INIDEP

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION Y DESARROLLO PESQUERO

INFORME DE INVESTIGACIÓN

Número	Páginas	Fecha de aprobación
089	016	26 NOV 2013

Dirección: DIRECCIÓN DE PESQUERIAS DEMERSALES

Programa / Gabinete: Pesquerías de Peces Demersales Costeros

Actividad: COST 5-Corvina rubia

EVALUACIÓN DE CORVINA RUBIA (*Micropogonias furnieri*) PARA EL AÑO 2013 MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL MODELO DE DIFERENCIAS CON RETARDO (*delay diference model*).

Este informe tiene por finalidad dar a conocer los resultados de la evaluación de corvina rubia para el año 2013 en el área del Río de la Plata, Zona Común de Pesca y ZEE de Argentina y Uruguay al norte de los 39° LS. Para tal fin se utilizó el modelo de diferencias con retardo (*delay difference model*). La estimación de los parámetros del modelo de evaluación y la toma de decisiones se efectuó dentro de un contexto bayesiano. Los datos utilizados corresponden a la captura total desembarcada (t) de Argentina y Uruguay en el período 1992 a 2012 y 2002 a 2012. Las series de CPUE utilizadas, son las denominadas A_1, AU_1, AU2 (parejas argentinas y uruguayas) y un índice de campañas costeras realizadas por los buques de ambos países. Estos índices provienen de los resultados obtenidos durante la reunión del GT Costero, realizada en abril de 2013. Independientemente del índice de abundancia considerado, las trayectorias de biomasa presentan una disminución en el presente año con respecto al año 2012. Esto debe destacarse especialmente en el caso de las series A_1 y AU_1, para las cuales la tendencia de la serie en los años 2010 y 2011 es creciente. Si, por otra parte, se consideran los índices de abundancia AU2 y CAMPAÑAS, se ve que tanto los índices como las trayectorias de biomasa muestran decrecimiento desde el año 2008. Considerando todas las series utilizadas, la captura precautoria, asociada a un riesgo del 5 % de que se produzca una disminución de biomasa en el año 2014 con respecto al año 2013 comprende valores desde 37.800 t a 42.000 t. Dado el estado de depleción del recurso, sería importante asumir una actitud altamente precautoria, además sería importante comenzar a considerar el efecto a corto plazo de mantener niveles dados de capturas y evaluar las consecuencias, evitando continuar deplecionando el recurso y tendiendo por el contrario a la recuperación de los niveles de biomasa del mismo. Los resultados de este modelo serán contrastados con aquellos obtenidos de la aplicación de un modelo que tenga en cuenta la estructura de tallas de la población.

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

SOLICITADO POR	Institución	Cargo
	DNI-INIDEP	

PREPARADO POR

Firma:

Nombre: CAROZZA, CLAUDIA RAQUEL

Firma:

Nombre: HERNANDEZ, DANIEL RAUL

APROBADO POR

Jefe de Programa / Gabinete

Director de área
Lic. PATRICIA A. MARTÍNEZ
A/C Dirección
Pesquerías Demersales

Dr. OTTO C. WOHLER
DIRECTOR
Dirección Nacional de Investigación
INIDEP

Director Nacional de Investigación

Director del INIDEP

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Evaluación de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) para el año 2013 mediante la aplicación del modelo de diferencias con retardo (*delay difference model*)

por

Claudia Carozza[1] y Daniel Hernández[1]

1- Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero

COPIA ELECTRONICA INIDEP

INTRODUCCIÓN

Dentro del grupo de especies demersales costeras que habitan la región costera bonaerense, la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) es la de mayor interés comercial. En Argentina en el año 2012 se desembarcaron 37.800 t, representa aproximadamente el 30% de los desembarques del conjunto íctico demersal costero comúnmente denominado "variado costero". A partir del año 1992 varios países asiáticos se interesaron por la corvina y la flota costera intensificó su actividad hacia la pesca de esta especie, lo que significó un aumento tanto del esfuerzo de pesca como de la captura total desembarcada. Es una especie longeva, de crecimiento lento, se agrupa en densos cardúmenes en aguas poco profundas (menores de 10 m) en localidades y épocas predecibles. Es capturada por diferentes tipos de flota (artesanal, rada o ría, costera y de altura), y con distintas modalidades de pesca (arrastre de fondo a la pareja, arrastre de pesca con portones, enmalle, línea). También 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. Además, es un recurso compartido con la República Oriental del Uruguay, en consecuencia las medidas de manejo deben basarse en el consenso de diferentes administraciones: provincial, nacional e internacional.

Actualmente la mayor captura desembarcada de corvina rubia por parte de la flota argentina tiene lugar durante los meses de junio a septiembre en el área de Bahía Samborombón, fecha en la cual se produce un desplazamiento de las flotas de rada o ría y costera hacia dicha región y se desembarca el mayor porcentaje de la captura total anual de corvina rubia (Lasta *et al*., 2000, Carozza *et al*., 2004). El resto del año la captura desembarcada de esta especie es mas baja y proviene de otras áreas del litoral bonaerense formando parte de una pesquería multiespecífica.

Para describir la dinámica poblacional de la biomasa del stock explotable y determinar la Captura Biológicamente Aceptable de esta especie en el área al norte de los 39º LS, se utilizó el modelo en diferencias con retardo *(delay difference model*) de Deriso (1980) y Schnute (1985, 1987). La estimación de los parámetros del modelo de evaluación y la toma de decisiones se efectuó dentro de un contexto bayesiano (Kinas, 1993; McAllister *et al*., 1994; Hernández, 2007).

Los resultados presentados en este informe fueron aportados para su discusión en las reuniones del Grupo Técnico de Evaluación de Recursos Costeros de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo, con el objetivo de sugerir opciones de captura biológicamente aceptable para el año 2013, en el Río de La Plata, Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya y aguas jurisdiccionales adyacentes al norte de los 39º LS.

MATERIALES Y METODOLOGÍA

Datos utilizados

Los datos utilizados corresponden a los estimados de captura desembarcada (t) de Argentina y Uruguay durante el período 1992 a 2012 (incluye capturas de ZEE de ambos países), y los valores de *CPUE* (Kg/h) de la flota comercial argentina, flota comercial uruguaya y ambas flotas en conjunto. Además se utilizó en forma preliminar un índice de campaña que deriva de campañas costeras realizadas por los BIP´s de ambos países (Tabla 1 y Figura 1).

Para estimar la captura desembarcada y el índice de abundancia (CPUE) de corvina perteneciente a la flota argentina durante el año 2012, se utilizaron las siguientes fuentes de datos:

1- Estadística pesquera oficial. Esta fuente está conformada por los partes de pesca de la flota comercial argentina que son recopilados por la Dirección Nacional de Coordinación Pesquera de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Luego son remitidos al INIDEP y pasan a formar la base de datos administrada por el Subprograma Sistema de Información Oceanográfico-Pesquera del INIDEP (SIOP). De allí provienen los datos de captura desembarcada de los puertos de Mar del Plata, Necochea, Samborombón, San Clemente, Berisso o La Plata. A partir del año 2012 son remitidos en forma *online* los partes provinciales provenientes de los puertos de Gral Lavalle y Río Salado que hasta el año 2011 eran incorporados al final de año.

2- Base de datos Programa Costero-INIDEP. Mediante esta fuente se obtiene la captura y el esfuerzo de corvina y otras especies costeras proveniente de la flota que opera a la pareja en el puerto de Gral. Lavalle y Río Salado. Esta información luego es integrada a la fuente anteriormente descripta.

Los datos de la flota uruguaya fueron obtenidos durante la primera reunión anual del Grupo de Trabajo Costero de la CTMFM (GTC), momento en el cual se intercambia la información que luego será utilizada en la aplicación de los modelos de evaluación (Info GTC 1/13

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Tabla 1. Serie de capturas desembarcadas (t) por las flotas argentina y uruguaya considerando información proveniente del Río de la Plata, Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya y aguas jurisdiccionales adyacentes al norte del los 39º LS. Años 1992-2012.

AÑO	Captura desembarcada Argentina (t)	Captura desembarcada Uruguay (t)	Captura desembarcada Total (t)
1992	9542	27824	37366
1993	10426	24548	34974
1994	16727	27980	44707
1995	28366	27718	56084
1996	22048	24617	46665
1997	27900	23626	51526
1998	12582	22254	34836
1999	7017	14377	21394
2000	4922	23549	28471
2001	5970	27322	33292
2002	5386	27705	33091
2003	12924	31947	44871
2004	13742	30453	44195
2005	21585	23453	45038
2006	25927	23008	48935
2007	23388	18047	41435
2008	21990	25424	47414
2009	25914	22417	48331
2010	24949	15108	40057
2011	24997	24982	49979
2012	37171	23059	60230

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

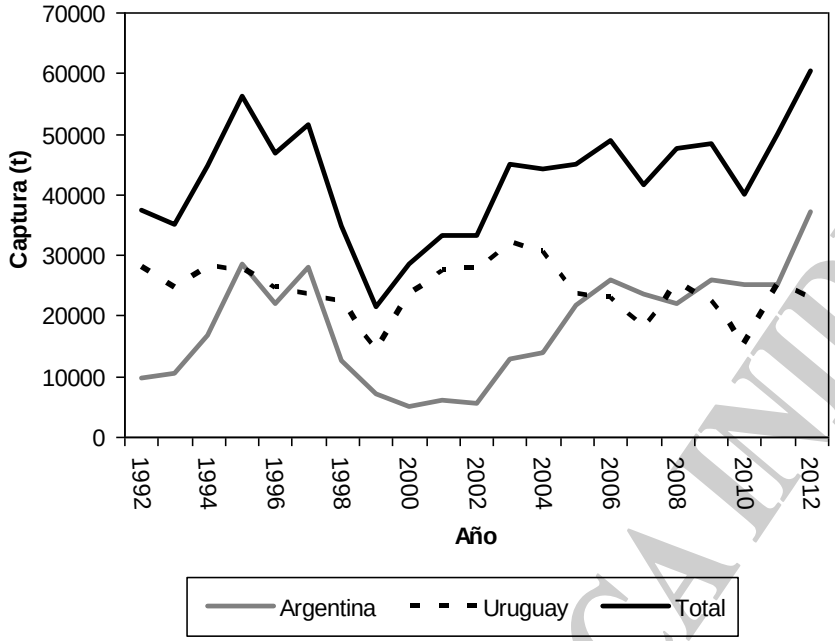

Figura 1. Evolución de las capturas desembarcadas (t) por las flotas argentina y uruguaya proveniente del Río de la Plata, ZCPAU y aguas jurisdiccionales al norte de los 39º LS.

Indices de Abundancia

La construcción de índices de abundancia relativa se efectuó utilizando el Modelo Lineal General (MLG), que permite incorporar los factores e interacciones más importantes que generan cambios en la CPUE (Hernández, 2004). Las series utilizadas fueron las denominadas: A_1, AU_1, AU_2 (Carozza, 2013 & Lorenzo *et al*., 2013) y un índice de campañas (CAMPAÑAS) que deriva de campañas costeras realizadas por ambos países (informe en revisión). En la Tabla 2 se describen las series y los factores utilizados.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Tabla 2. Códigos y variables consideradas en las estimaciones de los índices de abundancia. A_1: Flota Argentina, AU_1: Flota Uruguaya y Flota Argentina, AU_2: Flota Uruguaya y Flota Argentina solamente que opera a la pareja, IC: índice de campañas, S: Salado (Río de la Plata y Bahía de Samborombón), U: Uruguay, M: Mar del Plata. R^2: varianza explicada por el modelo.

Código del índice	Período de años	Factores	Código Áreas	Código Flota	R^2
A1 (Flota argentina)	1992-2011	Año, flota, trimestre, área	S, U, M	21, 22, 23	0,61
AU1 (Flota argentina y uruguaya)	2002-2011	Año, flota, trimestre, área	S, U	21, 22, 23, 30	0,47
AU2 (Flota argentina y uruguaya)	2002-2011	Año, flota, trimestre	S	22, 30	0,29
IC (índice campaña)	1991-2012	Año, estrato, profundidad, latitud, longitud	3 estratos Río de La Plata y costa uruguaya	BIP. E Holmberg BI. Aldebaran	0,27

Los modelos utilizados para los datos de la flota, fueron los siguientes:

A_1 *Ln (CPUE)= μ + Año+ Flota + Trimestre + Area + (Año x Flota) + (Año x Area) + (Flota x Area) + (Año x Trimestre) + (Flota x Trimestre) + (Area x Trimestre) + ε*

AU_1 *Ln CPUE= μ + Año + Área + Trimestre + Flota + Año*Trimestre + Año*Área + Año*Flota + Trimestre*Área + Trimestre*Flota + Área*Flota + ε*

AU_2 *Ln CPUE= μ + Año + Trimestre + Flota + Año*Trimestre + Año*Flota + Trimestre*Flota + ε*

Siendo:

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

ln(*CPUE*): logaritmo natural de la *CPUE* por viaje de pesca, expresada en kilogramos por hora de arrastre.
μ : constante del modelo.
Año y Trimestre: correspondiente a la fecha de arribo a puerto de la embarcación.
Area: El Salado (S), Mar del Plata (M) y Uruguay (U).
Flota: categorías de flota argentina (21, 22 y 23), categoría de flota uruguaya (30).
Año x Trimestre: interacción de primer orden entre el año y el trimestre.
Año x Area: interacción de primer orden entre el año y el área.
Año x Flota: interacción de primer orden entre el año y la flota.
Area x Trimestre: interacción de primer orden entre el área y el trimestre.
Area x Flota: interacción de primer orden entre el área y la flota.
Trimestre x Flota: interacción de primer orden entre el trimestre y la flota.
ε: término de error del modelo.

Para estimar el índice de campaña se utilizó el modelo en dos pasos tipo-delta, combinando un Modelo Lineal General utilizado para los valores de densidad positivos, a los efectos de obtener la densidad media anual positiva y un Modelo Lineal generalizado con distribución binomial para obtener el porcentaje anual de lances no nulos, con función de enlace *logit*. Obteniendo el valor de la densidad media anual como producto de los dos términos anteriores (Rico *et al*., ms).

Tabla 3. Valores de los índices de abundancia CPUE (kg/h) y CAMPAÑAS (t/mn^2) utilizados en el modelo.

Año	**A_1 (Kg/h)**	**AU_1 (Kg/h)**	**AU_2 (Kg/h)**	**CAMPAÑAS (t/mn^2)**
1991	-	-	-	2,43
1992	109,57	-	-	3,35
1993	83,75	-	-	3,45
1994	44,98	-	-	1,90
1995	166,02	-	-	1,80
1996	128,23	-	-	-
1997	95,17	-	-	-
1998	30,44	-	-	3,20
1999	53,52	-	-	1,01
2000	22,20	-	-	-
2001	82,93	-	-	1,08
2002	61,90	357,67	607,69	0,83
2003	59,99	317,87	762,92	-
2004	60,23	304,78	622,21	-
2005	66,45	408,64	696,04	1,10
2006	93,38	357,99	617,39	0,57
2007	82,40	373,65	686,65	0,85
2008	80,80	283,88	513,01	1,30
2009	48,90	270,03	559,23	-
2010	115,46	339,58	573,56	-
2011	159,41	435,80	509,37	0,56
2012	-	-	-	0,36

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

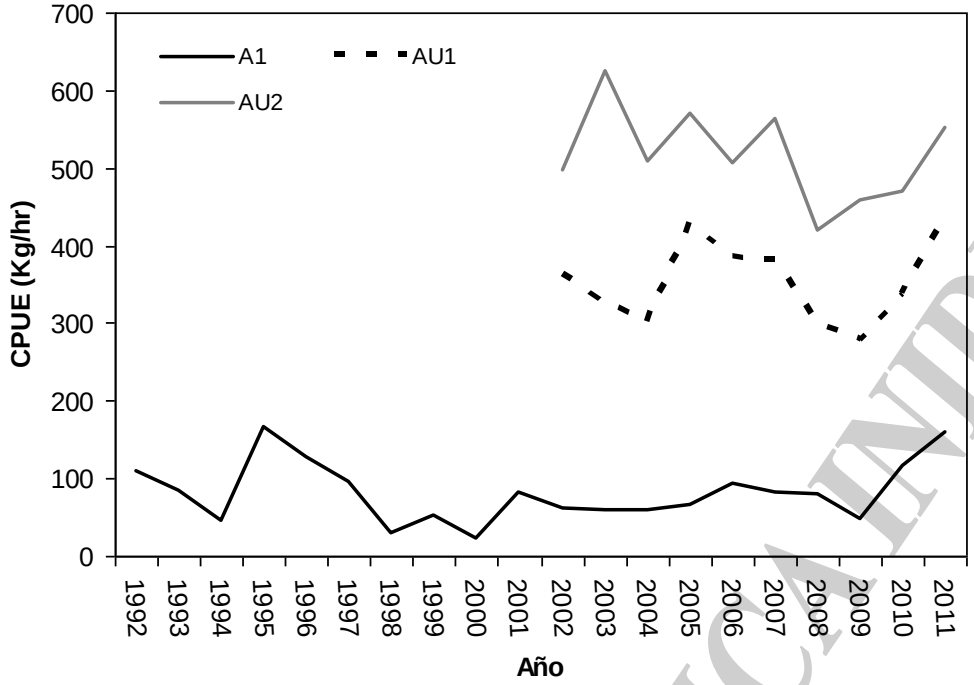

Figura 2**.** Series de CPUE estandarizada, para los datos provenientes de la flota comercial Argentina (A1), ambas flotas juntas (AU1), AU2 (solo parejas argentinas y uruguayas)

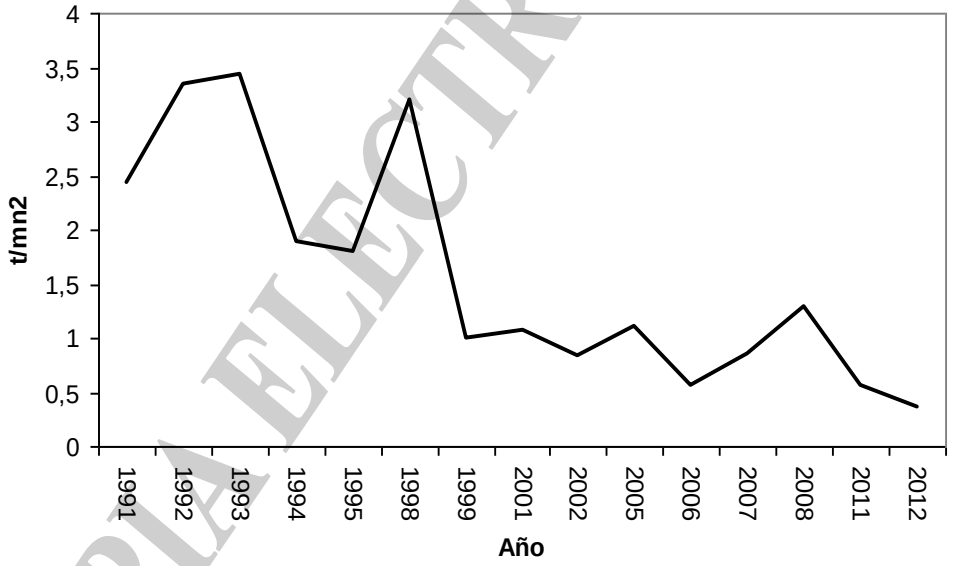

Figura 3**.** Evolución del índice de abundancia de campañas de investigación (t/mn^2).

Aplicación del Modelo de Evaluación

Para describir la dinámica poblacional de la biomasa del stock explotable y determinar la Captura Biológicamente Aceptable, se utilizó el modelo en diferencias con retardo *(delay difference model*) de Deriso (1980), considerablemente elaborado posteriormente por Schnute (1985, 1987):

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

$$B_t = (1+\rho)\, s_{t-1}\, B_{t-1} - \rho\, s_{t-1}\, s_{t-2}\, B_{t-2} - \rho\, \Omega\, s_{t-1}\, R_{t-1} + R_t \qquad (2)$$

Siendo:

$B_t, B_{t-1,} B_{t-2}$: biomasas del stock explotable a comienzo de los años *t, t-1* y *t-2*, respectivamente.

ρ: parámetro de crecimiento de la relación $\overline{w}_a = \alpha + \rho\, \overline{w}_{a-1}$, entre los pesos medios $\overline{w}_a$ y $\overline{w}_{a-1}$, correspondientes a las edades *a* y *a*-1, respectivamente.

s_{t-1}, s_{t-2} : sobrevivencias correspondientes a los años *t*-1 y *t*-2, respectivamente.

$s_{t-1} = e^{-(M+F_{t-1})}$, $s_{t-2} = e^{-(M+F_{t-2})}$
siendo *M* la tasa instantánea de mortalidad natural.

R_t, R_{t-1}: reclutamientos en peso, correspondientes a los años *t* y *t-1*, respectivamente

y

$\Omega = \overline{w}_{k-1} / \overline{w}_k$, siendo k la edad de reclutamiento.

El reclutamiento fue modelado a partir de una relación general (Schnute, 1994) de la forma:

$$R_t = R_{t-1} + \sigma_\varepsilon\, \varepsilon_t \qquad (3)$$

Además se adoptó el supuesto de que el índice considerado es proporcional a alguna potencia no negativa de la biomasa en el año en cuestión (en el caso de proporcionalidad esta potencia es igual a 1), asumiendo además la existencia de un error de observación. Específicamente, la relación que adoptamos es la siguiente:

$$\overline{CPUE}_t = q\, B_t^{\beta}\, e^{\eta_t} \text{ , con } \beta > 0 \text{ y } \eta_t \approx N(0, \sigma_\eta^2) \qquad (4)$$

siendo:

q: coeficiente de proporcionalidad entre el índice y una potencia no negativa de la biomasa del stock explotable.
B_t : biomasa correspondiente al año t.
β: potencia no negativa a la que debe elevarse la biomasa para obtener proporcionalidad con el índice.
η_t : error de observación (se asume normalmente distribuido, con media 0 y varianza σ^2).

La presencia del parámetro β en la ecuación (4) implica, en principio, que las variaciones del índice de abundancia $\overline{CPUE}_t$ reflejen las variaciones de la biomasa anual, pero no en forma directamente proporcional (si el valor de éste parámetro fuera distinto de 1). Dependiendo del valor del parámetro β, esto determinará que pequeñas variaciones de biomasa generen importantes variaciones en el índice $\overline{CPUE}_t$ (β>1) o por

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

el contrario, que grandes variaciones de biomasa sean acompañadas por variaciones de menor importancia en el índice $\overline{CPUE}_t$ (β<1). La situación correspondiente al caso en el cual sea β>1, puede tener como causa: distribución agregada de la corvina, con la existencia de áreas de mayor concentración y conocimiento de la flota de éstas áreas.

Teniendo en cuenta la magnitud de los cambios relativos en el índice de abundancia entre un año y el siguiente, para la serie A_1 y de CAMPAÑAS se ha optado por considerar el caso β > 1. En el caso de la serie AU_1 y AU2 teniendo en cuenta el mismo criterio, se ha considerado β = 1.

Las distribuciones *a priori* de los parámetros del modelo (2) se detallan en la Tabla 4. Se optó por considerar distribuciones *a priori* poco informativas, asumiendo un conocimiento difuso del verdadero estado de la naturaleza, propendiendo de esta forma a que sean principalmente los datos los que "se expresen" al efectuar el análisis bayesiano.

Tabla 4. Límites de las distribuciones *a priori* (uniformes) de los parámetros del modelo para la evaluación de corvina rubia.

Definición	Parámetros	Intervalo
Tasa de mortalidad Natural	M	0,22
Parámetro de crecimiento	ρ	0,89
Relación $\overline{w}_{k-1}/\overline{w}_k$ (*k*: edad de reclutamiento)	$\Omega = \overline{w}_{k-1}/\overline{w}_k$	0,6788
Biomasa inicial (t=1)	$B_{1\inf}$ - $B_{1\sup}$	0,0 - 300.000
Biomasa inicial (t=2)	$B_{2\inf}$ - $B_{2\sup}$	0,0 - 300.000
Reclutamiento inicial (t=1, en peso)	$R_{1\inf}$ - $R_{1\sup}$	0,0 - 100.000
Exponente de la relación *CPUE* vs biomasa	β	2,0 – 4,0
Desvío del término de error de reclutamientos	$\sigma_{\varepsilon\inf}$ - $\sigma_{\varepsilon\sup}$	0,0 – 64.000

En el caso particular de los límites correspondientes al reclutamiento, se consideró un límite superior alto, asumiendo a priori un importante grado de incertidumbre en el conocimiento de dicho parámetro.

Parámetros de diagnóstico y de manejo

Se consideraron parámetros de diagnóstico a los efectos de evaluar el estado de explotación del recurso y el rendimiento potencial del mismo y parámetros de manejo para definir niveles de explotación admisibles:

B_{actual}: biomasa poblacional del stock explotable a comienzos del año 2013.

F_{actual}: tasa instantánea de mortalidad por pesca durante el año 2012.

$F_{5\%}$: tasa instantánea de mortalidad por pesca precautoria que genera un riesgo del 5 % que se produzca disminución de biomasa a finales del año 2013.

$F_{actual}/F_{5\%}$: relación entre la tasa instantánea de mortalidad por pesca actual y la tasa correspondiente a un riesgo de disminución de biomasa del 5 %.

C_{actual}: captura durante el año 2012.

COPIA ELECTRONICA INIDEP

$C_{5\%}$: captura precautoria que genera un riesgo del 5 % de que se produzca disminución de biomasa a fines del año 2013.
$C_{actual}/C_{5\%}$: relación entre la captura actual y la captura correspondiente a un riesgo del 5% de disminución de biomasa.

Resultados y discusión

Dependiendo del índice considerado la biomasa en toneladas para el presente año se ubica entre 106.910 t (índice CAMPAÑAS) y 222.897 t (índice A1). Por su parte la relación entre la biomasa actual y la biomasa virgen varía entre un mínimo del 24% para el índice CAMPAÑAS y un máximo del 34% para el índice A_1. De acuerdo a los resultados obtenidos también se puede ver que esta relación (entre la biomasa actual y la biomasa virgen) tiene una probabilidad de estar por debajo del 30%, que varía entre un mínimo del 38% para el índice A1 y un máximo del 83% para el índice CAMPAÑAS. Indicando esto un nivel de depleción del recurso que comienza a ser importante. Es notorio, por otra parte, que las Capturas Biológicamente Aceptables (CBA), correspondientes a un nivel de riesgo del 5% de disminución de biomasa entre los años 2013 y 2014, son similares para los cuatro índices considerados, variando entre un mínimo de 37.865 t para el índice AU2 y un máximo de 42.050 t para el índice A1. Si a su vez consideramos la relación $C_{5\%}/B_{actual}$ vemos que los índices A1 y AU1 determinan que la CBA sea igual a un 19% de la biomasa actual, mientras que para el índice CAMPAÑAS la CBA representa un 38%. De esta forma, si bien el índice CAMPAÑAS nos lleva a una visión mas pesimista del estado del recurso, mostrando el mismo el grado de depleción mayor, no obstante el valor de CBA que determina el índice CAMPAÑAS es un valor apreciablemente alto, si tenemos en cuenta el porcentaje que representa de la biomasa actual. Esto se puede deber, posiblemente, a que el criterio de establecer un valor de captura precautoria imponiendo la condición de que la probabilidad de que no se genere disminución de biomasa de un año a otro sea baja, puede ser engañoso cuando se está ante un recurso al límite de la depleción admisible. En otras palabras, lograr que la biomasa no disminuya, cuando el recurso está al límite de la depleción, no asegura que el mismo mejore y se recupere a niveles de biomasa razonable (tomando siempre como referencia el nivel de biomasa virgen) de un año a otro. Lo cual requerirá, en general, la implementación de una estrategia de explotación de mediano o largo plazo.

Esto nos ha llevado, en principio, a considerar qué puede pasar, en el corto plazo, si se estableciera una captura durante los próximos tres años, igual a la CBA calculada para cada índice. En éste sentido, en la última fila de la Tabla 4 se puede ver que la probabilidad de que la biomasa en el año 2016 esté por debajo del 30% de la biomasa virgen, varía entre un valor mínimo del 37% para la serie A1 y un valor máximo del 77% para el índice CAMPAÑAS. De esta forma pasando del efecto inmediato (de un año a otro) al efecto a corto plazo (en tres años) la CBA calculada para el índice CAMPAÑAS se muestra como altamente riesgosa.

En la Figura 4 se muestran los gráficos correspondientes a las trayectorias de biomasa obtenidas del Análisis Bayesiano (considerando el *delay difference model*), al efectuar el mismo a partir de las diferentes series del índice de abundancia (A1, AU1, AU2, CAMPAÑAS). Debe destacarse que, independientemente del índice de abundancia considerado, las trayectorias de biomasa obtenidas presentan una disminución en el presente año con respecto al año 2012. Esto debe destacarse especialmente en el caso de las series A1 y AU1, para las cuales la tendencia de la serie en los años 2010 y 2011 es creciente. Si, por otra parte, se consideran los índices de abundancia AU2 y CAMPAÑAS, se ve que tanto los índices como las trayectorias de biomasa muestran decrecimiento desde el año 2003 (Figura 5).

Por otro lado Lorenzo & Saravia 2013 aplicaron un modelo de producción excedente de Schaefer (1954) con las series de la flota uruguaya (U1) y las series

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

conjuntas AU1 y AU2. Los resultados de la aplicación de dicho modelo también indicó la disminución de biomasa. Según esta aplicación los valores de biomasas a finales del 2012 rondaron entre 182.200 t (AU1) y 256.900 t (AU2), estos valores se encuentran por encima del nivel definido por estos investigadores como precautorio, establecido en el 0,4 de la biomasa virgen (0,4 B_0). Los valores de CMS que surgieron del modelo de Schaefer se ubicaron entre las 40.700 y 44.000 t según el índice utilizado. Las proyecciones indicaron que con un incremento del 10% de dichos valores se produciría en tres años una disminución de biomasa por debajo del nivel considerado precautorio.

Tabla 4. Parámetros de diagnóstico y de manejo para corvina rubia, resultantes de la aplicación del modelo *delay difference model*, con aproximación bayesiana, considerando el índice de CPUE estandarizada de la flota Argentina (A1), de las flotas de Argentina y Uruguay (AU1), de las flotas a la pareja de Argentina y Uruguay (AU2) y el índice de abundancia de campañas de investigación (CAMPAÑAS).

Parámetro	**A1**	**AU1**	**AU2**	**CAMPAÑAS**
$B_{actual}\,(2013)$	222.897	217.565	148.863	106.910
B_{virgen}	649.823	722.569	493.417	450.697
B_{actual}/B_{virgen}	0,34	0,30	0,30	0,24
$P(B_{actual}/B_{virgen} < 0{,}50)$	0,91	0,96	0,99	0,99
$P(B_{actual}/B_{virgen} < 0{,}30)$	0,38	0,51	0,47	0,83
RMS	65.368	72.703	49.565	45.254
F_{actual}	0,3761	0,4517	0,6035	0,8709
$F_{5\%}$	0,1727	0,1822	0,2512	0,3552
$F_{actual}/F_{5\%}$	2,18	2,48	2,40	2,45
$C_{5\%}$	42.050	41.300	37.865	40.330
$C_{actual}/C_{5\%}$	1,43	1,46	1,59	1,49
$C_{5\%}/B_{actual}$	0,19	0,19	0,25	0,38
$P(B_{2016}/B_{virgen} < 0{,}30)$ $Si\ C_{aptura} = C_{5\%}$ durante tres años	0,37	0,38	0,38	0,77

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

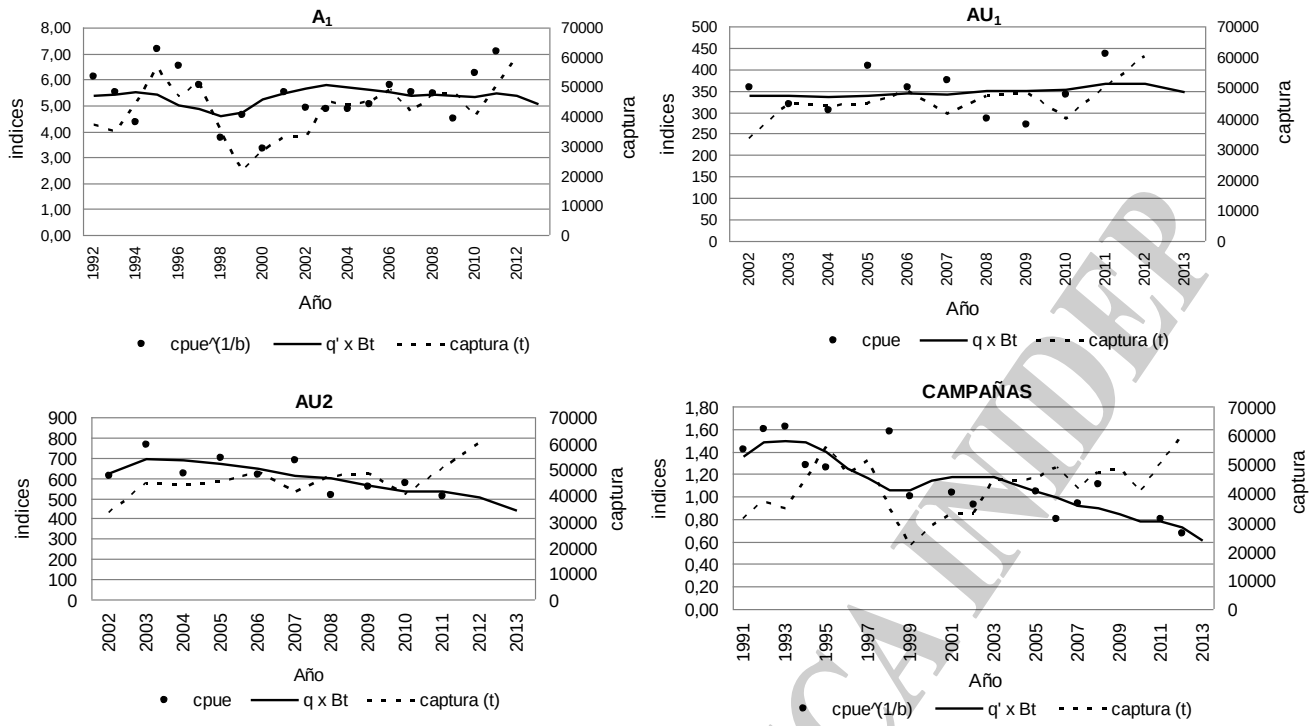

Figura 4: Gráficos correspondientes a los resultados del análisis bayesiano efectuado considerando las diferentes series del índice de abundancia (A1, AU1, AU2, CAMPAÑAS). (•) cpue observado (con transformación potencial inversa si la relación es del tipo $\overline{CPUE}_t = q\, B_t^{\beta}\, e^{\eta_t}$), (—) trayectoria de biomasa, (----) capturas anuales en toneladas.

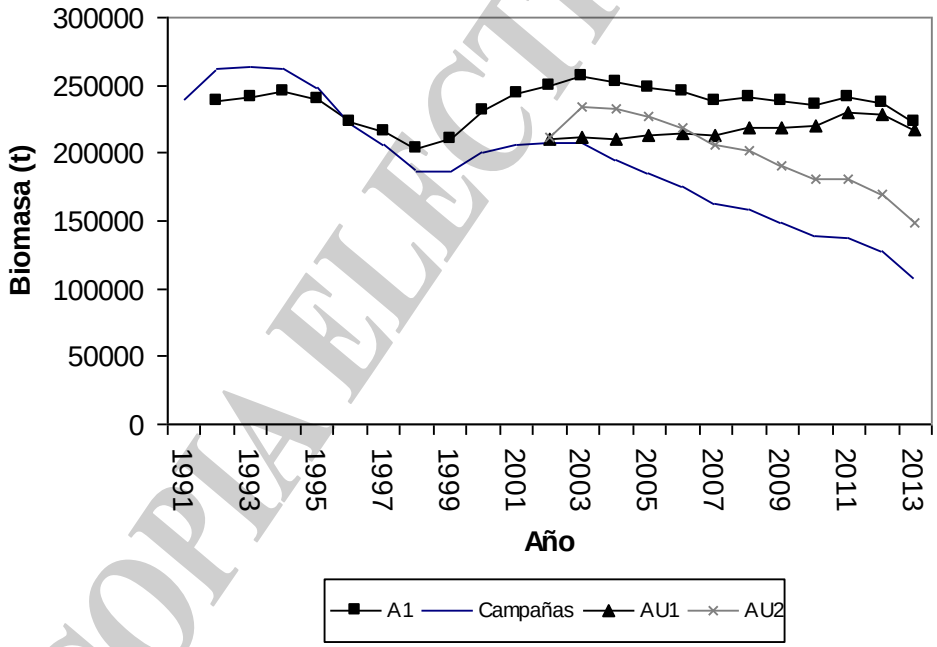

Figura 5. Trayectorias de biomasas de corvina rubia obtenidas con los diferentes índices de abundancia mediante la aplicación del *delay diference model.*

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

En la Figura 6 pueden verse las curvas de riesgo (probabilidad de disminución de biomasa desde principios del año 2013 a principios del año 2014) en función de la captura, correspondientes a cada una de las series de abundancia consideradas (A1, AU1, AU2, CAMPAÑAS).

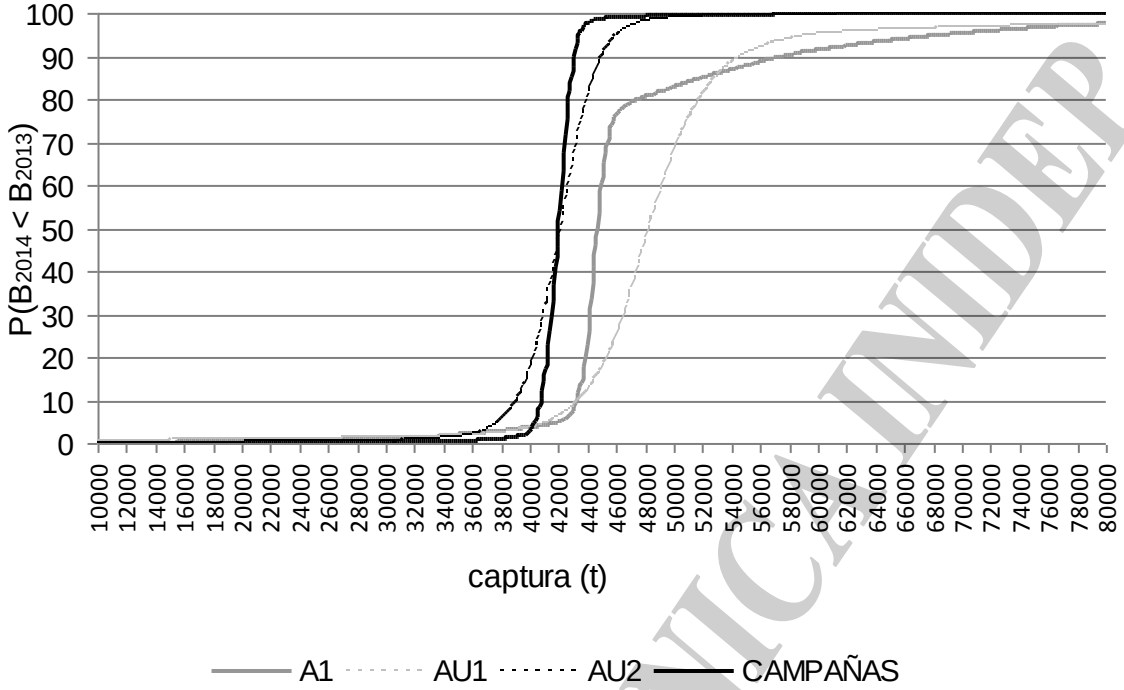

Figura 6. Curvas de riesgo de que la biomasa a comienzo del año 2014 sea menor que la biomasa al comienzo del año 2013, en función de la captura en toneladas. Cada curva corresponde a un índice de abundancia diferente (A1, AU1, AU2 y CAMPAÑAS). Los resultados corresponden al Análisis Bayesiano efectuado considerando el *delay difference model* para modelar la dinámica del recurso.

Como se observa en la Figura 6, las curvas de riesgo correspondientes a las series AU_2 y CAMPAÑAS muestran un comportamiento más próximo al tipo "filo de cuchillo", permitiendo esto definir con más precisión el límite entre un valor de captura precautorio (correspondiente a un nivel de riesgo bajo) y un valor de captura no precautorio (correspondiente a un nivel de riesgo alto). La curva correspondiente a la serie A1 muestra también un cambio rápido en un entorno de las 43.000 t, pero es más permisiva que las curvas correspondientes a las series AU2 y CAMPAÑAS, con respecto a los valores de captura precautoria a recomendar asociadas en particular con un riesgo del 5% (Tabla 5). Por su parte la curva de riesgo correspondiente a la serie AU1, muestra una pendiente más suave y esto determina, por ejemplo, que una captura de 45.000 t presente según esta curva un riesgo igual al 17,32%, mientras que las curvas A1, AU2 y CAMPAÑAS determinan, para ésta captura, riesgos del 60,25%, 89,73% y 98.72%, respectivamente. Lo que indica que una captura de 45.000 t es moderadamente riesgosa según la estimación efectuada a partir de la serie AU1 y es por otro lado altamente riesgosa de acuerdo a la visión proporcionada por las curvas A1, AU2 y CAMPAÑAS.

Consideraciones finales

Las trayectorias de biomasa obtenidas presentan una disminución en el presente año con respecto al año 2012. Los descensos más pronunciados se obtuvieron al utilizar los índices de abundancia derivados de la flota comercial de ambos países que operan a

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

la pareja (AU_2) y el derivado de las campañas de investigación de Argentina y Uruguay (CAMPAÑAS).

Considerando todas las series utilizadas la captura precautoria asociada a un riesgo del 5 % de que se produzca una disminución de biomasa a principios de 2014 con respecto a comienzo de 2013, corresponde a valores entre 37.800 y 42.000 t.

Con los mismos datos de entrada el modelo de Schaefer aplicado por los investigadores uruguayos dio como resultado Capturas Máximas Biológicamente Aceptables entre 40.700 t y 44.000 t.

De acuerdo a los resultados obtenidos, dado el estado de depleción del recurso, sería importante asumir una actitud altamente precautoria, considerando capturas máximas conservadoras, cercanas al valor inferior del rango de capturas precautorias calculadas. También sería importante comenzar a considerar el efecto a corto plazo de mantener niveles dados de capturas y evaluar las consecuencias evitando continuar deplecionando el recurso y tendiendo por el contrario a la recuperación de los niveles de biomasa del mismo.

No obstante los resultados de este modelo será contrastado con aquellos obtenidos de la aplicación de un modelo que tenga en cuenta la estructura de tallas de la población.

Bibliografía

CAROZZA, C.; HERNÁNDEZ , D. R. & PERROTA, R 2004. Evaluación de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) en el área del Río de la Plata y Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya, por medio de un modelo de dinámica de biomasa. Rev. Invest. Desarr. Pesq., 3: 59-76.

CORDO H. D & FORCINITI, L. 1988. Análisis de capturas y zonas de pesca de las flotas costera y de altura que operaron sobre los recursos corvina rubia y pescadilla durante el período 1982-1984. En: estudios sobre la etapa extractiva de algunas especies desembarcadas en el puerto de Mar del Plata. M. Berta Cousseau (eds), Mar del Plata, INIDEP Contribución N° 116:62-86.

DERISO, R.B. 1980. Harvesting strategies and parameter estimation for age-estructured model. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37:268-282.

HERNÁNDEZ, D.R. (MS). 2004. Estimación de índices de abundancia relativa, estimación del poder de pesca y estandarización del esfuerzo a partir de modelos multiplicativos Revisión y ampliación de notas de 2002. Notas de Divulgación INIDEP, Mar del Plata, 55 pp. Biblioteca INIDEP.

HERNÁNDEZ, D.R. Y PERROTTA, R.G. 2006. Influencia de las interacciones con el factor año en los índices anuales de abundancia obtenidos por Modelos Lineales Generales utilizando datos de captura por unidad de esfuerzo. REV. INVEST. DESARR. PESQ. Nº 18:57-73.

HERNÁNDEZ, D.R. 2007. Introducción al análisis Bayesiano. Mar del Plata: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero INIDEP. 45 p.

KINAS, P.G. 1993. Bayesian Statistics for Fishery Stock Assessment and Management. Ph.D. Thesis, Univ. British Columbia, Vancouver. 141 pp.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

LASTA, C.; CAROZZA, C.; SUQUELLE, P.; BREMEC, C.; ERRASTI, E. ; PERROTTA, R.; BERTELO, C.& BOCANFUSSO J. 2000 Característica y dinámica de la explotación de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) durante la zafra invernal. Años 1995 a 1997. INIDEP Inf. Téc 36, 29 p.

LORENZO M.I & SARAVIA M. 2013. Evaluación de la corvina (*Micropogonias furnieri*) en la ZCPAU y aguas del Tratado mediante modelos dinámicos de producción: estimación por máxima verosimilitud y enfoque Bayesiano. Periodo 2002-2012. Anexo i. Informe del Grupo de Trabajo Recursos Costeros –CTMFM Nº 2/13.

MCALLISTER, M.K.; PIKITCH, E.K.; PUNT, A.E. & HILBORN, R. 1994. A Bayesian Approach to Stock Assessment and Harvest Decisions Using the Sampling/Importance Resampling Algorithm. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 51: 2673-2687.

RICO, R.; RUARTE , C; CAROZZA , GARAFFO, G (MS). 2013**.** Estimación de índices de abundancia de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) a partir de datos de campañas de investigación de Argentina y Uruguay.

SCHNUTE,J. 1985. A General Theory for Analysis of Catch and Effort Data. Can. J. Fish Aquat. Sci., Vol 42:414-429.

SCHNUTE,J. 1987. A general fisheries model for a size-structured fish population. Can. J. Fish. Aquat. Sci., Vol 44: 924-940.

SCHNUTE,J. 1994. A general framework for developing sequential fisheries models. Can. J. Fish. Aquat. Sci., Vol. 51: 1676-1688.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP