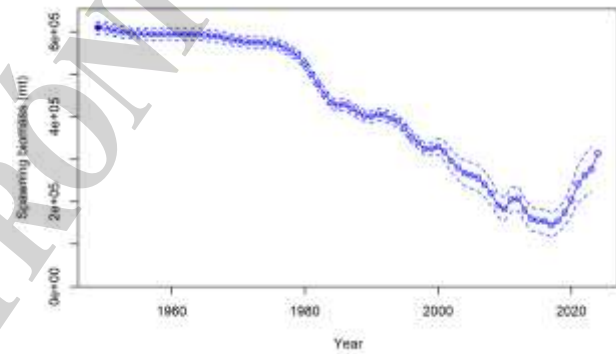
Reclutas edad 0



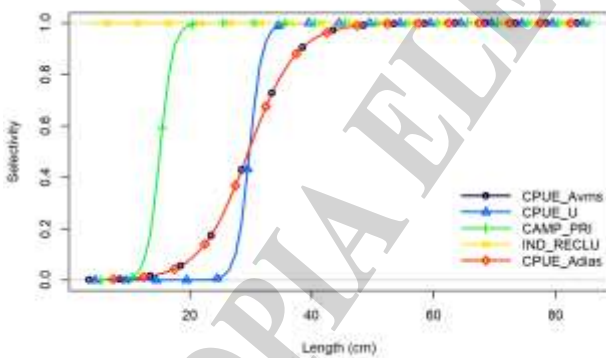
Tasas de mortalidad por pesca



Biomasa reproductiva



Patrones de Selección



Bloques de selección flota argentina

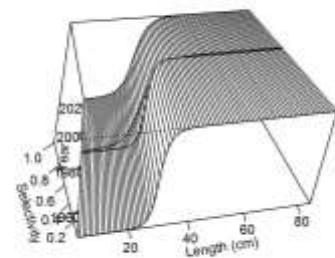


Figura 15c. Modelo ME3 $h=0.9$. Relación *stock*- recluta (se señala con un círculo rojo el máximo valor estimado), serie de reclutamientos, evolución de la tasa instantánea de mortalidad por pesca (F) e intervalos de confianza, tendencia de la biomasa reproductiva con la incertidumbre asociada, patrones de selección de cada flota y de campañas de investigación, selectividad de la flota argentina por periodo: 1950-1987, 1988-2023.



Anexo II. Evolución de la reducción de biomasa reproductiva (relación BR/BRV), de la biomasa total (B) y biomasa reproductiva (BR) en toneladas.

Año	Modelo ME1 $h=0,8$			Modelo ME2 $h=0,8$			Modelo ME3 $h=0,9$		
	BR/BRV	B (t)	BR (t)	BR/BRV	B (t)	BR (t)	BR/BRV	B (t)	BR (t)
1950	1,00	683.646	610.250	1,00	685.646	612.072	1,00	682.188	608.902
1951	0,99	679.055	605.738	0,99	681.056	607.562	0,99	677.593	604.386
1952	0,99	675.255	601.956	0,99	677.258	603.781	0,99	673.797	600.601
1953	0,98	671.866	598.592	0,98	673.869	600.417	0,98	670.420	597.236
1954	0,98	670.295	597.026	0,98	672.298	598.851	0,98	668.875	595.681
1955	0,98	669.689	596.427	0,98	671.691	598.251	0,98	668.306	595.107
1956	0,98	669.354	596.102	0,98	671.356	597.926	0,98	668.017	594.820
1957	0,97	668.188	594.959	0,98	670.190	596.783	0,98	666.899	593.721
1958	0,97	668.217	594.978	0,98	670.219	596.802	0,98	666.980	593.789
1959	0,98	668.604	595.360	0,98	670.606	597.184	0,98	667.419	594.220
1960	0,98	668.696	595.457	0,98	670.697	597.281	0,98	667.558	594.364
1961	0,97	667.637	594.421	0,97	669.640	596.245	0,97	666.543	593.371
1962	0,97	666.774	593.560	0,97	668.777	595.386	0,97	665.719	592.549
1963	0,97	666.749	593.526	0,97	668.752	595.351	0,97	665.730	592.548
1964	0,97	666.596	593.380	0,97	668.599	595.205	0,97	665.611	592.433
1965	0,97	665.448	592.253	0,97	667.452	594.080	0,97	664.493	591.335
1966	0,97	663.607	590.434	0,97	665.613	592.262	0,97	662.681	589.542
1967	0,96	662.033	588.870	0,97	664.039	590.698	0,97	661.135	588.002
1968	0,96	658.447	585.335	0,96	660.455	587.165	0,96	657.578	584.488
1969	0,95	655.219	582.133	0,95	657.227	583.964	0,95	654.384	581.311
1970	0,95	651.866	578.815	0,95	653.876	580.646	0,95	651.074	578.021
1971	0,94	649.430	576.397	0,94	651.439	578.229	0,95	648.689	575.641
1972	0,94	648.058	575.039	0,94	650.068	576.870	0,94	647.381	574.332
1973	0,94	647.353	574.343	0,94	649.362	576.174	0,94	646.745	573.695
1974	0,94	646.604	573.608	0,94	648.613	575.439	0,94	646.069	573.027
1975	0,94	645.428	572.454	0,94	647.437	574.285	0,94	644.968	571.941
1976	0,93	642.058	569.139	0,93	644.069	570.972	0,93	641.670	568.694
1977	0,92	634.063	561.264	0,92	636.078	563.101	0,92	633.744	560.880
1978	0,91	625.629	552.912	0,91	627.648	554.753	0,91	625.390	552.587
1979	0,89	615.679	543.080	0,89	617.704	544.927	0,89	615.536	542.819
1980	0,86	595.850	523.578	0,86	597.886	525.436	0,86	595.825	523.392
1981	0,82	570.699	498.755	0,82	572.750	500.627	0,82	570.837	498.667
1982	0,78	547.365	475.671	0,78	549.430	477.558	0,78	547.739	475.718
1983	0,74	523.059	451.734	0,74	525.139	453.635	0,74	523.763	451.980
1984	0,71	502.329	431.314	0,71	504.421	433.227	0,71	503.478	431.855
1985	0,70	496.143	425.170	0,70	498.242	427.087	0,70	497.865	426.130
1986	0,70	497.015	426.090	0,70	499.120	428.011	0,70	499.404	427.589
1987	0,68	487.408	416.838	0,68	489.523	418.770	0,69	490.493	418.971
1988	0,67	477.141	406.737	0,67	479.269	408.682	0,67	480.938	409.544
1989	0,65	467.843	397.743	0,65	470.003	399.706	0,66	472.325	401.195
1990	0,65	466.028	395.923	0,65	468.219	397.917	0,66	471.204	399.980
1991	0,66	470.393	400.207	0,66	472.611	402.228	0,66	476.255	404.880



Año	Modelo ME1 $h=0,8$			Modelo ME2 $h=0,8$			Modelo ME3 $h=0,9$		
	BR/BRV	B (t)	BR (t)	BR/BRV	B (t)	BR (t)	BR/BRV	B (t)	BR (t)
1992	0,65	467.799	397.778	0,65	470.045	399.828	0,66	474.308	403.071
1993	0,64	458.266	388.531	0,64	460.550	390.614	0,65	465.352	394.412
1994	0,63	451.568	381.932	0,63	453.896	384.053	0,64	459.189	388.322
1995	0,60	436.064	366.935	0,60	438.452	369.106	0,61	444.166	373.752
1996	0,56	412.480	344.094	0,57	414.957	346.337	0,58	421.032	351.288
1997	0,54	399.561	331.378	0,55	402.117	333.705	0,56	408.659	338.944
1998	0,52	377.467	315.856	0,52	379.241	318.270	0,53	387.956	323.853
1999	0,52	365.048	315.184	0,52	365.476	317.459	0,53	377.297	323.958
2000	0,52	359.058	318.108	0,52	357.776	318.934	0,54	373.151	328.900
2001	0,50	344.735	303.847	0,49	341.681	302.587	0,52	360.553	316.878
2002	0,46	331.750	280.625	0,45	327.138	277.516	0,48	349.223	295.271
2003	0,43	326.137	263.437	0,42	320.317	258.843	0,46	345.045	279.339
2004	0,41	313.261	249.018	0,40	306.639	243.398	0,44	333.214	266.154
2005	0,40	302.622	243.382	0,39	295.575	237.162	0,43	323.144	261.557
2006	0,39	285.185	236.214	0,38	277.826	229.699	0,42	305.846	254.956
2007	0,36	257.481	221.076	0,35	249.812	214.488	0,39	277.996	239.836
2008	0,33	243.223	200.564	0,32	235.311	193.769	0,36	263.695	219.056
2009	0,28	242.116	172.035	0,27	234.568	164.909	0,31	262.277	190.189
2010	0,27	242.625	164.227	0,26	235.565	157.136	0,30	262.334	182.193
2011	0,31	244.465	186.645	0,29	237.752	180.348	0,34	263.763	204.290
2012	0,31	232.659	189.348	0,30	226.065	183.647	0,34	251.727	206.613
2013	0,27	219.488	162.844	0,26	213.555	157.145	0,30	238.066	179.873
2014	0,23	207.933	142.398	0,22	202.580	136.744	0,26	226.227	159.175
2015	0,23	191.476	138.553	0,22	186.612	133.893	0,25	209.868	154.698
2016	0,23	185.914	137.545	0,22	180.841	133.452	0,25	205.443	153.846
2017	0,21	186.711	127.242	0,20	179.402	123.120	0,24	208.571	144.405
2018	0,22	213.132	135.240	0,21	201.569	129.919	0,25	238.937	154.406
2019	0,25	250.612	151.315	0,23	232.616	141.975	0,29	282.432	173.883
2020	0,29	268.472	174.696	0,26	244.556	159.180	0,33	306.945	202.498
2021	0,34	272.574	205.489	0,30	243.026	182.652	0,40	318.338	240.700
2022	0,36	296.747	218.887	0,31	256.242	190.570	0,43	353.796	261.541
2023	0,37	310.803	223.721	0,31	290.273	190.845	0,45	377.901	275.096