

**COMISIÓN TÉCNICA MIXTA
DEL FRENTE MARÍTIMO**

Paginado, impreso y encuadernado en Mastergraf srl
Gral. Pagola 1823 - CP 11800 - Tel.: 2203 4760*
Montevideo - Uruguay
E-mail: mastergraf@netgate.com.uy

Depósito Legal - Comisión del Papel
Edición amparada al Decreto 218/96



COMISIÓN TÉCNICA MIXTA DEL FRENTE MARÍTIMO

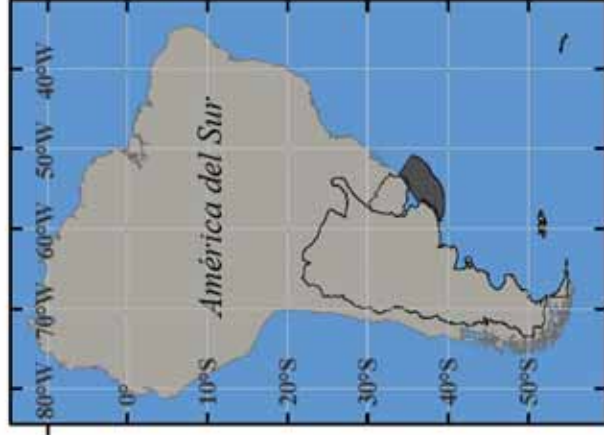
www.ctmfm.org



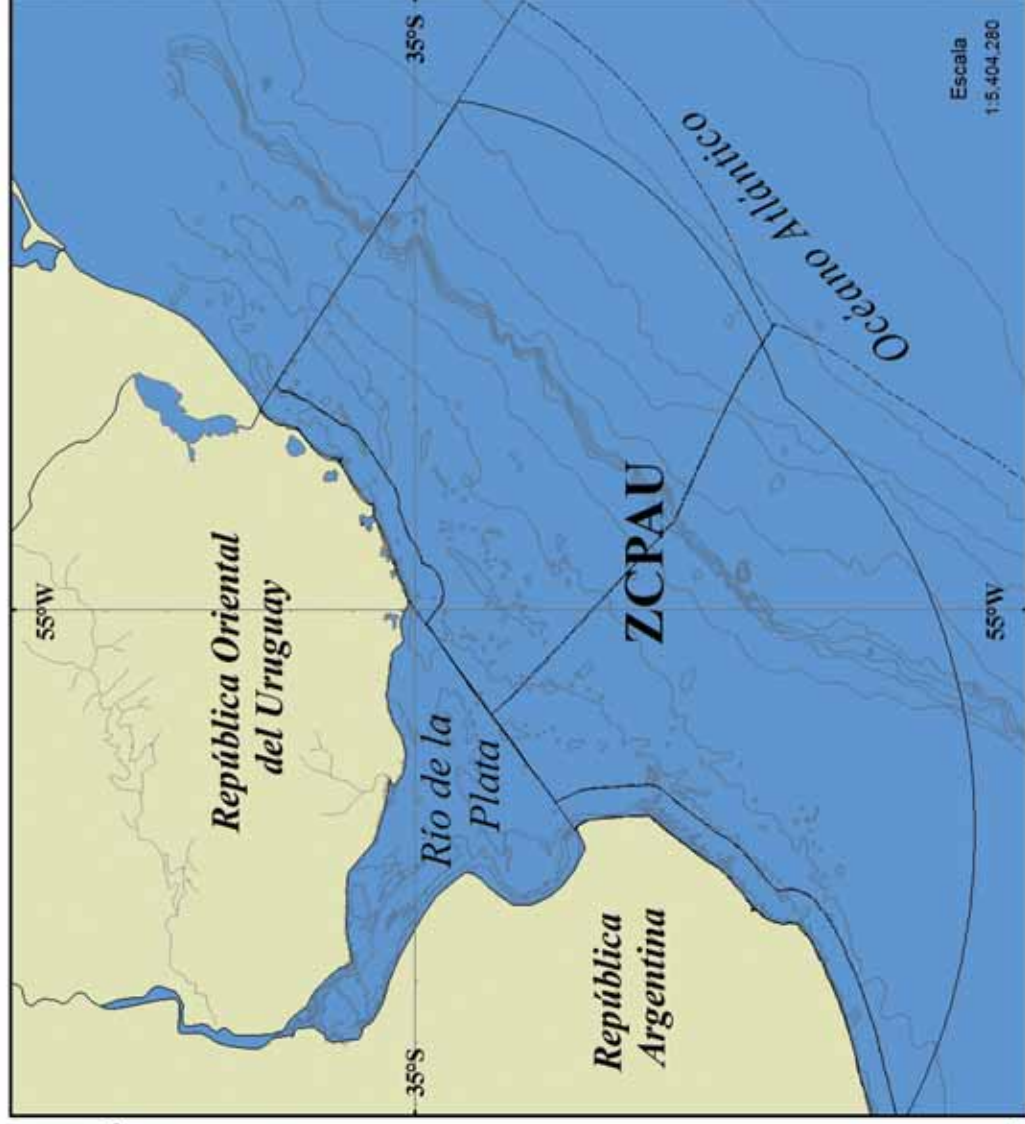
FRENTE MARÍTIMO
VOLUMEN 22 - OCTUBRE 2011



COMISIÓN TÉCNICA MIXTA DEL FRENTE MARÍTIMO



Proyección UTM
Sistema de coordenadas WGS 84



Carta de la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya. Posición geográfica en el continente sudamericano

Prólogo

En diciembre de 2010, en coincidencia con la celebración de su 300ª Reunión Plenaria, la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo organizó las Jornadas Científico-Técnicas sobre los Principales Recursos Pesqueros en el Área del Tratado y Aspectos Ambientales Relacionados.

La Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo, Organismo binacional argentino-uruguayo constituido en el marco del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo, tiene entre sus cometidos definidos en los Artículos 80 y 82 del referido Tratado, la difusión periódica de las actividades científicas realizadas.-

Con ese fin la Comisión promueve la realización de campañas conjuntas para la investigación de los principales recursos pesqueros del área y sus aspectos ambientales asociados, así como también la reunión de grupos de trabajo integrados por especialistas de ambos países en temas específicos.-

En este volumen se incluyen los trabajos de investigación presentados durante dichas Jornadas Científico-Técnicas realizadas en la Ciudad de Montevideo entre los días 15 y 17 de diciembre de 2010.-

Las Jornadas se desarrollaron en cuatro sesiones —*Pesquerías costeras, Pesquerías de Altura, Estudios del Ecosistema y Planes de acción nacional*— en las que tuvieron lugar presentaciones y mesas técnicas de discusión en relación con los avances en el conocimiento, iniciativas y propuestas en respaldo al cometido de la Comisión: la adopción y coordinación de planes y medidas relativas a la conservación, preservación y racional explotación de los recursos vivos y a la protección del medio marino en la zona de interés común. Durante las mismas se pusieron de relieve los logros más significativos alcanzados como resultado de estas actividades conjuntas, durante los últimos años.

En particular dos aportes merecen ser especialmente destacados, tanto por su trascendencia en el plano científico-técnico, como por la importancia social y económica de las temáticas abordadas. Me refiero a los avances alcanzados conjuntamente en cuanto a la metodología de evaluación para la corvina, el principal recurso costero de la región, así como también la elaboración del primer diagnóstico conjunto sobre la situación del recurso merluza común (*Merluccius hubbsi*) en la Zona Común de Pesca, a partir de un completísimo documento que incluye toda la información pertinente proveniente de campañas de investigación, estadística pesquera, muestreo de desembarque y proyectos de observadores de ambos países. La presentación de estos temas y el rico debate promovido a posteriori, constituyeron momentos salientes de estas Jornadas.

Finalmente debe destacarse que el trabajo realizado, ha estado enmarcado siempre en un espíritu de mutua cooperación y auténtica coherencia entre las Partes, lo que ha permitido seguir avanzando en forma conjunta en el tema de la pesca, tan sensible por sus implicancias socio-económicas en ambos países.

Embajador Carlos A. Carrasco

PRESIDENTE

IN MEMORIAM
DR. LUIS C. OTERO



La Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo rende homenaje a un hombre de excepción, que dedicó con enorme pasión, gran parte de su vida a los temas inherentes a esta Comisión, no sólo bajo la órbita jurídica —su especialidad— sino en toda su especificidad.

Con la partida inesperada de Luis Otero, sus amigos y compañeros sufrimos una pérdida que nos motiva a un permanente recuerdo de su hombría de bien, amabilidad y señorío.

Hasta siempre querido amigo,

Carlos Carrasco

Diagnóstico del estado de explotación de los recursos corvina y pescadilla en el área del Tratado. Evaluación y recomendaciones de manejo. Años 2009-2010

MARIA INÉS LORENZO¹, CLAUDIA CAROZZA² Y CLAUDIO RUARTE²

¹ *Dirección Nacional de Recursos Acuáticos*

ilorenzo@dinara.gub.uy

² *Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)*

ccarozza@inidep.edu.ar

ruarte@inidep.edu.ar

Integrantes Grupo de Trabajo Recursos Costeros (GTRC).

POR LA PARTE URUGUAYA:

Lic. Miguel Rey, Dra. María Inés Lorenzo, Dr. Marco Scavino y Lic. Ernesto Chiesa.

POR LA PARTE ARGENTINA:

Dr. Otto Wöhler, Lic. Patricia Martínez, Lic. Claudia Carozza, Lic. Daniel

Hernández y Lic. Claudio Ruarte.

RESUMEN: Durante los años 2009 y 2010 el Grupo de Trabajo Recursos Costeros (GTRC) se reunió con la finalidad de discutir el estado actual del recurso corvina y pescadilla y establecer un valor de Captura Máxima Sostenible, así como sugerir recomendaciones para avanzar en el diagnóstico de dichas especies. Sobre la base de la necesidad de progresar en forma conjunta en la aplicación de modelos matemáticos que permitan estimar el potencial biológico pesquero de diferentes especies, así como realizar recomendaciones de capturas máximas con sustento biológico, durante el año 2009 se realizó la estimación de índices de abundancia provenientes de la flota comercial y campañas de investigación uruguayas y argentinas, a

través del análisis de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE). Las series estandarizadas de CPUE utilizadas como índices de abundancia fueron utilizadas en los modelos de evaluación para la recomendación de CMS del año 2010.

SUMMARY: During the years 2009 and 2010, the Coastal Resources Working Group (CRWG) met with the purpose of discussing the current state of the croaker and weakfish and establishes a Maximum Sustainable Yield as well as suggests recommendations to advance in the diagnosis of these species. On the basis of the need to advance in the application of mathematical models to estimate the biological fishery potential of different species as well as make

recommendations for the maximum yield with biological support, during 2009 progress was made in estimating abundance index from the commercial float and Uruguayan and Argentinean research campaigns through the

analysis of catch per unit effort (CPUE). The standardized CPUE series used as abundance index were used in assessment models for the recommendation of MSY in 2010.

RECURSO CORVINA

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE EXPLOTACIÓN PARA EL AÑO 2009

MODELOS DE EVALUACIÓN

Continuando con lo acordado por el Grupo de Trabajo Costero en el Acta GTRC 3/07, en el año 2009 se recomendó una captura para corvina rubia siguiendo la metodología que se resume en la Tabla 1

Tabla 1. Modelos de evaluación, datos y fuente de información utilizados por los científicos. Grupo de Trabajo y resultados obtenidos: parámetros de manejo y proyección. Año 2009				
Modelo utilizado	Grupo de Trabajo	Datos utilizados Fuente de información	Parámetros de manejo	Proyección
Modelo de diferencias con retardo (<i>Delay difference model</i>) C.Carozza & D.Hernandez	Argentina	Captura desembarcada oficial de Argentina y Uruguay e índices de abundancia de la flota comercial argentina CPUE (t/h) en el período 1989-2008.	$B_{actual} = 234958 \text{ t}$ $B_{virgen} = 603811 \text{ t}$ $RMS = 51353 \text{ t } F_{RMS}$ $= 0.23 \text{ año}^{-1}$ $C_{5\%} = 38600$	Captura para mantener la biomasa estable 2008-2009 $C_{5\%} = 38600$
Captura-Mortalidad (O. Defeo, M. Rey & E. Chiesa)	Uruguayo	Captura oficial CTMFM y Z obtenido a partir de campañas de investigación realizadas por Uruguay y Argentina (período 1985-2008) $M=0.18; 0.20$ y 0.22 año^{-1}	$CMS = 37400 \text{ t}$ $F_{CMS} = 0.24 \text{ año}^{-1}$ $C_{MPB} = 36400 \text{ t}$ $F_{MPB} = 0.19 \text{ año}^{-1}$	

Recomendaciones

- El GT destacó el alto grado de semejanza en los resultados obtenidos y recomendó que los valores máximos de captura para el año 2009 debieran estar considerados dentro del rango de 37400 a 38600 toneladas para el Área del Tratado y aguas adyacentes. *Informe GTRC 1/09 Buenos Aires 16-18 de marzo de 2009.*
- Planificación y realización del taller de estandarización de los índices de abundancia de corvina y pescadilla derivados de la flota comercial y de las campañas de investigación

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE EXPLOTACIÓN PARA EL AÑO 2010

1. *Estandarización de los índices de abundancia de corvina y pescadilla derivados de la flota comercial y de campañas de investigación argentina y uruguayas*

Siguiendo las recomendación del GTRC realizadas en el año 2008 para el avance en la evaluación del recurso a partir de modelos dinámicos, se realizó del 14 al 18 de diciembre de 2009 en INIDEP un “Taller de estandarización de los índices de abundancia de corvina y pescadilla derivados de la flota comercial y de campañas de investigación argentina y uruguayas”, el objetivo del mismo fue:

- Compatibilizar las bases de datos según criterios establecidos en las reuniones del Grupo de Trabajo Costero;
- Obtener índices de abundancia de corvina y pescadilla derivados de la flota comercial y de las campañas de investigación de ambos países para ser utilizados en futuras evaluaciones de los recursos.

Para la estimación de los índices de abundancia se consideraron modelos multiplicativos transformados en modelos lineales generales (MLG).

INFORMACIÓN DERIVADA DE LA FLOTA COMERCIAL

Para la flota comercial, previamente se establecieron los criterios para el agrupamiento de datos por parte de los integrantes del GTRC, los cuales fueron explicados y discutidos durante las presentaciones del Taller. No obstante se resumen los criterios establecidos en cuanto a las áreas y flota (Fig. 1 y Tabla 2).

De acuerdo a estudios previos en cuanto a movimiento de la flota, distribución de tallas y área de concentración de la especie, Carozza y Perrota (2004) establecieron los criterios de definición de las áreas, de acuerdo a lo que se indica en la Figura 2. Dichas áreas fueron codificadas con los números 1, 2 y 4, y correspondieron a las regiones de El Salado (S), Uruguay (U) y Mar del Plata (M), respectivamente.

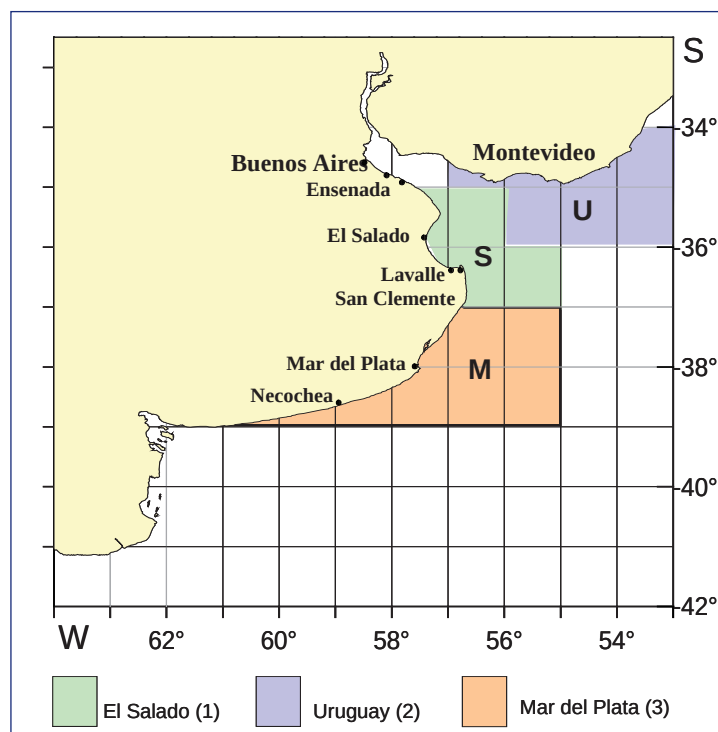


Figura 1. Criterios establecidos en la codificación del área para la aplicación del modelo lineal general (MLG) de corvina..

Tabla 2. Tipo de flota, eslora total (et m) y códigos utilizados para los estratos de flota uruguayos y argentinos asociados a la pesquería de corvina

Flota	Características estructurales (eslora, metros)	Código
Flota uruguaya arrastre a la pareja	18-27	30
Flota argentina arrastre a la pareja	12-23	21
Flota argentina arrastre con portones	12-17	22
Flota argentina arrastre con portones	17-25	23
Flota uruguaya+argentina arrastre a la pareja	12-27	51

El Modelo Lineal General (MLG) fue aplicado considerando los factores mencionados en la Tabla 3 tanto para la flota uruguaya, flota argentina y para la base de datos de ambas flotas en conjunto.

Tabla 3. Códigos y variables consideradas en las estimaciones de los índices de abundancia. U1 y U2: flota uruguaya. A1 y A2: flota argentina. AU1, AU2 y AU3: flota uruguaya + flota argentina

Índice	Período	Área	Tiempo	Flota	R2
U1	2002 - 08	S, U	mes	30, sin estratificar	0.21
U2	2002 - 08	S, U	mes	< 23 m ; > 23 m	0.22
A1	1992 - 08	S, U, M	trimestre	21, 22, 23	0.57
A2	2002 - 08	S, U, M	mes	21, 22, 23	0.60
AU1	2002 - 08	S, U, M	mes	21, 22, 23, 30	0.60
AU2	2002 - 08	S, U	mes	21, 22, 23, 30	0.45
AU3	2002 - 08	S, U, M	mes	22, 23, 51=21+30	0.60

El modelo aplicado fue:

$$\ln *ERWG) = \mu + C\hat{o}q + Ctgc + Vt\hat{l}o\ g\hat{u}t\ g + H\hat{r}q\hat{v}c + C\hat{o}q\ z\ Ctgc + C\hat{o}q\ z\ Vt\hat{l}o\ g\hat{u}t\ g \\ + C\hat{o}q\ z\ H\hat{r}q\hat{v}c + Ctgc\ z\ Vt\hat{l}o\ g\hat{u}t\ g + Ctgc\ z\ H\hat{r}q\hat{v}c + Vt\hat{l}o\ g\hat{u}t\ g\ z\ H\hat{r}q\hat{v}c + \varepsilon$$

También se consideró un segundo modelo aplicando la variable mes.

Se analizaron las bases de datos uruguaya y argentina incorporando diversos factores al modelo para lograr el mejor ajuste. Los porcentajes de varianza acumulada variaron entre el 0.10 y 0.60 siendo el mejor ajuste el correspondiente a la flota costera argentina considerando el periodo entre el 2002-2008, las áreas Salado, Uruguay y Mar del Plata y la flota categorizada en pareja, arrastre con < 17 m de eslora y arrastre con 17-25 m de eslora.

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE EXPLOTACIÓN DE LOS RECURSOS CORVINA Y PESCADILLA...

María Inés Lorenzo, Claudia Carozza y Claudio Ruarte

De todas las series de índices obtenidas se seleccionó el ajuste del modelo con los factores año, mes, área (Salado y Uruguay), mes y flota (pareja Argentina, arrastre con < 17 m de eslora y arrastre con 17-25 m de eslora y pareja Uruguay presentando un R^2 de 0.45.

En la Figura 2A se observa la evolución de los índices obtenidos a partir de la flota comercial uruguaya. Los resultados indicaron bajos valores de varianza explicada por el modelo considerado (21 y 22 %). En lo que hace a la evolución de dichos índices se observa que los dos decaen hacia el año 2008. Los índices obtenidos a partir de la flota Argentina presentan las varianzas explicadas por el modelo planteado más altas, entre el 58 y 60 %. Este índice presenta fluctuaciones hacia el año 2006 aumenta, luego baja y se mantiene hacia el año 2008 (Fig. 2B).

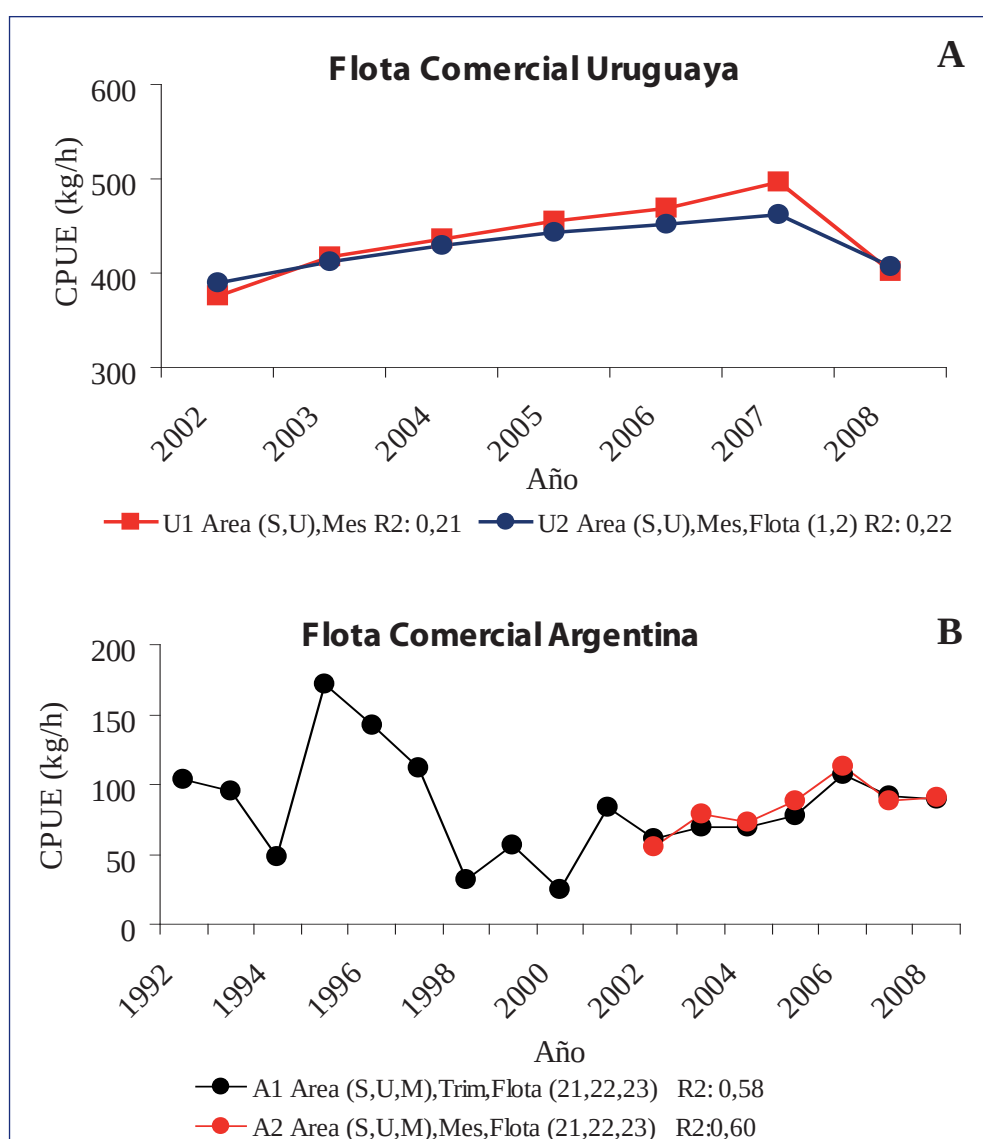


Figura 2. A: Evolución de la serie de CPUE estandarizada (Kg/h) proveniente de la flota comercial uruguaya. Período de años: 2002-2008. B: Evolución de la serie de CPUE estandarizada (Kg/h) proveniente de la flota comercial argentina. Período 1992-2008 y 2002-2008.

En cuanto a las series combinadas de las flotas de Uruguay y Argentina el mejor ajuste se obtuvo considerando las flotas con modalidad a la pareja de ambos países (Flota 51: 21+30), las áreas: Salado, Uruguay y Mar del Plata y el período mensual (Fig. 3). Combinando ambas flotas se observa una tendencia decreciente de la CPUE hacia finales del año 2008.

Los diferentes ejercicios considerados generaron series de CPUE estandarizadas que muestran una tendencia común, existiendo consistencia entre los diferentes resultados obtenidos

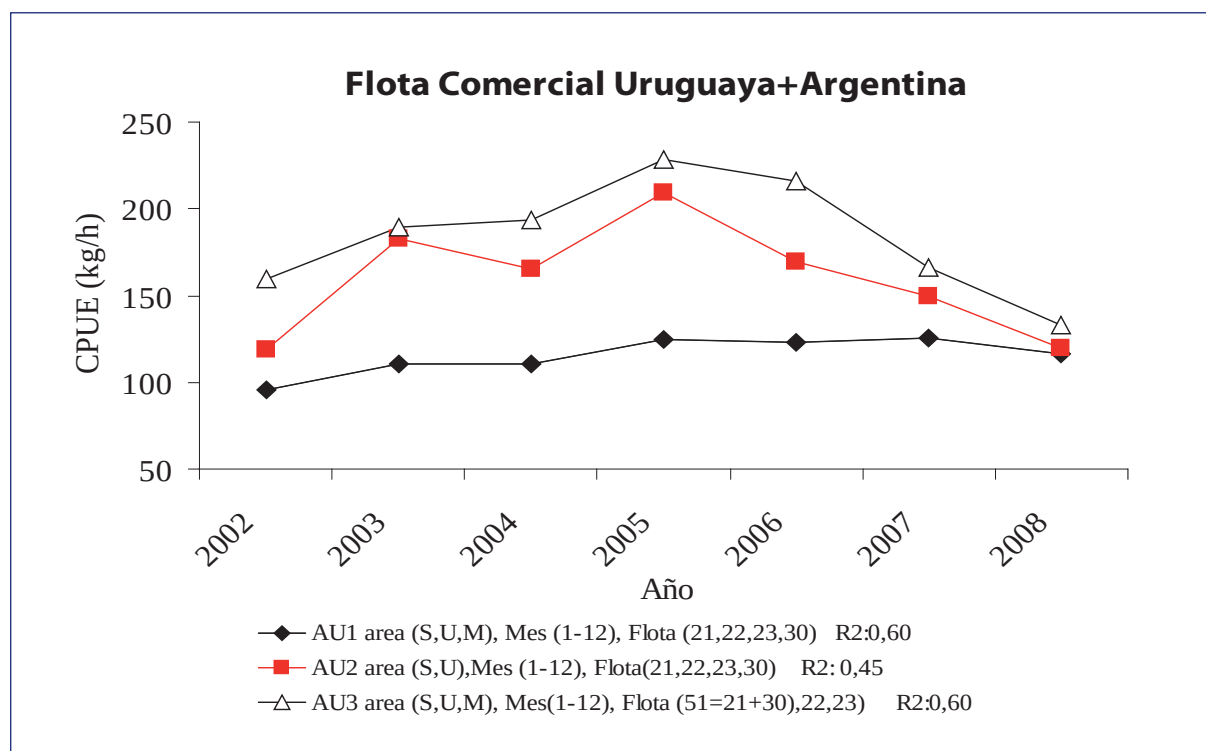


Figura 3. Evolución de la serie de CPUE estandarizada (Kg/h) proveniente de la flota comercial uruguaya y argentina. Período de años: 2002-2008.

Información derivada de campañas de investigación

Se analizó información proveniente de 16 campañas de investigación de primavera, 10 de Uruguay (período: 1991-2008) y 6 de Argentina (período: 1994-2005), realizadas por los buques *Aldebarán* y *E.L. Holmberg*, respectivamente

Los factores considerados en los MLG fueron: Año, Barco, Estrato, variable continua profundidad y variable dependiente densidad de corvina (ln densidad).

El porcentaje de varianza explicada en los distintos ejercicios realizados osciló entre el 15 y el 26 %, siendo el mejor ajuste el correspondiente a la base de datos de las campañas de Uruguay. Se observó que los ajustes del modelo mejoraron con la inclusión de las interacciones entre los factores (Año x Estrato) y con el agregado de las variables ambientales (temperatura y salinidad) (Tabla 4).

Tabla 4. Origen de los datos de las campañas, años considerados, número de campañas, época y factores utilizados en las estimaciones de los índices de abundancia

Campaña	Años	Nº	Época	Factores	R2
Uruguay	1991 - 08	10	Primavera	Año, Estrato Profundidad	0.15
Argentina	1993 - 06	5	Invierno	Año, Estrato Prof, Sal F, Temp F	0.13 0.15
Argentina	1994 - 05	6	Primavera	Año, Estrato Prof, Sal F, Temp F	0.14 0.22
Uruguay-Argentina	1991- 08	16	Primavera	Año, Estrato Prof, Año x Estr.	0.16 0.23

En la evolución de la densidad media anual se observa una tendencia general decreciente, sin embargo a lo largo del periodo analizado se registraron incrementos interanuales superiores a un 35% en los años 1992, 1998, 2007 y 2008 (Fig. 4).

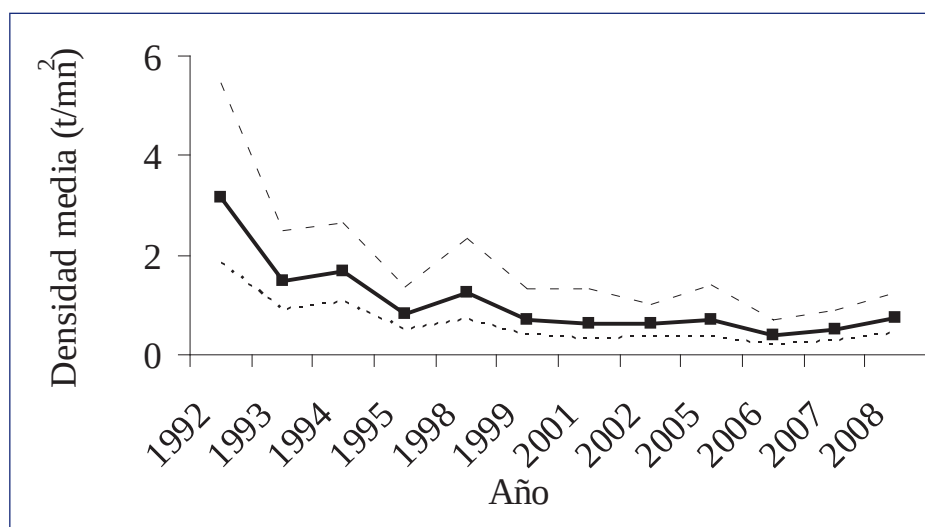


Figura 4. Evolución de la serie de densidad media anual y su intervalo de confianza, proveniente de las campañas científicas uruguayas-argentinas de primavera. Estratos 1 a 3. Período 1992-2008.

Principales resultados

- El área de estudio considerada en las campañas de investigación así como en las de la flota comercial argentina y uruguaya, abarca la zona de mayor concentración de esfuerzo pesquero del recurso.
- Como resultado de la aplicación del MLG con las diferentes interacciones de los factores considerados tanto para las flotas de Argentina y Uruguay como en conjunto, se determinó que a partir del año 2006 existe una tendencia decreciente en los valores CPUE de corvina.

- En el caso de las campañas de investigación los porcentajes de varianza explicada (R^2) en los distintos ejercicios realizados variaron entre 0.15 y 0.26, siendo el mejor ajuste el correspondiente a la base de datos de conjunta de primavera. Se observó que los ajustes del modelo mejoraron con la inclusión de las variables ambientales (temperatura y salinidad).
- La comparación de las bases de datos de la flota de Uruguay y Argentina permitió, a partir de los distintos ejercicios planteados, verificar una tendencia decreciente de la abundancia de corvina en los últimos 17 años estudiados. Las series de índices obtenidas son de potencial aplicación como series de calibración en modelos de evaluación.
- Se discutió esta metodología de análisis para su aplicación en pescadilla. Si bien el objetivo de la flota costera uruguaya es la corvina, Uruguay dispone de una base de datos con las mismas características que corvina. Por lo tanto se aplicara en MGL par el recurso pescadilla para su posterior discusión con la Parte Argentina.

2. Modelos de evaluación

El GT discutió los análisis presentados en ambos documentos, coincidiendo en que los resultados más confiables son aquéllos derivados de los mejores ajustes de los modelos a los índices de abundancia.

Tabla 5. Modelos de evaluación, datos y fuente de información utilizados por los científicos, Grupo de Trabajo y resultados obtenidos: parámetros de manejo y proyección. Año 2010

Modelo utilizado	Grupo de Trabajo	Datos utilizados	Parámetros de manejo*	Proyección
Modelo de diferencias con retardo (<i>Delay Difference Model</i>) C.Carozza & D.Hernandez	Argentina	Captura desembarcada oficial de Argentina y Uruguay e índices de abundancia CPUE (t/h) de la flota comercial argentina (U1, U2, A1, A2, AU1, AU2 y AU3). Período 1992-2009; 2002-2009	$B_{actual} = 270258 \text{ t}$	Captura para mantener la biomasa estable 2009-2010 C5%= 40800 t
Modelo de producción excedente de Schaefer. M.I. Lorenzo & E. Chiesa	Uruguayo	Captura desembarcada oficial de Argentina y Uruguay e índices de abundancia CPUE (t/h) de la flota comercial argentina (AU1, AU2 y AU3). Período 2002-2009	$B_{2008} = 230000$ y $CMS = 42329 \text{ t}$.	

* Se presentan parámetros de manejo obtenidos a partir del mejor ajuste de los modelos: AU1.

RECOMENDACIÓN DE MANEJO DEL GTRC PARA EL AÑO 2010 INFORME 1/10

- GT recomendó que los valores máximos de captura para el año 2010 deberían estar considerados dentro del rango de 38.500 a 42.300 toneladas para el área del Tratado y aguas adyacentes.
- A partir del análisis de los resultados, el Grupo coincidió en reiterar que las capturas totales correspondientes al año 2009 resultaron superiores a las recomendadas como sustentables por el GT a partir de la aplicación de distintos modelos de evaluación.

- En función del alto porcentaje de juveniles observado en las capturas desembarcadas durante el año 2009, el GT consideró conveniente reiterar la necesidad de utilizar modelos estructurados que permitan incorporar información de la estructura de la población y de las capturas. En tal sentido, el GT recomienda la realización de un Taller de discusión y aplicación de la metodología de esta clase de modelos, a ser desarrollado en la medida de lo posible durante el año en curso.

DIAGNÓSTICO SOBRE EL ESTADO DE EXPLOTACIÓN DE PESCADILLA EN EL ÁREA DE LA ZCPAU

Durante la reunión llevada a cabo en Buenos Aires entre el 12 y 13 de mayo de 2010, se presentaron los Documentos de Trabajo con la aplicación de modelos de evaluación dirigidos a la especie pescadilla de red, con el fin de diagnosticar el estado de explotación de la especie y recomendar una captura (*Informe GTRC 4/10*). A continuación se resumen los documentos presentados

APLICACIÓN DE MODELOS DE EVALUACIÓN POR ARGENTINA

Aplicación de un modelo de dinámica de biomasa de Schaefer (Claudio Ruarte)

Se analizaron indicadores del estado de explotación de la pescadilla (*Cynoscion guatucupa*) en el área de la Zona Común de Pesca Argentino Uruguaya.

- Desembarques realizados por Argentina y Uruguay.
- Distribuciones de tallas desembarcadas.
- Aplicación de Modelos de evaluación.
- Recomendaciones para el manejo.

Se utilizaron datos de desembarques argentinos y uruguayos en el periodo 1986-2009.

Para la calibración del modelo se utilizaron las biomاسas totales estimadas a partir de datos obtenidos en campañas de investigación. Se calibró con tres índices:

- 1) Calibración con biomاسas totales estimadas a partir de campañas del B/P Aldebarán de primavera.
- 2) Calibración con biomاسas totales estimadas a partir de campañas del BIP Holmberg realizadas en invierno.

- 3) Calibración con biomاسas totales estimadas a partir de campañas del BIP Holmberg realizadas en invierno y de primavera en años considerados con predominancia de juveniles.

Los resultados obtenidos mostraron dos escenarios diferentes, uno resultante de la utilización de índices provenientes de campañas uruguayas y otro de campañas argentinas:

- Serie de biomاسas de campañas uruguayas que describió una biomasa actual por encima de la biomasa óptima con una captura de reemplazo en 2010 de 17560 t.
- Serie de biomاسas de campañas argentinas la cual describió una biomasa actual por debajo de la biomasa óptima con una captura de reemplazo en 2010 de 15000 t.

APLICACIÓN DE MODELOS DE EVALUACIÓN POR URUGUAY

*Evaluación de la pescadilla (*Cynoscion guatucupa*) en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay mediante modelos de producción dinámicos (M.I. Lorenzo y M. Scavino)*

En dicho documento se presentó la estimación de un índice de abundancia utilizando un MLG con información de captura y esfuerzo de la flota dirigida a pescadilla. Con dichos índices y las capturas totales de la especie en la ZCPAU se analizó la dinámica de la población mediante los modelos de producción excedente de Schaefer (1954) y Fox (1970). También se realizaron proyecciones a largo plazo de la pesquería. Los valores de RMS para 2010 se estimaron entre 18064 t según el modelo de Schaefer y 19571 t en el caso del modelo de Fox.

Dichos modelos dinámicos sugirieron que, para mantener la biomasa actual del recurso, se debería considerar una captura 25% (Schaefer) y 20% (Fox) por debajo del RMS. De no ser así, las proyecciones del modelo indican que la población se vería afectada disminuyendo su biomasa levemente en los próximos años.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los resultados obtenidos presentaron diferentes escenarios aunque en todos ellos las capturas máximas para el año 2010 necesarias para mantener la biomasa del 2009 se encuentran en valores muy próximos: 13500 y 15700 t para los modelos presentados por Uruguay y 15000 y 17500 t según los resultados argentinos.
- Dado que el valor de 16000 t establecido de forma precautoria por la CTMFM para el año 2009 se encuentra en el rango de los resultados obtenidos por los diferentes modelos planteados, el GTRC sugirió a la Comisión mantener dicho valor de CBR para el año 2010.
- En función del alto porcentaje de juveniles observado en las campañas de investigación, el GT reitera la necesidad de utilizar modelos estructurados que permitan incorporar información de la estructura de la población y de las capturas. En tal sentido, el GT recomienda la realización de un Taller de discusión y aplicación de la metodología de esta clase de modelos, a ser desarrollado en la medida de lo posible durante el año en curso.

BIBLIOGRAFÍA

- CAROZZA, C.; HERNÁNDEZ, D. Y PERROTA, R. 2004. 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. N° 16: 77-90.
- CAROZZA, C. Y H. HERNÁNDEZ 2010. Estimación de la Captura Biológicamente Aceptable de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) para el año 2010 en el área del Río de La Plata, Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay y aguas adyacentes al norte de 39° LS. Inf. Téc. Oficial N° 20/10, 13 pp.
- LORENZO, M.I. y E. CHIESA 2010. Evaluación de la corvina (*Micropogonias furnieri*) en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay. Periodo 2002-2008. Inf. Téc. Oficial N° 20/10, 16 pp.
- CTMFM. Informe GT Costero N°3/07. Reunión del Grupo de Trabajo Evaluación Recursos Costeros. Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo Argentino-Uruguay, 25 al 27 de junio de 2007, Buenos Aires, Argentina.
- CTMFM. Informe GT Costero N°1/09. Reunión del Grupo de Trabajo Evaluación de Recursos Costeros, Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo Argentino-Uruguay. 16, 17 y 18 de marzo de 2009, Buenos Aires, Argentina.
- CTMFM. Informe GT Costero "Taller de estandarización de los índices de abundancia de corvina y pescadilla derivados de la flota comercial y de las campañas de investigación de Uruguay y Argentina", Mar del Plata, Argentina.
- CTMFM. Informe GT Costero N° 1/10. Reunión del Grupo de Trabajo Evaluación Recursos Costeros. Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo Argentino-Uruguay. del 15 al 17 de Marzo de 2010. Buenos Aires. Argentina.
- CTMFM. Informe GT Costero N°4/10. Reunión del Grupo de Trabajo Evaluación Recursos Costeros. Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo Argentino-Uruguay, 12 y 13 de mayo de 2010, Buenos Aires, Argentina.

Aportes al Plan de Manejo de Corvina

Acciones en relación a la protección de la fracción juvenil de corvina

CLAUDIA CAROZZA¹ Y MARIA INES LORENZO²

¹ *Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)*
e-mail: ccarozza@inidep.edu.ar

² *Dirección Nacional de Recursos Acuáticos*
Integrantes Grupo de Trabajo Recursos Costeros (GTRC).

RESUMEN: La necesidad de proteger a los ejemplares juveniles de corvina presentes en el Río de la Plata, su Frente Marítimo y áreas costeras de la provincia de Buenos Aires surge en el Grupo de Trabajo Recursos Costeros (GTRC) de la CTMFM y en talleres de trabajo con técnicos del área pesca del Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires y el Grupo Costero del INIDEP. En este informe se resume toda la información aportada a los Grupos de Trabajo Costero y Multidisciplinario de la CTMFM sobre la presencia de concentraciones de juveniles de corvina en el Río de la Plata, su Frente Marítimo, y áreas costeras de la provincia de Buenos Aires. La información de campañas de investigación, muestreo de desembarque en los Puertos de Gral. Lavalle y Río Salado (Pcia. de Buenos Aires), así como, los resultados de la prospección llevada a cabo en el año 2010 en la Bahía Samborombón y el Frente

Marítimo, indicaron una excesiva proporción de juveniles presentes en el área. Por lo cual se coincidió en la necesidad de la elaborar un plan de ordenación para la pesquería con medidas claras, concretas y conocidas con anterioridad por todos los actores. En este trabajo se exponen todas las recomendaciones realizadas por los Grupos GTRC y Multidisciplinario de la CTMFM a tener en cuenta en la elaboración del Plan de ordenación.

SUMMARY: CONTRIBUTIONS TO THE WHITE CROAKER MANAGEMENT PLAN ACTIONS TO ENCOURAGE PROTECTION OF JUVENIL FRACTION. The need for protection juveniles of white croaker inhabit the Rio de la Plata River and its Maritime Front, as well as the coastal areas of Buenos Aires Province, arise during meetings of the Coastal Resources Working Group (GTRC) belonging to the Comisión Técnica Mixta

del Frente Marítimo, and alongside scientific workshops involving staff from the Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires and the Coastal Group from INIDEP. This report, contains a summary of all the information about the presence of juveniles concentrations of white croaker in waters of Río de la Plata River and its Maritime Front, and in coastal areas of Buenos Aires Province. Information gathered through scientific surveys, sampling of landings in General Lavalle and Río Salado Ports (Buenos

Aires Province), and results from prospective surveys carried out on Bahía Samborombón and Maritime Front during 2010, showed significant proportions of juveniles in the areas. From these results, an agreement was reached on the need for **elaborate a management plan, establishing clear and real measures**, that have to be known before by all the actors involved. In this report, the GTRC and Multidisciplinary Groups from CTMFM, provide recommendations to elaborate the management plan.

INTRODUCCIÓN

La necesidad de proteger a los ejemplares juveniles de corvina presentes en el Río de la Plata, su Frente Marítimo y áreas costeras de la provincia de Buenos Aires surge en diversas oportunidades en las discusiones por parte del Grupo de Trabajo Recursos Costeros (GTRC) de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo Argentino-Uruguayo, y en talleres de trabajo con personal científico perteneciente a la Dirección Provincial de Actividades Pesqueras, Recursos Marítimos, Lacustres y Fluviales Ministerio de Asuntos Agrarios y Producción de la Provincia de Buenos Aires y el Grupo Costero del INIDEP. En este informe se resume toda la información aportada a los Grupos de Trabajo Costero y Multidisciplinario sobre la presencia de concentraciones de juveniles de corvina en el Río de la Plata, su Frente Marítimo y áreas costeras de la provincia de Buenos Aires, con el propósito de aportar al conocimiento sobre las áreas mas sensibles para el ciclo de vida de la corvina y aportar al plan de manejo para la especie.

ANTECEDENTES DE ESTUDIOS SOBRE DISTRIBUCIÓN DE JUVENILES

El análisis de campañas de investigación y buques comerciales de argentina indicó que los tres grupos de edad juvenil de corvina (0+, 1+ y 2+) presentan las mayores densidades en la zona interna del Río a lo largo de la Barra del Indio y sobre la costa de la Bahía Samborombón. Un grupo menor

APORTES AL PLAN DE MANEJO DE CORVINA. ACCIONES EN RELACIÓN A LA PROTECCIÓN...

Claudia Carozza y María Inés Lorenzo

se ubica entre Montevideo y Punta del Este (Fig 1). Los resultados de la última campaña realizada en el mes de marzo de 2009 indicaron que los juveniles y larvas de corvina detectadas estuvieron asociados al frente salino de fondo tal como fue señalado por Lagos (2003). Los desembarques del año 2009 indicaron que los individuos juveniles de tallas entre 17 y 32 cm (1-2 años de edad) cuyas distribuciones de tallas presentan modas entre 25 y 28 cm de LT (2 años), se encontraron mayoritariamente en la zona interna del Río de la Plata, Bahía Samborombón y sobre la costa de la provincia de Buenos Aires, dentro de las 7 millas. Cuando la flota opera en dichas zonas los porcentajes de juveniles en las capturas desembarcadas son elevados, dado que esta constituye la principal área de distribución de juveniles en la costa argentina. (Lasta, 1995; Cousseau *et al.* 1986; Diaz de Astarloa *et al.* 1997, Rico, 2003; Jaureguizar *et al.*, 2003, Carozza *et al.* 2004, Carozza e Izzo, 2009, Carozza, 2010) (Tabla 1)

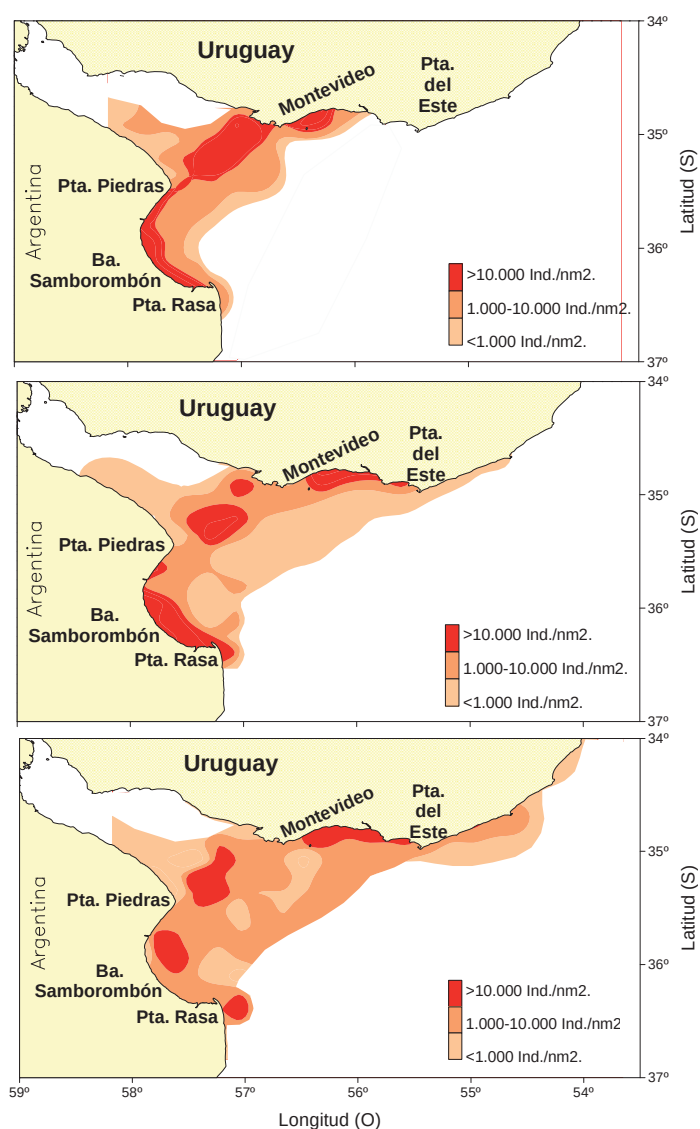


Figura 1. Distribución espacial de los juveniles de corvina rubia en el área del Río de La Plata. **A**, juveniles 0+; **B**, juveniles 1+ y **C**, juveniles 2+. (Tomada de Lagos, N. 2003, Proyecto FREPLATA PNUD/GEF/RLA/99/G31- INIDEP).

Tabla 1. Captura declarada (t), número de la muestra (N), talla media (LT med, cm), desvío y porcentaje de juveniles (%), proveniente de los muestreos de desembarque de corvina, realizados en los puertos de la zona norte de la provincia de Buenos Aires durante la temporada de pesca (mayo-octubre) de los años 1997-2010

	Captura de los puertos zona norte (t)	N	LT med. (cm)	Desvío	% juveniles en número (<32 cm)	% juveniles en peso
1997	4751	151186	39.62	7.70	19.80	7.65
1998	3900	28243	39.55	7.97	19.70	7.78
1999	1759	16086	38.62	7.50	18.20	7.31
2000	1276	15026	37.26	7.30	25.50	10.88
2001	2168	24966	39.11	7.55	20.43	8.01
2002	1261	20930	42.54	8.20	14.39	4.57
2003	6145	25982	33.12	5.50	46.80	30.59
2004	3771	10271	33.61	7.21	45.23	23.29
2005	9692	32041	31.70	5.60	55.40	36.0
2006	10719	37213	35.60	6.50	26.83	12.05
2007	9463	59135	34.87	6.50	29.25	13.62
2008	9842	91886	35.75	8.03	27.22	8.79
2009	13561	81981	29.24	6.50	76.60	50.56
2010	8866	95378	33.65	7.12	43.01	21.84

ACCIONES EN RELACIÓN A LA PROTECCIÓN DE LA FRACCIÓN JUVENIL

El Grupo de Trabajo de Recursos Costeros (GTRC) advierte sobre la alta proporción de juveniles en los desembarques de argentina durante el año 2009. Se intercambia información y surge en el ámbito de

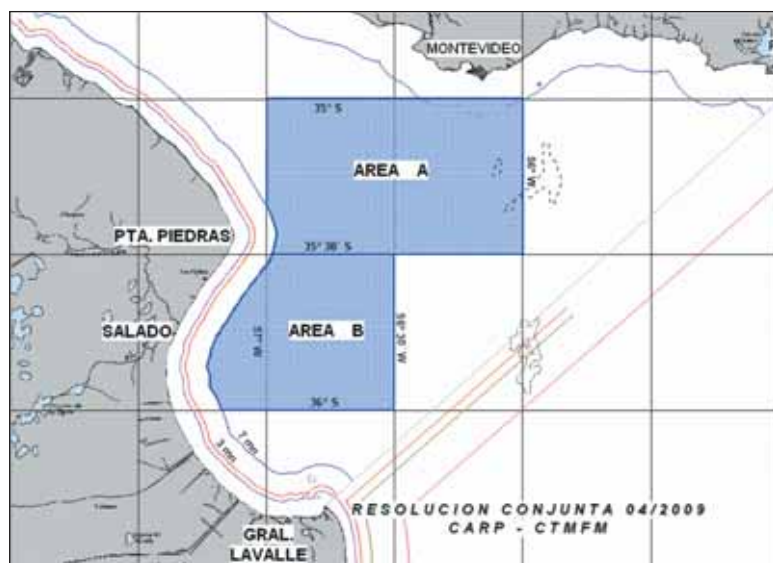


Figura 2. Área delimitada por la Resolución conjunta CTM-CARP N° 4/2009 donde se prohíbe la pesca de corvina con red de arrastre de fondo.

la CTMFM la implementación de un área de veda mediante la Resolución CARP-CTMFM N° 04/09 (Fig. 2).

En el mes de mayo, previo a la temporada de pesca del año 2010, y a requerimiento de Dirección Provincial de Pesca de la provincia de Buenos Aires (MAA) se realiza una prospección con la flota comercial argentina y al mismo momento se realiza una

APORTES AL PLAN DE MANEJO DE CORVINA. ACCIONES EN RELACIÓN A LA PROTECCIÓN...

Claudia Carozza y María Inés Lorenzo

campana de investigación con el mismo diseño con el BIP Aldebarán de la DINARA. El objetivo de la prospección y campana de investigación fue determinar la distribución de tallas de corvina rubia en el área de la Bahía Samborombón y la zona exterior del Río de la Plata. Los resultados que se muestran en las Figuras 3 y 4. Se presentan en la Reunión del GTRC en junio de 2010 (Carozza *et al.* 2010. Lorenzo, 2010).

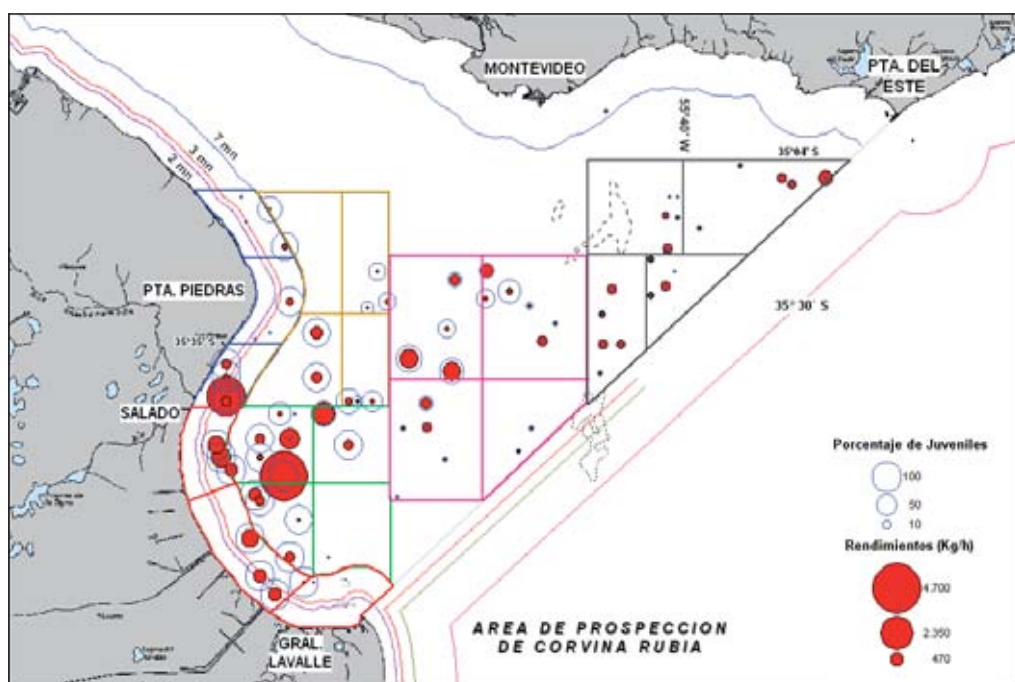


Figura 3. Rendimientos de corvina (Kg/h) y porcentaje de juveniles resultantes de la Prospección de corvina rubia llevada en junio de 2010 con buques de la flota comercial argentina.

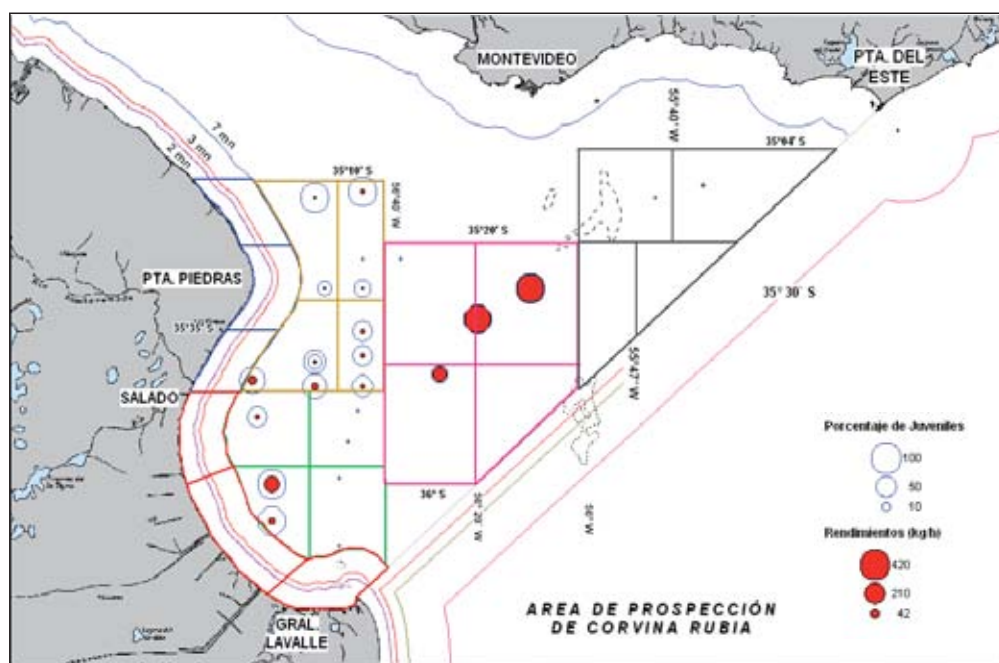


Figura 4. Rendimientos de corvina (Kg/h) y porcentaje de juveniles resultantes de la Prospección de corvina rubia llevada en junio de 2010 con el Buque de Investigación Aldebarán (RU).

Las conclusiones y recomendaciones que surgieron en el Informe GTRC 3/10 se detallan a continuación

- 1- El Grupo coincidió en la excesiva proporción de juveniles presentes tanto en la prospección como en los desembarques de la flota argentina
- 2- Se coincidió en que la elaboración de un plan de ordenación de la pesquería con medidas claras, concretas y conocidas con anterioridad por todos los actores.
- 3- El GT entiende que una pesquería basada fundamentalmente en la captura de juveniles, como marca la tendencia actual, difícilmente pueda ser sustentable. Por lo tanto el GT sugiere a la Comisión que se evalúe la posibilidad de establecer áreas de protección de juveniles de corvina en los sectores donde se presente una mayor agregación de los mismos.
- 4- Dada la variabilidad espacio-temporal de la localización de concentraciones de juveniles el GT recomienda llevar a cabo un seguimiento sistemático de cada flota en cuanto a la posición de pesca y estructura de tallas de la captura de corvina a través de observadores a bordo y muestreo de desembarque. Para ello debería proponerse un protocolo de intercambio de datos y establecer un mecanismo de alerta para la comisión.
- 5- Cuando a criterio de ambas partes integrantes del GT se justifique proponer un área en particular para la protección de juveniles, se procederá inmediatamente a la elaboración de un informe para ser presentado a ambas Delegaciones. Debería instrumentarse de manera ágil y dinámica.
- 6- A mediano plazo el GT considera de utilidad elaborar criterios de apertura y cierre de distintos sectores de pesca en función de la presencia de juveniles de corvina y de las capturas obtenidas, del tipo de los adoptados para la delimitación del área de protección de juveniles de merluza en el Frente Marítimo
- 7- Cuando se detecten altas concentraciones de juveniles en las zonas exclusivas de cada uno de los países se sugiere a la CTMFM que solicite a las Partes que promuevan la implementación de medidas de protección similares a las acordadas de manera conjunta en el área del Tratado.

Tal como se mencionó en el numeral 4 se elaboró un protocolo de intercambio de información sobre distribución de tallas de corvina proveniente de observadores a bordo y muestreo de desembarque.

RECOMENDACIONES DEL GRUPO DE TRABAJO MULTIDISCIPLINARIO

Con el fin de elaborar un Plan de manejo para la especie, en Agosto de 2010 se reunió el Grupo de Trabajo Multidisciplinario (GTM) y se elaboraron recomendaciones que se expusieron para su debate en las *Jornadas Científico – Técnicas sobre los Principales Recursos Pesqueros en el Área del Tratado y Aspectos Ambientales Relacionados*, llevadas a cabo en noviembre de 2010.

APORTES AL PLAN DE MANEJO DE CORVINA. ACCIONES EN RELACIÓN A LA PROTECCIÓN...

Claudia Carozza y María Inés Lorenzo

Las recomendaciones fueron las siguientes:

- Establecer la CMP de corvina y otras especies costeras a principios del año
- Distribuir la CMP de corvina en tres períodos distintos a lo largo del año: 30% (enero a mayo); 50% (junio y septiembre) y 20% (octubre a diciembre) una vez alcanzado el 80% de la CMP proceda al cierre de la pesquería dirigida a corvina, permitiendo hasta un 30% de la especie en los desembarques por marea y unidad de pesca.
- Si la captura total de algún período superare a la CMP asignada al mismo, el excedente deberá deducirse de la asignación del período siguiente. Análogamente, si la captura resultare inferior a la CMP, la diferencia deberá adicionarse a la CMP del período siguiente.
- El presente esquema de manejo no excluye ninguna otra medida complementaria vigente o a establecerse destinada al manejo sustentable de la pesquería
- A fin que de que un esquema de administración por períodos como el propuesto pueda cumplir con su cometido, resultaría práctico y conveniente poder contar con un cupo asignado a cada país.
- Establecer un intercambio de información de capturas y esfuerzos con una periodicidad tentativamente semanal.
- Se concluyó que además de ordenar los volúmenes de captura con un esquema de distribución temporal de la CMP. Se torna conveniente orientar la actividad extractiva hacia las áreas y épocas en que la fracción adulta predomina en el caladero.
- Identificar espacio-temporalmente las áreas y periodos determinados en los que se presentan concentraciones de juveniles de niveles tales que hacen aconsejable su protección temporaria. Para ello la elaboración del protocolo antes mencionado, como se recomendó en el GTRC 3/10
- Incorporar y analizar la información biológica pesquera de las demás especies presentes en el área con el fin de analizar el impacto de este plan de ordenación tendría sobre las mismas
- Analizar la posibilidad de unificar los tamaños de malla de las redes de arrastre utilizados por las distintas flotas y/o la adopción de mecanismos de selectividad aplicados al recurso corvina.

RECOMENDACIONES DE ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Se trabajará intersesionalmente en distintos aspectos metodológicos de este esquema de ordenación.
- Se acordó recomendar que en el intercambio de información habitual se incluya además de las capturas la nomina de la flota habilitada a operar en el área del tratado.
- Se consideró indispensable contar con la información actualizada de la circulación hidrológica en el Río de la Plata, conformación del frente de turbidez y cuña salina a fin de correlacionar estos datos con la información biológica pesquera resultante de campañas, observadores a bordo y muestreo de desembarque.
- Solicitar a la Subcomisión de Recursos Vivos que considere la posibilidad de que se retomen las actividades del Grupo de Trabajo sobre Selectividad de las Artes de Pesca.

BIBLIOGRAFÍA

- ACHA. MY LAGOS. N. 2009. Informe de Campaña (CC-04/09) Evaluación de juveniles de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) y relación con variables ambientales. en la región del Río de la Plata. Informe en corrección.
- CAROZZA. C & IZZO. P. 2009. Distribución de juveniles de corvina rubia y su relación con la estructura de los desembarques de la flota comercial argentina durante el año 2009.
- CAROZZA C. LASTA C. RUARTE C. COTRINA. C. MIANZAN. H. & ACHA. M. 2004 Corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) En: Sánchez. R. & Bezzi. S. (Eds). El Mar Argentino y sus recursos pesqueros. Tomo 4. Biología y evaluación del estado de explotación. Publicaciones especiales INIDEP. Mar del Plata. 359 pp.
- CAROZZA C. 2010. Pesquería comercial de corvina rubia en Argentina. Frente Marítimo Vol. 21. 15-22.
- CAROZZA. C. SUQUELLE P., IZZO P. Y LASTA C. 2010. Prospección de corvina rubia en el área de la bahía Samborombón y zona exterior del Río de la Plata Etapa I: Zona Interna . Documento de Trabajo INIDEP N° 5/10. 6 pp. Anexo Informe GT Costero N° 3/10.
- CAROZZA. C... IZZO P.Y SUQUELLE P . .2010. Prospección de corvina rubia en el área de la bahía Samborombón y zona exterior del Río de la Plata Etapa II: Zona externa Documento de Trabajo INIDEP N° 6/10. 9 pp. Anexo Informe GT Costero N° 3/10.
- CTMFM. Informe GT Costero N° 1/10. Reunión del Grupo de Trabajo Evaluación Recursos Costeros. Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo Argentino-Uruguayo. del 15 al 17 de Marzo de 2010. Buenos Aires. Argentina.
- CTMFM. Informe GT Costero N° 3/10. Reunión del Grupo de Trabajo Evaluación Recursos Costeros. Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo Argentino-Uruguayo. 28 y 29 de junio de 2010. Buenos Aires. Argentina.
- CTMFM. Informe GT Multidisciplinario N° 1/10. Reunión del Grupo de Trabajo Multidisciplinario. Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo Argentino-Uruguayo. 19 y 20 de agosto de 2010. Buenos Aires. Argentina.
- COUSSEAU. M. B., COTRINA. C.P., CORDO. H.D. & BURGOS. G. 1986. Análisis de datos biológicos de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) y pescadilla de red (*Cynoscion striatus*) obtenidos de dos campañas del año 1983. Publ. Com.Téc.Mix.Fr. Mar.. 1(2):319-332.
- DÍAZ DE ASTARLOA. J.M., CAROZZA. C.R., GUERRERO. R., BALDONI. A & COUSSEAU. b. 1997. Algunas características biológicas de peces capturados en una campaña costera invernal en 1993 en el área comprendida entre 34° y 41° LS y su relación con las características ambientales. Serie INIDEP Inf. Téc.. 14. 35 pp.
- JAUREGUIZAR. A.; BAVA J. CAROZZA C. R. & LASTA. C. 2003. Distribution of the whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*) in relation to environmental factors at the Rio de

APORTES AL PLAN DE MANEJO DE CORVINA. ACCIONES EN RELACIÓN A LA PROTECCIÓN...

Claudia Carozza y María Inés Lorenzo

- la Plata estuary. South America. Marine Ecology Progress Series Vol. 225:271-282.
- LAGOS. N. 2003. Distribución espacial de los juveniles de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*. sciaenidae) en el estuario del río de la Plata. Proyecto Freplata (PNUD/GEF/RLA/99/G31). INIDEP.
- LASTA. C. A. 1995. La Bahía Samborombóm: zona de desove y cría de peces. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata. 304 pp.
- LORENZO. M.I. 2010. Monitoreo de la distribución de tallas de corvina *Micropogonias furnieri* en el Río de la Plata. Otoño 2010. Documento de Trabajo DINARA. Anexo Informe GT Costero N° 3/10.
- RICO. R., ACHA. M. & MIANZAN. H. 2003. Juveniles de peces costeros en el Río de la Plata externo y Zona Común de Pesca Argentino Uruguay. Informe Técnico Interno INIDEP N° 113. 49pp.

Caracterización de la pesca artesanal en el sector norte del Partido de La Costa, Provincia de Buenos Aires

SEBASTIÁN GARCÍA

*Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)
Paseo Victoria Ocampo 1, Mar del Plata, B7602HSA, Argentina.
Tel.: +54 223 5031951; fax: +54-223-4861830*

RESUMEN: Se realizó un análisis cuantitativo de las capturas efectuadas por la flota artesanal asentada en el puerto de San Clemente del Tuyú en 2009. Los desembarques totales en el puerto local superaron las 1047,1 t de las cuales el 52,1% fue capturado por la flota artesanal mediante dos modalidades de pesca: arrastre a la pareja y redes de enmalle, observándose una alta selectividad y eficiencia en el segundo caso. La especie de mayor representación a lo largo de todo el año fue la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) con 317,2 t, especie que mostró diferencias estadísticamente significativas en su distribución de tallas entre las dos zonas de estudio analizadas, Costa Atlántica y Bahía Samborombón. En cuanto a las capturas del resto de las especies, le siguen en importancia la pescadilla real (*Macrodon ancylodon*), corvina negra (*Pogonias cromis*), pescadilla común (*Cynoscion guatucupa*), palometa pintada

(*Parona signata*) y bagre de mar (*Genidens barbus*). Este estudio se encuadra dentro de los esfuerzos realizados por el Programa de Pesquerías de Peces Demersales Costeros, para determinar el impacto de un estrato de flota de pequeña escala operando en un área sensible para la cría y reproducción de varias especies de peces.

SUMMARY: CHARACTERIZATION OF THE NORTHERN ARTISANAL FISHERIES OF BUENOS AIRES COASTAL SHELF. A quantitative analysis of catches was performed by the artisanal fleet based in the San Clemente del Tuyú harbor in 2009. The total landings in the local harbor exceeded 1047.1 t of which 52.1% was captured by the artisanal fleet by two types of fishing, bottom pair trawl and set gillnet, showing a high selectivity and efficiency in the second case. The species most

represented throughout the whole year was the white croaker (*Micropogonias furnieri*) to 317.2 t, a species that showed statistically significant differences in size distribution between the two study areas analyzed, Atlantic Coast and Samborombón Bay. As for the catch of other species, followed in importance by the king weakfish (*Macrodon ancylodon*), black drum

(*Pogonias chromis*), stripped weakfish (*Cynoscion guatucupa*), parona leatherjack (*Parona signata*) and toadfish (*Genidens barbatus*). This study forms part of the efforts of the Fisheries Programme Coastal Demersal Fish, to determine the impact of small-scale fleet operating in a sensitive area for breeding and reproduction of several fish species.

INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la provincia de Buenos Aires se define a la pesca costera, como aquella realizada desde la línea de costa hasta la isobata de 50 m, y desde el "Chuy", Uruguay (34°S) hasta el límite sur de la Provincia de Buenos Aires (41°S). Sus especies objetivo son de tamaño medio y en general de pequeña tasa de crecimiento (Carozza *et al.*, 2004). Si bien los desembarques del conjunto de especies costeras representan el 10% de los desembarques totales, esta pesquería involucra a un 45% de la flota total argentina y a un 20% de la tripulación total embarcada, por lo que puede ser definida como una pesquería socialmente muy activa y empleadora de mano de obra (Carozza *et al.*, 2002).

Dentro de la pesca costera, se encuentra aquella realizada por la flota artesanal, la cual ha sido de gran importancia para las economías regionales de todo el litoral bonaerense y ha constituido el sustento de un alto número de pescadores.

El origen de las actividades pesqueras en el Partido de la Costa se remonta a la década de 1950 con el surgimiento de los primeros asentamientos de pescadores, los cuales se dedicaron a la extracción de la almeja amarilla (*Mesodesma mactroides*) (Bertolotti *et al.*, 1990) y posteriormente a la pesquería de cazón vitamínico (*Galeorhynchus galeus*), acorde a la demanda de aceite de hígado de tiburón por parte de EEUU la cual dio un gran impulso, aunque breve, a la región (Lagos, 2001). Posteriormente y con la consolidación de los asentamientos, la pesquería diversificó sus artes y capturas. Se

utilizaban redes arrastradas a pie y mediomundos operados en botes ligeros de madera, capturando principalmente corvina negra (*Pogonias cromis*), lisa (*Mugil platanus*), langostino (*Pleoticus muelleri*) y camarón (*Artemesia longinaris*) (Lagos, 2001). En la década de 1980 las embarcaciones adquieren motores fuera de borda y permisos para primera venta en la playa, aumentando la importancia y participación del sector artesanal en la vida socioeconómica de la región. Desde entonces las capturas se componen principalmente de cinco especies: Corvina rubia (*Micropogonias furnieri*), pescadilla común o de banco (*Cynoscion guatucupa*), palometa (*Parona signata*), bagre de mar (*Genidens barbatus*) y gatuza (*Mustelus schmitti*) (Lagos, 2001). Con el incremento de la flota y el poder de pesca de las embarcaciones artesanales, la pesquería multiespecífica costera de San Clemente del Tuyú adquiere mayor importancia, razón por la cual se plantea como objetivo de este trabajo realizar un análisis cuantitativo de las capturas, composición específica, variaciones temporales y finalmente, conocer la estructura de tallas de las especies costeras desembarcadas por las embarcaciones que operan en esta zona.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El Partido de la Costa se encuentra en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires y se extiende a lo largo de 96 km. Se trata de un sector formado por una cadena dunaria baja asentada sobre cordones arenosos antiguos. En el extremo norte del Partido de la Costa se encuentra la ciudad de San Clemente del Tuyú (Fig. 1); Es el primer balneario de un total de diez que conforman el partido, cuenta con un puerto natural (36°22'S-56°34'W) asentado sobre el río San Clemente, el cual posee una muralla de 100 m de longitud, construida de vigas y pilotes de hormigón armado. Este puerto carece de antepuerto, dársenas, diques y servicios de amarradores y estibadores, así como también accesibilidad al agua potable y sanitarios. La costa en esta zona es baja, parcialmente vegetada, arenosa y/o fangosa. Alberga amplias áreas intermareales con bañados, pantanos salobres y cangrejales, pequeñas lagunas comunicadas con el mar por medio de canales de marea, marismas, etc. Hacia el continente esta planicie está bordeada por cordones de conchillas de origen marino. Desde el punto de vista hidrográfico se reconoce en el estuario del Río de la Plata una gran dinámica debido a la confluencia entre masas de aguas de distinta densidad, aquella de origen marino cuya máxima penetración se da entre Montevideo y Pta. Piedras en la llamada "Barra del indio" (Guerrero *et al.*, 1997) con otra suprayacente de baja salinidad con origen principal en las cuencas de los ríos Paraná y Uruguay que aportan aproximadamente unos 20,000 m³/seg de agua dulce, formando en la región externa del río un frente salino cuyos cambios estacionales estarían asociados a variaciones en la intensidad y dirección de los vientos preponderantes (Guerrero *et al.*, 1997).

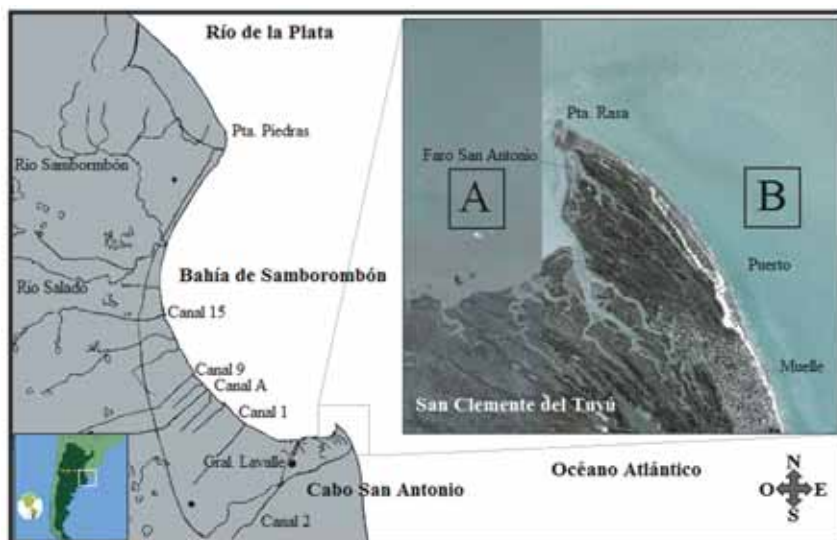


Figura 1. Áreas de estudio (A y B) y cuencas tributarias a la Bahía Samborombón.

Características generales de la flota

Para la estimación de la captura total desembarcada se utilizaron datos provenientes de dos empresas acopiadoras que concentraron la totalidad de la pesca en la ciudad (N° de cajones por especie y fecha de cada pescador) tanto de la flota artesanal como de la flota comercial que allí opera. El régimen de salidas de pesca fue confeccionado en base a 1596 registros diarios e individuales de captura, agrupados por mes y obtenidos de las mismas empresas acopiadoras mencionadas anteriormente. La determinación gráfica de las áreas frecuentes de pesca fue realizada en base a las posiciones satelitales brindadas por aquellos pescadores artesanales que utilizaran red de enmalle, para lo cual se utilizó una herramienta geoestadística bajo la plataforma Surfer 8.0, un método de grillado utilizando la posición y su frecuencia (Data Metrics) con una malla regular de 0,1° y un radio de búsqueda equivalente al 0,5 de la distancia máxima entre registros.

Composición específica de las capturas y estructura de tallas desembarcadas

La determinación de la estructura de tallas y la composición específica de las capturas, fue determinada a través de un análisis cuantitativo, para lo cual se examinaron 15.621 ejemplares de distintas especies en el período marzo 2009 – marzo 2010. Las muestras provinieron de capturas realizadas por 22 pescadores artesanales que utilizaron redes de enmalle. De cada una de las muestras se consignaron los datos de posición, número de redes caladas, tamaño de malla, número de juegos, tiempo de pesca y captura total discriminada por especie (N° cajones). Cada ejemplar fue medido al centímetro inferior y en los casos que fue posible se determinó el sexo.

Con el objeto de comparar estadísticamente la distribución de tallas (Kolmogorov-Smirnov; $\alpha=0,05$) de la especie más importante en volúmenes desembarcados, se dividió el área de estudio en dos zonas con características oceanográficas distintivas: A) Bahía Samborombón y B) Costa Atlántica (Fig. 1), además se dividió el ciclo de la pesquería en tres temporadas, Cálida (diciembre-marzo), Fría (junio-septiembre) y de Transición (abril- mayo y octubre-noviembre) según Guerrero *et al.* (2006).

RESULTADOS

Características generales de la flota

La flota artesanal de San Clemente del Tuyú está compuesta por unos 40 pescadores distribuidos mayormente en el puerto local, además de la costa este de la ciudad. Las embarcaciones son pequeñas, trackers de esloras comprendidas entre los 6 y los 8 m y motores de 100 Hp de árbol largo. Las artes de pesca empleadas por este estrato de flota son diversas: trasmallos, espineles y redes agalleras, siendo esta última la más utilizada (sintéticas, monofilamento 60 μ m) mayormente utilizando paños de 50 x 3,4 m y mallas de 90, 100, 105, 110, 140 y 200 mm dependiendo de la/s especie/s objetivo. Estas redes pueden agruparse de a pares o ternas para conformar los denominados “juegos” y son caladas a baja profundidad cerca de la línea de costa al este de la ciudad o dentro de la Bahía Samborombón cercanas a la desembocadura de los distintos canales artificiales y ríos de la región. La captura se acopia de forma manual dentro de las siguientes 24 a 48 hs. situando la embarcación por debajo y de forma perpendicular al arte a modo de puente. Este arte de pesca es altamente eficaz desde el punto de vista energético, además de estar catalogadas por la FAO como de efecto mínimo sobre el ecosistema. Dentro de las artes denominadas “activas”, se realiza la modalidad de arrastre a la pareja utilizando una red de polietileno de 12 m de relinga superior y 3 m de abertura vertical máxima.

Los pescadores artesanales de San Clemente del Tuyú, no aplican procesos técnicos a la producción, salvo quienes han recibido una mínima formación específica y cuentan con los medios requeridos para ello. En cuanto a su organización político-sindical, esta es precaria, lo cual impide la agrupación como solución a problemas fundamentales en aspectos de comercialización, acceso a créditos e implementos, capacitación y servicios médicos. Cabe destacar que además de la flota artesanal, se asientan sobre el puerto local cuatro embarcaciones comerciales de rada o ría con esloras comprendidas entre los 15 y los 18 m.

Con el descenso de la temperatura del agua y el comienzo de la zafra de la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) en la temporada invernal, se observa una migración de gran parte de los pescadores artesanales (Fig. 2) hacia los puertos cercanos al Río Salado y campos colindantes habilitados para la actividad. Al aproximarse el fin de la temporada de corvina rubia y con el incremento de los volúmenes descargados de corvina negra (*Pogonias cromis*) en octubre, la flota comienza su retorno al puerto de San Clemente donde se establece hasta el inicio de la nueva temporada de corvina rubia. Durante la época estival disminuye el número de embarcaciones que actúan en la pesquería dado que aparecen nuevas y temporales opciones laborales surgidas del turismo (Fig. 2).

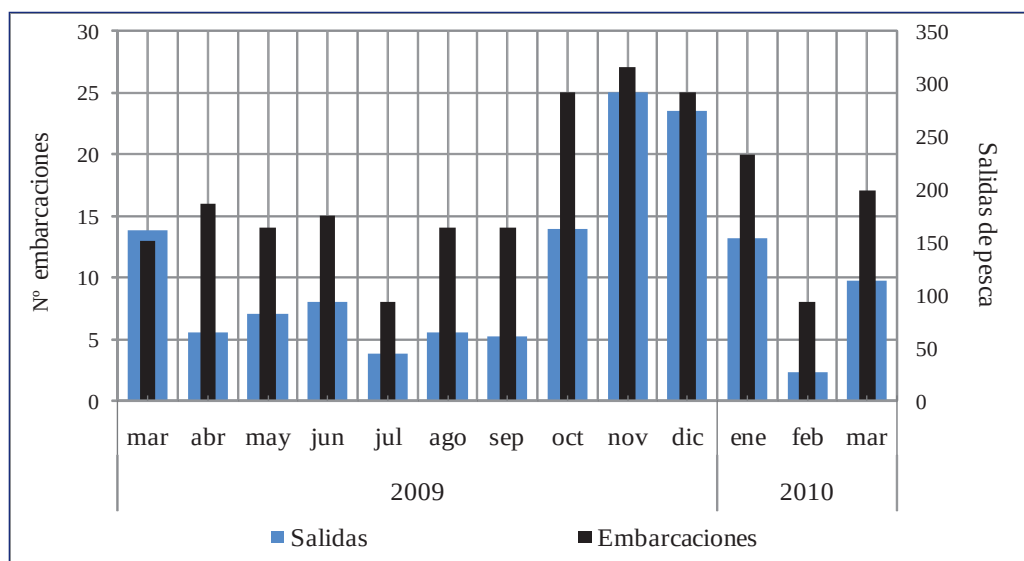


Figura 2. Régimen de salidas de pesca y número de embarcaciones artesanales que operaron en el puerto de San Clemente del Tuyú (Marzo 2009/2010).

ÁREAS FRECUENTES DE PESCA

El análisis gráfico de las posiciones de pesca, indica que la flota artesanal asentada en el puerto de San Clemente del Tuyú posee la capacidad de desplazarse distancias mayores a 50 km dependiendo de la especie objetivo, un claro ejemplo de lo anteriormente expuesto es la distancia que recorren los pescadores cuya especie blanco es la corvina negra (*P. cromis*) ya que deben desplazarse hasta la zona cercana a la desembocadura de los canales N°15 y N°9 lo que representa un alejamiento más que considerable en un ambiente de gran dinámica (Fig. 3). El método geoestadístico determinó que la distancia máxima observada entre registros fue de 20 km. y la distancia media 2,7 km. lo que reflejaría una metodología de pesca del tipo “contagiosa” optimizando de esta manera los gastos de combustible.

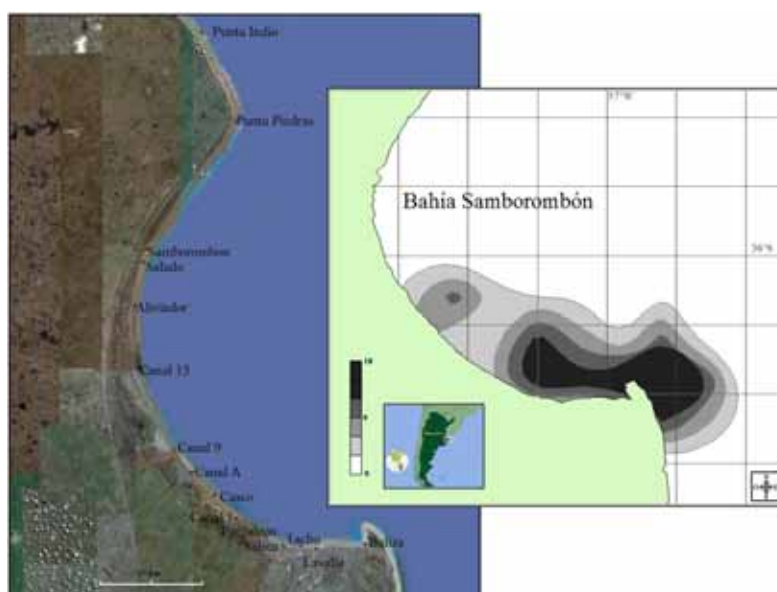


Figura 3: Áreas frecuentes de pesca donde se opera con red de enmalle. A la izquierda sitios tradicionales de pesca de acuerdo a la denominación local.

Composición específica de las capturas

Los desembarques totales en el puerto de San Clemente del Tuyú superaron las **1.047,1 t** de las cuales el 52,1% (545,1 t) fue capturado por la flota artesanal (Fig. 4). Del total desembarcado por este estrato de flota, la especie de mayor representación fue la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) con capturas de 317,2 t (Fig.3). Las descargas mínimas y máximas de esta especie se registraron en julio (1,6 t) y marzo (127,6 t) respectivamente (Fig. 5).

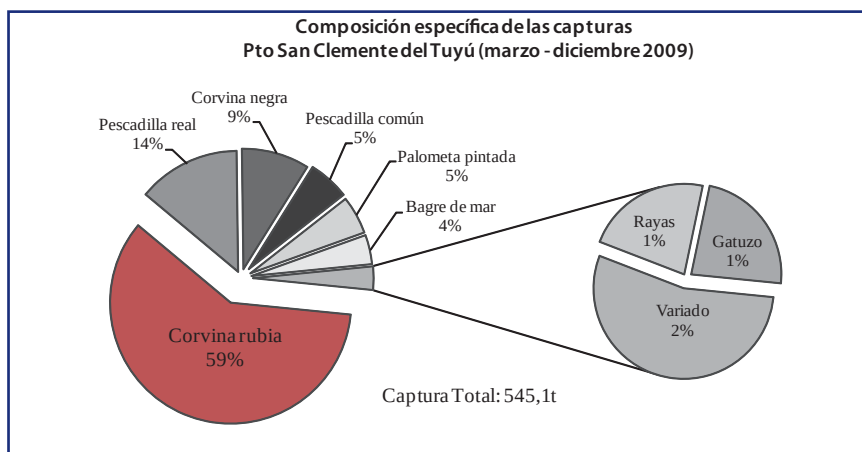


Figura 4. Composición específica de la captura total desembarcada en el puerto de San Clemente del Tuyú por la flota artesanal (Marzo 2009/2010).

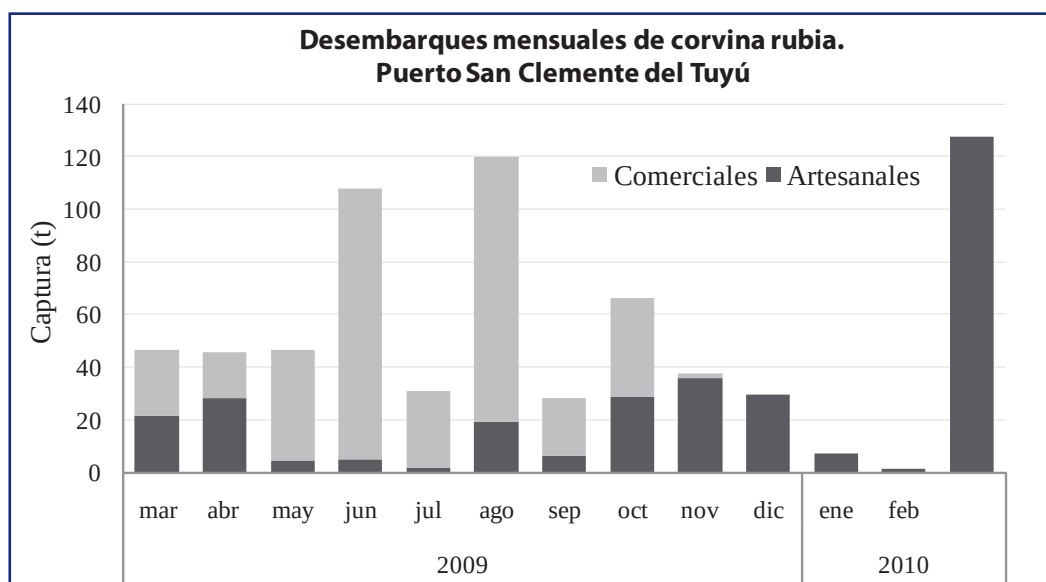
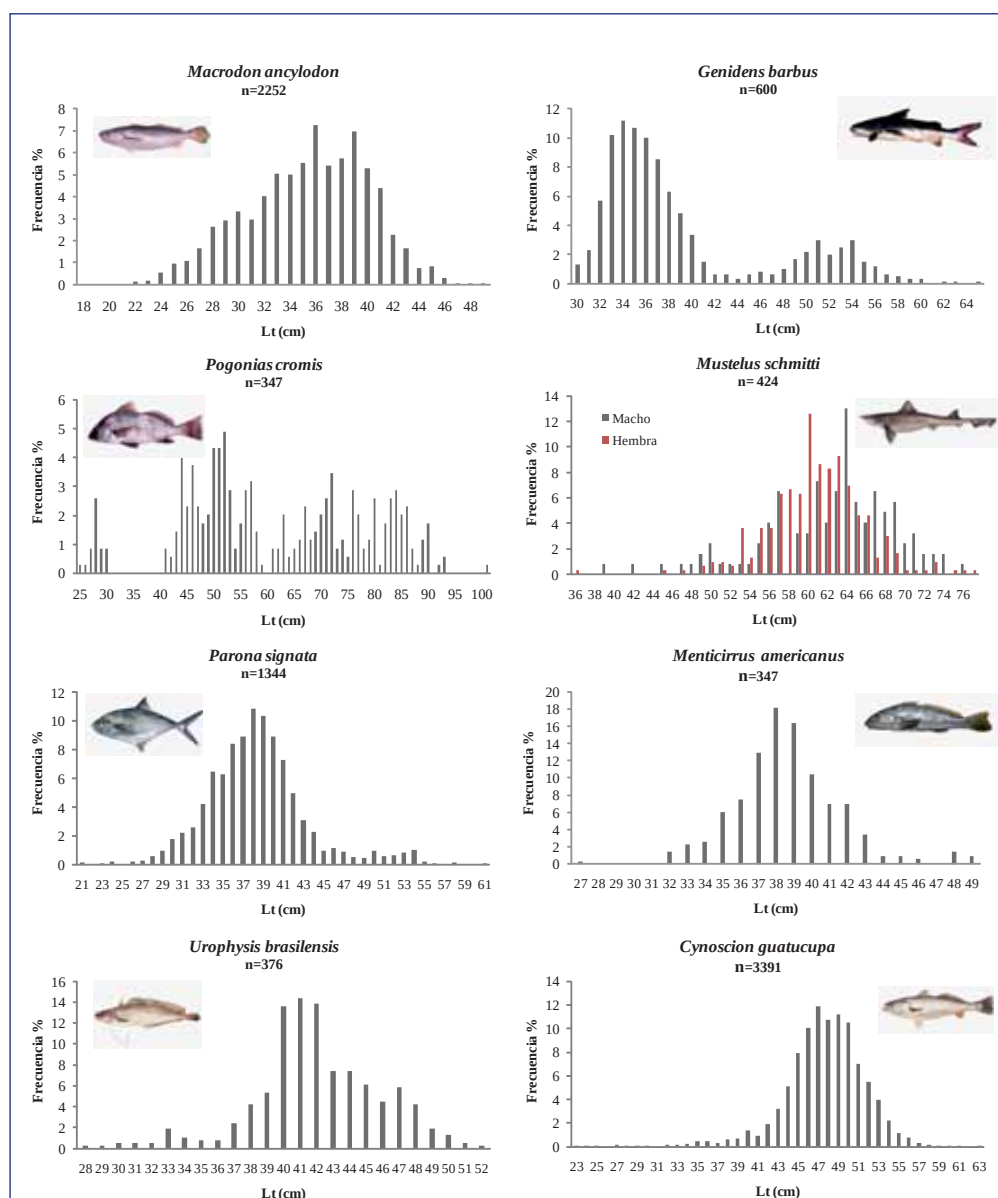


Figura 5. Captura total desembarcada (t) de *M. furnieri* en el puerto de San Clemente del Tuyú, discriminando entre flota comercial y artesanal.

En cuanto al resto de las especies desembarcadas se destacan: pescadilla real (*Macrodon ancylodon*) con 73,04 t ocupó el segundo lugar en volúmenes de captura, solo superada por la corvina rubia (Fig. 4) y cuyas capturas mayoritarias se dieron entre marzo y mayo, la estructura de tallas desembarcadas al utilizar red de enmalle reveló individuos entre los 22 y 49 cm, con una media de

35,4 cm de LT (Fig. 6). La corvina negra (*Pogonias cromis*) con 48,39 t fue capturada exclusivamente en la Bahía Samborombón a lo largo de todo el año, aunque el 82,5% de las capturas se concentraron entre octubre y diciembre. El análisis de las tallas desembarcadas mostró una alta variabilidad, con individuos entre los 25 y 101 cm y una media de 61,5 cm (Fig. 6). En menor medida, se capturaron 29,48 t de pescadilla común (*Cynoscion guatucupa*) durante la temporada fría (76,8% del total) cuyas tallas estuvieron comprendidas entre los 23 y los 63 cm de largo total con una media de 47,6 cm. Siguiéndole en importancia se encuentra la palometa pintada (*Parona signata*) con 27,18 t descargadas y cuyas capturas al igual que la pescadilla común se obtuvieron exclusivamente en temporada invernal. También se destaca el bagre de mar (*Genidens barbatus*) con 20,89 t descargados en un 92% en diciembre-enero y cuyo rango de tallas estuvo comprendido entre los 30 y 65 cm con una media de 39,27 cm (Fig. 6).

Figura 6: Distribución de tallas (LT) de las principales especies desembarcadas en el puerto de San Clemente del Tuyú por la flota artesanal mediante el uso de red de enmalle, (Marzo 2009/2010).



Distribución temporal de las capturas

El análisis de las capturas desembarcadas muestra un aumento de las mismas a partir de octubre (Fig. 7) coincidiendo con el inicio de la temporada de corvina negra (*P. cromis*) y un crecimiento del esfuerzo aplicado fruto del retorno de gran parte de la flota proveniente de Punta Piedras. Al agrupar las capturas desembarcadas por temporadas, se observó que en la Cálida (diciembre-marzo) las capturas se conforman casi exclusivamente con cuatro especies principales: *M. furnieri*, *M. ancylodon*, *G. barbuis* y *P. cromis*, las cuales explican el 88,3% de la captura total para ese período. La temporada Fría (junio-septiembre) mostró ciertas diferencias en la composición específica ya que el 84,6% de las capturas totales estuvieron conformadas por: *M. furnieri*, *P. signata* y *C. guatucupa*. En la temporada de Transición (abril, mayo, octubre y noviembre) las capturas estuvieron conformadas por una mezcla de las temporadas anteriores: *M. furnieri*, *M. ancylodon* y *P. signata*, que en conjunto representaron el 76,25% del total desembarcado (Fig. 7).

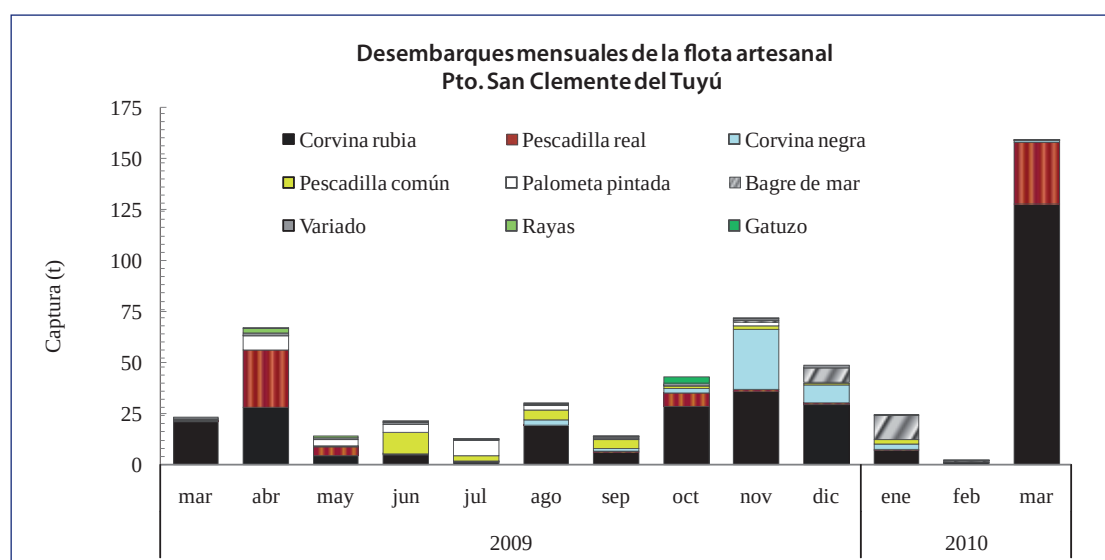


Figura 7. Composición específica de la captura desembarcada (t) por la flota artesanal (Marzo 2009/2010).

Corvina rubia (*Micropogonias furnieri*)

Se obtuvieron 4297 muestras de tallas de corvina rubia, cuya distribución de longitudes totales estuvo comprendida entre los 21 y 67 cm con una media en 45,3 cm cuando se utilizaron artes pasivas como red de enmalle. El porcentaje de juveniles dentro de la captura total utilizando este mismo arte fue del 14,13% (Fig. 8). La distribución de tallas de corvina rubia mostró variaciones entre meses, ya que se observó un predominio de individuos grandes (LT>48 cm) en abril, noviembre y diciembre, cuya participación dentro de la captura desembarcada fue de 74, 78 y 88% respectivamente. En estos meses fueron utilizados los mayores porcentajes de paños con grandes tamaños de malla (>140 mm) (Fig. 9). Los individuos de tallas medias (32-48 cm) fueron bien representados en la temporada fría (junio, julio, agosto y septiembre) con porcentajes de capturas de 68, 80, 57 y 71% respectivamente. En este periodo el 62% de los paños utilizados correspondieron a tamaños de malla medianos (100,

105 y 110 mm). En cuanto a los individuos juveniles (LT < 32 cm), los mayores porcentajes de captura se efectuaron en octubre (43%), coincidiendo con el mayor porcentaje de redes con tamaño de malla pequeño utilizado en todo período analizado (28%= 90 mm) (Fig. 9).

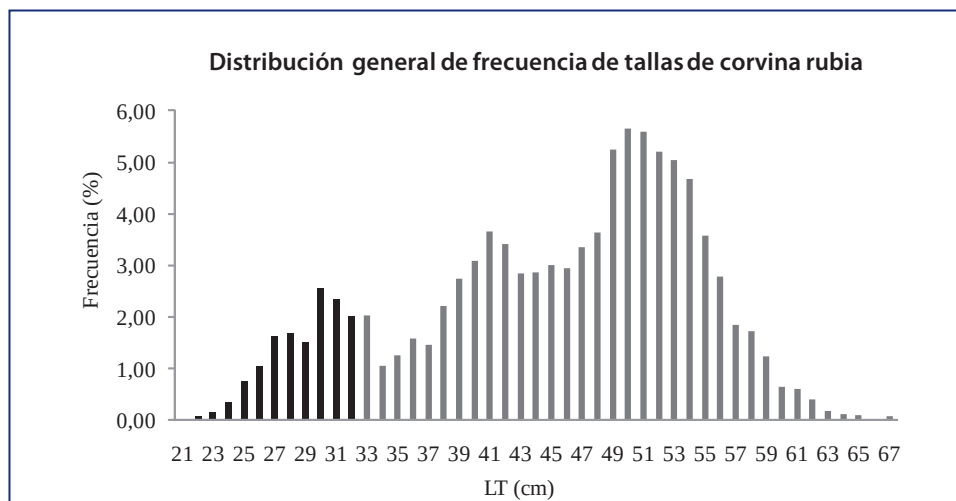


Figura 8. Distribución general de frecuencia de tallas (LT) de *M. furnieri* (n= 4297). En tono más oscuro individuos juveniles (LT < 32 cm).

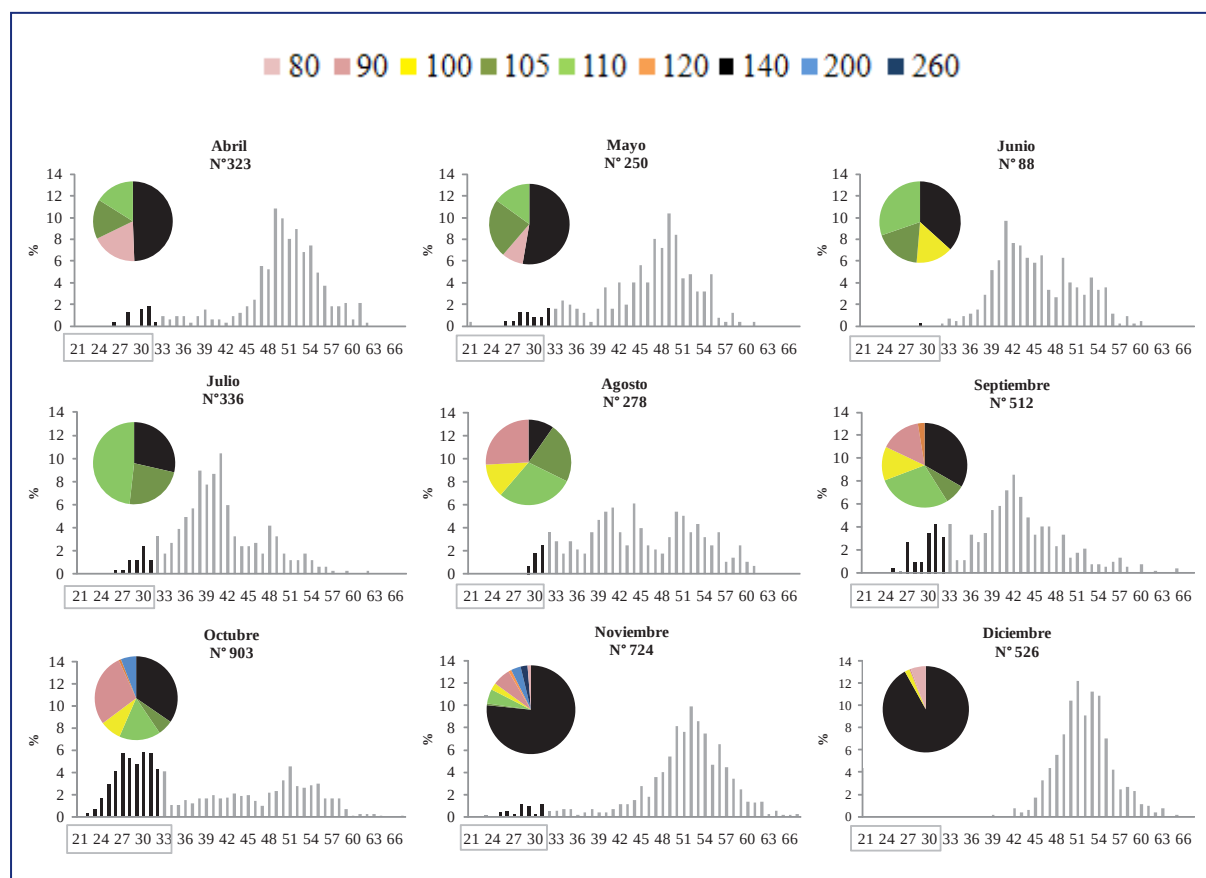


Figura 9. Distribución mensual de frecuencia de tallas de *M. furnieri*. En tono oscuro individuos juveniles (LT < 32 cm). Los gráficos de torta indican el promedio de tamaño de malla utilizado para ese mes (mm).

CARACTERIZACIÓN DE LA PESCA ARTESANAL EN EL SECTOR NORTE DEL PARTIDO DE LA COSTA...

Sebastián García

El análisis espacial de las tallas desembarcadas, muestra un predominio de individuos de tallas medias y grandes en la costa atlántica, mientras que en la Bahía Samborombón las capturas se reparten a los extremos de la distribución. Las diferencias encontradas entre ambas estructuras de tallas son significativas ($p < 0,01$; $D = 0,18$) (Fig. 10).

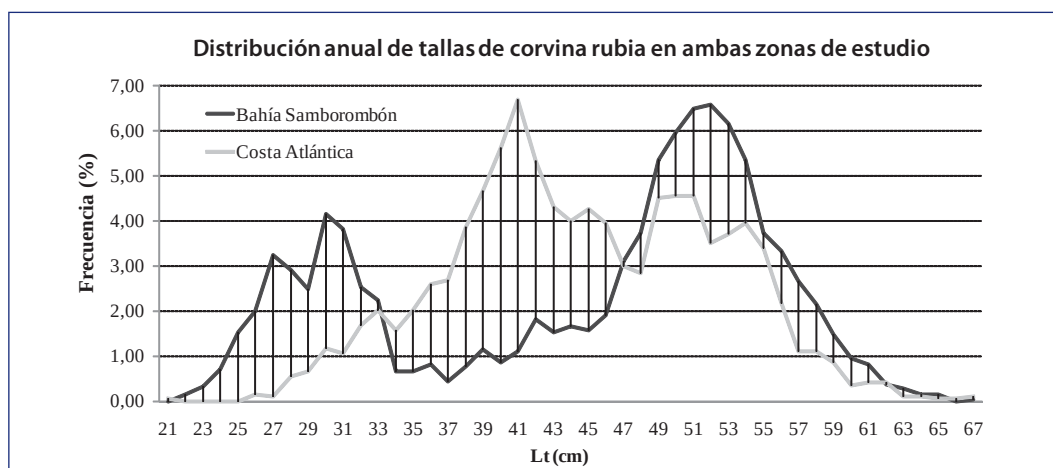


Figura 10. Distribución comparativa de frecuencia de tallas de *M. furnieri* entre dos zonas de pesca.

La distribución anual de tallas de *M. furnieri* presentó disimilitudes entre zonas (A y B) las cuales se mantuvieron al dividir el año en temporadas con respecto a la temperatura superficial y valores de salinidad. Tanto en la temporada Cálida (diciembre-marzo) como en la Fría (junio-septiembre) y la de Transición (abril, mayo, octubre y noviembre) las tallas desembarcadas fueron significativamente distintas para ambas zonas de estudio (Fig. 11).

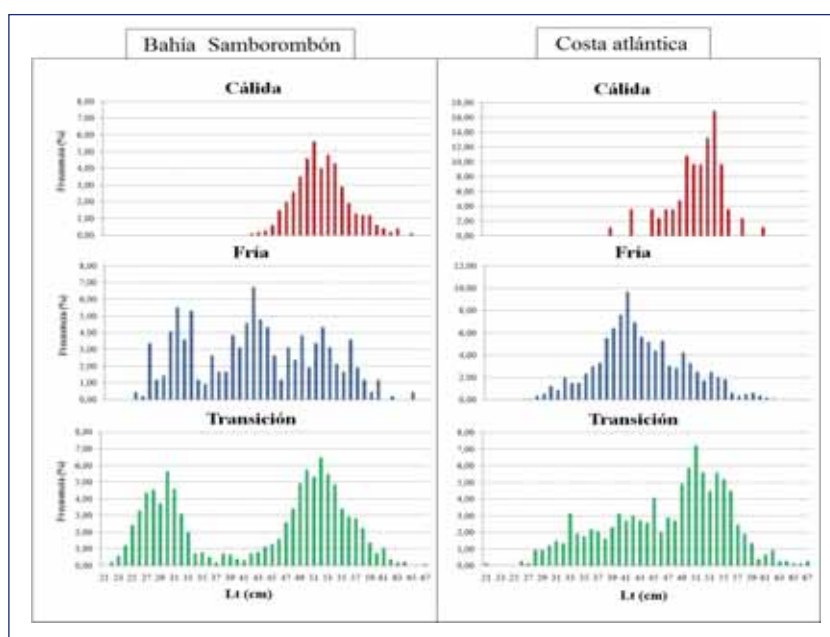


Figura 11. Distribución comparativa de la estructura de tallas de *M. furnieri* entre temporadas y zonas de estudio.

DISCUSIÓN

La pesquería artesanal asentada en el puerto de San Clemente del Tuyú constituye un sector cuya escala de explotación es reducida, con una marcada temporalidad de sus zafras y una economía de subsistencia, cuya rentabilidad es volátil dado que limitaciones operativas de la flota restringen el acceso a los recursos tradicionales en los períodos en que éstos no se encuentran en su zona de operación. Si bien los desembarques totales para el año 2009 en la ciudad (1.047,1 t) no revisten la importancia de puertos cercanos como Gral. Lavalle (4.921,5 t) y Salado (3.152,9 t) (SAGPyA, 2010) la pesquería artesanal de San Clemente del Tuyú es de vital importancia, dado que representa no solo una modalidad de pesca dominada por un arte selectivo no atractivo como lo es la red de enmalle (Karlsen y Bjarnason, 1989), sino que posee un rol activo en la economía de una ciudad dominada por ciclos dependientes del turismo, el cual es concentrado en la temporada estival.

En cuanto al análisis de las capturas desembarcadas cabe destacar, que si bien los volúmenes descargados en el puerto local fueron similares entre las flotas que allí operaron (Artesanal y Comercial) la diferencia principal radica en que los primeros efectuaron 1596 salidas de pesca realizadas por 40 embarcaciones mientras que la flota comercial conformada por solo 2 barcos logró una captura similar en 61 viajes de pesca.

En base a los rangos de talla obtenidos y la edad de primera madurez de las distintas especies que sostienen esta pesquería, puede inferirse que la red de enmalle utilizada conforma una estrategia de pesca selectiva, dado que los mayores porcentajes de individuos dentro de la captura son adultos, aun cuando en el área de estudio se hacen presentes juveniles de varias especies (Lasta 1995; Acha y Lasta 1996; Acha 1999; Machi *et al.* 2002; Lagos *et al.* 2003). En cuanto a las zonas frecuentes de pesca, el análisis geoestadístico de las posiciones de "calado" de las redes, mostró que la flota artesanal puede alejarse en gran medida del puerto de operación logrando diversificar sus capturas, aunque la actividad se concentre fuertemente en áreas cercanas, tanto en la Bahía Samborombón como en la costa atlántica. Esta gran dinámica de la flota muestra su punto máximo durante la época invernal donde puede observarse la migración de gran parte de la flota hacia puertos y litoral norte de la bahía.

Dentro de las principales especies desembarcadas, se destacó una especie eurihalina costera típica de aguas templadas, la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) con capturas totales de 696,2 t, de las cuales la flota artesanal participó con un 45,6% (317,2 t). En marzo de 2010 se observó un notable aumento de los desembarques de esta especie como consecuencia de un incremento en la modalidad de pesca denominada "arrastre a la pareja". De menor importancia, aunque de fuerte presencia en las capturas se encuentran: pescadilla real (*Macrodon ancylodon*), corvina negra (*Pogonias cromis*), pescadilla común (*Cynoscion guatucupa*), palometa pintada (*Parona signata*) y bagre de mar (*Genidens barbatus*). Desde el punto de vista ecológico, se encontraron diferencias entre las especies capturadas en ambas zonas de estudio. Un grupo dominado por la corvina rubia, acompañada por la pescadilla real, corvina negra y bagre de mar en la Bahía Samborombón y otro grupo encabezado por la pescadilla común, gatucho y palometa en la Costa Atlántica. Lo que resulta,

en gran parte, coincidente con las agrupaciones ícticas mencionadas por Lasta (1998) y Jaureguizar (2006). Estas variaciones en la disponibilidad espacio temporal de las especies a lo largo de la costa podría explicarse por la utilización estacional de esta región como área de cría, sumado a la gran dinámica ambiental de la zona de estudio (Cortés *et al.*, 2009).

Dada la importancia ecológica de la región, mencionada por numerosos autores como área de cría y reproducción de varias especies (García, 2009), la persistencia de estos estudios en colaboración con los pescadores, favorecerá la implementación de medidas de manejo que permitan la continuidad de esta pesquería socialmente importante en un área donde existe gran competencia entre flotas e impacto diferenciado de la pesca por el tamaño de los peces.

“Donde existan adecuados artes y prácticas de pesca selectivas y ambientalmente seguras, las mismas deberían ser reconocidas y debería asignárseles una prioridad al establecerse medidas de conservación y ordenación aplicables a las pesquerías”

Código de pesca responsable FAO (FAO, 1995)

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible gracias a la participación desinteresada de personas que ante la falta de muchas cosas demostraron tener todo para dar. Gracias familia Peter, Josecito, Roberto, Cone, Gabito, Pistola's, Nacho, Alejandra y Ramiro.

BIBLIOGRAFÍA

- Acha, E. M y C. Lasta. 1996.- Cabo San Antonio: su importancia en el patrón reproductivo de peces marinos. *Frente Marítimo* 16: 39-45.
- Acha, E. M. 1999.- “Estrategia reproductiva de la saraca, *Brevortia aurea* (Spix y Agassiz, 1829) (Pisces: Clupeidae), en el estuario del Río de la Plata” tesis doctoral.
- Bertolotti, M. I., Errazti, E., Cabut, D.A., Alvarez, M.V., Pagani, A., Carriquiriborde, L., Oroquieta, P. y Prado, L. 1990.- Situación del sector pesquero costero en la República Argentina. En: A. Arrizaga (Ed.) Pesca artesanal. Hacia un desarrollo costero integrado. Memorias del segundo seminario Latinoamericano de pesca artesanal. Santiago, Chile: 18-63.
- Carozza, C.R., Ruarte, C., Massa, A.M., Hozbor, N.; Suquelli, P., Colautti, D., Giangiobbe, S. y A. Arias. 2002.- Diagnóstico del conocimiento de la pesca costera demersal en la provincia de Buenos Aires. Inf. Téc. Int. DNI-INIDEP N° 02/02, 36 pp.
- Carozza, C., Lasta, C., Ruarte, C., Cotrina, C., Mianzan, H. y M. Acha. 2004.- Corvina rubia

- (*Micropogonias furnieri*) En: Sánchez, R. & Bezzi, S. (Eds). El Mar Argentino y sus recursos pesqueros. Tomo 4. Biología y evaluación del estado de explotación. Publicaciones especiales INIDEP, Mar del Plata, 359 pp.
- Cortés, F., A.J. Jaureguizar y C.R. Carozza. 2009.- Composición específica de la captura de la flota artesanal que opera entre la localidad de Las Toninas y el Faro Punta Médanos (Octubre 2008-Febrero 2009). Informe de Investigación DNI-INIDEP N° 53/09.
- FAO 1995.- Precautionary approach to fisheries. Part 1: Guidelines on the precautionary approach to capture fisheries and species introductions. Elaborated by the Technical Consultation on the Precautionary Approach to Capture Fisheries (Including Species Introductions). Lysekil, Sweden, 6-13 June 1995. Rome. FAO Fish. Tech. Pap., No. 350, Part 1: 52 pp.
- García, S. 2009.- Caracterización preliminar de la pesca artesanal en la localidad de San Clemente del Tuyú, Partido de La Costa, Provincia de Buenos Aires. INIDEP, Informe técnico de Investigación N° 73/09, 13pp.
- Guerrero, R., Acha E., Framiñan, M. y C. Lasta. 1997.- Physical Oceanography of the Río de la Plata Estuary-Argentina. *Cont. Shelf Research* 17:727-742.
- Guerrero A., Molinari G., y Ricci L. 2006.- "Determinación de los parámetros de grillado para la interpolación de los campos medios" Jornadas Internacionales de Estadística; del 0 al 13 de octubre de 2006; Rosario; Argentina.
- Jaureguizar, A., Menni, R., Lasta, C. y Guerrero, R. 2006.- Fish assemblages of the Northern Argentine coastal system: spatial patterns and their temporal variations. *Fisheries Oceanography* 15, 326-344.
- Karlsen, L. y Bjarnason, B.A. 1989.- La pesca artesanal con redes de enmalle de deriva. FAO. Doc. Téc. Pesca, No. 284, 60 pp.
- Lagos, N. 2001.- Características de la Pesca Artesanal en el Partido de la Costa (zona Cabo San Antonio) y perfil socioeconómico de la actividad. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- LAGOS, N. 2003.- Distribución espacial de los juveniles de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*, sciaenidae) en el estuario del río de la Plata. Proyecto Freplata (PNUD/GEF/RLA/99/G31). INIDEP.
- Lasta C. A. 1995.- La Bahía Samborombón: zona de desove y cría de peces. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina, 320 pp.
- Lasta C.A. 1998.- Prólogo a la campaña de evaluación de recursos demersales costeros de la provincia de Buenos Aires y del litoral uruguayo. Noviembre, 1994. En: C.A.Lasta (Ed.), Resultados de una campaña de evaluación de recursos demersales costeros de la provincia de Buenos Aires y del litoral uruguayo. Noviembre, 1994. INIDEP, Inf. Téc. N° 21, 1-10 p.
- Machi, G. J., E. M. Acha y M. L. Militelli, 2002.- Seasonal egg production of whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*) in the Río de la Plata estuary, Argentina-Uruguay. *Fish.Bull.* 101: 332-342.
- SAGPyA 2010.- Ministerio de Agricultura, ganadería y pesca. República Argentina. <http://www.minagri.gob.ar/SAGPyA> 2010.
- Servicio de Hidrografía Naval, 1998.- Tablas de marea, carta H-610. 553pp.

Otros recursos costeros de Argentina

Avances y perspectivas

RITA RICO, NERINA LAGOS Y SEBASTIÁN GARCÍA

*Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP),
Paseo Victoria Ocampo N° 1 Escollera Norte, B7602HSA - Mar del Plata, ARGENTINA.*

rrico@inidep.edu.ar

RESUMEN. En este trabajo se presentan avances en aspectos biológicos (distribución, edad-crecimiento, reproducción y ecología trófica) y pesqueros (estructura de tallas, índices de abundancia y composición específica de las capturas) para lenguados costeros, pez palo y besugo al norte de los 39°S en el Ecosistema Costero Bonaerense Uruguayo. Además, se hace referencia a la problemática general de estas pesquerías, ligada principalmente a la estadística pesquera, correcta identificación de las especies, determinación de las características estructurales de la flota, su operatividad y la correcta determinación del esfuerzo aplicado. Dentro de los progresos específicos para besugo se destaca el desarrollo de nuevas campañas de investigación con objetivos en las áreas de reproducción, artes de pesca y topografía de fondo. Con respecto al pez palo, recientes avances en la obtención de índices de

abundancia aproximan la posibilidad de estimar parámetros para un modelo de evaluación. En cuanto a las perspectivas, se hace referencia a la necesidad de construir un parte de pesca específico para la actividad con nasas, continuar con la promoción de la cartilla de identificación de lenguados, incorporar datos ambientales y de monitoreo satelital en los estudios. Además, se menciona la necesidad de analizar el impacto de la red de arrastre sobre los bancos rocosos donde se concentra el recurso besugo.

SUMMARY: OTHER COASTAL RESOURCES OF ARGENTINA. ADVANCES AND PERSPECTIVES.-

Recent advances in biological (distribution, age and growth, reproduction and feeding ecology) and fishery (length size structure, abundance index and catches specific composition) aspects for flatfish, brazilian flathead and red porgy inhabiting Buenos Aires-Uruguayan Coastal

Ecosystem, are presented. Moreover, this paper reviews the general problem of these fisheries, related to fisheries statistics, correct sps identification, determination of the fleet structural characteristics, its operativity and the correct determination of the applied effort. Pertaining to red porgy specific progress, highlights the development of new research campaigns focused on breeding areas, fishing gear and bottom topography. With regard to brazilian flathead, recent advances in obtaining

abundance indexes approaching the possibility of estimating parameters for an evaluation model. As prospects, it is necessary to create a specific fishing part for trap fishing, continue the promotion of the flatfish identification card, as well as incorporate environmental data and satellite monitoring in the studies. Furthermore, this paper deals with the need to analyze the impact of trawl fishing over rocky banks where the red porgy resource is concentrated.

INTRODUCCIÓN

La pesca costera en Argentina puede definirse como aquella que se realiza desde la línea de costa hasta la isobata de 50 m, y desde el "Chuy" (Uruguay) al norte (34°S) hasta el límite sur de la Provincia de Buenos Aires (41°S). La misma incluye la captura de un grupo de aproximadamente 30 especies

denominado comercialmente "variado costero" (Carozza *et al.*, 2001). Entre las especies más importantes que integran este grupo se encuentran los lenguados (flia. Paralichthyidae), el pez palo (*Percophis brasiliensis*) y el besugo (*Pagrus pagrus*), que en los últimos años han experimentado un aumento en los niveles de captura, y esfuerzo de pesca.

En relación a su importancia comercial y participación en las capturas hay pocos estudios publicados sobre su biología y escasa información pesquera disponible para poder realizar un diagnóstico. Por este motivo, actualmente no existen medidas de manejo particulares para

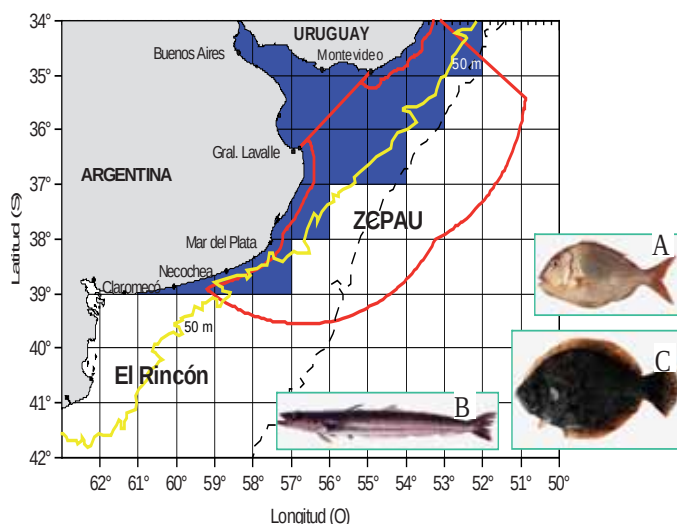


Figura 1. Cuadrados estadísticos pertenecientes al área norte del ECBU y fotos de las especies consideradas (A: besugo, B: pez palo, C: lenguado).

OTROS RECURSOS COSTEROS DE ARGENTINA

Rita Rico, Nerina Lagos, Sebastián García

estas especies, si bien se encuentran protegidas por aquéllas aplicadas sobre el conjunto del variado costero. Esta situación genera la necesidad de desarrollar estudios tendientes a conocer el potencial pesquero y sugerir medidas de manejo específicas.

En este informe se presentan los avances obtenidos en los estudios de los lenguados costeros, pez palo y besugo en el Ecosistema Costero Bonaerense Uruguayo (ECBU) al norte de 39°S (Fig. 1) en cuanto a aspectos biológicos y pesqueros. Además, se plantean las perspectivas a corto y mediano plazo y los requerimientos derivados de las mismas.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo se hace referencia a las capturas declaradas por la flota argentina provenientes del Río de La Plata, Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay (ZCPAU) y aguas jurisdiccionales de la provincia de Buenos Aires (área norte del ECBU). Las fuentes de información incluyen las capturas desembarcadas, campañas de investigación, muestreos de desembarque y últimas publicaciones disponibles sobre los aspectos biológicos más relevantes.

RESULTADOS

Evolución de las capturas en el área norte del ECBU

En la Figura 2 se grafica la evolución de las capturas de las especies consideradas. En el caso de los lenguados y el pez palo se observa una leve tendencia en aumento a partir del 2002, luego de un período previo con una tendencia negativa. Para el besugo, el incremento de las capturas a partir del 2002 es más evidente. En esta figura también pueden observarse los bajos niveles de capturas obtenidos por la flota uruguaya.

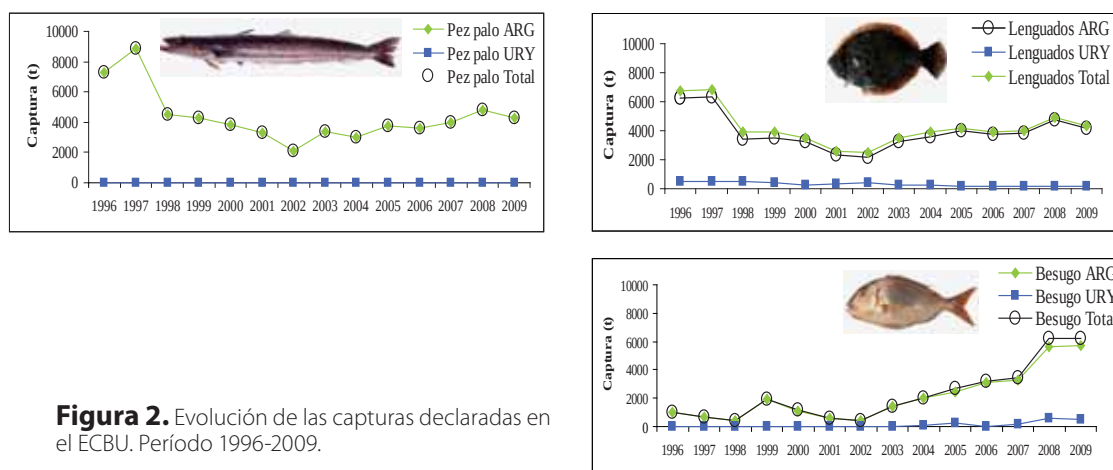


Figura 2. Evolución de las capturas declaradas en el ECBU. Período 1996-2009.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PESQUERÍA

La pesca costera en el ECBU presenta una identidad propia en cuanto al tipo de explotación, factores ambientales y aspectos ecológicos-comunitarios de los recursos pesqueros que lo habitan (Fernández Araoz *et al.*, 2005). La pesquería es de modalidad multiespecífica/multiflota (Carozza *et al.*, 2001b) en la cual los lenguados, el pez palo y el besugo son capturados junto a otras especies del “variado costero” (Fig. 3) y por varios tipos de flota (Fig. 4) y artes de pesca (Fig. 5).

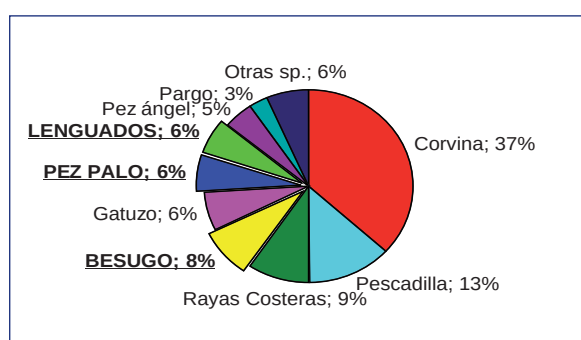


Figura 3. Composición anual de los desembarques. Año 2009

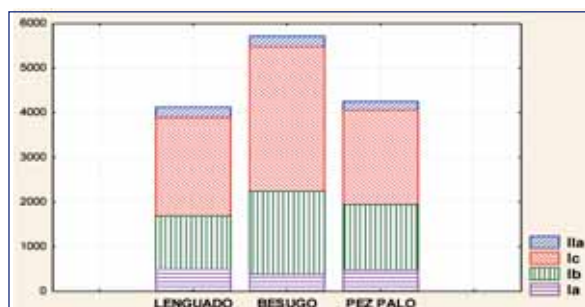


Figura 4. Participación en las capturas por estrato de flota. Estratos de eslora: Ia (8 a 14,96 m), Ib (15 a 18,23 m), Ic (18,24 a 24,99 m) y Ila (25 a 28,99 y 38 a 38,99 m) (2009).

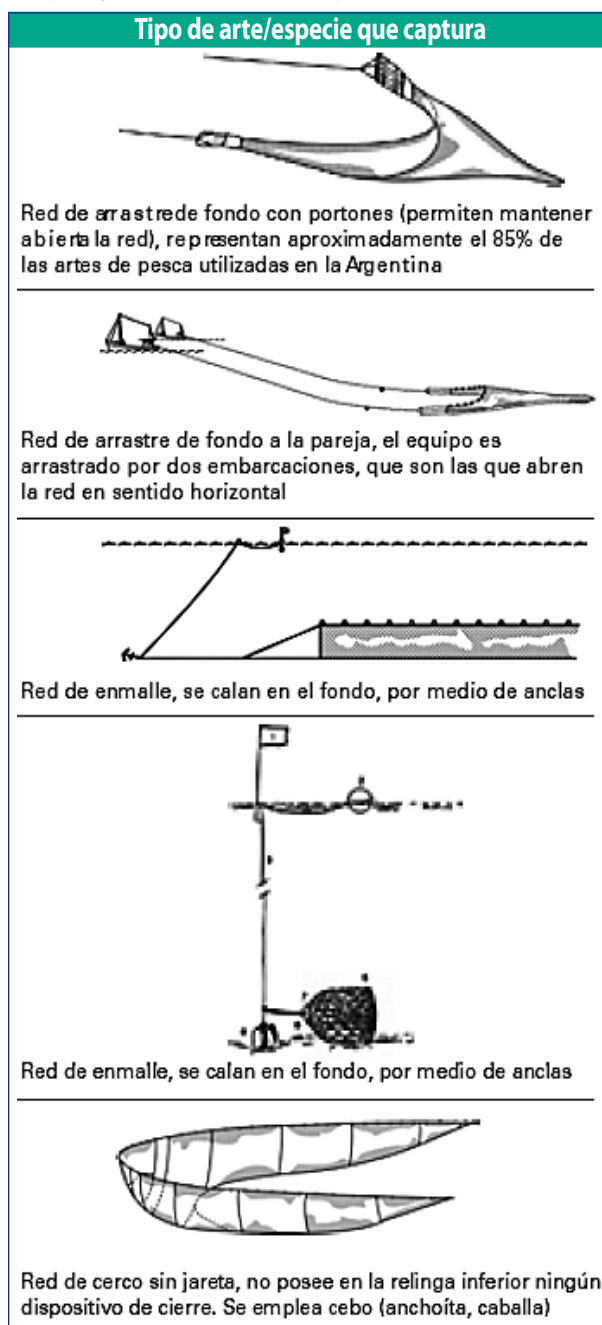


Figura 5. Artes de pesca utilizadas en la explotación de las especies demersales costeras. Tomado de Perrotta *et al.*, 2007.

OTROS RECURSOS COSTEROS DE ARGENTINA

Rita Rico, Nerina Lagos, Sebastián García

Con respecto a la operatividad de la flota, existe una marcada estacionalidad en los desembarques de estas especies, con las mayores declaraciones de captura en los meses cálidos (Fig. 6).

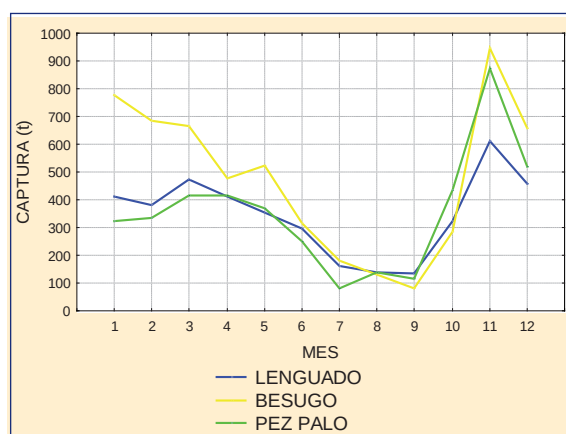


Figura 6. Evolución mensual de los desembarques (2009).

PROBLEMÁTICA GENERAL

Los problemas vinculados a la estadística pesquera, dificultan la caracterización de la actividad extractiva de estas especies. A continuación se detallan los principales problemas detectados en la información suministrada por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGPyA).

ESPECIES: Distintas especies de lenguados con diferencias en la distribución y características biológicas, son registradas con la misma denominación.

BUQUES: Existen registros incompletos de características estructurales de algunas embarcaciones. Además, no se actualizan las modificaciones de los buques a lo largo del tiempo.

ARTES DE PESCA: Se observan inconsistencias entre las especies capturadas y el arte de pesca declarada, códigos de arte de pesca sin descripción y ausencia de algunas artes actualmente en uso por la flota nacional.

OPERATIVIDAD DE LA FLOTA: El esfuerzo de pesca (lances, horas) puede presentar valores erróneos o nulos y no se identifica la actividad de pesca a la pareja.

El procesamiento de un gran volumen de información y el trabajo conjunto realizado con el Área Gestión de Pesquerías de la SAGPyA y el programa Información Oceanográfica Pesquera (IOP), posibilitó la detección de estos errores e inconsistencias en la información y actualmente se ha

avanzado en algunos de los puntos mencionados. Con respecto a la información obtenida por Observadores a Bordo, se realizaron pruebas piloto en el estrato de flota Ic y en los buques dirigidos a la pesca de besugo con nasas. Este trabajo fue suspendido debido a la falta de continuidad en los embarques y a la baja representatividad de los datos. Por otro lado, dada la complejidad asociada a esta pesquería, su estudio requiere la incorporación de una mayor cantidad de variables pesqueras. Esta situación se refleja en la estimación de índices de abundancia, implementación de modelos de evaluación y sugerencias de medidas de manejo.

Todas estas características determinan las principales limitaciones para avanzar en los estudios biológico-pesqueros de las especies mencionadas.

AVANCES

1. PEZ PALO (*Percophis brasiliensis*)

El pez palo es un pez de hábitos costeros y bentónicos que se distribuye desde 23°S en Brasil hasta los 47°S en Argentina. Sin embargo, las mayores capturas desembarcadas se registraron en los últimos años en los siguientes cuadrados estadísticos (c.e) 3756, 3655, 3857, 3654 y 3858 (Fig. 1).

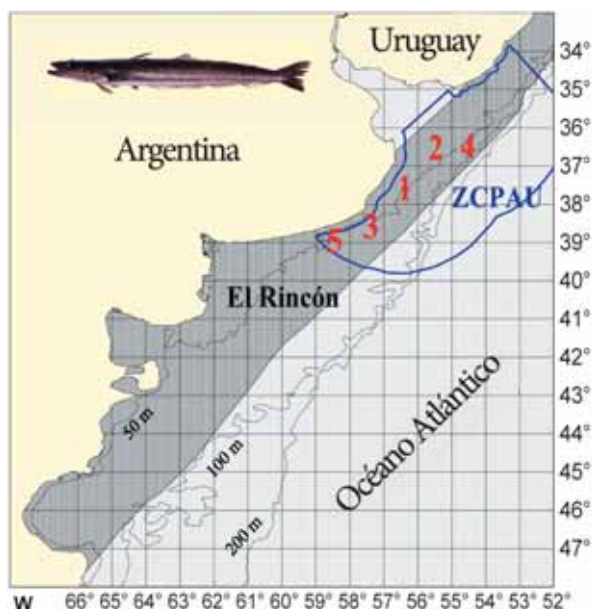


Figura 1. Área de distribución y c.e con los mayores desembarques de pez palo al norte de 39°S (promedio 2006-2009).

Estructura de tallas (LT), determinación de la edad, validación y crecimiento: Rico y Sáez (2010) analizaron la estructura poblacional de pez palo obtenidos a partir de muestreos de tallas en el desembarque comercial del puerto de Mar del Plata. El rango de LT analizado fue de 21 a 70 cm con una estructura unimodal (moda: 45-48 cm.) para esta área de estudio (Fig. 3). Realizaron además la validación de la formación de los anillos de crecimiento, identificando crecimiento rápido de septiembre a febrero (Fig. 4).

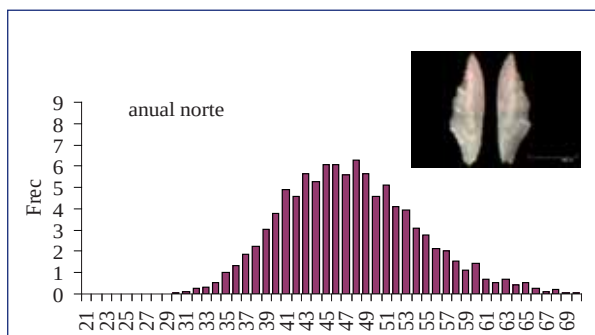


Figura 3. Distribución de frecuencia de LT ponderadas a la captura total durante el año 2007. Detalle del par de otolitos sagitta de pez palo.

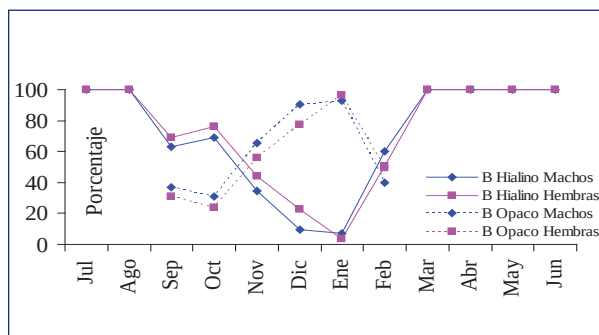


Figura 4. Distribución mensual del porcentaje de bordes opacos (crecimiento rápido) y hialinos (crecimiento lento) en otolitos de pez palo, por sexo.

La relación longitud-edad según von Bertalanffy describió aceptablemente el crecimiento del pez palo (Tabla 2). Las clases de edad dominantes fueron las de 4 y 5 años (Fig. 5).

Tabla 2. Parámetros de la función de crecimiento de von Bertalanffy para pez palo, e intervalos de confianza	
Parámetros	Norte
L_{∞} (cm)	65,74 (62,39–69,11)
K (año ⁻¹)	0,29 (0,21–0,36)
t0 (años)	-0,67 (-1,40–0,05)

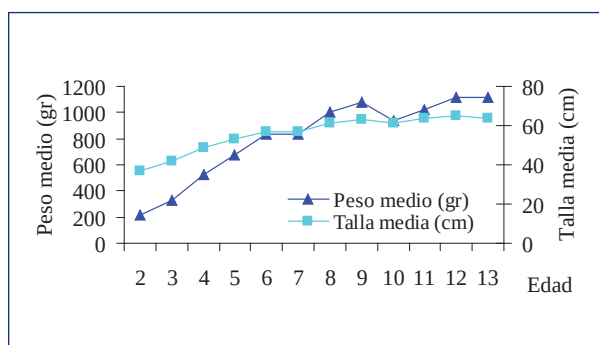


Figura 5. Crecimiento en longitud y peso medio por clases de edad de pez palo.

Estos resultados permiten realizar el seguimiento de la estructura de edades y LT en el desembarque, los cuales son considerados indicadores válidos del estado de la especie y un dato valioso para su posterior uso en modelos de evaluación.

Análisis de parámetros reproductivos y distribución de hembras dentro del área de desove del ECBU: Rodríguez *et al.* (2009) estudiaron la distribución espacial de las hembras en desove, la estimación de la talla de primera madurez (L_{50}), frecuencia de puesta, fecundidad y calidad ovocitaria

OTROS RECURSOS COSTEROS DE ARGENTINA

Rita Rico, Nerina Lagos, Sebastián García

durante el pico reproductivo de primavera en la ZCPAU y El Rincón, a partir de datos obtenidos de campaña de investigación (2005). Este estudio no evidenció cambios en los parámetros reproductivos respecto a resultados previos, sólo se registró una disminución de aproximadamente 3 cm en la L_{50} en relación a la primavera de 1998 (de 28,9 a 25,5 cm en machos y de 38,3 a 35,4 cm en hembras). Dentro del hábitat de desove, existe cierta estructuración espacial de las hembras en puesta relacionada con la edad, donde los adultos jóvenes (edades 2, 3 y 4) estuvieron asociados a aguas someras, de baja salinidad y temperatura, y los adultos de edades mayores se observaron en aguas con mayores profundidades, salinidades y temperatura (Fig. 6). Esta elección del ambiente más propicio para la reproducción dentro del área de desove podría sugerir algún tipo de estrategia para minimizar la competencia.

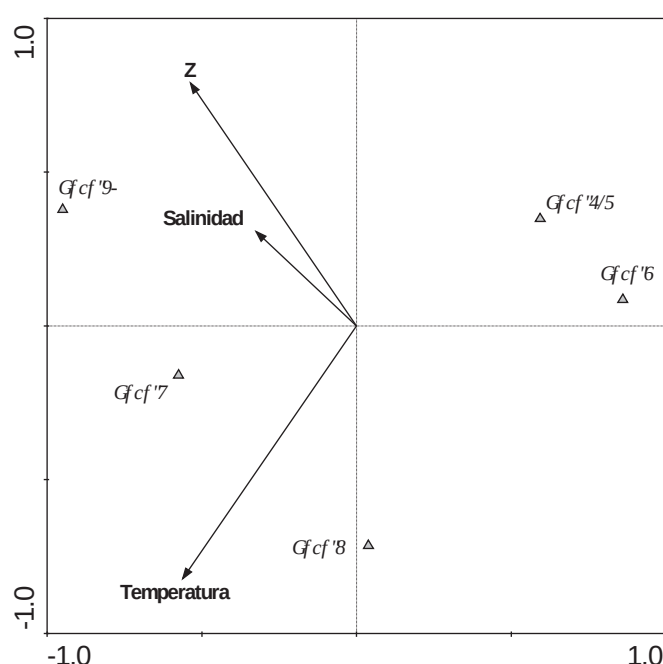


Figura 6. Análisis de correspondencia canónica, observándose la distribución espacial de los grupos etarios de las hembras de pez palo en el estadio de puesta y las variables ambientales: temperatura, salinidad y profundidad (z) en primavera de 2005.

AVANCES EN EVALUACIÓN

Índices de abundancia a partir de la flota comercial: Rico y Perrotta (2005; 2009a) demostraron que la CPUE, como índice de abundancia empleando Modelos Lineales Generales (MLG), está “contaminada” (por mayor o menor eficiencia de la flota, cambios en el área de pesca, entre otros factores) y en esas condiciones, se concluyó que la serie de CPUE puede ser empleada para analizar cambios espacio-temporales en el movimiento de la flota comercial, pero no debe ser considerada como un índice de la abundancia (Rico y Perrotta, 2005; 2009a y 2009b).

Recientemente, Hernández *et al.* (2010) a partir de la simulación de Monte Carlo evaluaron el efecto de las interacciones con el factor año sobre el índice anual de abundancia relativa, obtenido a partir de MLG, aplicados a datos de CPUE de corvina rubia y pez palo.

Se determinaron cotas sobre el porcentaje relativo de la varianza explicada por las interacciones con el factor año, más allá de las cuales la serie de abundancias relativas dadas por el índice pierda proporcionalidad con la serie real. Se evaluó el efecto de esto último, sobre la estimación de los parámetros de modelos de dinámica de los recursos.

A partir del criterio definido en este trabajo, el índice de abundancia correspondiente a pez palo, que de otra forma seguramente sería descartado como representativo de la serie de abundancia real, puede ser utilizado a los efectos concretos de estimar parámetros del modelo de evaluación y tomar decisiones de manejo. Evitando de esta forma perder una fuente importantísima de información, que en muchos casos es la única disponible.

Índices de abundancia a partir de campañas: Lagos *et al.* (En preparación) realizaron un ejercicio de aplicación de un modelo de producción excedente a la evolución de las capturas declaradas de pez palo entre los años 1950-2008, empleando un Modelo Logístico Discreto con captura, sin supuestos de equilibrio.

Se utilizaron como índices de abundancia de la población, aquéllos estimados en 3 campañas costeras de evaluación primaverales (1999, 2003 y 2005). Dada la incertidumbre actual debido a problemas o carencia de información, la implementación de este modelo se considera como un ejercicio simple de aproximación a la evaluación del recurso, a partir del cual se podrán obtener rendimientos de referencia y plantear requerimientos de datos para avanzar hacia una recomendación de manejo.

Para la estimación de los parámetros y el análisis de riesgo biológico, se utilizó la planilla LOGISTO v1.0 (Aubone y Cueto, 2009). El ajuste del índice utilizado se presenta en la figura 7. En todo el período analizado la biomasa se encontró por encima de la biomasa óptima ($B_{opt}=113353t$), representando en el último año el 67% de la biomasa virgen ($B_v=226.705t$) (Fig. 8). En la figura 9 se grafican las capturas obtenidas por la flota comercial y las capturas de reemplazo (Cr) correspondientes, esto es

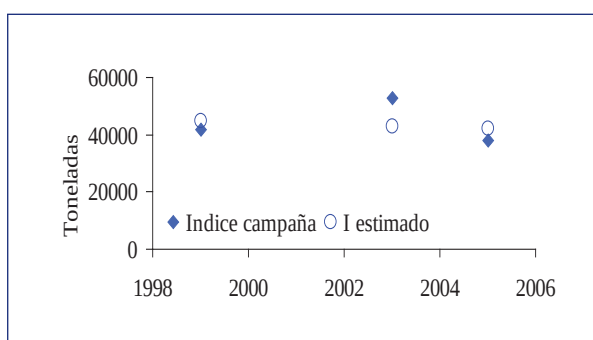


Figura 7. Índices de abundancia relativa observada (campana) y estimada (Modelo de Dinámica de Biomasa).

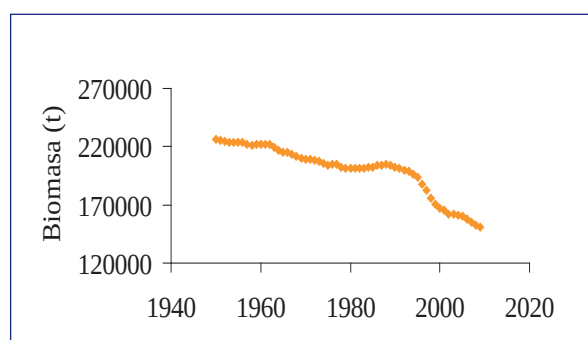


Figura 8. Serie de biomasa estimadas con el modelo.

OTROS RECURSOS COSTEROS DE ARGENTINA

Rita Rico, Nerina Lagos, Sebastián García

la captura que puede realizarse en el tiempo t de manera que en el tiempo $t+1$ se mantengan los valores de biomasa. Cualquier captura menor a C_r puede considerarse biológicamente sostenible. Para las simulaciones, en el corto plazo se propuso un riesgo de decrecimiento mayor al 2% con respecto al año anterior. En el largo plazo, se planteó el riesgo de colapso para una estrategia de pesca constante en un lapso de 15 años, considerando al colapso como la situación en la que la biomasa total se encuentra por debajo del 30% de la biomasa virgen (1950).

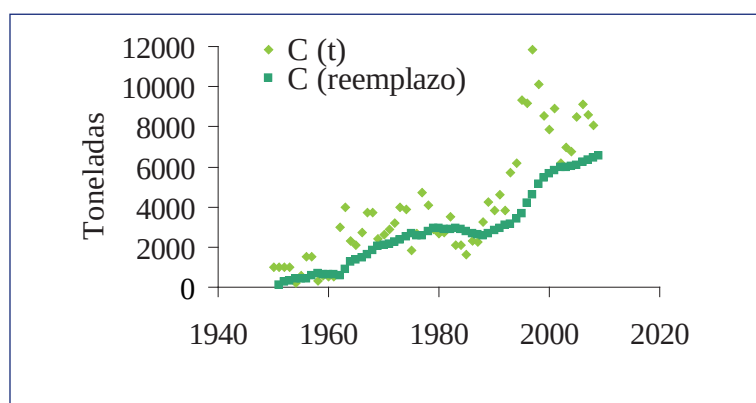


Figura 9. Serie de capturas obtenida por la flota comercial y capturas de reemplazo estimadas con el modelo.

2. LENGUADOS

Los lenguados se distribuyen entre los 23°S y los 47°S, desde la costa hasta los 150 m de profundidad (Fig. 2). En Argentina están representados por varias especies: *Paralichthys orbignyanus*, *Paralichthys patagonicus*, *Xystreurys rasile*, *Oncopterus darwinii*, *Paralichthys isosceles* y *Etropus longimanus* (Fig. 1).

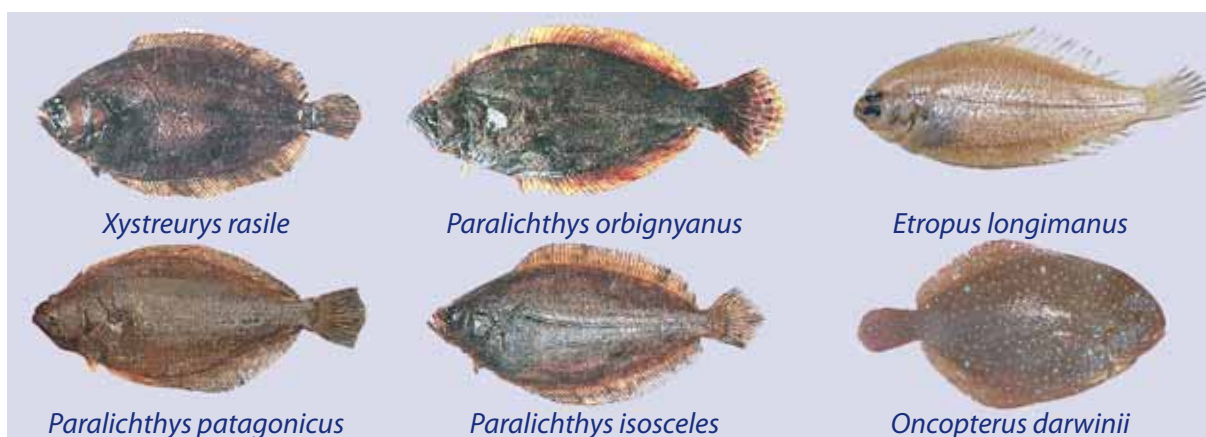


Figura 1. Fotos de los lenguados costeros presentes en aguas del ECBU.

En los desembarques de Argentina estas especies forman parte de la denominada “pesca fina”, por la alta calidad de su carne y sus bajos volúmenes de captura. Como consecuencia, el precio que alcanza en el mercado es muy elevado. Estas especies son desembarcadas en el puerto de Mar del Plata en 3 categorías de tamaño: pequeño, mediano y grande. Las mayores capturas desembarcadas se registraron en los últimos años en los siguientes c.e.: 3655, 3756, 3857, 3554 y 3654 (Fig. 2).

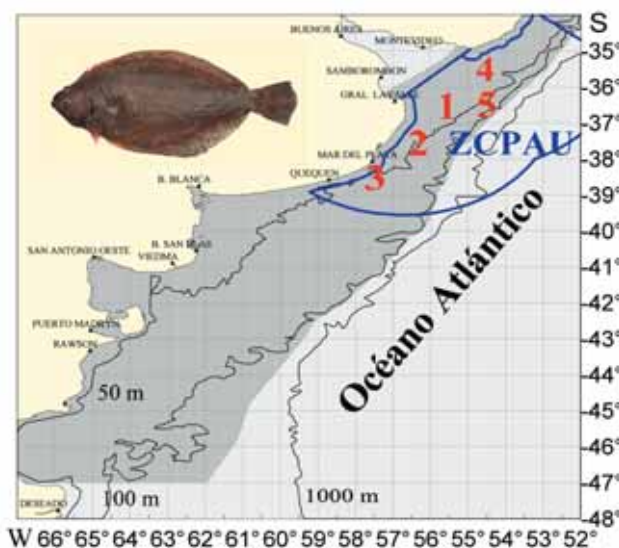


Figura 2. Área de distribución y localización de los ce con los mayores desembarques de lenguados al norte de 39° S (promedio 2006-2009).

AVANCES EN ASPECTOS BIOLÓGICOS

P. patagonicus es la especie más abundante en campañas de investigación y en los desembarques comerciales (Rico y Lagos 2009; Rico y Perrotta, 2009; Rico, 2010) y por lo tanto, entre las especies de lenguados, es la más estudiada. A continuación se detallan los últimos estudios sobre diferentes aspectos biológicos de esta especie en la ZCPAU.

Reproducción: Militelli (2006) realizó las primeras estimaciones de L_{50} para la especie a partir de campañas, obteniendo L_{50} promedio para machos de 24,9 cm y de 32,6 cm en las hembras (2003-2005) (Tabla 1). Se encontraron diferencias significativas entre sexos, pero es necesario continuar con estos estudios para poder observar si estas diferencias se deben a una tendencia declinante, a meras variaciones interanuales o a grupos poblacionales diferentes (Militelli y Rodríguez, En revisión).

Tabla 1. en revisión)	L ₅₀ estimada para <i>P. patagonicus</i> . M=macho; H:hembra. (Milietli y Rodríguez,				
	Año	Mes	M	H	MyH
	2003	Dic.	27,2	34,8	30,6
	2005	Nov.	22,5	30,4	26,6
	Promedio		24,9	32,6	28,6

Ecología Trófica: Milessi *et al.* (2010); Troccoli *et al.* (2009) y Troccoli (en preparación) estudiaron la dieta de *P. patagonicus*, a partir de muestras de desembarque entre febrero de 2009 y abril de 2010 en el puerto de Mar del Plata (Fig. 3). Se identificaron 10 ítems presa, donde el 94,7N% fueron peces, seguidos de crustáceos (4,8N%) y de moluscos (0,53N%). *E. anchoita* fue la presa más frecuente, seguida de *T. lathami* y *R. brasiliensis*.

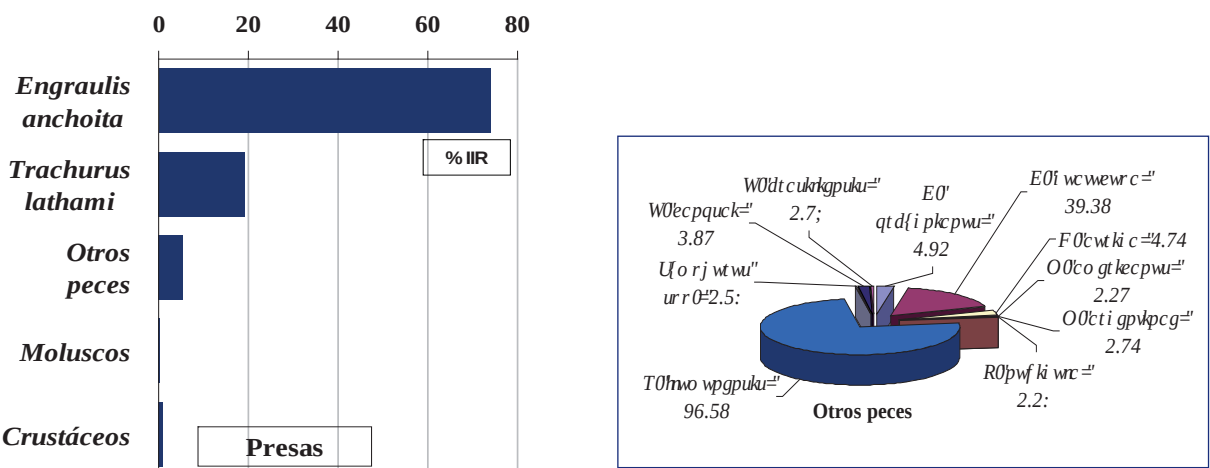


Figura 3. Espectro trófico general de *P. patagonicus* en el ECU entre 2009-2010 en el puerto de Mar del Plata. Valores expresados en el %IIR (a) y Valores relativos correspondiente al ítem otros peces (b). Milessi *et al.* (2010)

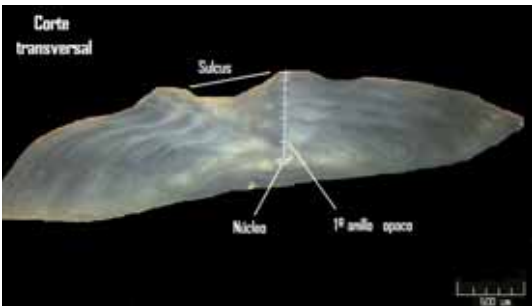


Figura 4. Visualización con luz incidente del corte transversal a nivel del núcleo de un otolito correspondientes a un ejemplar de 6 años de *P. patagonicus*. Riestra (2010).

La dieta de *P. patagonicus* corresponde a la de un predador ictiófago. En este estudio se observó una disminución en el número total de especies consumidas aunque se verificó un aumento en el consumo de especies de peces pelágicos (Ej: *E. anchoita*). Esto podría estar asociado a un cambio en la estructura trófica del ecosistema debido, por ejemplo, a alteraciones producidas por las pesquerías.

Edad y Crecimiento: Riestra (2010) y Riestra *et al.* (2009) estudiaron la edad, crecimiento y variables ambientales que influyen la distribución de las clases de edad en primavera e invierno de *P. patagonicus*, a partir de campañas de investigación (Fig. 4). Realizaron además la validación de la formación anual de los anillos de crecimiento (Fig. 5). La talla máxima para machos fue de 60 cm y para hembras de 67 cm, la edad máxima encontrada fue de 19 años.

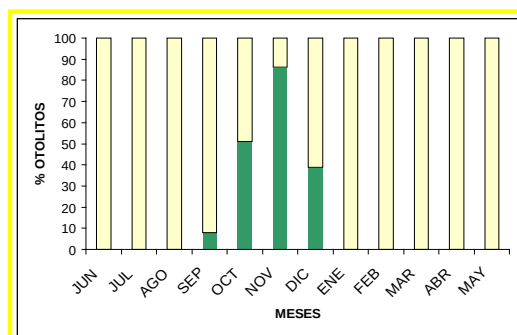


Figura 5. Distribución mensual del porcentaje de borde hialino (barras blancas) u opaco (barras grises) en los otolitos sagitta de *P. patagonicus*. Riestra (2010).

El modelo de von Bertalanffy describió aceptablemente el crecimiento de *P. patagonicus*, teniendo un crecimiento diferencial entre sexos (Tabla 2). Las hembras tuvieron un mayor crecimiento que los machos (L_{∞}). El ritmo de crecimiento es mayor en el período invernal que en el estival y mayor en machos que en hembras.

Tabla 2. Parámetros de crecimiento de *P. patagonicus* obtenidos por los modelos de von Bertalanffy. Riestra (2010)

von Bertalanffy	Hembras			Machos		
Parámetro	Prim-ver	Oto-inv	Total	Prim-ver	Oto-inv	Total
L_{∞} (cm)	65,37	59,12	57,59	46,26	45,69	45,06
K (año ⁻¹)	0,17	0,19	0,23	0,25	0,30	0,27
t0 (años)	-1,2	-1,36	-0,81	-1,57	-0,68	-1,26

P. patagonicus presentó cambios en su distribución espacial de las clases de edad en el área norte del ECB siendo la salinidad determinante en la primavera y la temperatura en invierno. Los adultos mayores de *P. patagonicus* migran en primavera hacia aguas con mayor temperatura, alta salinidad y baja profundidad, mientras que los adultos intermedios y jóvenes prefieren aguas de mayor temperatura, baja salinidad y se encuentran a mayores profundidades (Riestra 2010).

OTROS RECURSOS COSTEROS DE ARGENTINA

Rita Rico, Nerina Lagos, Sebastián García

Herramientas para la identificación de especies: Rico y Lagos (2009) realizaron una descripción morfológica y distribución geográfica de cada una de las especies, un análisis de las características generales de la pesquería y composición específica por área y época. Además desarrollaron una cartilla de identificación de lenguados, la cual puede contribuir a mejorar la calidad de la información de la estadística pesquera nacional, conducente a optimizar las evaluaciones de estas especies.

Composición específica por área y época: Las especies identificadas en más de 20 años de campañas de investigación fueron: *P. brasiliensis*, *P. isosceles*, *P. orbignyanus* y *P. patagonicus* (Fig. 6). La comparación entre estos resultados y los obtenidos durante los muestreos de desembarques comerciales (2001), confirmaron a la especie *P. patagonicus* como la de mayor presencia en las capturas (Fig. 7).

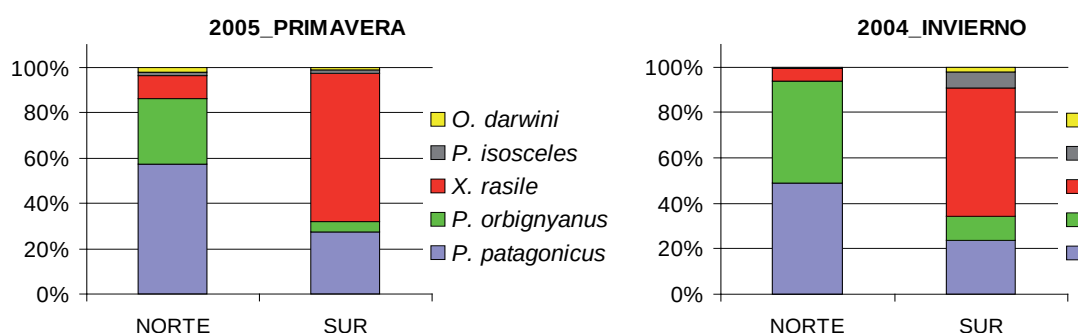


Figura 6 Composición específica por área y época durante las campañas de Investigación en el ECB.

Por otra parte, cabe destacar la importante proporción de individuos identificados como *Paralichthys* sp. A este grupo corresponderían aquellos lenguados no identificados a nivel de especie, como por ejemplo *P. orbignyanus* o *X. rasile* que son identificados en los muestreos biológicos de desembarque (Fig. 7).

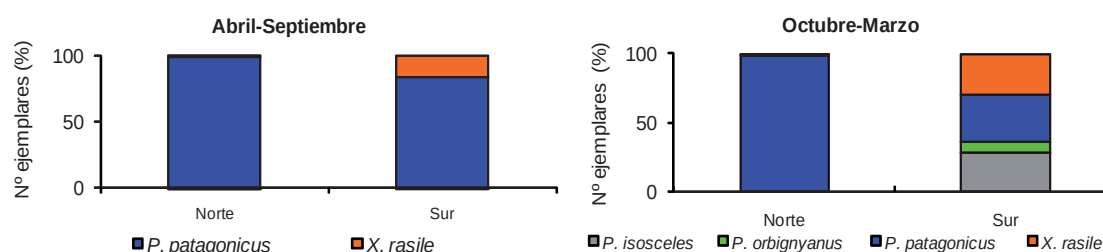


Figura 7. Composición específica por área y época durante los muestreos de desembarque provenientes del estrato de flota IC (18,24m-24,99m) en Mar del Plata (2001).

3. BESUGO (*Pagrus pagrus*)

En el Atlántico occidental el besugo se distribuye desde el golfo de México hasta la Argentina, donde habita aguas del ECU (Cotrina, 1989). Habita el dominio bentónico - demersal, asociado



Figura 1. Representación esquemática de las áreas de mayor concentración (en gris oscuro) y principales caladeros (amarillo).

a bancos rocosos distribuidos en forma discontinua a lo largo de la isobata de los 40 m siguiendo la costa de la provincia de Buenos Aires (Fig. 1) (Cotrina, 1986). Se destaca comercialmente debido a la alta calidad de su carne y su demanda es variable según el interés de los mercados. En la explotación de este recurso se utilizan dos artes de pesca principales: la nasa, con una estrategia de pesca dirigida vinculada con su distribución en fondos duros, y red de arrastre de fondo, en cuyas operaciones de pesca se captura con otras especies del variado costero.

AVANCES EN ASPECTOS BIOLÓGICOS

Estudio de edad y crecimiento: García *et al.* (2011) determinaron la edad y el crecimiento del besugo en el área norte del ECU. Los machos presentaron mayores longitudes y pesos medios que las hembras, lo cual fue corroborado estadísticamente mediante el test no paramétrico ANCOVA ($p < 0,05$) y mediante las curvas de la relación largo-peso correspondientes (Fig. 2).

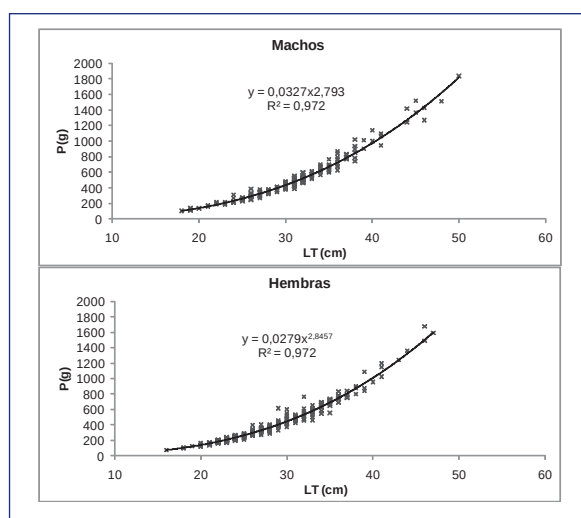


Figura 2: Relaciones largo-peso de besugo en el área norte del ECU discriminado por sexos.

OTROS RECURSOS COSTEROS DE ARGENTINA

Rita Rico, Nerina Lagos, Sebastián García

Se realizó además la validación de la marcación anual de anillos opacos mediante dos técnicas: Análisis de incremento marginal (Fig. 3) y análisis de borde (Fig. 4). Los resultados hallados demuestran que la marcación de los anillos de crecimiento rápido ocurre de forma anual.

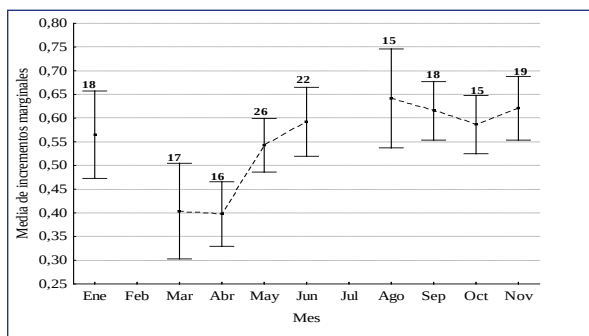


Figura 3. Análisis de los incrementos marginales mensuales, indicándose varianzas (barras) y número de muestras utilizadas.

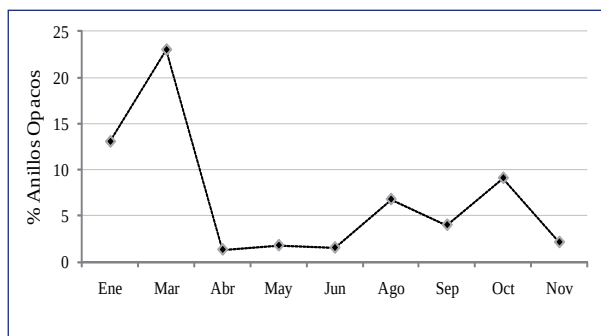


Figura 4. Análisis de borde. Distribución mensual del porcentaje de bordes con anillos de crecimiento rápido (opacos).

En la figura 5 se observan las curvas de crecimiento obtenidas para el besugo entre los 34°S y 38°S con muestras del 2009, las cuales no presentan diferencias entre sexos. La edad máxima encontrada fue de 13 y 17 años para machos y hembras respectivamente. Los valores de longevidad estimados mediante la ecuación de von Bertalanffy indicaron que ambos sexos alcanzarían una edad máxima de 16,5 años.

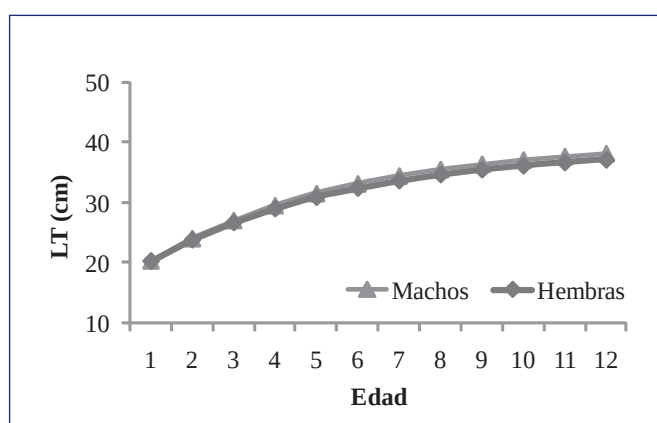


Figura 5. Curvas de crecimiento de *P. pagrus* discriminando sexos.

La estimación de los parámetros de la función de crecimiento de von Bertalanffy fue realizada utilizando dos estructuras duras de aposición, escamas (n=672) y otolitos (n=886) las cuales no mostraron diferencias significativas al ser testada la igualdad de coeficientes. En cuanto a la

comparación entre sexos, ambas estructuras arrojaron un mayor valor de L_{∞} en los machos. El análisis de estas desigualdades entre machos y hembras no presentó diferencias significativas.

Tabla 4. Tabla comparativa de los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy e Índice de desempeño del crecimiento (ϕ')

Estructura	Zona/Sexo	L_{∞} (cm)	K(1/año)	t_0 (años)	ϕ'	n
Otolitos	Total	41,07	0,18	-2,69	2,48	510
	Machos	40,24	0,21	-2,40	2,49	181
	Hembras	39,00	0,21	-2,46	2,41	296
Escamas	Total	51,92	0,10	-4,42	2,43	432
	Machos	48,75	0,11	-4,34	2,42	136
	Hembras	40,62	0,16	-3,48	2,42	261

En cuanto a la estimación de la mortalidad natural (M), el método de Taylor (1958) mostró un valor general de $0,18 \text{ años}^{-1}$. Mientras que la estimación de M estructurada por edades (Chen y Watanabe, 1989) registró un valor de $0,33 \text{ años}^{-1}$ en los individuos de la edad 1 disminuyendo progresivamente hasta $0,19 \text{ años}^{-1}$ en los ejemplares del grupo de edad 12.

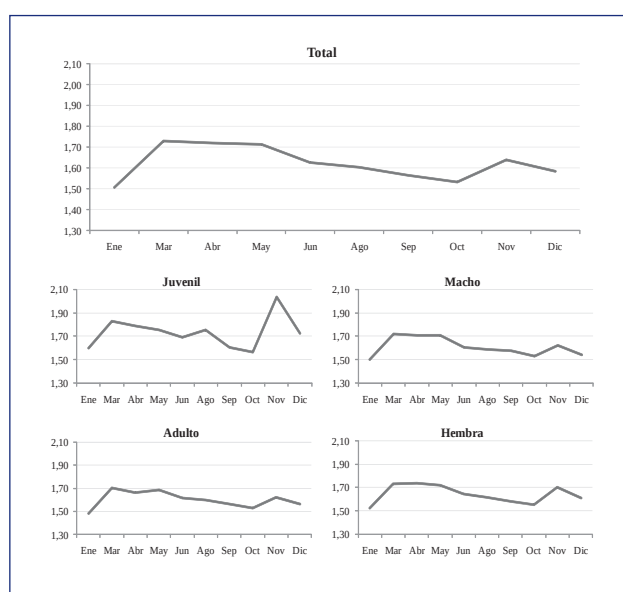


Figura 6. Factor de condición general (Total) y discriminado por sexos y estadios ontogénicos (juveniles y adultos).

El factor de condición fue superior a 1, lo que reveló que la totalidad de los grupos analizados presentaron condiciones fisiológicas óptimas (Fig. 6). El análisis temporal de los resultados permitió

OTROS RECURSOS COSTEROS DE ARGENTINA

Rita Rico, Nerina Lagos, Sebastián García

identificar dos “estaciones” con marcadas diferencias. Entre marzo y mayo se observó un valor medio de 1,72 mientras que para el resto del año el valor promedio fue de 1,58 con un máximo en noviembre (1,64). Se destaca además, al inicio de la ontogenia, un valor máximo de 2,03 registrado en noviembre que supera ampliamente los valores registrados entre marzo-mayo y que no se observa en los individuos adultos, ya sean machos o hembras.

AVANCES EN ASPECTOS PESQUEROS

Tabla 5. Participación de las capturas por artes de pesca. Período 2006-2009

Año	Arrastre (%)	Nasa (%)	Total (t)
2006	71	29	4130
2007	78	22	3456
2008	88	12	5692
2009	70	30	5612

Lagos y García (En preparación) realizaron la validación de la estadística oficial a partir de los partes de pesca originales cedidos por el Área Gestión de Pesquerías de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura de la Nación y por empresas asociadas al recurso besugo (período 1991-2009). Este trabajo permitió ajustar la asignación del arte utilizado y corregir datos del área y esfuerzo de pesca principalmente.

Además, se analizó la información proveniente de una prueba de observadores a bordo de la flota dirigida a besugo realizada en el año 2007, lo que permitió conocer de forma detallada la actividad de la flota que opera con nasas. Por otro lado, se realizó un monitoreo de LT en las dos modalidades de pesca con muestreos representativos y continuos en el tiempo, intensificando la toma de datos en el período reproductivos.

Aproximadamente el 70% de la captura de besugo en el ECBU es obtenida con red de arrastre de fondo (Tabla 5), en cuyas operaciones de pesca es capturado junto con otras especies del variado costero. Las especies más importantes, con valores similares al besugo, son la corvina rubia y las rayas costeras, le siguen en importancia el pez palo, los lenguados, gatuzo, pescadilla común, pez ángel y pargo entre otras (Fig. 7). En la pesca con nasas, más del 90 % de la captura

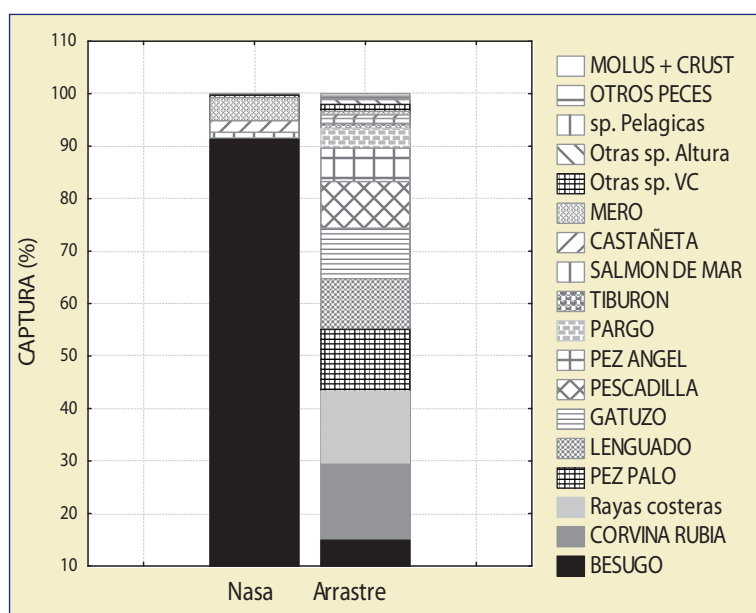


Figura 7. Composición específica de las capturas por arte de pesca. Año 2009.

corresponde a besugo, y el porcentaje restante se reparte entre mero, castañeta y salmón de mar entre las más importantes.

Capturas desembarcadas (2009): García y Lagos (2011) analizaron las capturas declaradas de besugo para el año 2009 las cuales alcanzaron 6794 t, y se descargaron casi en su totalidad en el puerto de Mar del Plata (Buenos Aires). Del total desembarcado un 23,99% (1630 t) fue capturado por la flota dirigida mediante el uso de trampas (nasas), un 74,03% (5030 t) mediante redes de arrastre (Fig. 8) y el restante 2% mediante el uso de otras artes, de las cuales se destaca el uso de línea de mano por embarcaciones de menor calado. En cuanto a la distribución espacial de las capturas (Tabla 6), se observó que la zona norte explica el 89,6% (1460,6 t) de los desembarques con nasas y el 78,6% (3954,7 t) con red de arrastre. En el caso de las nasas, las capturas se mantuvieron estables a lo largo del ciclo anual promediando 136 t mensuales. En cuanto a las capturas con red de arrastre, se descargaron en promedio unas 150 t en la época invernal, mientras que en el resto del año el promedio fue de 554 t. (Fig. 9).

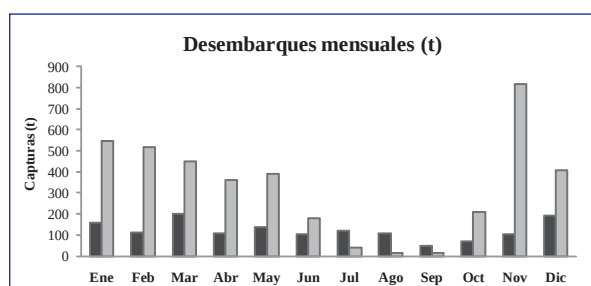


Figura 8: Desembarques de besugo en el 2009 dentro del área norte del ECB. Barras grises (arrastre) y barras negras (nasa).



Figura 9: C.e. principales de la pesquería de besugo en el 2009 para arrastre de fondo (izquierda) y nasa (derecha).

Mes/c.e.	3553	3554	3654	3655	3656	3756	3960	4060
Ene	44,7	205,0	6,4	175,9	61,6	28,3	1,9	2,0
Feb	147,3	179,8	2,2	97,5	25,6	44,2	16,3	3,5
Mar	78,8	177,9	51,4	40,1	13,0	57,3	22,9	3,3
Abr	79,6	64,2	141,7	30,6	9,9	31,2	14,2	10,9
May	57,4	143,3	38,1	68,9	1,1	52,7	4,4	16,0
Jun	58,1	67,1	7,4	30,4	0,2	2,4	23,5	1,9
Jul	21,2	13,6		1,8			16,5	1,5
Ago	11,9	0,4	0,8	0,4	0,7	1,4	20,5	5,9
Sep				11,8	1,8	2,2	149,9	19,6
Oct		18,4		62,6	38,3	68,3	339,1	76,1
Nov		207,8	23,9	84,1	40,9	425,7	32,6	6,9
Dic	21,1	170,1	16,1	63,1		105,6	15,3	4,2
Total	520,2	1247,5	288,0	667,1	193,2	819,3	657,3	151,8

Mes/c.e.	3554	3655	3756	3757	3857
Ene		21,0	83,0	31,2	15,8
Feb		4,7	50,0	34,9	12,3
Mar		80,8	58,0	25,2	20,5
Abr	2,8	40,6	50,0	5,5	6,1
May	15,6	80,3	17,2	11,5	13,5
Jun	49,9	19,0	33,6	1,8	14,6
Jul	111,7	1,3	7,7	1,5	5,0
Ago	84,8	15,3	6,0		2,4
Sep	7,2	20,6	13,2		1,0
Oct	6,9	50,3	10,8		2,4
Nov		29,4	65,5	3,0	7,0
Dic			104,1	89,7	15,9
Total	278,8	363,3	498,9	204,3	116,3

Tabla 6. c.e. que agrupan el 90% de la captura anual de *P. pagrus*. Red de arrastre de fondo (A) y nasas (B). Las Barras oscuras indican distribución mensual de la captura (%) en cada c.e.

OTROS RECURSOS COSTEROS DE ARGENTINA

Rita Rico, Nerina Lagos, Sebastián García

El análisis de la estructura de LT desembarcadas en el 2009, mostró diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre las modalidades extractivas (nasa y arrastre). La clase de LT correspondiente a 29 cm fue la de mayor representación en la captura total anual (Fig. 10), tanto en el número de individuos (15×10^6) como en peso (600 t). En cuanto al aporte de los individuos juveniles, el mismo fue de 17,18% (Fig. 10).

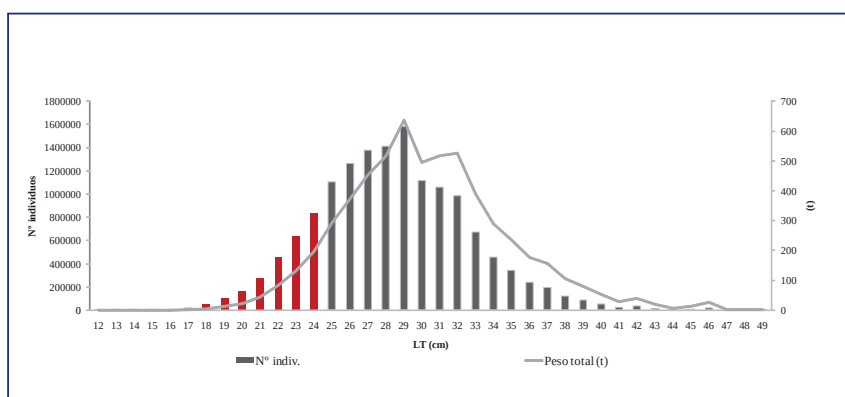


Figura 10. Estructura de LT de los desembarques de besugo, en número de individuos (Barras) y toneladas totales (Línea).

El estudio de la estructura de edades desembarcada a lo largo del ciclo anual, mostró que los individuos de 4 años (cohorte 2005) fueron los de mayor aporte en número ($3,5 \times 10^6$) y en peso (1478 t) (Fig. 11).

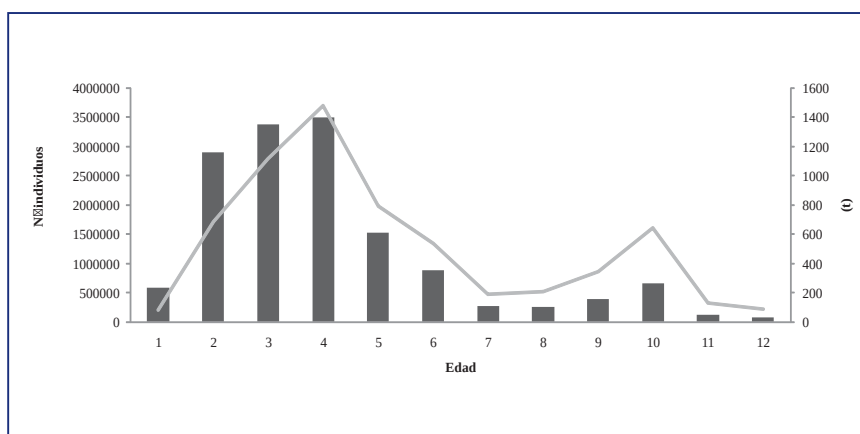


Figura 11. Estructura de edades de los desembarques de besugo en número de individuos (Barras) y toneladas totales (Línea).

MEDIDAS DE MANEJO

El Grupo de Trabajo Recursos Costeros en el marco de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo (Informe GT Costero N° 3/09), consideró conveniente sugerir desde el 1 de enero de 2010 un valor

máximo de captura de besugo de hasta 6.500 t anuales (nivel de explotación actual). Esta sugerencia se realizó considerando que no se han observado signos que pudieran indicar una declinación reciente del efectivo, a que la CPUE de la flota que opera con nasas se ha mantenido estable (Lagos y Carozza, 2009) y a que no se ha observado un aumento de la proporción de juveniles en la captura desembarcada. Sin embargo, y debido que hasta el presente no se dispone de una evaluación del potencial pesquero del recurso, se requiere de un monitoreo continuo de la pesquería para evaluar si en los niveles de explotación actual (6500 t) se produce algún signo de declinación de este efectivo.

CAMPAÑAS DE INVESTIGACIÓN

Descripción topográfica del principal caladero de la especie: En diciembre de 2006 se realizó un relevamiento batimétrico de alta resolución sobre la zona de restingas ubicada 120 mn al ESE de Bs. As., a una profundidad media aproximada de 30 m (Fig. 12). Se utilizó una ecosonda multihaz que permitió obtener cartas batimétricas detalladas, mostrando la topografía del fondo en una zona de importancia para la pesca del besugo.

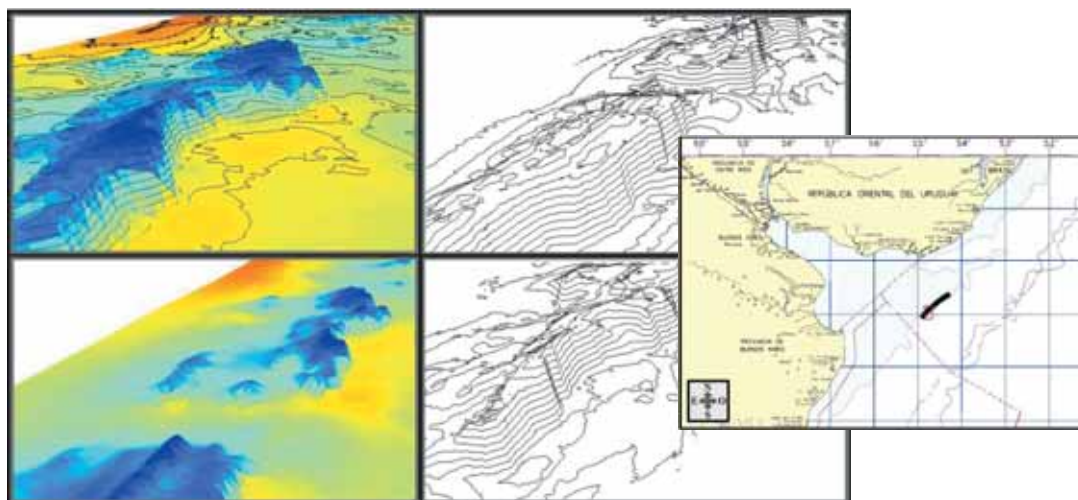


Figura 12. Imágenes obtenidas en el relevamiento topográfico de alta resolución del banco del Pez limón, un importante caladero de *P. pagrus*.

Campaña de desarrollo y prueba de trampas plegables: La campaña CC-06/10 fue desarrollada en octubre 2010 con el objeto de perfeccionar la utilización de trampas plegables en cuatro áreas diferentes teniendo como especie objetivo la captura de la especie besugo (*P. pagrus*). Se efectuaron 10 lances de pesca con 42 trampas filadas. Los ejemplares obtenidos fueron medidos al centímetro inferior y pesados, extrayéndose otolitos y gónadas. Se registraron además, filmaciones de la maniobra de filado y virado como así también muestras fotográficas.

OTROS RECURSOS COSTEROS DE ARGENTINA

Rita Rico, Nerina Lagos, Sebastián García

Campaña reproductiva (recolección de gónadas): En enero de 2011 se desarrolló la campaña CC-01/11 con el objetivo de monitorear el estado reproductivo del besugo en el ECBU entre 35°S y 39°S, desde los 15 a los 50 m de profundidad. Las estaciones se realizaron sobre fondos rocosos donde se obtuvieron históricamente las mayores capturas comerciales de besugo. Se observó que el 32,9% de las hembras se hallaban en puesta.

Campaña de captura de ejemplares vivos para el Programa de Maricultura y Biología Experimental del INIDEP: En febrero de 2011 se realizó en las cercanías de Mar del Plata (38°S) la campaña CC-05/11 con el objeto de obtener ejemplares vivos de peces costeros de fondos duros para estudios posteriores en el acuario de las instalaciones del INIDEP. El besugo fue la especie de mayor representación en las capturas y permitió obtener una gran cantidad de muestras de gónadas y otolitos para futuros estudios reproductivos y de crecimiento.

REQUERIMIENTOS Y PERSPECTIVAS

Con el objeto de continuar el avance en los estudios de las especies anteriormente mencionadas, es fundamental contar con una estadística de pesca completa y actualizada, que permita optimizar la información con la cual se realizará el diagnóstico de las pesquerías. Este requerimiento incluye la construcción de un parte de pesca específico para la actividad con nasas, la correcta asignación del arte a cada operación de pesca, la validación de datos de esfuerzo, completar los datos estructurales de algunas embarcaciones y el registro de la operación de pesca a la pareja, entre otros. Para contar con información del descarte y operatividad de la flota costera, es sumamente importante reiniciar la tarea de los observadores a bordo. Específicamente para pez palo y partiendo de los recientes trabajos para obtener índices de abundancia válidos, ya sea con datos provenientes de la flota comercial como de campañas de investigación, se espera poder utilizarlos en la estimación de parámetros del modelo de evaluación y con ello tomar decisiones de manejo.

Con respecto a otros estudios a desarrollar, en el mediano plazo se espera lograr incorporar datos ambientales para analizar su influencia en la dinámica poblacional y manejo de los recursos. Otros estudios incluyen el análisis de la información proveniente del monitoreo satelital y datos georeferenciados del fondo para estudiar la operatividad de la flota. En el caso de los lenguados, se continuará con la promoción de la cartilla de identificación para su implementación, mediante el dictado de cursos de capacitación dirigidos a inspectores de pesca, observadores científicos a bordo de la flota comercial y técnicos de muestro de desembarque. También se espera continuar con el Convenio Marco de colaboración INIDEP y Asociación Embarcaciones de Pesca Costera (estrato Ic) a partir del cual se obtienen muestras de LT y submuestras de desembarque. Para el caso particular del besugo, se pretende analizar el impacto de la red de arrastre sobre los bancos rocosos donde se concentra el recurso y realizar estudios de mercado que permitan interpretar las fluctuaciones en la explotación.

Finalmente, se plantea la necesidad de realizar talleres de trabajo y campañas en conjunto en el marco del Grupo Costero de la CTMFM.

Dentro de las medidas de manejo, se pretende implementar la prohibición del arrastre sobre fondos de piedra y continuar con la limitación del esfuerzo y áreas de veda vigentes, intensificando el monitoreo.

BIBLIOGRAFÍA

- Aubone A. y S.J. Cueto. 2009 Herramientas para la aplicación de un modelo logístico de producción excedente de biomasa, con captura, y evaluación de riesgo biológico. IAT INIDEP 011/2009.
- Beacham, T. D., 1983. Growth and maturity of Atlantic cod (*Gadus morhua*) in the southern Gulf of St. Lawrence. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Science. p. 1142.
- Carozza, C.; L. Navarro; A. Jaureguizar; C. Lasta y M.B. Bertolotti. 2001a. Asociación íctica costera bonaerense "variado costero". INIDEP, Inf. Téc. Int. DNI- N°38/01.
- Carozza, C.; Ruarte, C.; Massa, A; Hozbor, N.; Suquelli, P.; Colautti, D.; Giangiobbe, S. y A. Arias. 2001b. Diagnóstico del conocimiento de la pesca demersal costera en la Provincia de Buenos Aires. INIDEP, Inf. Téc. N° 2/2002.
- Chen, S. y S. Watanabe. 1989. Age dependence of natural mortality coefficient in fish population dynamics. Nippon Suisan Gakkaishi 55: 205-208.
- Cotrina, C.P. 1986. Estudios biológicos sobre peces costeros con datos de dos campañas de investigación realizadas en 1981. V. El besugo (*Sparus pagrus*). Publ. Com. Téc. Mix. Fr. Mar. 1(1): 53-59.
- Cotrina, C.P. 1989. Estudio biológico del besugo (*Pagrus pagrus*) del ecosistema bonaerense. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Buenos Aires. 161 p.
- CTMFM. Informe GT Costero N° 3/09. Reunión del Grupo de Trabajo Evaluación Recursos Costeros. Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo Argentino-Uruguayo, 16 y 17 de noviembre de 2009, Buenos Aires, Argentina.
- Echezarreta, A.; Ojeda, M.; Marí, N. y A.C. Milessi. 2009. Ecología trófica del pez palo, *Percophis brasiliensis*, en el Ecosistema Costero Argentino-Uruguayo. VII Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar, Diciembre de 2009, Bahía Blanca, Pcia. Buenos Aires.
- Fernández Aráoz, N.C.; N. Lagos y C. Carozza. 2005. Asociación Íctica Costera Bonaerense. Variado Costero. Evolución de las capturas desembarcadas por la flota comercial argentina entre 1998 y 2003. INIDEP, Inf. Téc. DNI. N° 04/05.
- García, S. y A.N. Lagos. 2010. Estructura de tallas y edades de los desembarques comerciales de besugo (*Pagrus pagrus*) en el Ecosistema Costero Bonaerense. 2009. INIDEP, Inf. Invest. N° 25/11. 14pp.

OTROS RECURSOS COSTEROS DE ARGENTINA

Rita Rico, Nerina Lagos, Sebastián García

- García, S.; Zavatteri, A. y M.B. Sáez. 2011. Estudio de edad y crecimiento del besugo (*Pagrus pagrus*) en aguas del Atlántico sudoccidental (34° a 42°S). INIDEP, Inf. Invest. N° 24/11. 24pp.
- Hernandez, D. R.; Rico, M. R. y C. R. Carozza. 2010. Simulación de Monte Carlo para analizar el efecto de las interacciones con el factor año, sobre los índices anuales de abundancia obtenidos a partir de modelos lineales generales para corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) y pez palo (*Percophis brasiliensis*). INIDEP, Inf. Tec. Invest. N° 38, 20 pp.
- Hubold, G., 1978. Variations in growth rate and maturity of herring in the North Sea in the years 1955-1973. Rapports et Procès-Verbaux des Réunions. Conseil International pour l'Exploration de la Mer 172: 154-163.
- Lagos, N. y C. Carozza. 2009. Besugo (*Pagrus pagrus*). Análisis de las capturas declaradas por la flota argentina en el Río de la Plata, ZCPAU y aguas de jurisdicción de la Pcia. de Buenos Aires. Años 2006-2009. Documento de trabajo presentado al Grupo de Trabajo Recursos Costeros de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo (CTMFM) Argentino-Uruguayo. N° 05/09. 8 pp.
- Lagos, N. y S. García. Estructura y comportamiento de la flota que opera sobre el besugo (*Pagrus pagrus*). INIDEP, Inf. Tec. Invest. *En preparación*.
- Lagos, N., M. R. Rico, A. Aubone y S. Cuetto.. "Modelo de producción excedente aplicado al recurso pez palo (*Percophis brasiliensis*) a partir de datos de captura entre 1950 y 2008". INIDEP, Inf. Téc. Invest. *En preparación*.
- Milessi A. C. y N. Marí. Ecología trófica del pez palo, *Percophis brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1825), en el Ecosistema Costero Argentino-Uruguayo (34-41° S) años 2009-2010. INIDEP, Inf. Téc. Int. *En preparación*.
- Militelli, M. I. y K. A. Rodríguez. 2010. Talla de primera madurez de las principales especies de peces óseos costeros bonaerenses. INIDEP. Inf. Téc. Of. 16pp. *En revisión*.
- Milessi A.C., N. Marí y G.H. Troccoli. 2010. Ecología trófica de *Paralichthys patagonicus* (Jordan, 1889) en el Ecosistema Costero Argentino-Uruguayo. INIDEP, Inf. téc. Invest. N°. 52. 13 pp.
- Militelli, M. I. 2006. Áreas de desove y potencial reproductivo del lenguado (*Paralichthys patagonicus*) en la Zona Costera bonaerense: 3 Resultados de las últimas campañas costeras, años 2003 y 2005. INIDEP, Inf. Téc. DNI. N° 083. 16pp.
- Perrotta R. G; Ruarte, C. y M. R. Rico, 2007. "Pesca Costera en Argentina". Encuentro Ciência, Tecnologia y Sociedad III. Sociedad Brasileña para el Progreso de la Ciencia (SPBC), Asociación Argentina para el Progreso de la Ciencia (AAPC) y la Asociación Ciencia Hoy. Montevideo (Uruguay)–20-22 de junio 2007.
- Rico, M. R. y Perrotta, R. G., 2005. Análisis de la utilización de la captura por unidad de esfuerzo del pez palo (*Percophis brasiliensis*) como índice de abundancia anual. Período 1993-2004. INIDEP, Inf. Téc. Int. N° 100, 17 pp
- Rico, M. R. y A. N. Lagos. 2009. "Lenguados del Ecosistema Costero Bonaerense. Herramientas para la identificación de especies". INIDEP, Inf. Téc. Of. N° 58, 15.
- Rico, M. R. y Perrotta, R. G. 2009a. "Evolución reciente de la captura por unidad de esfuerzo (1993-2004) y de las tallas medias (1993-2005) del pez palo

- (*Percophis brasiliensis*) en el litoral marítimo entre 34° y 42° S". Serie INIDEP Inf. Tec. N° 73.
- Rico, M. R. y R. G., Perrotta. 2009b. "Análisis de la captura y el esfuerzo de pesca del pez palo (*Percophis brasiliensis*). Período 1993-2006". INIDEP, Inf. Téc. Invest. N° 84, 20 pp.
- Rico, M. R. & Perrotta, R. G., 2009c. "Análisis de la captura y el esfuerzo de pesca aplicado al grupo lenguados en el área costera bonaerense. Período 1981-2005". INIDEP, Inf. Téc. Int. N° 35, 22 pp.
- Rico, M. R., 2010. "Pesquería de lenguados en el Ecosistema Costero Bonaerense al Norte de 39°S". Frente Marítimo. Publicación de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo. Vol. 21 (Mayo). 129-136.
- Rico, M. R. y M. B. Sáez. 2010. Análisis de la estructura de tallas; determinación de la edad, validación y crecimiento de pez palo (*Percophis brasiliensis*) a partir de muestras del desembarque comercial en el puerto de Mar del Plata. INIDEP, Inf. Téc. Invest. N° 85, 20 pp.
- Riestra, C. M., Sáez, M. y A. J. Jaureguizar. 2009. Edad y crecimiento de *Paralichthys patagonicus* durante primavera-verano y otoño-invierno en el Sistema Costero del Atlántico Sudoccidental (34°- 41°). VII Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar. 30 de noviembre al 4 de diciembre – 2009. Bahía Blanca – Argentina
- Riestra, C. M. 2010. Edad, crecimiento e influencia del ambiente en la distribución de *Paralichthys patagonicus* en el Sistema Costero del Atlántico Sudoccidental (34°- 41° S). Tesis de grado. Licenciatura en Ciencias Biológicas. 68 pp.
- Rodríguez, K. A.; Rico, M. R., Sáez, M. B. y A. J. Jaureguizar, 2009. Parámetros reproductivos de hembras de pez palo (*Percophis brasiliensis*) en aguas costeras de la provincia de Buenos Aires: Resultados de la campaña de investigación realizadas por el INIDEP en primavera de 2005.
- Taylor, C. 1958. Cod growth and temperature. Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer 23: 366-70.
- Trippel, E. A., 1995. Age at maturity as a stress indicator in fisheries. BioScience 45(11): 759-771.
- Troccoli, G., Milessi, A. C., Marí, N. y C. Carozza. 2009. Ecología trófica de *Paralichthys patagonicus* capturado por la flota comercial entre 35° - 37°S. VII Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar, Diciembre de 2009, Bahía Blanca, Pcia. Buenos Aires.
- Troccoli, G. *En preparación*. Ecología trófica de *Paralichthys patagonicus* (Jordan, 1889) en el Ecosistema Costero Argentino-Uruguayo. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas, Universidad de Mar del Plata.

Operatoria de la flota argentina dirigida a los recursos corvina y merluza en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya. Alternativas a la pesca de los recursos objetivo

RAMIRO P. SÁNCHEZ¹, GABRIELA NAVARRO²,
MARIANO MONSALVO³ y GUSTAVO MARTÍNEZ PULJAK⁴

¹ *Dirección Nacional de Planificación Pesquera (DNPP), Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, República Argentina, rasanc@minagri.gob.ar. Universidad Nacional de Mar del Plata.*

²⁻³⁻⁴ *Coordinación de Gestión de Pesquerías - DNPP, ganava@minagri.gob.ar; mmonsa@minagri.gob.ar; gumartin@minagri.gob.ar*

RESUMEN: Se describe la actividad de los diferentes componentes de la flota pesquera argentina que operan, con estacionalidades específicas y con diversos niveles de direccionalidad, sobre los recursos corvina blanca y merluza común en el Área del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo. El objetivo de este trabajo es evaluar el impacto, sobre cada uno de dichos componentes, de la implementación de medidas de ordenación que restrinjan la operatoria de pesca. Para el análisis de la actividad de la flota costera que ha desembarcado corvina blanca se han tenido en cuenta las declaraciones de captura de cada marea para el período 2006-2009. La flota corvinera argentina que opera en el área estuvo compuesta por 91 unidades las que presentan un rango de esloras entre 12 y 25 m incluyendo buques de dos de los cuatro estratos en los se ha clasificado a la flota pesquera nacional. Dentro

de esta flota se definió el componente flota corvinera dirigida (56 unidades) en función de la incidencia porcentual de la corvina blanca sobre el total de los desembarques por marea ($I \geq 80\%$) y el número de mareas con dicha proporción ($N \geq 10$) para el período estudiado. Se identificaron las características estructurales de este componente y se analizó en forma comparativa la operatoria de buques de similares características que pescan en el área, con menor direccionalidad sobre el recurso corvina blanca. En lo referente al recurso merluza común se analizaron las capturas estacionales durante el período 2006-2010, definiéndose los trimestres de mayor incidencia en dicho período. El rango de esloras correspondiente a la flota merlucera argentina que opera en la ZCPAU, es amplio (22-60 m), e incluye 101 buques repartidos en tres de los cuatro estratos en los se ha clasificado a la flota pesquera nacional. Según el nivel de

dependencia de la merluza común sobre su operatoria anual se ha definido dentro de la flota merlucera el componente flota merlucera dirigida, integrada por 66 unidades, las que durante el lapso analizado han capturado el 74,4% del total de la merluza común proveniente de la ZCPAU. Para estas unidades la merluza común representa el 43,6% del total de sus desembarques.

A fin de evaluar el posible impacto de medidas de restricción a la actividad de la flota en determinadas áreas y épocas, se analizó la distribución geográfica de las capturas de toda la flota que operó sobre estos recursos a micro escala (5' x 5'), durante el período 2008-2010. Para los distintos componentes de la flota identificados se discute la posible relación entre la localización de las capturas y la batimetría así como también las posibles alternativas y complementos a la pesca dirigida.

SUMMARY: Activity of the Argentine fishing fleet operating on white croaker and hake in the Argentine-Uruguayan Common Fishing Zone. Alternatives to target fishing. The activity of different components of the Argentine fishing fleet operating on hake and white croaker, with characteristic seasonalities and targeting levels in the area of the Rio de la Plata and its Maritime Front, is described with the aim of assessing the impact of fishing restrictive managing measure implementation, on each of those components. The analysis of the fishing activity of the coastal fleet landing white croaker, is based on catch declaration per trip over the period 2006-2009. The Argentine fleet operating on croaker comprised 91 vessels with

lengths overall ranging between 12m and 25m, representing two of the four strata defined to classify the national fishing fleet. Within this group a component defined as targeted croaker fleet (56 vessels) was identified on the basis of the percent incidence of white croaker on total landings per tide ($I \geq 80\%$) and the number of tides showing this proportion ($N \geq 10$) during the study period. The structural characteristics of this fleet component are described and its fishing operation is compared to that of boats of similar characteristics operating in the area with a lower target level on white croaker.

Seasonal landings of the Argentine off-shore fleet operating on hake over the period 2006-2010 are analyzed and three-month periods of higher incidence are recognized. The Argentine hake fleet operating in the area presents a wide length overall range (22 m -60 m). It comprises 101 vessels, representing three of the four length overall strata. On the basis of the degree of dependence on hake on total annual landings, the targeted hake fleet was identified. This fleet component comprises 66 vessels accounting for 74.4% of hake caught in the area by the Argentine fleet. Hake stands for 43.6% of total annual landings of this fleet component.

In order to assess the potential impact of restrictive managing measures over specific areas or time periods, the geographical micro scale (5' x 5') distribution of catches from the hake fleet was mapped. For the different fleet components identified, the relationship between catch spatio-temporal distribution and depth was considered. Alternatives and supplements to target fishing are discussed.

CONSIDERACIONES PRELIMINARES

1. ANTECEDENTES SOBRE LA ACTIVIDAD EXTRACTIVA (1989-2010)

Las capturas de la flota pesquera argentina en el Área del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo (en adelante "El Área") han promediado durante los últimos 20 años las 95.696 toneladas. Si bien este promedio coincide en gran medida con los valores de los desembarques correspondientes al año 2010 (94.920 t), esto ciertamente no indica una situación de estabilidad en la actividad pesquera de El Área, durante el período analizado. Por el contrario, en el curso de las dos últimas décadas se han operado algunos cambios significativos en la actividad de la flota argentina que se reflejan tanto en la mayor prevalencia de algunos de sus estratos como en el ranking de las especies prioritarias según los volúmenes desembarcados (Fig. 1 y Tabla 1).

De los dos décadas analizadas, la de los años 90 muestra las variaciones más evidentes, con una clara tendencia creciente durante la primera mitad, que se revierte luego de 1996, el pico histórico de capturas en el área (200.361t) para descender abrupta y sostenidamente durante la segunda mitad alcanzando en el año 2000 el mínimo de desembarques registrados (25.181 t). A partir de 2001 los desembarques totales se incrementan estabilizándose durante el período 2006-2010 (Fig. 1). Los promedios de los cuatro lustros analizados arrojan un valor máximo durante el quinquenio 1991-1995 (119.368 t) durante la etapa de intensificación de la actividad extractiva y un mínimo para el período 2001-2005 (77.865 t), tras el piso histórico del año 2000.

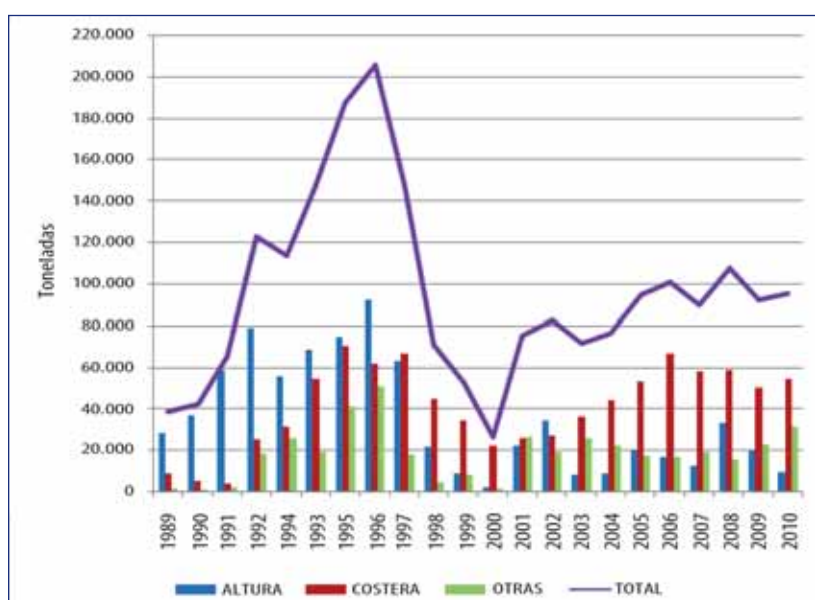


Figura 1. Desembarques correspondientes a las pesquerías de arrastre de fondo (costera y de altura) y otras, en "El Área" para el período 1989-2010.

La Figura 1 pone también en evidencia que es la pesquería de arrastre de fondo de altura, la que ha sufrido los cambios más significativos entre la primera y la segunda década, mostrando la pesquería costera y el conjunto de otras pesquerías valores comparables entre ambos decenios analizados.

La pesca por arrastre de fondo ha participado, durante el período analizado, con más del 60% de los desembarques y frecuentemente con más del 75% (Fig. 2). Sin embargo, la contribución relativa de la pesca demersal de altura ha caído sensiblemente desde comienzos de la década de los 90, cuando participaba en más de un 91% de lo capturado, a la situación actual donde apenas supera el 10% de los desembarques. Con excepción del año 2000, donde la pesca demersal de altura participó en un 8,2 % de los exiguos desembarques anuales, este valor es el más bajo de los últimos veinte años. Por el contrario la pesquería costera ha incrementado su participación en los desembarques de un 6% en 1991 manteniéndose alrededor de un 60% del total de lo capturado en El Área desde 2003. La participación de "otras pesquerías" supero el nivel de 30% del total solamente en tres oportunidades: 2001, 2003 y 2010, cuando el calamar, en el primero de los años y la anchoíta en los dos restantes alcanzaron capturas cercanas a las 20.000 t.

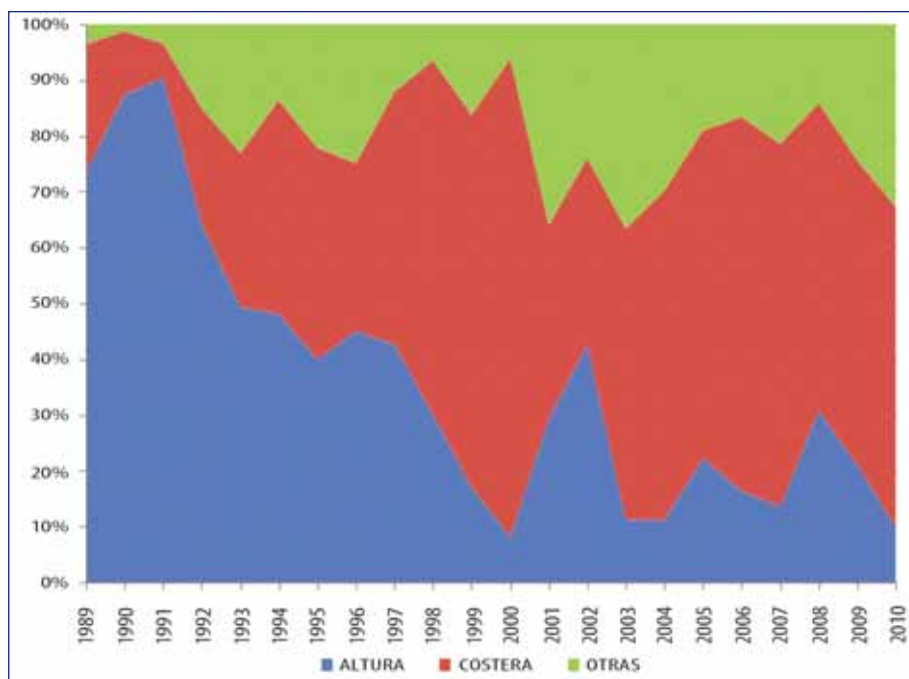


Figura 2. Participación de las distintas pesquerías en el total de los desembarques anuales en El Área.

Del análisis de la composición de las capturas durante los cuatro últimos lustros surge que 6 especies¹ contribuyen con aproximadamente un 70% de los desembarques en El Área. Cinco de ellas

¹ O conjunto de especies agrupadas, como tal, en las declaraciones de captura y actas de desembarque (v.gr. lenguados, tiburones y rayas nep).

OPERATORIA DE LA FLOTA ARGENTINA DIRIGIDA A LOS RECURSOS CORVINA Y MERLUZA...

Ramiro P. Sánchez / Gabriela Navarro / Mariano Monsalvo / Gustavo Martínez Puljak

se repiten en los cuatro lustros: merluza *hubbsi* o común, corvina blanca, anchoíta, calamar *Illex* y pescadilla. Durante los dos primeros lustros ocuparon el sexto lugar el gatuzo y el pez palo, que fueron desplazados a partir del año 2000 por las rayas nep.

Tabla 1 Variación de los desembarques y de su composición específica durante los últimos cuatro lustros								
Período	1991-1995		1996-2000		2001-2005		2006-2010	
Capturas promedio (t)	127.293,4		100.558,1		80.028,5		96.983,9	
Incidencia % de las principales especies	Merluza común	39,1	Merluza común	23,5	Anchoíta	16,4	Corvina blanca	17,2
	Corvina blanca	9,1	Calamar <i>Illex</i>	12,7	Merluza común	13,2	Anchoíta	15,3
	Calamar <i>Illex</i>	8,3	Corvina blanca	10,9	Corvina blanca	12,5	Merluza común	11,4
	Anchoíta	8,2	Pescadilla	9,8	Calamar <i>Illex</i>	10,3	Rayas nep	10,3
	Pescadilla	5,2	Anchoíta	6,3	Rayas nep	8,9	Pescadilla	7,8
	Gatuzo	4,3	Pez palo	6,0	Pescadilla	6,9	Calamar <i>Illex</i>	6,0
	Total	74,2	Total	69,2	Total	68,2	Total	68,0
	otras spp.	25,8	otras spp.	30,8	otras spp.	31,8	otras spp.	32,0

La merluza común es la que muestra la caída más marcada entre el primer y el cuarto lustro. Durante el lapso 1991-1995 esta especie contribuyó con un 39,1% del total de lo desembarcado en El Área ocupando el primer lugar en orden de importancia. Durante el lustro más reciente, la merluza común cayó al tercer lugar, siendo superada por la corvina blanca y la anchoíta, participando en poco más del 11% del total de lo capturado en El Área. La corvina blanca, en cambio incrementó su participación desde un 9,1% durante el lustro inicial alcanzando un 17,2% en el período 2006-2010.

Cabe aquí mencionar que la corvina blanca y la merluza común son las especies dominantes de los conjuntos ícticos que integran: *conjuntos costero bonaerense* (que en términos de ordenación pesquera se denomina *variado costero*) y *conjunto de las plataformas interna y externa de los sectores bonaerense y patagónico* (Angelescu y Prenski, 1987). Este último conjunto incluye a los dos stocks de merluza común que habitan la plataforma continental argentina. Esta dominancia, se refleja en la alta incidencia de las mismas en los totales desembarcados, independientemente de las variaciones anuales en las capturas de ambas especies, por lo que podemos considerar a la corvina blanca y a la merluza común como los recursos prioritarios en cada conjunto íctico (Fig. 3).

El término *variado costero* refiere a la pesquería demersal multiespecífica tal como se encuentra establecida por el Consejo Federal Pesquero (CFP) en la Resolución 27/2009 que fija su composición específica y su área de distribución dentro de la jurisdicción argentina y el Área. Esta unidad está integrada por 31 especies de peces (o grupos de especies) con algunas pesquerías dirigidas bien

definidas, como es el caso de la corvina blanca². Durante la totalidad del período analizado la corvina blanca se constituyó en la especie prevalente en este conjunto íctico con valores que oscilaron entre un 16 % y un 38 % y un promedio del 28,5% del total de los desembarques del mismo (Fig. 3 y Fig. 4 A). En orden decreciente de importancia cabe mencionar a la pescadilla, pez palo, rayas, gatuzo, besugo, lenguados, pez ángel y pargo. En conjunto estas especies, junto con la corvina blanca totalizan un 89,1% de los desembarques de la flota demersal costera.

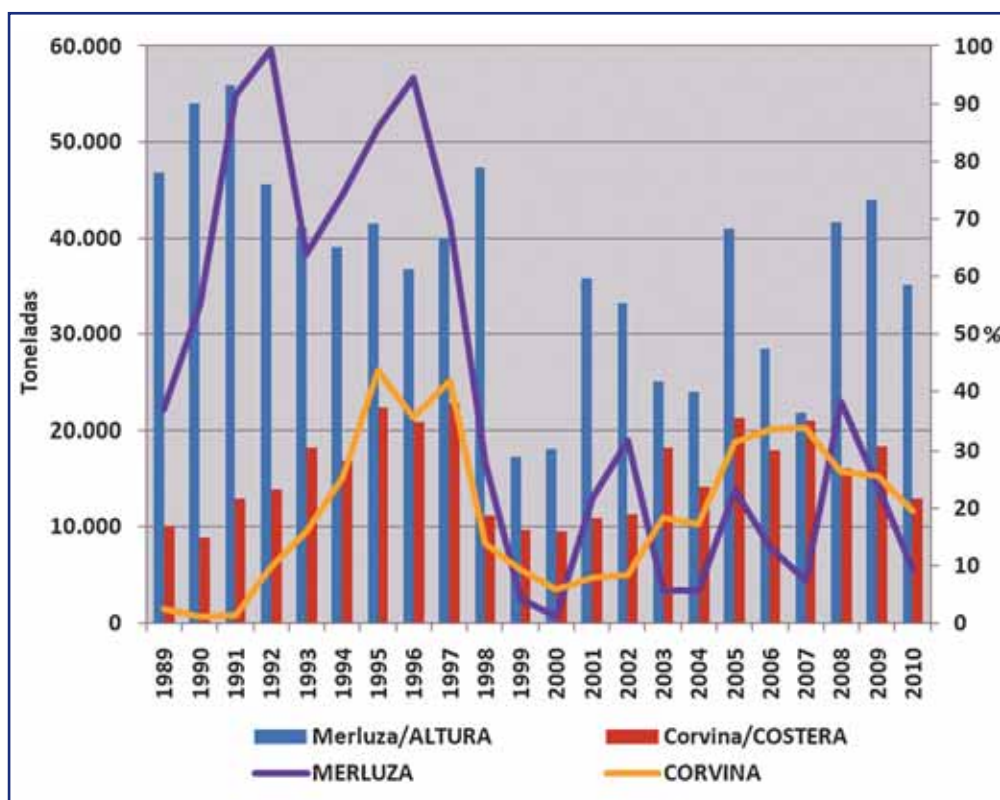


Figura 3. Prevalencia de la corvina blanca y la merluza común sobre los conjuntos íctico-demersales en El Área.

La merluza común es la especie dominante del conjunto íctico demersal de las plataformas interna y externa del sector bonaerense, variando su abundancia relativa de acuerdo con la profundidad y la época del año. Le siguen, en cuanto a presencia en el área, el abadejo, varias especies de tiburones y lenguados, la castañeta y el rubio, entre otras especies (Angelescu y Prenski, *op. cit.*). En la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay, estas especies son capturadas por la flota fresquera de altura.

² Si bien algunas revisiones de la pesquería argentina de corvina blanca indican que tradicionalmente esta especie era capturada en una amplia zona del litoral bonaerense, por las flotas costera y de altura (Cordo y Forciniti, 1988; Carozza *et al.*, 2004) la incidencia de la flota industrial sobre este recurso ha sido muy baja promediando 1,7% para el período 1982-1987. En la actualidad las capturas de corvina por fuera de la pesquería del *variado costero*, es inferior al 0,8% (Sánchez *et al.*, 2010).

A pesar de las fluctuaciones observadas en cuanto a la captura de merluza común en las últimas dos décadas, sólo en los años en que las capturas de la especie cayeron por debajo de las 3.000 t la incidencia de la misma en las capturas de la pesca por arrastre descendieron a alrededor del 30%. En la actualidad y con desembarques de la especie que equivalen a un 10% de lo capturado en 1991, la incidencia de la merluza común sobre las capturas de la flota arrastrera demersal de altura, que por entonces superaba el 90%, se mantiene relativamente alta, superando el 58% (Fig. 3). En promedio, durante el período analizado la participación de la merluza común en los desembarques de la flota arrastrera demersal de altura alcanza el 68,6%. Con volúmenes de un orden de magnitud menor participan también, el calamar, rayas, gatuzo, lenguados, abadejo, pez ángel, castañeta y rubio. (Fig. 4 B).

El conjunto denominado “otras pesquerías” está claramente dominado por la pesca de especies pelágicas, particularmente la anchoíta que en el período estudiado promedió una participación del 55,3%. En segundo término se ubica el calamar capturado por la flota potera con un promedio superior al 30% de lo desembarcado por el conjunto de “otras pesquerías”. (Fig. 4 C).

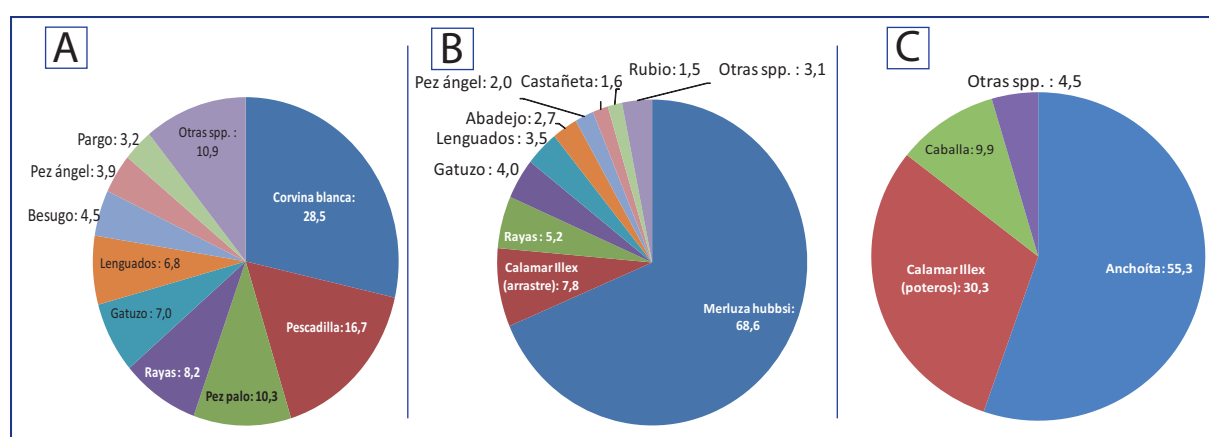


Figura 4. Principales especies desembarcadas por pesquería en El Área durante el período 1990-2010. Las cifras corresponden al porcentaje del total de lo capturado en la pesquería. **A:** Pesquería demersal costera; **B:** Pesquería demersal de altura; **C:** Otras pesquerías.

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS RECURSOS PRIORITARIOS

Los diagnósticos recientes, realizados sobre la base de información biológico-pesquera con el objetivo de describir la situación de ambos recursos prioritarios, reflejan el impacto que la intensa actividad extractiva ejercida durante las dos últimas décadas ha tenido sobre la abundancia y estructura poblacional de los mismos y el riesgo en cuanto a la sustentabilidad biológica en el que cada uno de estos recursos se encuentra.

Carozza y Hernández (2010)³, en la evaluación más actualizada del recurso corvina blanca, concluyen que los resultados obtenidos indican que la especie se está explotando en la actualidad a niveles

³ Este informe presenta los resultados del modelo de evaluación aplicado por los autores y discutido por el Grupo Técnico de Evaluación de Recursos Costeros en el ámbito de la CTMFM.

algo superiores a aquellos valores que podrían mantener estable los niveles de biomasa. Los autores mencionan que la relación entre la biomasa actual y la biomasa virgen de este recurso es de 0,35. Llamam asimismo la atención sobre los altos porcentajes de juveniles en las capturas desembarcadas observadas durante el año 2009, recomendándose que con fines precautorios se complemente el establecimiento de la captura máxima permisible (CTP) con otras medidas de manejo como la fijación de áreas de veda para la protección de juveniles cuando la situación lo requiera.

La situación del recurso merluza común resulta más preocupante. El reciente Diagnóstico Conjunto del recurso en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya (ZCPAU), realizado por el Grupo de Trabajo Merluza conformado por investigadores de ambos países, ha puesto de manifiesto que el efectivo se encuentra en una situación crítica, con una notoria disminución de las densidades y de los valores de tallas medias presentes en la población, observándose que las capturas desembarcadas están sostenidas por clases de edad correspondientes a juveniles y con tendencia progresiva a la desaparición de edades mayores. Los autores del diagnóstico concluyen que estos elementos confirman que la pesquería de merluza común que se desarrolla en la ZCPAU se hallaría en una situación de riesgo para la sustentabilidad biológica.

La evaluación del estado del efectivo de merluza común que se distribuye en aguas al norte de 41° S, incluyendo las de la ZCPAU, más reciente (Irusta y D'Atri, 2010) pone en evidencia la urgente necesidad de recobrar biomasa reproductiva en el menor lapso posible, con recomendaciones de captura biológicamente aceptable sensiblemente menores a las actualmente vigentes en la ZCPAU, en la que, como queda dicho, se distribuye una fracción del efectivo. La biomasa reproductiva de este efectivo disminuyó por debajo de las 100.000 t desde el año 1999, estimándose en 2004 la menor de toda la serie histórica que en este caso cubre el período 1986-2009. En el año 2009 la biomasa reproductiva se estimó en el orden de las 66.000 t. Las autoras mencionan que la relación entre la biomasa reproductiva actual y la del comienzo de la serie histórica es de 0,13. En cuanto a los reclutamientos, los correspondientes a 2005 y 2006 fueron los más bajos de toda la serie, junto con los de los años 1998 y 1999, en tanto que los de 2008 y 2009, aunque importantes, no resultaron superiores al promedio histórico.

En este informe se manifiesta también que, reiterando recomendaciones previamente formuladas (Irusta *et al.*, 2008 e Irusta y D'Atri, 2009), resulta absolutamente necesario considerar otras medidas alternativas para su protección, como el resguardo de la principal área de reproducción durante el otoño e invierno, la protección de las concentraciones de juveniles mediante la delimitación de áreas de veda durante todo el año, y la utilización de dispositivos de selectividad adecuados para el escape de juveniles.

3. RECAPITULACIÓN Y FORMULACIÓN DEL OBJETIVO

De lo expuesto surge que la pesquería de arrastre de fondo en El Área se ha basado tradicionalmente sobre dos especies que han sido intensamente pescadas, presentando diagnósticos poblacionales

de distinta gravedad aunque ambos impliquen como conclusión que las capturas deban limitarse, en forma más enfática en caso de la merluza común, y que las fracciones de juveniles de ambos stocks deban protegerse a fin de sostener o recuperar los niveles de biomasa reproductiva.

Las medidas de manejo propuestas, control de la CTP, protección de los desovantes y juveniles mediante vedas, etc. implican afectar, en una medida que se anticipa importante aunque hasta ahora no cuantificada, la operatoria de las flotas que operan en El Área. La implementación de las mismas implicará profundizar las restricciones a la pesca que han regido la actividad extractiva durante el último lustro. El Anexo I presenta un detalle pormenorizado del marco normativo vigente durante el período 2006-2010 para la pesca de corvina blanca y otras especies del *variado costero* y merluza común en El Área.

Surgen entonces diferentes preguntas: ¿existen áreas o períodos a los que se puedan aplicar esas medidas de ordenación, logrando los objetivos buscados pero alterando lo menos posible la actividad de la flota? ¿Existen recursos alternativos disponibles y accesibles para las distintas flotas cuando la pesca de las especies prioritarias deba limitarse? La incidencia de las especies prioritarias en las capturas totales de cada unidad extractiva ¿es similar o existen embarcaciones que por tener una direccionalidad mayor hacia esas especies resulten más afectadas por las medidas de ordenación?

El presente trabajo intenta responder a estas preguntas. A tal fin se analizarán e identificarán los diferentes componentes de la flota pesquera argentina que operan, con estacionalidades específicas y con diversos niveles de direccionalidad cuantificables, sobre los recursos corvina blanca y merluza común en El Área con el objetivo de evaluar el impacto, sobre cada uno de dichos componentes, de la implementación de medidas de ordenación que restrinjan la operatoria de pesca.

4. SOBRE LOS DATOS DE DESEMBARQUE UTILIZADOS EN ESTE TRABAJO

A fin de poder analizar la totalidad de la información existente sobre la actividad pesquera en El Área, ha sido necesario perfeccionar la información sobre desembarques por marea y consecuentemente las cifras anuales por especie, introduciendo los criterios de delimitación de jurisdicciones detallados en Sánchez *et al.* (2010) y diferenciando para aquellas especies- o grupos de especies- de distribución más amplia, la fracción de los desembarques que corresponden a la pesquería costera -tomando como base los rectángulos del *variado costero* definidos por el CFP- y la fracción que corresponde a la pesca de altura. En el caso específico del calamar *Illex*, se diferenciaron los aportes de la flota potera y de la arrastrera demersal de altura. Para mayor claridad se presenta en el Anexo II, la serie histórica de datos, ajustados con estos criterios, que se ha utilizado para la elaboración de este trabajo.

Cabe consignar que la información disponible para el año 2010, en relación con el recurso corvina blanca, se considera, al momento de redactarse este documento, como preliminar y sujeta a posibles modificaciones conforme se proceda a la revisión total de los partes de pesca e incorporación de los mismos a la base de datos oficial. Si bien, posiblemente esto no altere las tendencias generales

observadas para el último lustro, los análisis numéricos más minuciosos referidos a esa especie están basados en los desembarques correspondientes al período 2006-2009.

5. REVISIÓN DE LA OPERATORIA DE LA FLOTA COSTERA 1989-2010

5.1. Variaciones mensuales en los desembarques y tamaño de la flota

Si bien como queda dicho, la corvina blanca, especie predominante del *variado costero*, evidencia marcadas variaciones anuales en los desembarques (Fig. 3), los promedios mensuales durante las dos últimas décadas, permiten reconocer una cierta estacionalidad en la actividad extractiva. Entre los meses de junio y septiembre se acumula, en promedio, el 56,05% de los desembarques anuales de la especie (Fig. 5). Los promedios más altos corresponden a los meses de julio y agosto, superando en ambos casos las 2.000 t. Cabe sin embargo observar que estos meses son también los que presentan mayor dispersión en torno a la media. La relación entre los promedios de capturas entre julio y diciembre es de 6,4 :1.

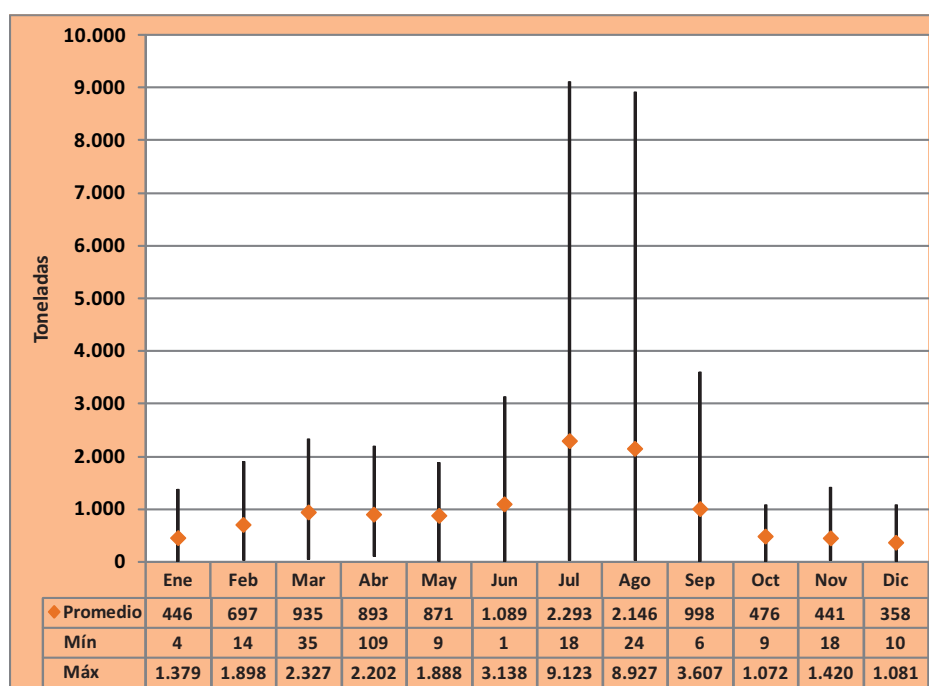


Figura 5. Desembarques mensuales de corvina blanca - promedio, máximo y mínimo – 1989-2010.

El tamaño de la flota que ha operado sobre el recurso, entendiendo por tal, toda unidad que haya extraído al menos una tonelada de corvina blanca por año, se ha mantenido relativamente estable durante los últimos 10 años, promediando durante el período 2006-2009 los 150 barcos. Merece destacarse que la estadística nacional registra para el período 1993-1996 valores sensiblemente

mayores, superiores en todos los casos a las 220 unidades. Cabe consignar que Lasta *et al.* (2001) mencionan que la flota costera de la provincia de Buenos Aires, excluyendo la asentada en Bahía Blanca, ascendió en 1997 a 227 embarcaciones, 80% de las cuales correspondían al puerto de Mar del Plata.

La variación mensual del número promedio de embarcaciones que han desembarcado corvina blanca, no evidencia una estacionalidad tan clara. La relación entre el máximo de abril y el mínimo de diciembre, es en este caso de 1,95:1 (Fig.6).

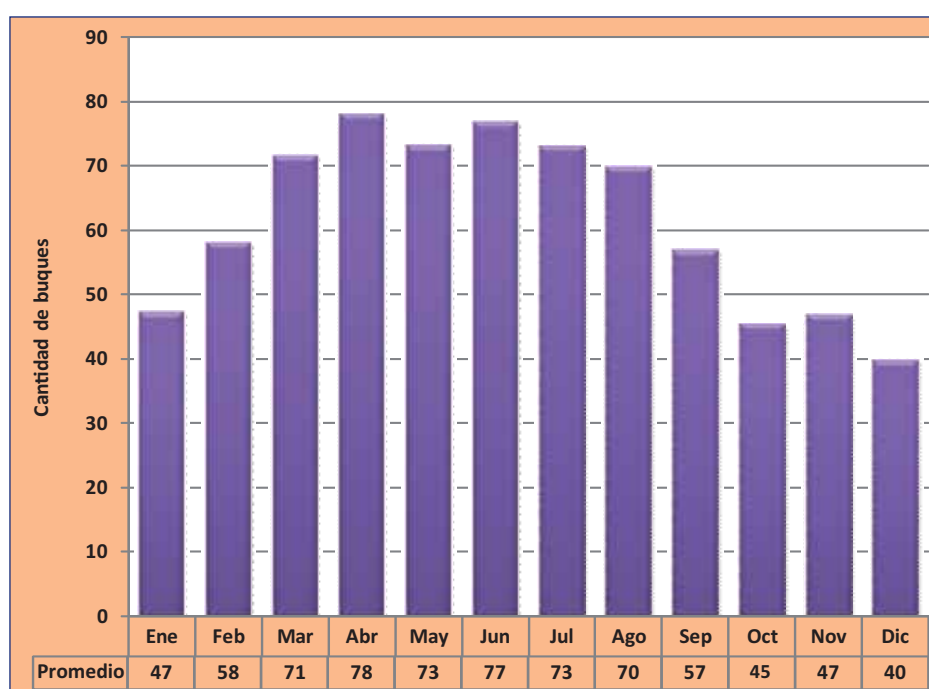


Figura 6. Cantidad de buques promedio mensual que operaron sobre corvina blanca 1989-2010.

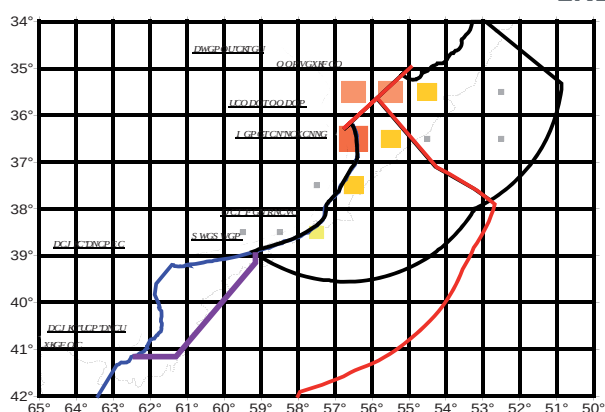
5.2 Variación mensual en la localización de las capturas

La localización de las capturas mensuales de corvina blanca a macro y micro-escala se presentan en la Figura 7. En la columna izquierda se presentan mapas mensuales con las capturas de la especie correspondientes a cada rectángulo de 1° de latitud por 1° de longitud, promediadas para el período 1989-2010. Puede observarse que, en el período de mayor actividad extractiva de la flota nacional, se evidencia una concentración marcada de las capturas sobre el rectángulo 35° S 55°O, en aguas del Río de la Plata.

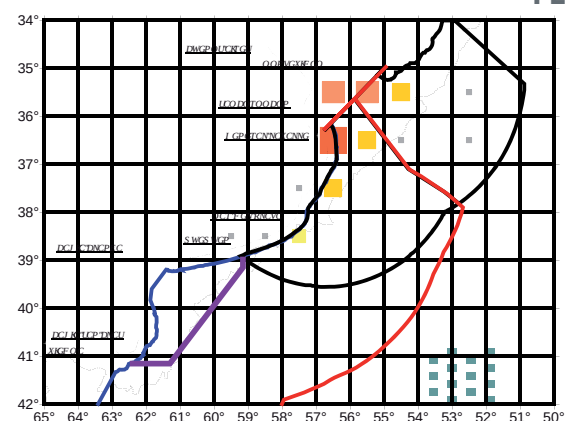
Los mapas de la columna derecha de la Figura 7, representan el total acumulado en el mes en cada unidad de 5' x 5' durante 2009. El procedimiento seguido es el descrito por Sánchez *et al.* (2010). La escala de color indican las toneladas correspondientes a cada unidad. A pesar de la diferencia en las metodologías empleadas para la realización de los gráficos y de los distintos períodos considerados

en cada caso, existe una marcada similitud entre ambas representaciones. Adicionalmente, la localización de las capturas a micro-escala permite distinguir variaciones mensuales en el patrón de distribución de las mismas, dentro del rectángulo previamente señalado como de mayor incidencia durante los meses de mayor actividad extractiva.

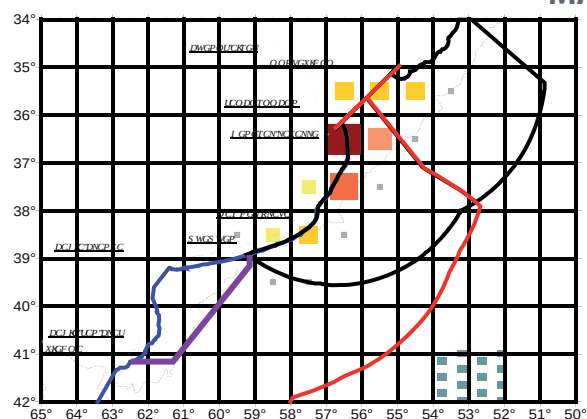
ENERO



FEBRERO



MARZO

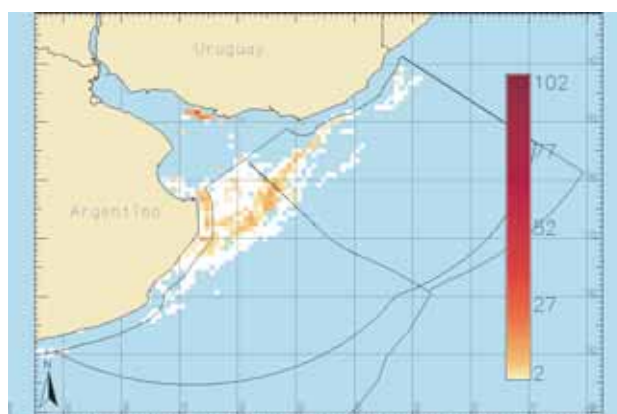


Ramiro P. Sánchez / Gabriela Navarro / Mariano Monsalvo / Gustavo Martínez Puljak

[illegible]

Publicación de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo

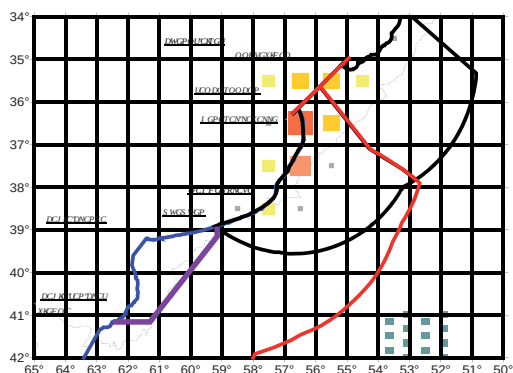
The map shows the study area in the North Atlantic, bounded by 34°N to 42°N latitude and 65°W to 50°W longitude. A red dot indicates the study site location at approximately 35.5°N, 53.5°W. A scale bar at the bottom left shows distances from 0 to 100 km. A legend at the bottom right identifies the study site (red dot) and the study site (red dot). The map also shows the location of the study site (red dot) and the study site (red dot).



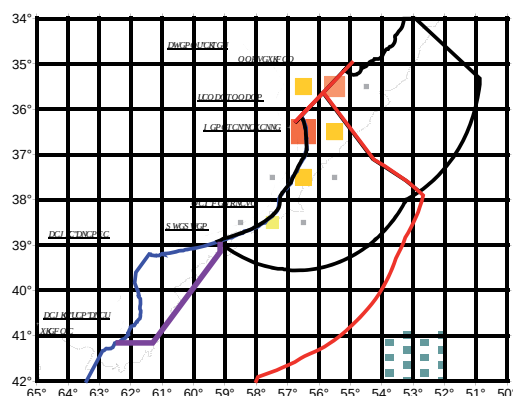
OPERATORIA DE LA FLOTA ARGENTINA DIRIGIDA A LOS RECURSOS CORVINA Y MERLUZA...

Ramiro P. Sánchez / Gabriela Navarro / Mariano Monsalvo / Gustavo Martínez Puljak

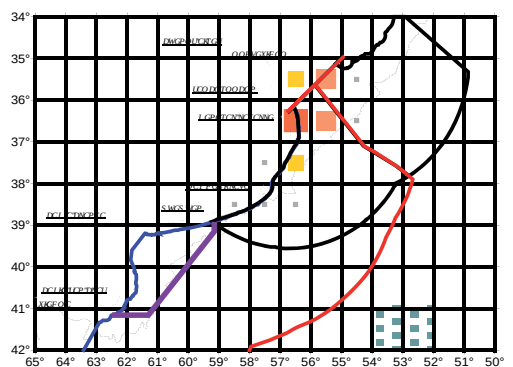
OCTUBRE



NOVIEMBRE



DICIEMBRE



REFERENCIAS

- 1 to 5
- 6 to 10
- 11 to 50
- 51 to 100
- 101 to 200
- 201 to 300
- 301 to 400
- 401 to 500



Toneladas por celda

Figura 7. Variación mensual en la localización de las capturas de corvina blanca a macro y micro-escala:

Izquierda: los mapas representan el promedio correspondiente a cada rectángulo de 1° x 1° durante el período 1989-2010.

Derecha: los mapas representan el total acumulado en el mes en cada unidad de 5' x 5' durante 2009.

Las respectivas escalas de colores indican las toneladas correspondientes a cada unidad.

6. OPERATORIA DE LA FLOTA COSTERA EN AÑOS RECIENTES

Durante el período 2006-2009, los buques arrastreros operando en El Área realizaron un total de 24.038 mareas⁴. La flota que operó sobre corvina blanca totalizó 21.075 mareas, en 8.502 de las cuales declararon capturas de corvina blanca por un total de 71.649 toneladas. Los desembarques de este recurso representan un 18,4 % del total de lo capturado para dicha área y lapso. La Figura 8 muestra una caída de aproximadamente un 23% entre los desembarques de corvina blanca durante los dos primeros años del período y los del último bienio. Como se ha dicho, el número de buques que operaron sobre ese recurso, se mantuvo relativamente constante, alrededor de las 150 unidades, durante este lapso. Debe consignarse sin embargo que en los cuatro años que comprende este análisis, no han operado siempre las mismas embarcaciones, por lo que el total de barcos que registran alguna captura de corvina blanca asciende a 208, de los cuales 188 han capturado al menos 1 tonelada de corvina blanca en El Área, en dicho lapso.

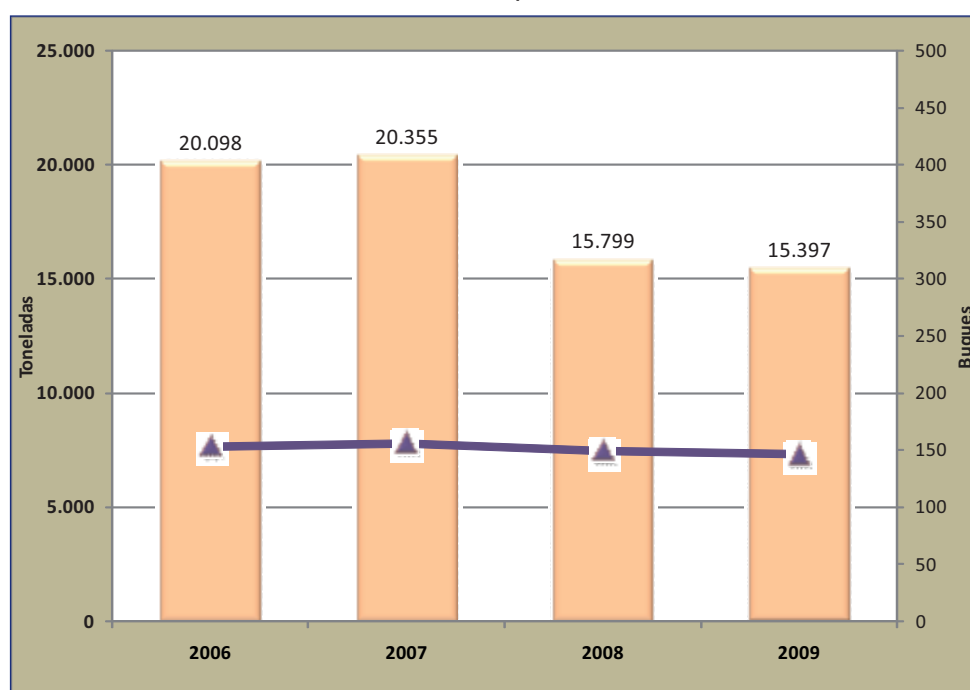


Figura 8. Desembarques y número de buques que han participado de la pesquería de corvina blanca en El Área entre 2006 y 2009.

De lo dicho anteriormente se desprende que la flota que opera sobre corvina blanca, también lo hace, en diferentes épocas del año, sobre otros recursos de El Área. De hecho un número importante de barcos, 97 de los 188 mencionados más arriba, cumple con la condición de haber desembarcado al menos una tonelada de corvina blanca durante el período analizado aunque la incidencia porcentual

⁴ Cabe mencionar que en El Área se realizaron además 342 mareas correspondientes 298 a buques poteros y 44 a buques palangreros.

OPERATORIA DE LA FLOTA ARGENTINA DIRIGIDA A LOS RECURSOS CORVINA Y MERLUZA...

Ramiro P. Sánchez / Gabriela Navarro / Mariano Monsalvo / Gustavo Martínez Puljak

de la especie en el total de las capturas está por debajo del 10 %, límite muchas veces utilizado para definir el *bycatch* legalmente aceptado. Es dable anticipar un impacto relativamente atenuado de cualquier medida de restricción de las capturas de la especie objetivo, sobre este grupo de barcos. Las otras 91 unidades, con volúmenes desembarcados de corvina blanca que superan el 10% del total de lo capturado por cada una de ellas, son las que constituyen la flota corvinera.

La Figura 9 muestra un análisis de las capturas realizadas por la flota corvinera, representadas en intervalos de porcentajes crecientes respecto de la participación de la corvina blanca en cada una de las 11.958 mareas realizadas. En el 52% de las mismas (6.214) no se registraron capturas de corvina blanca. La composición de las capturas de estas mareas incluye especies que conforman el variado costero, así como también recursos pelágicos (anchoíta y caballa) y demersales de altura (incluyendo merluza y rayas), los que en conjunto ascendieron a 44.062 t.

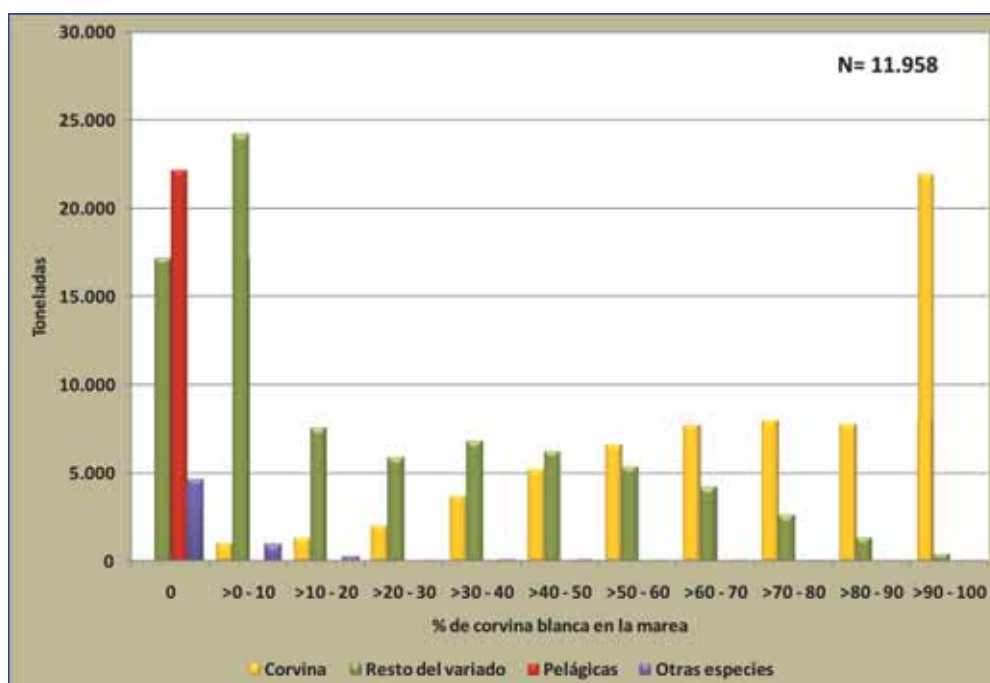


Figura 9. Desembarques de la flota argentina que operó sobre corvina blanca en El Área durante el período 2006-2009. Análisis por mareas, según el grado creciente de participación de corvina blanca en las capturas. N=número de mareas.

6.1. Análisis de la direccionalidad de la flota costera 2006-2009

Las Figuras 10 a 12 ponen en evidencia que existe un sector de la flota costera que opera, al menos durante un número considerable de mareas, en forma prácticamente exclusiva sobre el recurso corvina blanca. En estas figuras se representan distintos aspectos de la actividad de la flota sobre este recurso a partir del mismo agrupamiento porcentual creciente utilizado en la Figura 9, excluyendo, en este caso, las mareas sin corvina blanca. En cada una de las diez categorías dispuestas sobre la abscisa, se grafican las correspondientes capturas en toneladas (Fig. 10); número de mareas (Fig. 11); y, número de barcos involucrados en la actividad de la flota corvinera (Fig. 12).

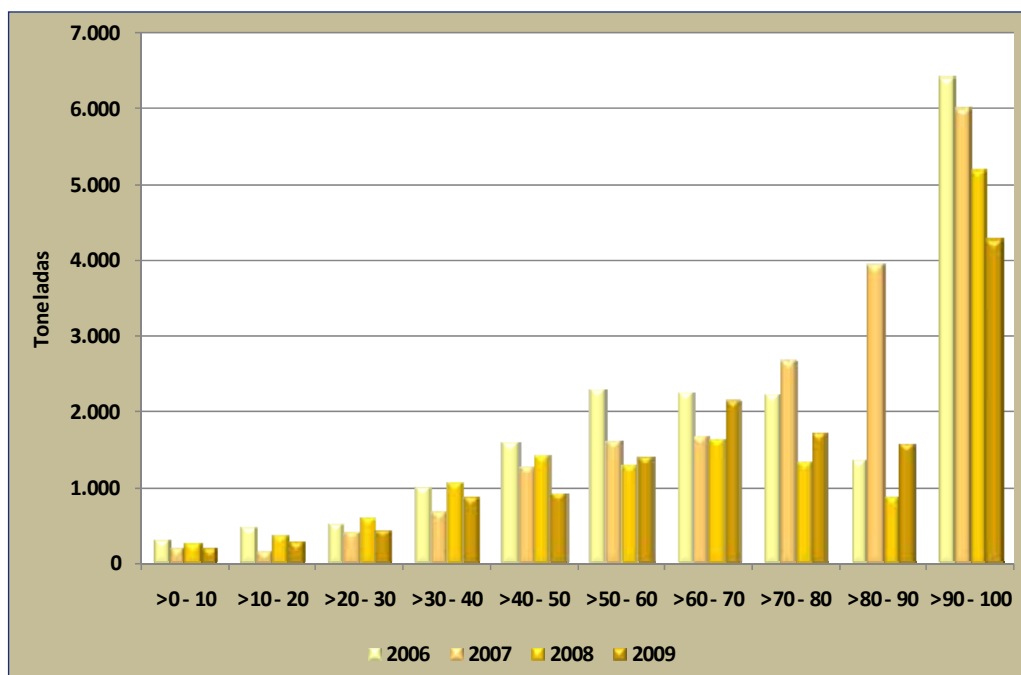


Figura 10. Incidencia de la corvina blanca en la operatoria de la flota costera argentina que pesca en El Área. Los intervalos representan porcentajes de presencia de corvina blanca en los desembarques realizados entre 2006 y 2009.

Este análisis permite calcular que en los últimos cuatro años, se realizaron 2.141 mareas en las que la corvina blanca significó entre el 80% y el 100% de lo capturado. Esto equivale al 37,3% del total de mareas con corvina blanca. Se destaca en particular el año 2006 en el que se realizaron 756 mareas con una incidencia porcentual de corvina blanca superior al 90% (Fig. 11). Estas 2.141 mareas fueron realizadas por un promedio de 83 buques⁵ (Fig. 12), durante los cuatro años analizados, destacándose el año 2007, en el que operaron de esta forma intensiva sobre corvina blanca un total de 65 unidades diferentes. Las capturas correspondientes a estos buques y estas mareas, alcanzan para el período analizado un total de 29.747 toneladas, lo que permite concluir que un 41,6%, del total de la corvina blanca desembarcada por la flota argentina durante el período 2006-2009, proviene de pesca intensivamente dirigida al recurso (Fig. 10).

⁵ En realidad se trata de 60 unidades diferentes, en promedio, dado que algunas de ellas se incluyen en las dos categorías

OPERATORIA DE LA FLOTA ARGENTINA DIRIGIDA A LOS RECUROS CORVINA Y MERLUZA...

Ramiro P. Sánchez / Gabriela Navarro / Mariano Monsalvo / Gustavo Martínez Puljak

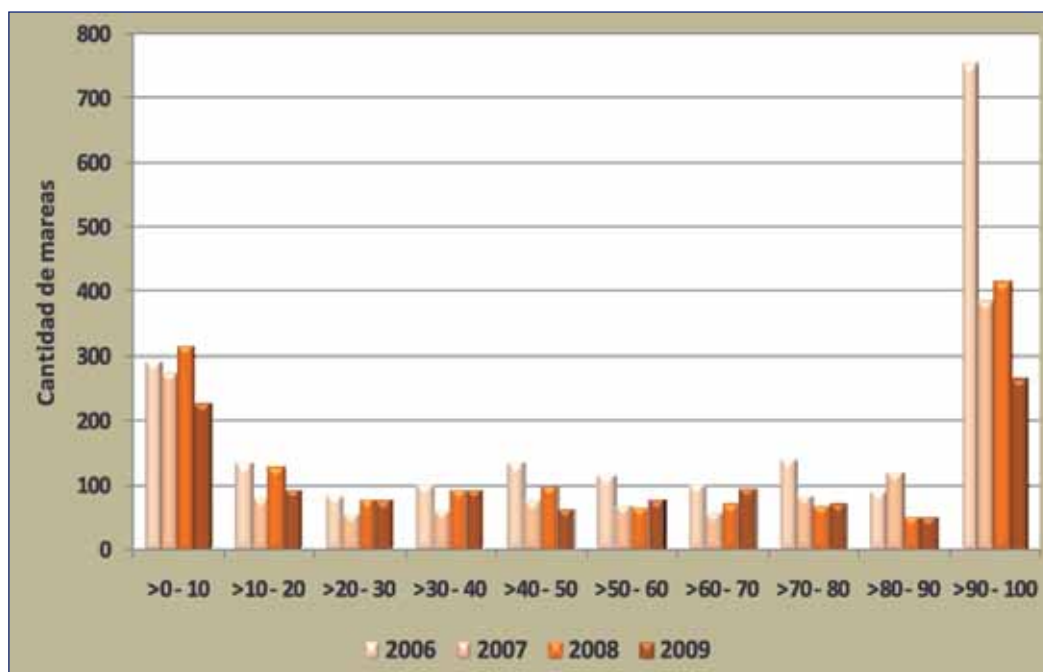


Figura 11. Incidencia de la corvina blanca en la operatoria de la flota costera argentina que pesca en El Área. Para cada intervalo se grafica el número de mareas en las que se ha capturado corvina blanca en los distintos porcentajes entre 2006 y 2009.

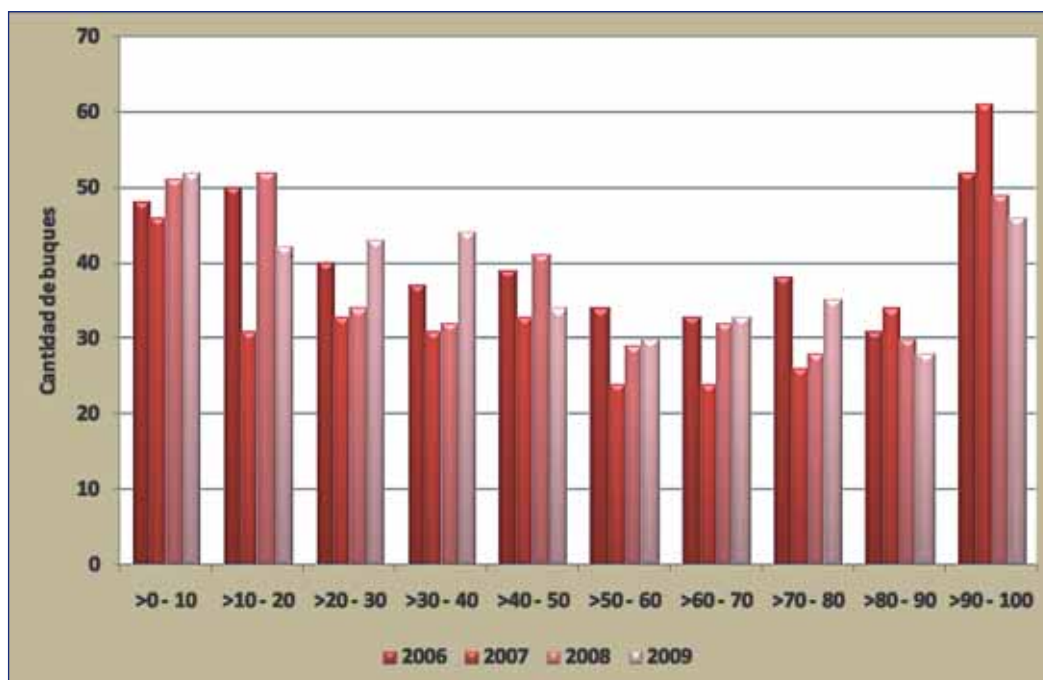


Figura 12. Incidencia de la corvina blanca en la operatoria de la flota costera argentina que pesca en El Área. Para cada intervalo se grafica el número de buques que han capturado corvina blanca en los distintos porcentajes entre 2006 y 2009.

6.2 Identificación de la flota preponderantemente dirigida al recurso

Los resultados presentados permiten reconocer dentro del conjunto de la flota costera que opera sobre corvina blanca en El Área, un sub conjunto altamente dependiente de las capturas de este recurso dentro de su operatoria anual. Llamaremos a este sub-conjunto, *flota corvinera dirigida*, el que quedará entonces definido por buques que registren mareas con proporción de corvina blanca superior al 80%. A fin de evitar la inclusión de buques que hayan operado de esta forma de modo circunstancial, impondremos también la condición de que durante el período 2006-2009 hayan registrado al menos diez mareas con dicha proporción. En total 56 unidades cumplen con esta doble condición, lo que equivale a un 30 % del total de las embarcaciones que han operado sobre corvina blanca en El Área en todo el período y al 61,5% de la flota corvinera.

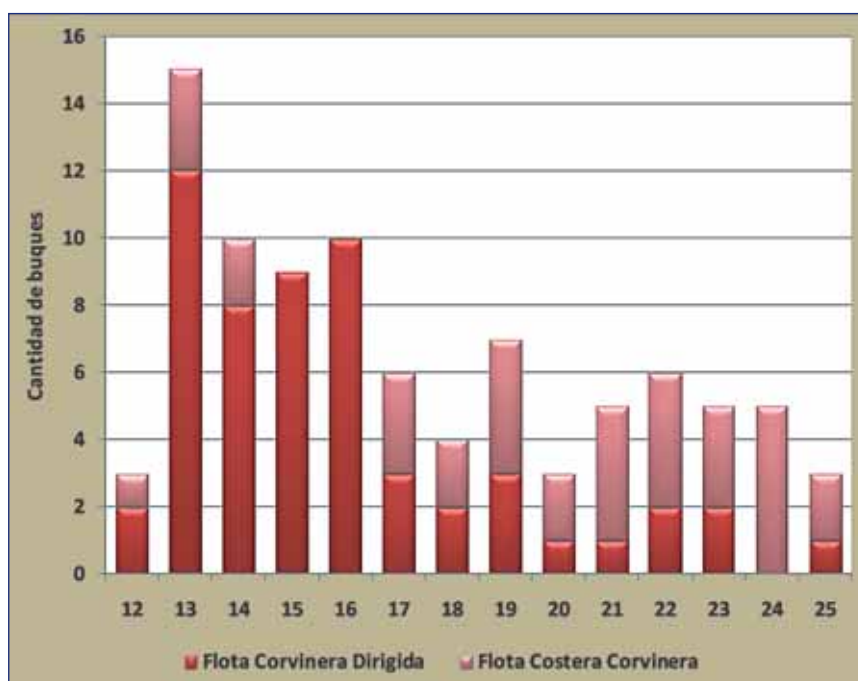


Figura 13. Cantidad de buques por rango de eslora que corresponden a la *flota corvinera dirigida* y al resto de la flota corvinera.

El rango de eslora correspondiente al total de los componentes del resto de la flota corvinera nacional, va de 12 a 25 m (Fig. 13). Dentro de la *flota corvinera dirigida* la mayor incidencia corresponde a buques con esloras entre los 13 y los 16 m.

Como se ha mencionado, durante los últimos cuatro años, se han capturado 29.747 t de corvina blanca provenientes de mareas en las que esta especie constituyó más del 80% de las capturas. En la Figura 14 se presenta la distribución mensual de estas capturas. Si bien se registran mareas altamente dirigidas a lo largo de todo el año, se destaca la gran incidencia del período junio-septiembre (85,2%), sobre el total de lo capturado anualmente, en este tipo de mareas. La participación en ellas,

OPERATORIA DE LA FLOTA ARGENTINA DIRIGIDA A LOS RECURSOS CORVINA Y MERLUZA...

Ramiro P. Sánchez / Gabriela Navarro / Mariano Monsalvo / Gustavo Martínez Puljak

de buques del resto de la flota corvinera⁶, es del 16,5% y se concentra mayoritariamente durante el mismo período.

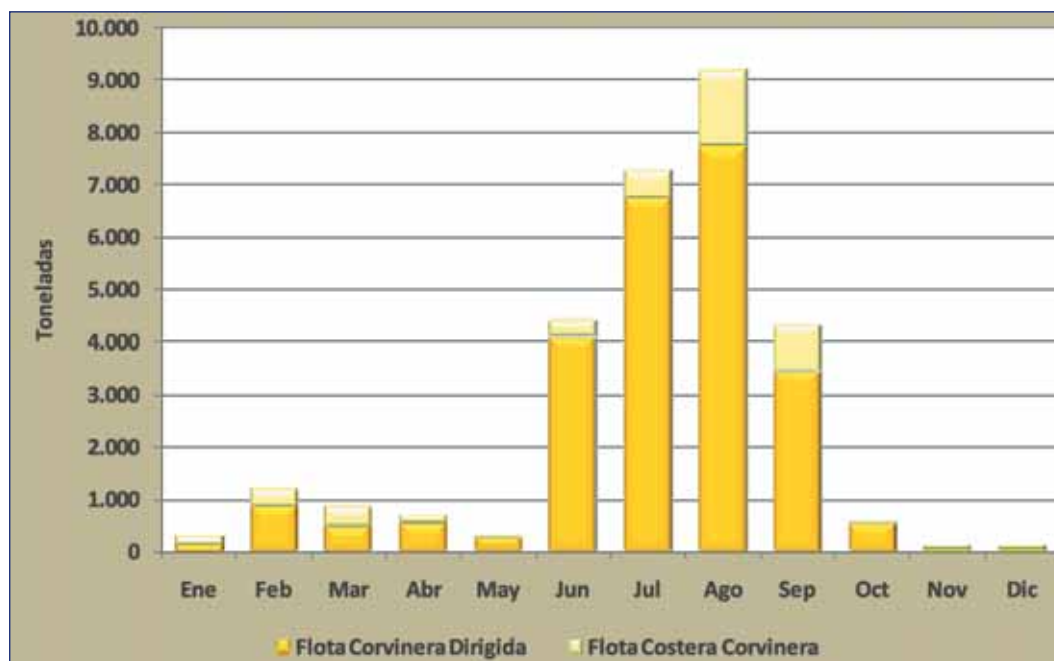


Figura 14. Distribución mensual de los desembarques provenientes de mareas con una proporción de corvina blanca superior al 80% en la marea.

La *flota corvinera dirigida* es, como dijimos, altamente dependiente de este recurso dentro de su operatoria anual. La corvina blanca representa para este subconjunto de la flota el 50,0% del total de sus desembarques. Por otra parte, la actividad de esta flota ha representado, durante el lapso analizado, el 60,9% del total de los desembarques de corvina blanca. En contraposición el resto de la flota corvinera ha participado en un 39,1% de los desembarques de corvina blanca, incidiendo este recurso en un 25% del total de sus capturas.

Si en lugar de porcentajes, consideramos valores absolutos, podremos concluir que no son siempre necesariamente los buques que integran la *flota corvinera dirigida* los que más corvina blanca han desembarcado en el lapso estudiado. La Figura 15 muestra un análisis por cuantiles de las capturas totales de corvina blanca correspondientes a cada buque, durante el período 2006-2009, ordenadas en forma acumulativa de mayor a menor. Hemos señalado con puntos azules los buques pertenecientes al subconjunto designado como *flota corvinera dirigida* y con blancos al resto de las unidades de la flota costera que operan sobre corvina blanca.

⁶ Estos buques no fueron incluidos dentro de la *flota corvinera dirigida* por no cumplir con el mínimo de diez mareas durante el período de cuatro años analizado.

La primera observación que se desprende de la Figura 15 es que el buque que más corvina blanca ha desembarcado no pertenece a la *flota corvinera dirigida*. Se trata de una unidad de 19 m de eslora que ha desembarcado 3.420 toneladas de corvina blanca en todo el período analizado, pero además 1.995 de pescadilla, 850 de gatujo, 560 de pargo, 392 de besugo, 224 de rayas costeras, y 560 de otras especies. La corvina blanca representa el 42,7 % de lo desembarcado por esta unidad. Aún en este caso, que es la embarcación que mayor cantidad de corvina blanca ha capturado, el nivel de dependencia de este recurso es relativamente menor que el de la *flota corvinera dirigida* (50,0%).

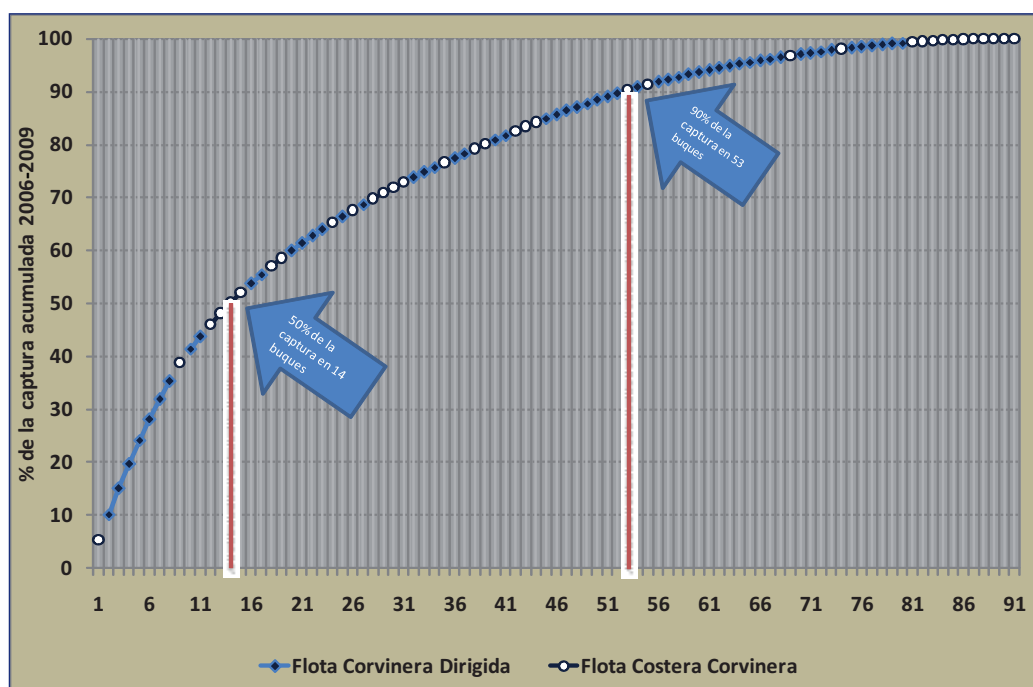


Figura 15. Ordenamiento de la flota corvinera que ha operado en El Área durante 2006-2009, según niveles de captura decreciente acumulada para ese período.

El análisis por cuantiles permite también concluir que 14 unidades acumulan el 50% de la captura; de ellas 9 pertenecen a la *flota corvinera dirigida*. De estas unidades, 11 corresponden al estrato 2 y 3 buques al estrato 1, según la clasificado a la flota pesquera nacional adoptada por Sánchez *et al.* (2010). Puede también observarse que 53 buques, el 58% de la flota que operó sobre este recurso en El Área, acumularon el 90% de la corvina blanca capturada entre 2006 y 2009.

6.3 Áreas de operación

La Figura 16 representa la localización trimestral a micro-escala de las capturas de la *flota corvinera dirigida* y del resto de la flota corvinera en El Área. Básicamente la operatoria de ambas flotas difiere en su rango de acción, lo cual es particularmente notable durante los trimestres segundo y tercero, donde se observan los mayores índices de captura.

OPERATORIA DE LA FLOTA ARGENTINA DIRIGIDA A LOS RECUROS CORVINA Y MERLUZA...

Ramiro P. Sánchez / Gabriela Navarro / Mariano Monsalvo / Gustavo Martínez Puljak

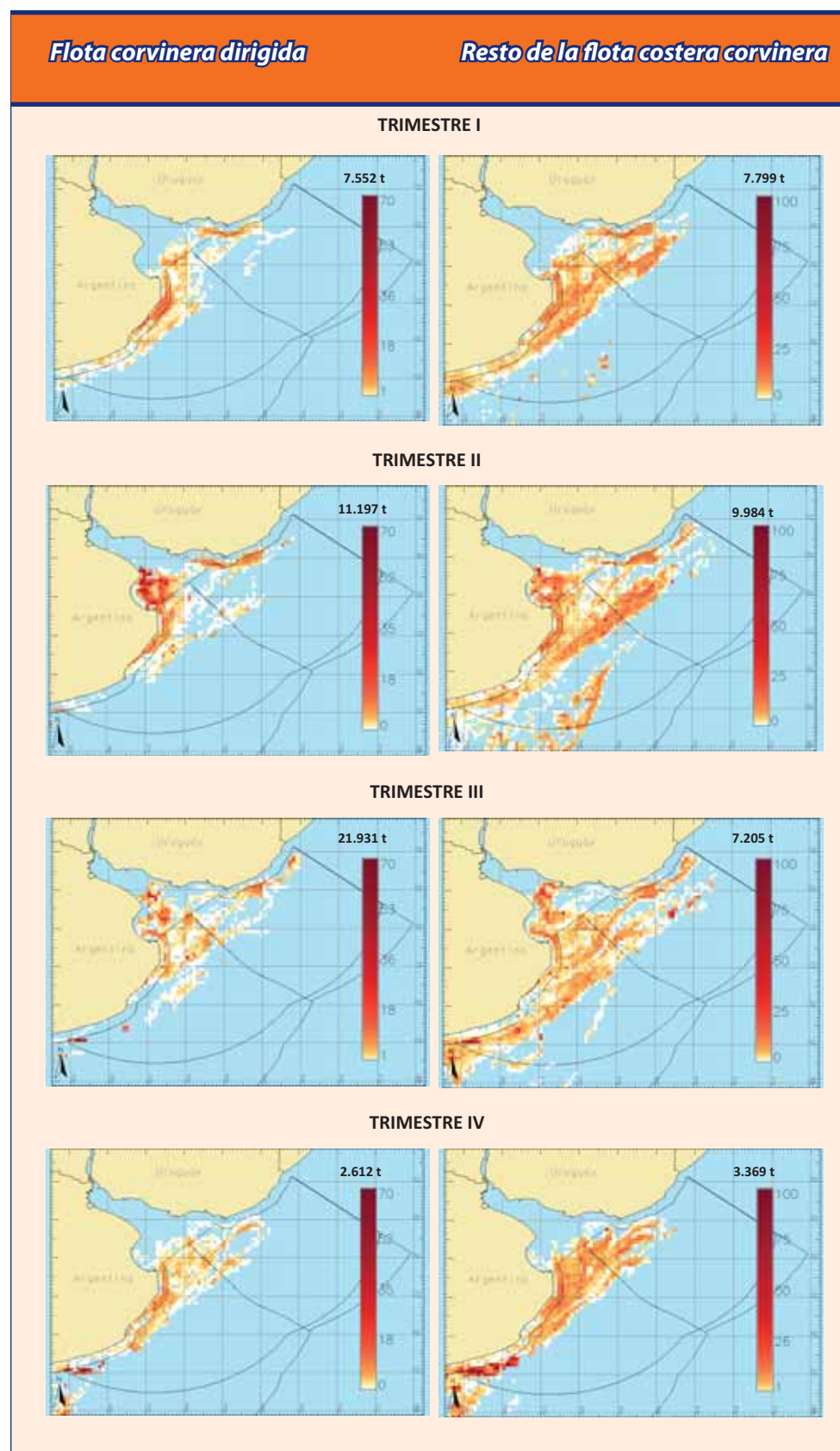


Figura 16.
Localización
trimestral de la
flota que operó
sobre corvina
blanca en el
período 2006-09.

La misma información de capturas de corvina blanca cruzada con posicionamiento de la flota por monitoreo satelital fue utilizada para elaborar la Figura 17. En ella se representa, de forma cuantitativa la distribución de capturas por profundidad, correspondientes a ambos subconjuntos durante el año 2009. En la ordenada principal se representan en escala logarítmica las capturas mientras que en la ordenada secundaria el número de observaciones correspondientes a cada profundidad.

En términos generales, el resto de la flota corvinera opera a mayores profundidades, salvo en el tercer trimestre en el que ambos subconjuntos operan mayoritariamente en un rango batimétrico similar (10-50m). Excepcionalmente se registran capturas del resto de la flota corvinera a profundidades de 140m, en tanto que las máximas profundidades en las que se han registrado capturas de la *flota corvinera dirigida* alcanzan los 90m. Más allá de estas observaciones extremas, en todos los casos, es la profundidad de 21 metros la que ha acumulado mayores capturas y también el mayor número de observaciones. Los picos máximos de captura acumulada del resto de la flota corvinera superan en todos los trimestres a los de la *flota corvinera dirigida*. En el cuarto trimestre en particular, la flota costera acumula a la profundidad de 21 metros 435 t contra 72 de la flota corvinera dirigida.

Sin embargo si tenemos en cuenta el número de observaciones que corresponden a esas capturas acumuladas a fin de calcular un rendimiento promedio, podemos concluir que es la *flota corvinera dirigida* la que presenta, en todos los casos, los valores medios más altos. Durante el primer trimestre estos valores se localizan entre profundidades de 15-20 m promediando los 380 kg/observación. El resto del año los máximos promedios corresponden al rango de profundidades entre 30-35 m, promediando en el tercer trimestre los 600 kg/observación.

6.4 Análisis de las capturas de ambos subconjuntos

Las fluctuaciones anuales en las capturas de la especie dirigida y fauna acompañante y capturas complementarias⁷ presentan diferentes características en cada subconjunto. La Figura 18 (A) pone en evidencia que en el lapso de los últimos cuatro años la *flota corvinera dirigida* ha visto reducidos sus desembarques tanto de corvina blanca como del resto de las especies que conforman el variado costero en aproximadamente un 50% y un 55%, respectivamente. En este subconjunto de la flota, el aporte del resto de las especies, por fuera del variado costero, apenas superó el 1% de las capturas. En particular, las especies pelágicas han decrecido en un 58%.

En contraposición, el resto de la flota corvinera (Fig. 18-B) incrementó, en el mismo lapso, sus capturas de ese recurso en un 50,9%. Nótese que en 2009 este subconjunto de la flota equiparó en sus capturas de corvina a la *flota corvinera dirigida*, duplicando además, las capturas de resto de variado costero registradas por este último subconjunto. Tanto el resto del variado costero, como las especies pelágicas disminuyeron, durante el período considerado, su aporte al total de los desembarques de

⁷ N.B. Acuñamos este término para referirnos a los desembarques correspondientes a mareas en las que no se registraron capturas de corvina.

OPERATORIA DE LA FLOTA ARGENTINA DIRIGIDA A LOS RECUROS CORVINA Y MERLUZA...

Ramiro P. Sánchez / Gabriela Navarro / Mariano Monsalvo / Gustavo Martínez Puljak

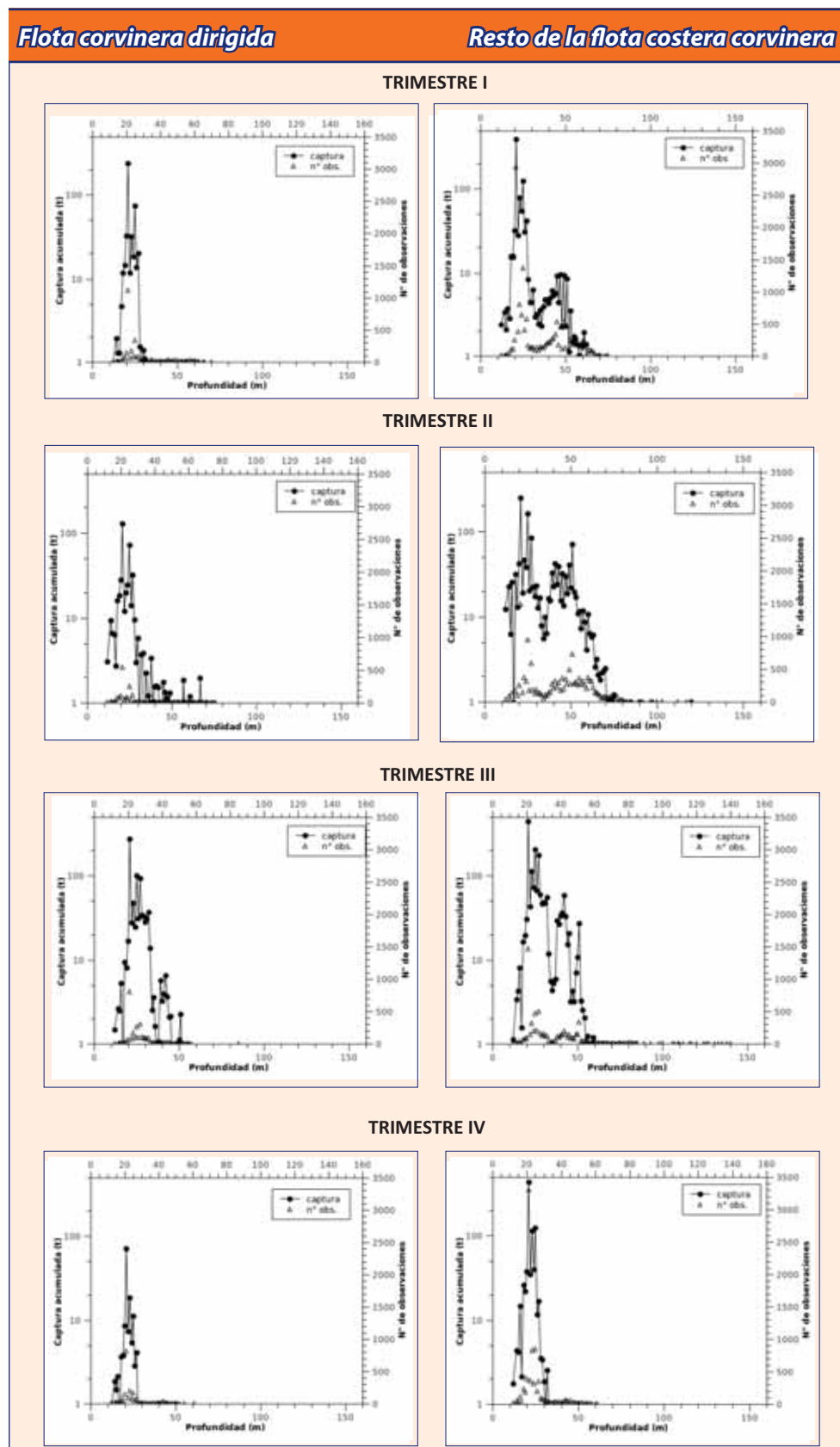


Figura 17. Distribución de capturas por profundidad, para cada subconjunto de la flota costera que operó sobre corvina blanca durante el año 2009.

este subconjunto en porcentajes de 21,4% y 34,6%, respectivamente. Aunque modesto, el aporte de otras especies demersales, se incrementó en 28,8%.

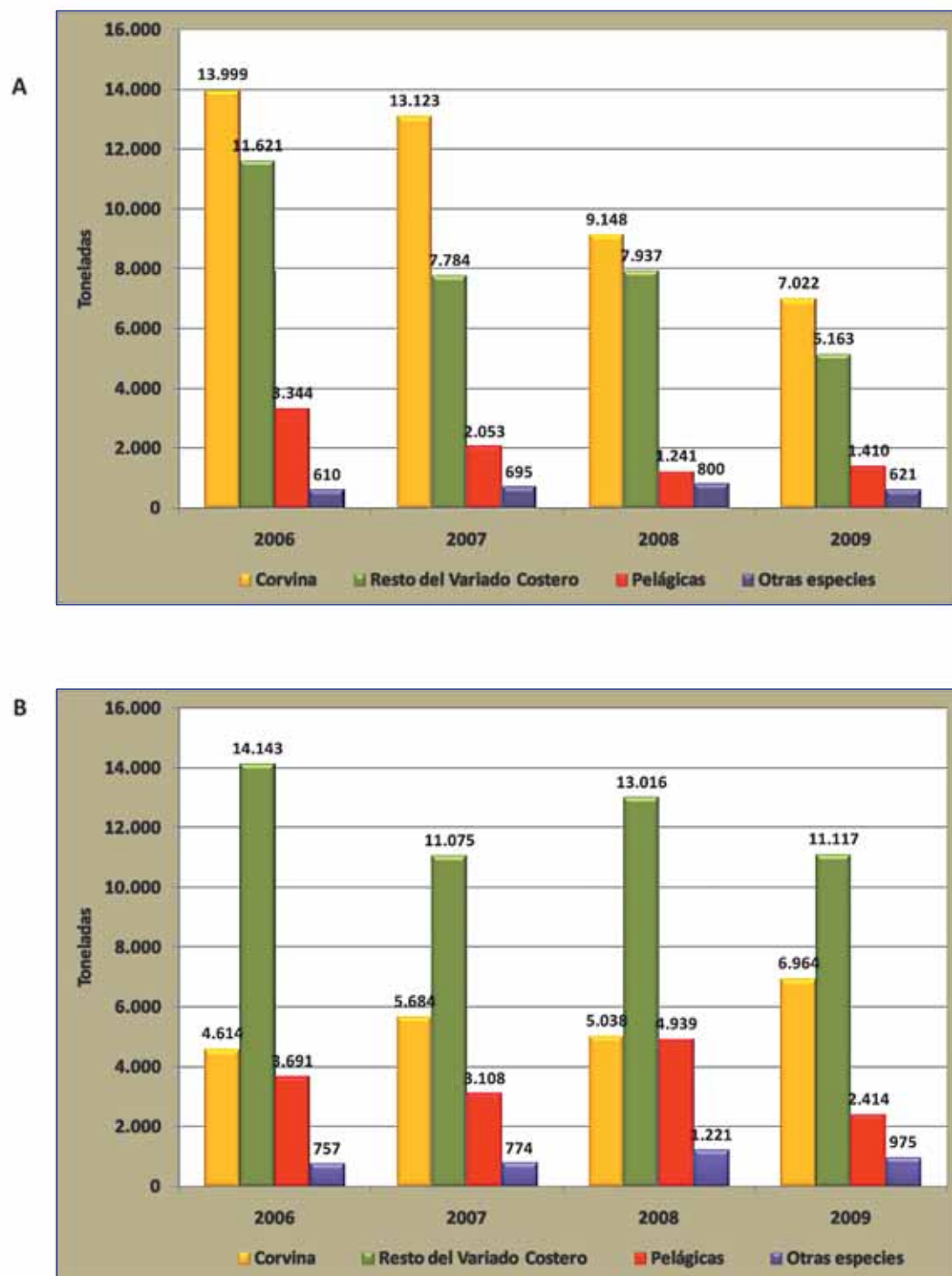


Figura 18. Desembarques de la flota corvinera dirigida (A) y del resto de la flota corvinera (B), en el período 2006-09.

6.5 Impacto de las medidas de cierre de la pesca dirigida

El objetivo cardinal de este trabajo es contribuir a evaluar el impacto que, sobre la flotas corvineras y merluceras, puede llegar a producir el cierre temporal o el cierre estacional o anual anticipado de la pesquería dirigida. Este problema es particularmente complejo en el caso de la corvina blanca por tratarse de un recurso que, si bien es dominante, está integrado a una pesquería multiespecífica, a la cual puede no ser razonable aplicar los porcentajes de pesca incidental legal habituales⁸.

Por otra parte también es necesario tener un criterio que permita establecer cuál es el *bycatch* legal de las otras especies que integran el variado costero, en caso de que la pesca de alguna de ellas deba cerrarse por haberse excedido su captura máxima permisible (CMP). Este último caso se planteó en El Área en 2002 cuando por haberse superado la CMP de rayas y chucho se cerró anticipadamente la pesquería de corvina blanca por entenderse que la cláusula que establecía un *bycatch* legal de 10% era de cumplimiento imposible dado que *“es menester considerar que la captura de recurso corvina apareja la inevitable pesca incidental de la raya costera, registrándose en oportunidades elevados niveles de extracción”* (Res. CTMFM 12 y 13, 2002).

A fin de evaluar el posible impacto de un cierre de la pesquería de corvina blanca, es relevante considerar la información provista por la Figura 9. De allí se desprende que, en términos generales, poco más del 50% del total de los otros recursos desembarcados por la flota costera, proviene de mareas en los que no hay desembarques de corvina blanca. Pero ¿cómo se distribuye el otro 50% y cómo afecta a cada uno de los subconjuntos entre los que se ha dividido a la flota costera?

La Figura 19 proporciona referencias cuantitativas que permiten evaluar el impacto sobre esos subconjuntos de la flota costera, si se aplicaran diferentes criterios de corte tanto para la especie dirigida como para la fauna acompañante. El panel superior **(A)** indica que la *flota corvinera dirigida* pesca más del 25% del resto del variado costero, el 100% de las especies pelágicas y el 70% de otras especies demersales en lances sin corvina blanca. La misma figura indica que si, por ejemplo, se cerrara la pesquería dirigida a corvina blanca, autorizando un *bycatch* legal de 30%, la *flota corvinera dirigida*, podría de todas formas continuar capturando como mínimo, casi un 55% de variado costero, la totalidad de las especies pelágicas y más del 85% de otras especies demersales. Para el resto de la flota corvinera (panel inferior **-B**) el efecto parece más atenuado: en el período analizado, este subconjunto ha pescado más del 15% del resto del variado costero, la totalidad de las especies pelágicas y más del 70% de otras especies demersales en mareas sin desembarques de corvina blanca; una restricción de *bycatch* legal al 30% implicaría que podría seguir capturándose más del 70% del resto del variado costero, el 100% de las especies pelágicas y más del 95% de otras especies demersales.

⁸ En la normativa argentina estos porcentajes varían entre 3%, 10%, 20% y 40% según la especie.

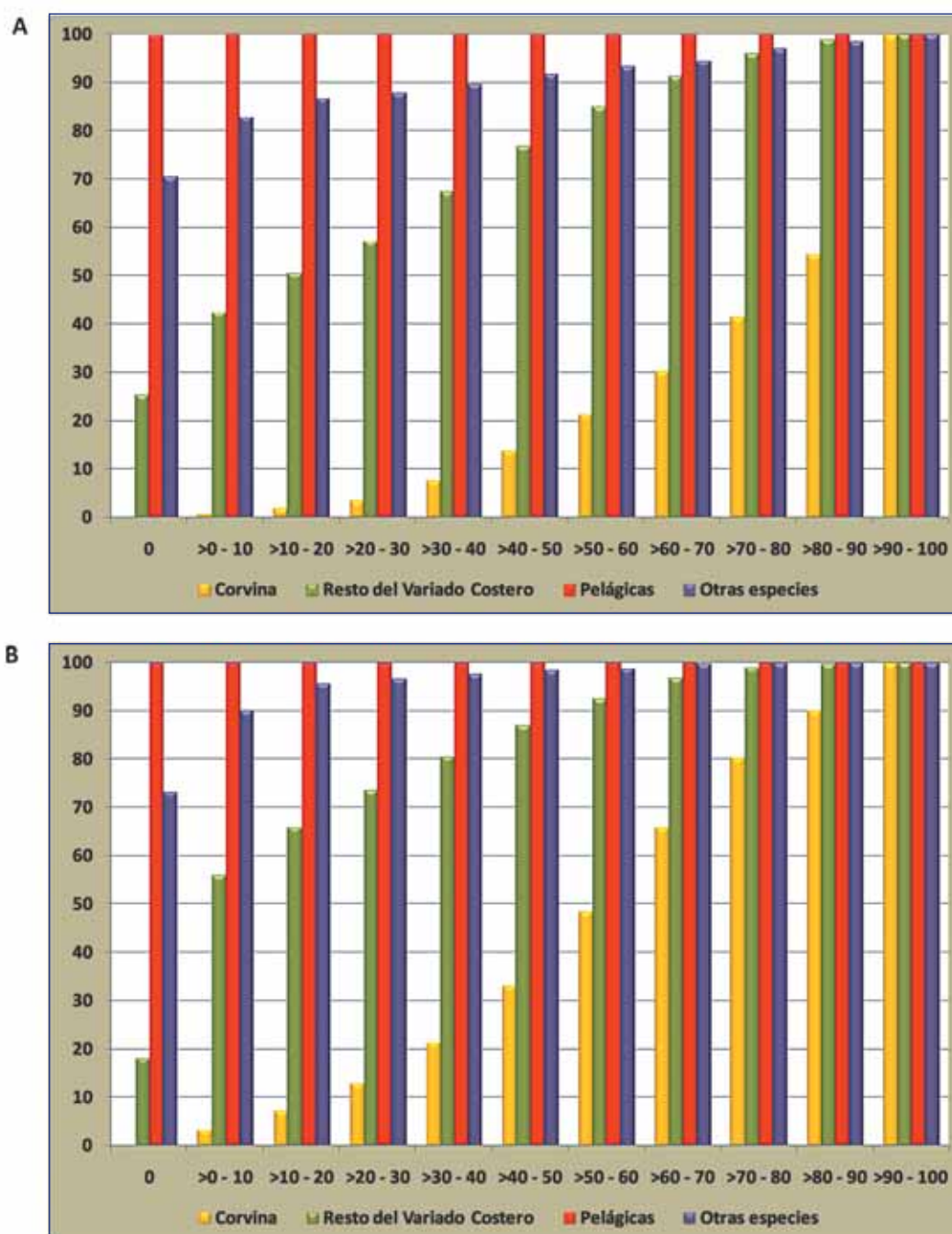


Figura 19. Desembarques por grupos de especies en el período 2006-09, según el % de participación de corvina blanca en la marea: **(A)** flota corvinera dirigida y **(B)** resto de la flota corvinera.

A fin de mitigar el impacto que el cierre de la pesquería dirigida provoque sobre el sector, ya sea que el mismo se realice durante el período de zafra o durante el resto del año, se realizó un análisis de la composición específica de los desembarques anuales (Figs. 20 y 22) y de su variación mensual (Figs. 21 y 23), para ambos subconjuntos de la flota. El objetivo de este análisis fue considerar alternativas a la captura de corvina blanca tanto en la *flota corvinera dirigida* como en el resto de la flota corvinera.

OPERATORIA DE LA FLOTA ARGENTINA DIRIGIDA A LOS RECURSOS CORVINA Y MERLUZA...

Ramiro P. Sánchez / Gabriela Navarro / Mariano Monsalvo / Gustavo Martínez Puljak

La Figura 20 evidencia que las principales especies que han integrado, junto con la corvina blanca, los desembarques anuales de la *flota corvinera dirigida* son la pescadilla, la caballa y las rayas costeras que en conjunto superan el 50% de esos recursos acompañantes y o alternativos. La corvina blanca constituye el 50% de lo capturado por este subconjunto de la flota, superando a la sumatoria del resto de las especies que constituyen el variado costero. De este último grupo de especies la pescadilla constituye claramente la principal captura acompañante (15%). Las especies pelágicas contribuyen en conjunto el 9% de los desembarques de esta flota.

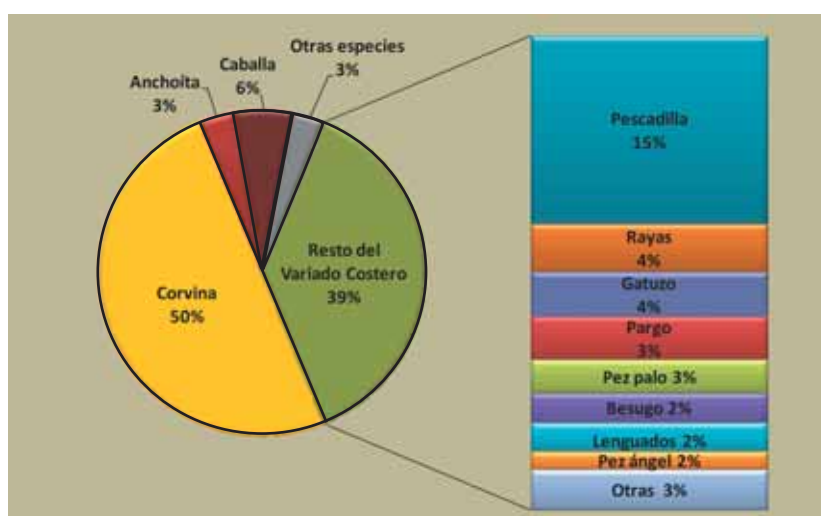


Figura 20. Composición porcentual de los desembarques de la *flota corvinera dirigida*.

Durante la temporada de zafra corvinera la pescadilla, la anchoíta y el pargo constituyen las principales alternativas a la pesca dirigida. Fuera de la zafra, se agregan a las mencionadas especies la caballa, las rayas costeras, el gatuzo, el besugo y el pez palo (Fig. 21).

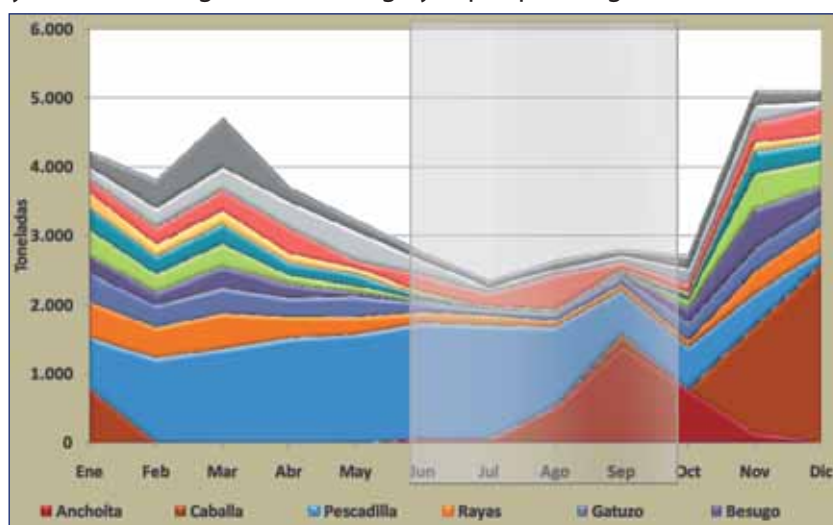


Figura 21. Variación mensual de la composición de la captura de especies acompañantes y/o alternativas para la *flota corvinera dirigida*. El recuadro indica los meses de mayor actividad extractiva.

El resto de la flota corvinera muestra algunas diferencias en la participación relativa de las especies que constituyen la ictiofauna acompañante o alternativa al recurso principal (Fig. 22). En principio cabe destacar que si bien la corvina blanca constituye el principal recurso desembarcado, con una participación del 25%, la suma de los desembarques del resto de las especies que constituyen el variado costero alcanza el 39% del total de lo capturado por este subconjunto de la flota. Fuera de la corvina, la principal especie desembarcada es la anchoíta. Dentro del resto del variado costero las principales especies son la pescadilla, las rayas costeras y el gatuzo.

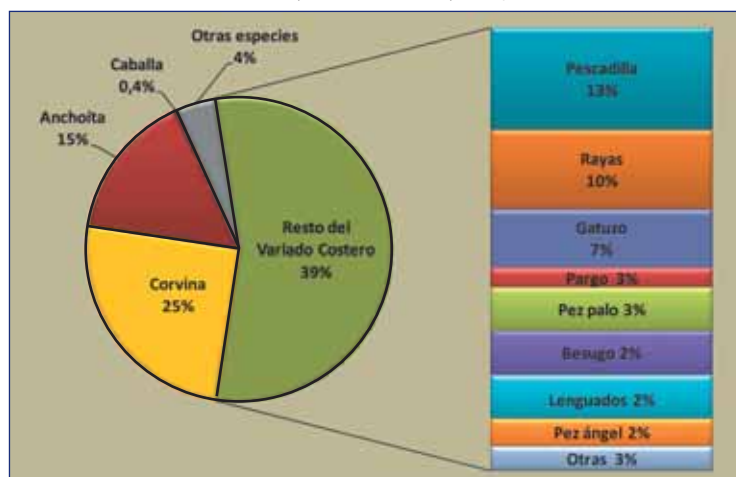


Figura 22. Composición porcentual de los desembarques de otras especies capturadas por el resto de la flota costera corvinera.

En cuanto a la variación mensual de las capturas del resto de la flota corvinera cabe destacar que, durante los meses de zafra, la anchoíta, la pescadilla, las rayas costeras y el gatuzo pueden superar el 80% del total de las capturas de especies alternativas al recurso principal. Fuera de la temporada de mayor extracción, se destaca también la participación del besugo, pez palo, lenguados costeros y pez ángel (Fig. 23).

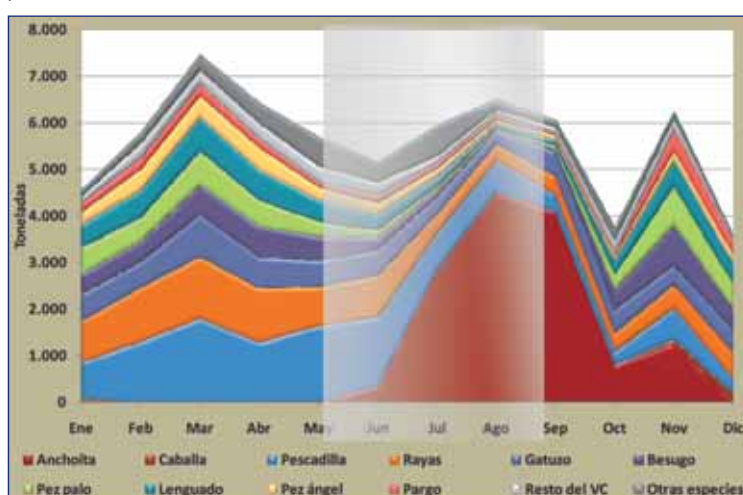


Figura 23. Variación mensual de la composición de la captura de especies acompañantes y/o alternativas para el resto de la flota corvinera. El recuadro indica los meses de mayor actividad extractiva.

7. OPERATORIA DE LA FLOTA ARRASTRERA DEMERSAL DE ALTURA EN AÑOS RECIENTES

Los promedios mensuales de los desembarques de merluza común durante las dos últimas décadas, permiten reconocer una marcada estacionalidad en la actividad extractiva. Entre los meses de abril y julio se acumula, en promedio, el 72,6 % de los desembarques anuales de la especie, si bien estos meses son también los que presentan mayor dispersión en torno a la media (Fig. 24). La relación entre los promedios de capturas entre mayo y febrero es de 18,6:1.

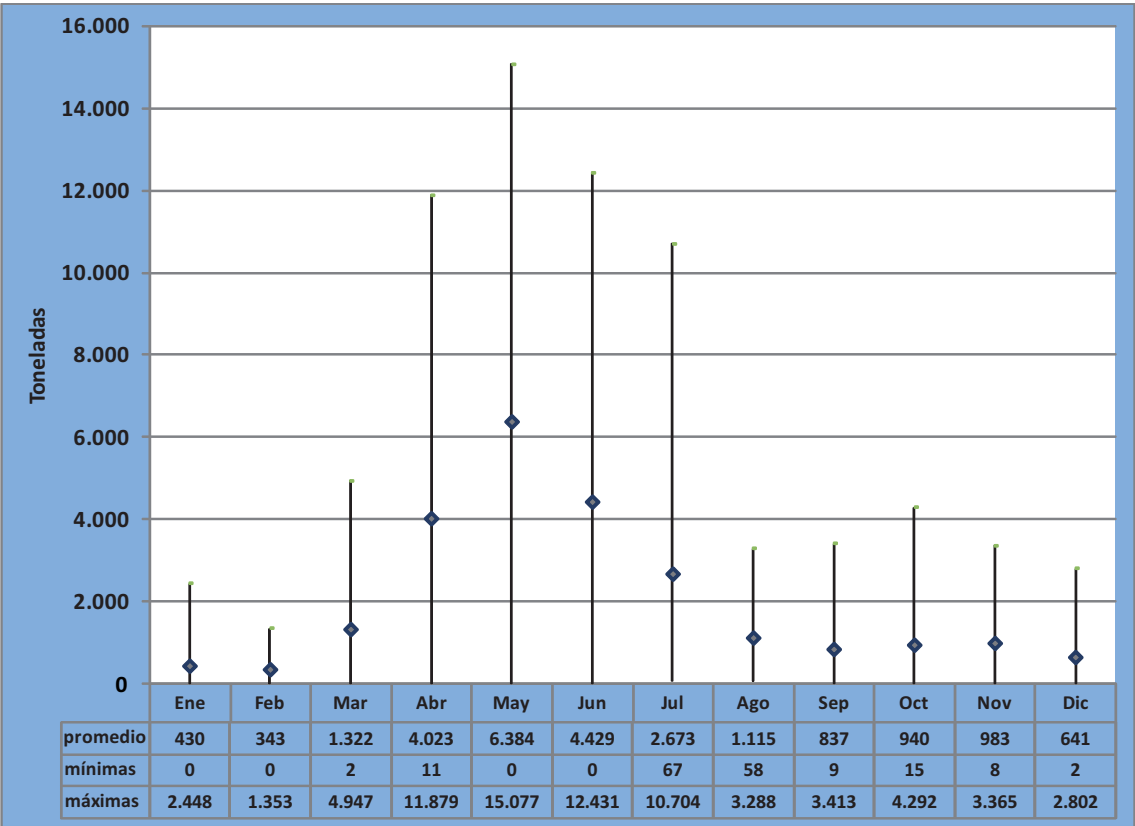


Figura 24. Desembarques mensuales de merluza común - promedio, máximo y mínimo – 1989-2010.

El promedio mensual del número de barcos de la flota arrastrera de altura que han operado sobre la merluza común en El Área durante los últimos veinte años, entendiendo por tal toda unidad que haya desembarcado una tonelada anual de merluza común, muestra un patrón muy similar al de la evolución mensual de los desembarques de la especie, reproduciendo, aunque en forma más atenuada la mencionada estacionalidad. La relación entre el máximo de mayo y el mínimo de enero, es en este caso de 6,42:1 (Fig. 25).

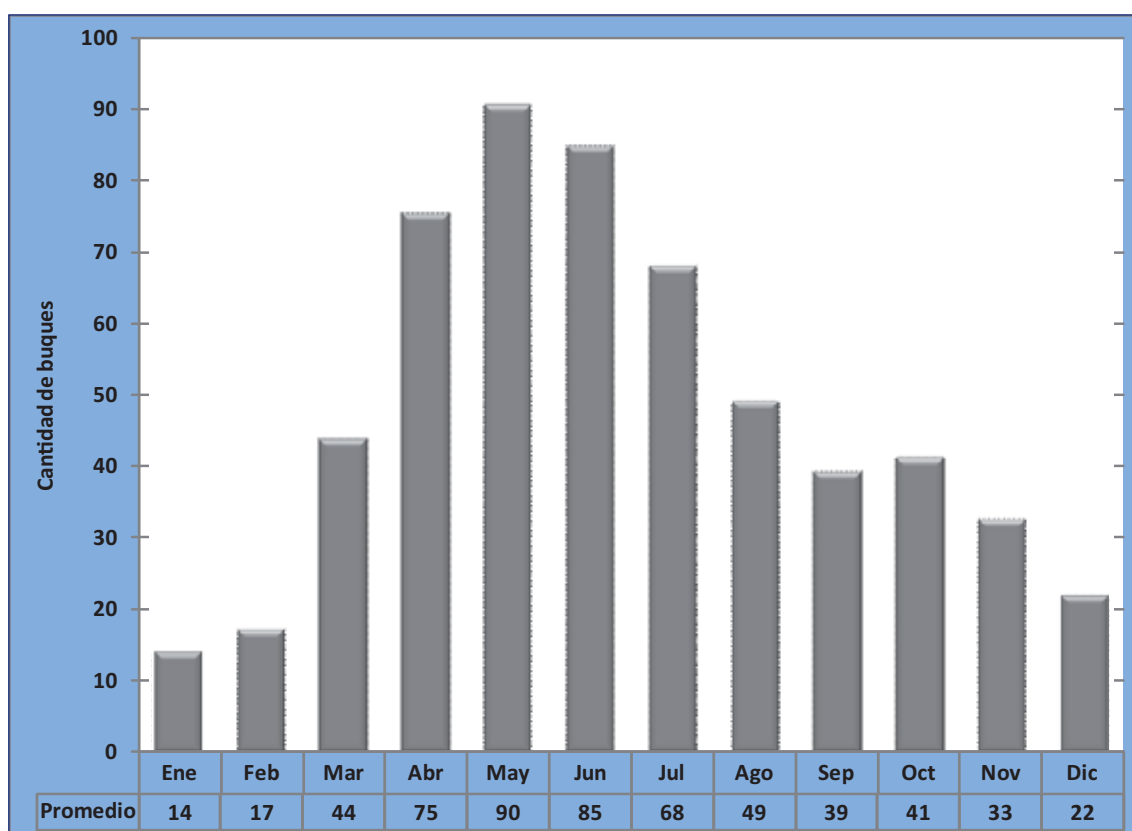


Figura 25. Cantidad de buques promedio mensual que operaron sobre merluza común entre 1989-2010.

En cuanto a la situación actual, si bien los desembarques argentinos de merluza común, proveniente de la ZCPAU, se han reducido en un 90% en relación con los registrados a comienzos de la década del 90, la participación de la merluza común en los desembarques de la flota arrastrera demersal de altura que opera en la ZCPAU, sigue siendo significativa, lo que refleja una caída muy evidente en la actividad general de este sector de la flota en la región.

El total de merluza común proveniente de la ZCPAU desembarcada en el último lustro apenas supera el 20% de lo capturado durante el primer quinquenio de la década de 1990, ascendiendo a 55.336 toneladas. Esta cifra es el resultado de la actividad extractiva de 235 buques los que han desembarcado al menos una tonelada de esa especie. Sin embargo debe tenerse en cuenta que un número importante de ellos ha capturado este recurso en forma incidental. A fin de identificar en forma más precisa a los integrantes de la flota merlucera que opera en la ZCPAU, se adoptó como criterio adicional que los volúmenes de merluza común correspondiente al efectivo que habita aguas al norte del paralelo de 41°, desembarcados por cada unidad, hayan superado el 10% del total de sus respectivas capturas durante el lapso estudiado. De este modo del conjunto de 235 buques antes mencionados, sólo 101 se reconocen como pertenecientes a la flota merlucera, si bien cabe aclarar que no todos ellos han operado durante la totalidad del lustro relevado.

OPERATORIA DE LA FLOTA ARGENTINA DIRIGIDA A LOS RECURSOS CORVINA Y MERLUZA...

Ramiro P. Sánchez / Gabriela Navarro / Mariano Monsalvo / Gustavo Martínez Puljak

En el curso de 3.307 mareas, las capturas de merluza común de la flota merlucera durante el último lustro han ascendido a 50.700 toneladas. La Figura 26 muestra que entre 2006 y 2010 esta flota, integrada en promedio por 93 embarcaciones, ha registrado capturas que han fluctuado entre 4.000 y 21.700 toneladas. La merluza común ha constituido el 41,2% del total de las capturas realizadas por esta flota (123.024 t) . El resto está constituida por desembarques de otras especies demersales de altura como merluza de cola y calamar (19,8%), del variado costero (14,3%) y especies pelágicas (31,0%).

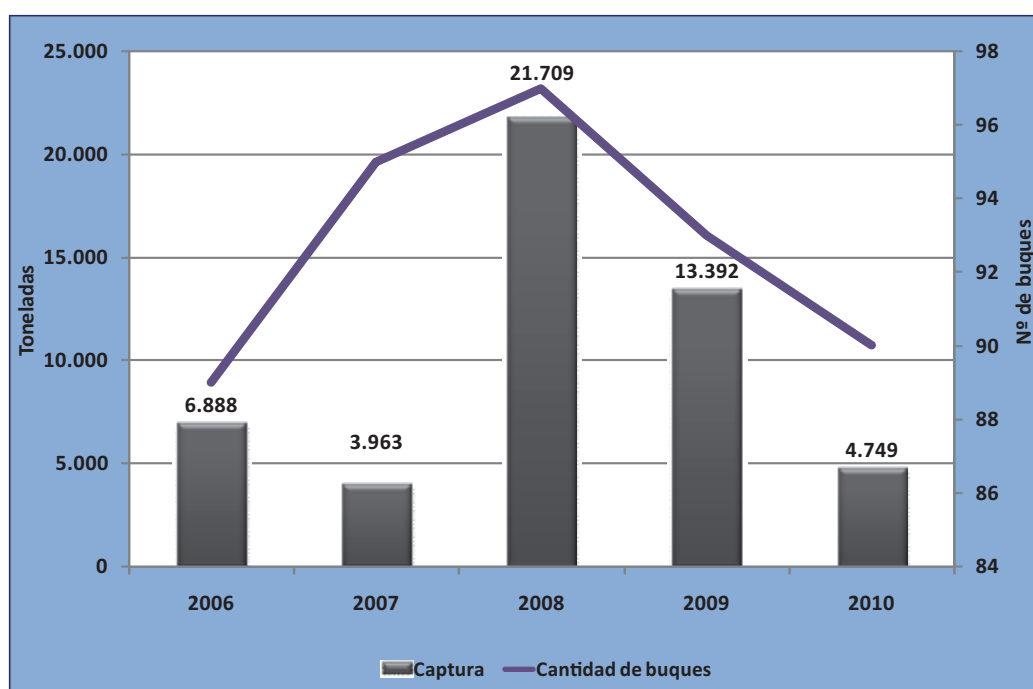


Figura 26. Desembarques anuales y número de buques de la flota merlucera operando en El Área entre 2006 y 2010.

La Figura 27 muestra un análisis de las capturas realizadas por dicha flota, representadas en intervalos de porcentajes crecientes respecto de la participación de merluza común en cada marea una de las 3.307 realizadas. En el 29,7% de las mareas realizadas por dicha flota (982), no se registraron capturas de merluza común. La composición de las capturas de estas mareas incluye fundamentalmente recursos pelágicos (80%), especies que conforman el variado costero (18,5%), así como también otros recursos demersales de altura (1,5%), los que en conjunto ascendieron a 47.303 toneladas, constituyendo el 65,4% del total de las especies alternativas-complementarias capturadas por esta flota (Fig. 27).

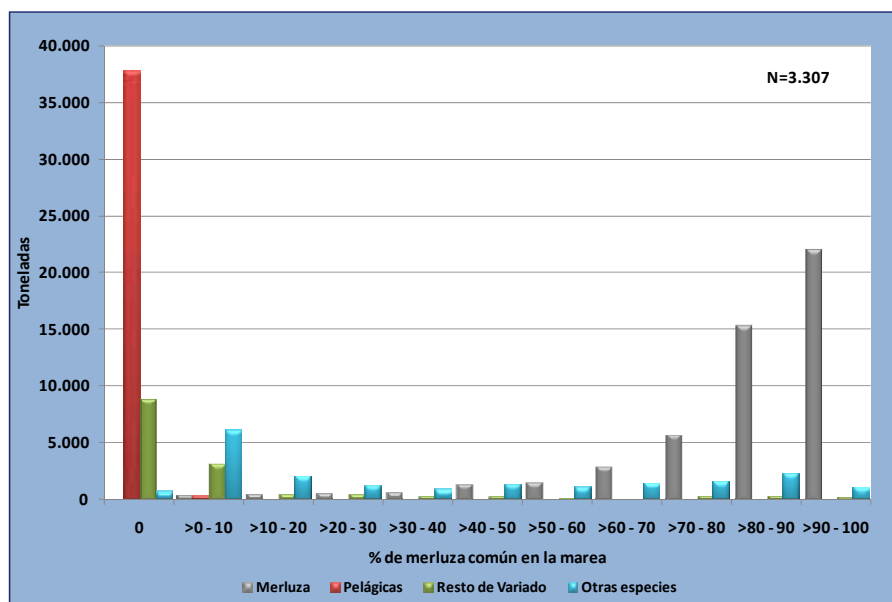


Figura 27. Desembarques de la flota argentina que operó sobre merluza común en El Área durante el período 2006-2009. Análisis por mareas, según el grado creciente de participación de merluza común las capturas. N = Número de mareas.

7.1. Análisis de la direccionalidad de la flota demersal de altura 2006-2010

En las Figuras 28 a 30 se representa distintos aspectos de la operatoria de la flota merlucera a partir del mismo agrupamiento porcentual creciente utilizado en la Figura 27, del que se han excluido las mareas sin merluza común. En cada una de esas diez categorías, se grafican las correspondientes capturas en toneladas (Fig. 28); número de mareas (Fig. 29); y, número de barcos involucrados en la actividad (Fig. 30).

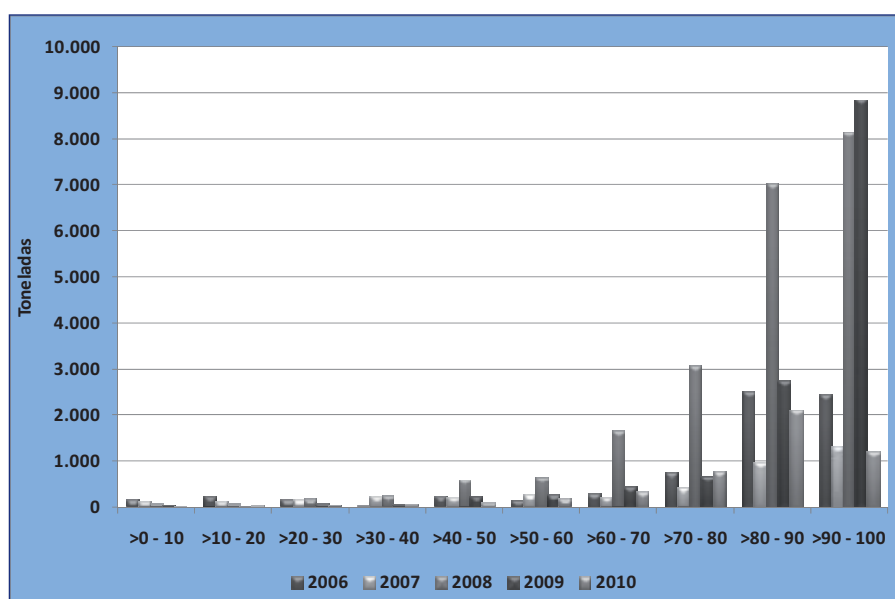


Figura 28. Incidencia de la merluza común en la operatoria de la flota merlucera argentina que pesca en El Área. Los intervalos representan porcentajes de presencia de merluza común en los desembarques realizados entre 2006 y 2010.

OPERATORIA DE LA FLOTA ARGENTINA DIRIGIDA A LOS RECURSOS CORVINA Y MERLUZA...

Ramiro P. Sánchez / Gabriela Navarro / Mariano Monsalvo / Gustavo Martínez Puljak

Evidentemente existe un sector de la flota arrastrera de altura que, al menos durante un número considerable de mareas, opera en forma prácticamente exclusiva sobre el recurso merluza común. En los últimos cinco años, se realizaron 1.147 mareas en las que la merluza común significó entre el 80% y el 100% de lo capturado. Esto equivale al 34,7% del total de mareas con merluza. Se destaca en particular el año 2008 en el que se realizaron 216 mareas con una incidencia porcentual de merluza superior al 90% (Fig. 29). Las 1.147 mareas, antes mencionadas, fueron realizadas por un total de 101 barcos diferentes, durante los cinco años analizados, destacándose el año 2008, en el que operaron en forma intensiva sobre la merluza común un total de 89 unidades (Fig. 30). Las capturas correspondientes a estos buques y estas mareas, alcanzan para el período analizado un total de 37.275 toneladas, de donde se desprende que un 73,5%, del total de la merluza común desembarcada por la flota argentina durante el período 2006-2010, proviene de pesca intensivamente dirigida al recurso (Fig. 28).

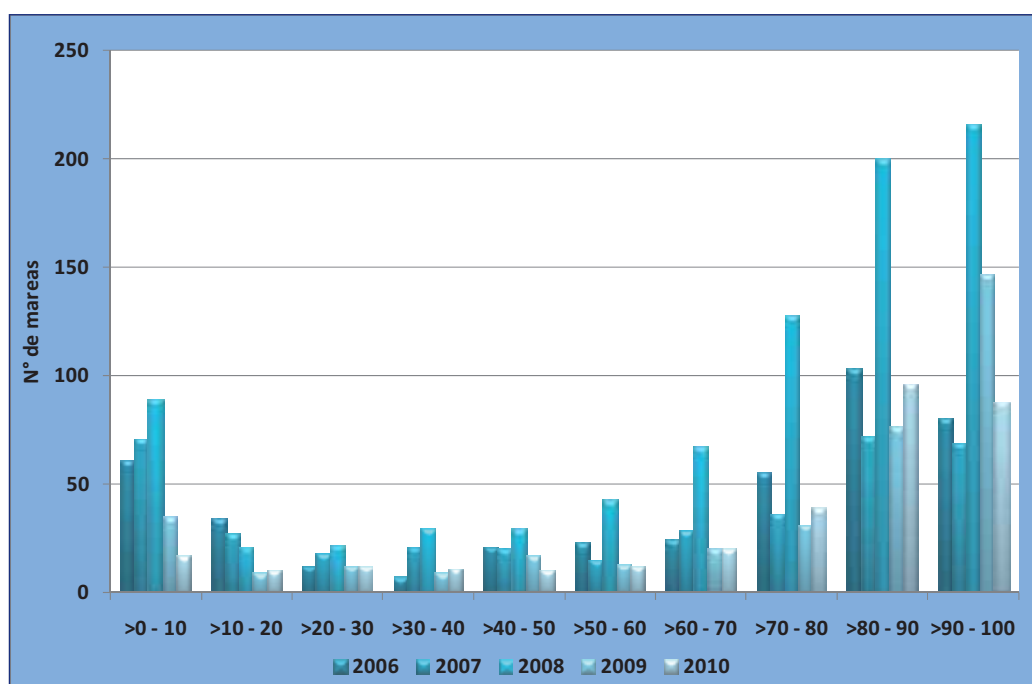


Figura 29. Incidencia de la merluza común en la operatoria de la flota merluquera argentina que pesca en El Área. Para cada intervalo se grafica el número de mareas en las que se ha capturado merluza común en los distintos porcentajes entre 2006 y 2010.

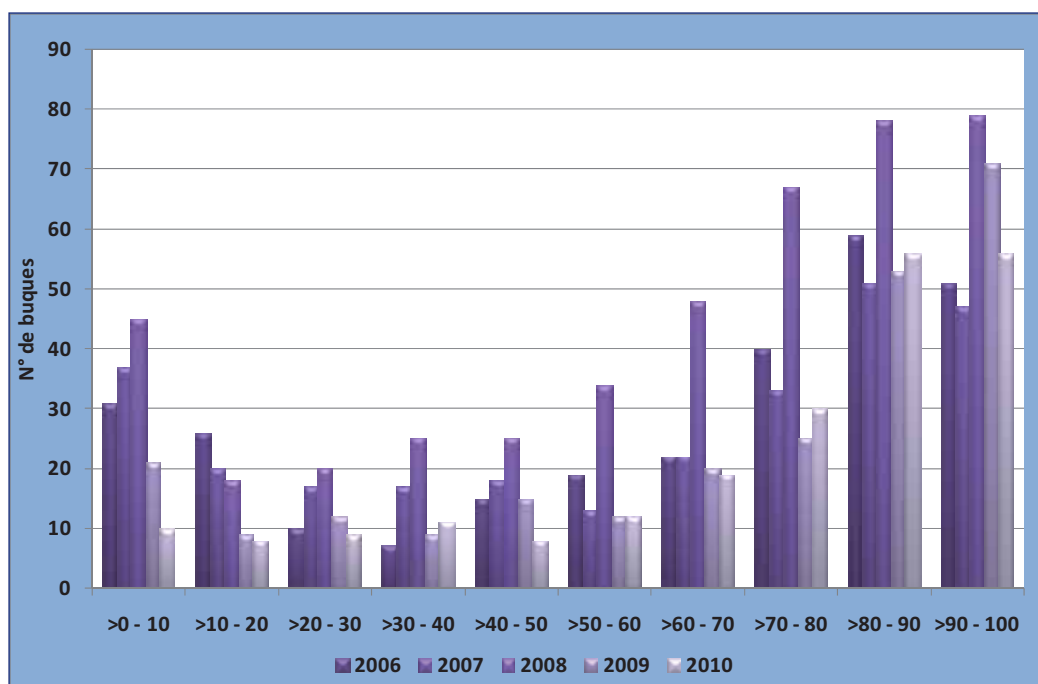


Figura 30. Incidencia de la merluza común en la operatoria de la flota merluquera argentina que pesca en El Área. Para cada intervalo se grafica el número de buques que han capturado merluza común en los distintos porcentajes entre 2006 y 2010.

7.2 Identificación de la flota preponderantemente dirigida al recurso

A fin de identificar a los integrantes de la flota merluquera que pueden verse más afectados por cualquier restricción sobre la pesca de este recurso, se realizó un análisis semejante al practicado para la corvina blanca. Dentro del conjunto de la flota arrastrera de altura que opera sobre la merluza común en la ZCPAU, se puede identificar un sub conjunto altamente dependiente de las capturas de este recurso dentro de su operatoria anual. Llamaremos a este sub-conjunto, *flota merluquera dirigida*, la que quedará definida, en principio, por buques que registren mareas con proporción de merluza común superior al 80%. Análogamente a lo realizado para la corvina blanca y a fin de evitar la inclusión de buques que hayan operado de esta forma de modo circunstancial, impondremos también la condición de que durante el período 2006-2010 hayan registrado al menos diez mareas con dicha proporción.

En total 66 unidades cumplen con esta doble condición, lo que equivale a un 65,4% del total de las 101 embarcaciones que han operado sobre merluza común en la ZCPAU, y al 28,1% del total de los buques (235) que han desembarcado al menos una tonelada de esta especie en el lapso considerado. La merluza común representa para este subconjunto de la flota el 43,6% del total de sus desembarques. La participación de los buques de la *flota merluquera dirigida* sobre el total de la merluza capturada en la ZCPAU es del 74,4%.

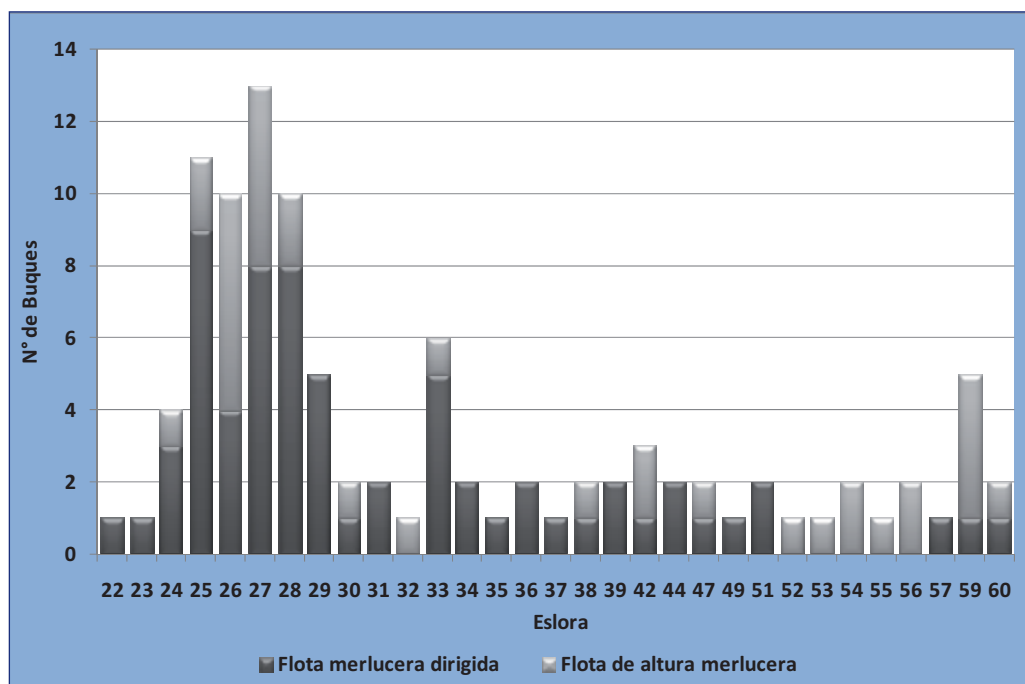


Figura 31. Cantidad de buques por rango de eslora que corresponden a la *flota merluquera dirigida* y al resto de la *flota arrastrera de altura* que opera sobre merluza en la ZCPAU.

La Figura 31 muestra un agrupamiento por categoría de eslora de los buques que operan sobre merluza común en la ZCPAU. El rango de esloras correspondiente al total de los componentes de esta flota, va de 22 a 60 m. El mismo rango corresponde también a la composición de la *flota merluquera dirigida*.

La distribución mensual de capturas provenientes de mareas con más del 80% de merluza se presenta en la Figura 32. Se destaca la gran incidencia del período abril-julio (96%), sobre el total de lo capturado anualmente en estas mareas altamente focalizadas sobre el recurso principal. La actividad de la *flota merluquera dirigida* se concentra también durante el mismo período. El total de lo capturado en estas mareas es de 37.275 toneladas. De ese total el 79% corresponde a la *flota merluquera dirigida* y el resto a buques de la flota de altura merluquera que si bien han registrado mareas altamente dirigidas, no lo han hecho en el número mínimo de mareas requerido para integrar la *flota merluquera dirigida*.

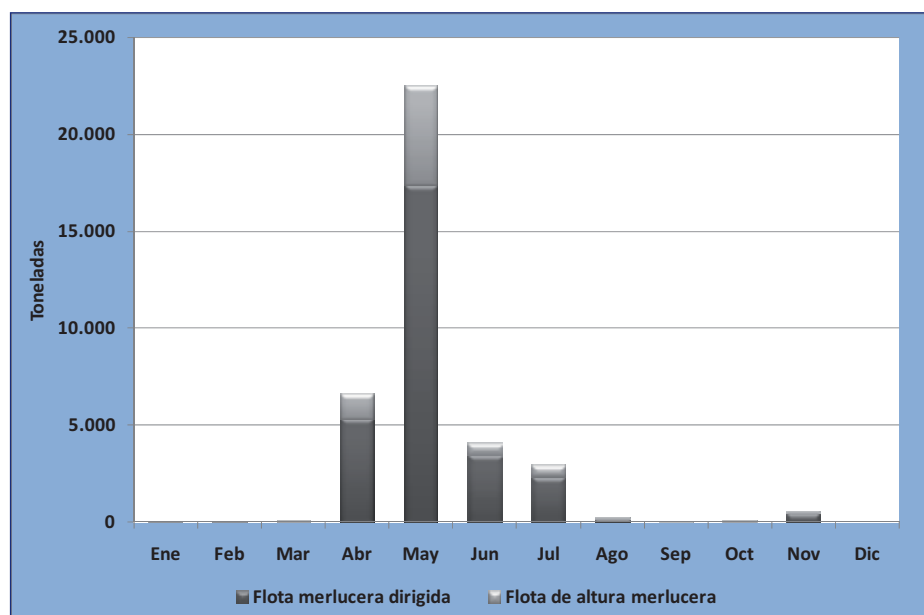


Figura 32. Distribución mensual de los desembarques provenientes de mareas con una proporción de merluza común superior al 80% en la marea.

La Figura 33 muestra un análisis por cuantiles de las capturas totales de merluza común correspondientes a cada buque, durante el período 2006-2010, ordenadas en forma acumulativa de mayor a menor. Hemos señalado con puntos azules los buques pertenecientes al subconjunto designado como *flota merluquera dirigida* y con gris al resto de las unidades de la flota arrastrera de altura que operan sobre merluza común.

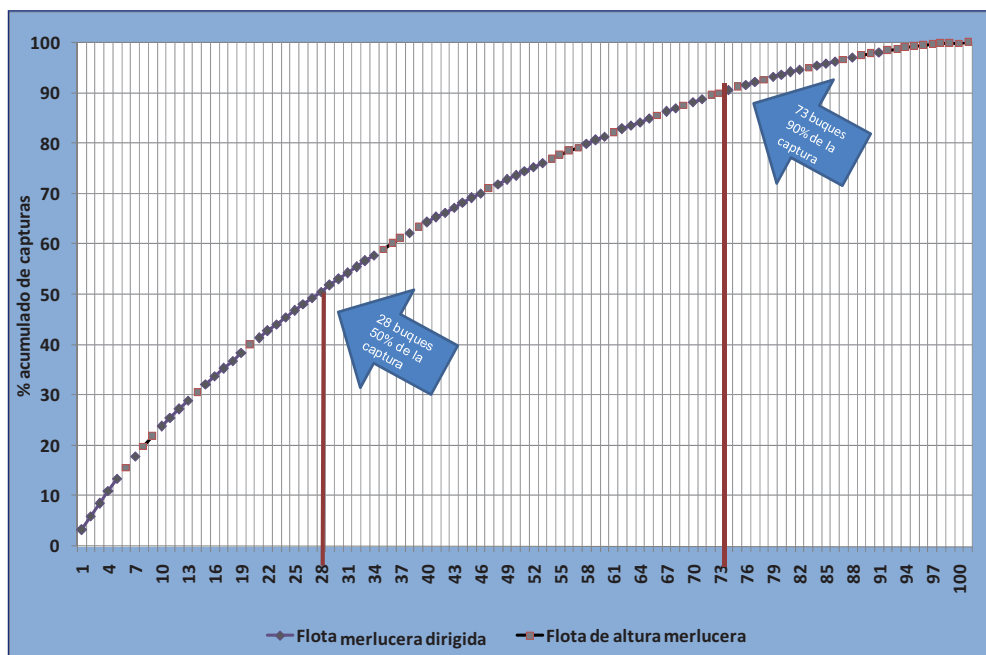


Figura 33. Ordenamiento de la flota merluquera que ha operado en la ZCPAU durante 2006-2010, según niveles de captura decreciente acumulada para ese período.

El análisis por cuantiles permite concluir que 28 unidades acumulan el 50% de la captura; de ellas 23 pertenecen a la *flota merlucera dirigida*. Las 28 unidades se reparten entre los estratos 2 (10 buques), 3 (9) y 4 (9). Puede también observarse que 73 unidades el 73% de la flota que operó sobre este recurso en la ZCPAU, acumularon el 90% de la merluza común capturada entre 2006 y 2010.

7.3 Variaciones trimestrales en la localización de las capturas

En los mapas de la Figura 34 se representa la localización trimestral a micro-escala de las capturas de la flota arrastrera de altura que opera sobre merluza común en la ZCPAU, durante los últimos tres años. Tal como se graficara en la Figura 26 los desembarques de merluza común de la flota merlucera operando en la ZCPAU, se redujeron en un 38,3% en 2009 y en un 78,1% en 2010 en relación con los del año 2008. Esta reducción se refleja tanto en la extensión de las áreas de pesca, como en la intensidad de la actividad extractiva representada en los mapas de la Figura 34. En los tres años analizados las mayores capturas se han centrado en el segundo trimestre, si bien en 2008 también en el tercer trimestre se registró actividad pesquera de cierta importancia en la región.

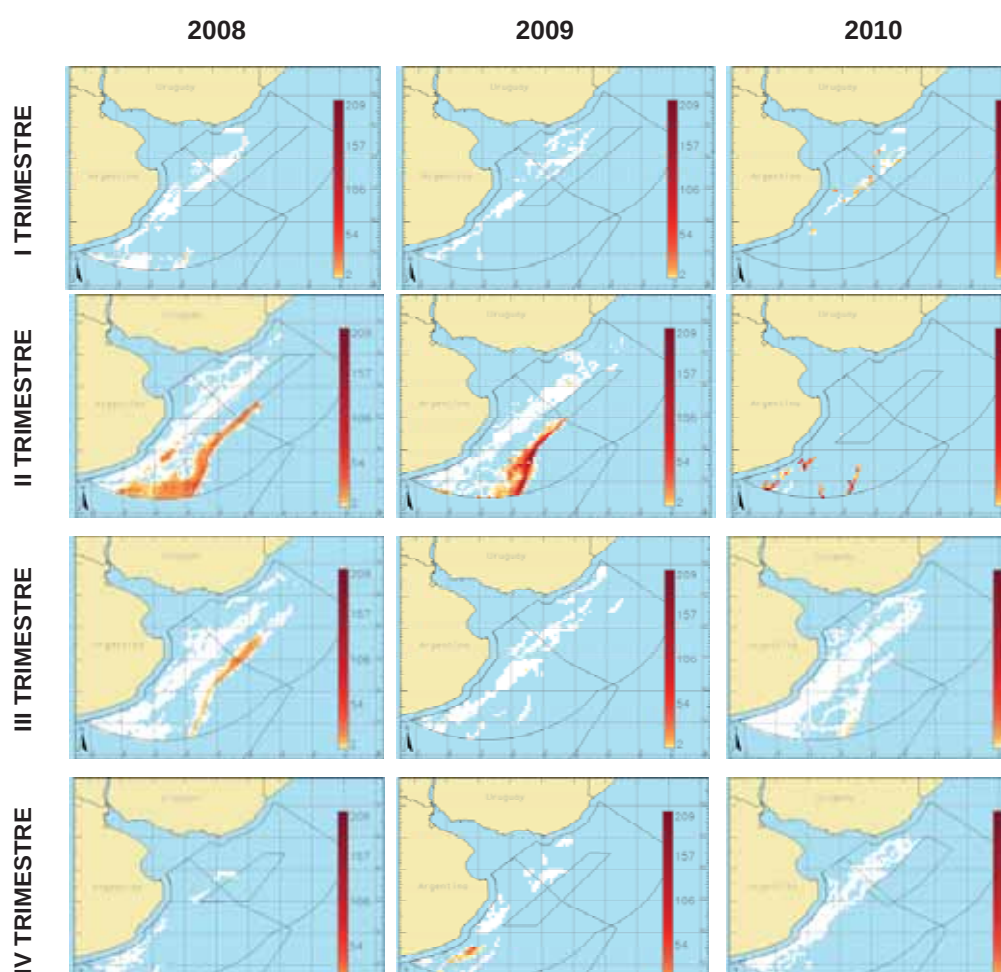


Figura 34. Localización trimestral de la actividad de la flota que operó sobre merluza común en el período 2008-2010, según la metodología detallada en Sánchez *et al.* (2010).

7.3 Análisis de las capturas de ambos subconjuntos

Las fluctuaciones anuales en las capturas de la especie dirigida y fauna acompañante-complementaria presentan diferentes características en cada subconjunto. La Figura 35 muestra un patrón anual similar en cuanto a los volúmenes del recurso objetivo desembarcados por ambos subconjuntos de la flota arrastrera de altura, con una clara preponderancia del año 2008, en el que las capturas superaron, en ese único año, el 40% del total de lo capturado por cada subconjunto durante el lustro analizado. El resto de las especies muestran variaciones anuales asincrónicas. La *flota merlucera dirigida*, por ejemplo, capturó los mayores volúmenes de especies pelágicas (10.641 t) en 2009, año para el que la flota demersal de altura capturó tan solo 650 toneladas de esos recursos, el menor guarismo registrado en el período estudiado. La *flota merlucera dirigida*, registró su máximo y mínimo respecto de las capturas de variado costero en los años 2010 y 2008, mientras que la flota arrastrera de altura los registró en los años 2007 y 2009, respectivamente. En cuanto a la captura de otras especies demersales de altura, el primer subconjunto alcanzó su máximo en 2008 (4.772 t) en tanto que la flota demersal de altura lo registró en 2006 (4.235 t). En este caso ambos subconjuntos registraron sus mínimos en el año 2010.

OPERATORIA DE LA FLOTA ARGENTINA DIRIGIDA A LOS RECUROS CORVINA Y MERLUZA...

Ramiro P. Sánchez / Gabriela Navarro / Mariano Monsalvo / Gustavo Martínez Puljak

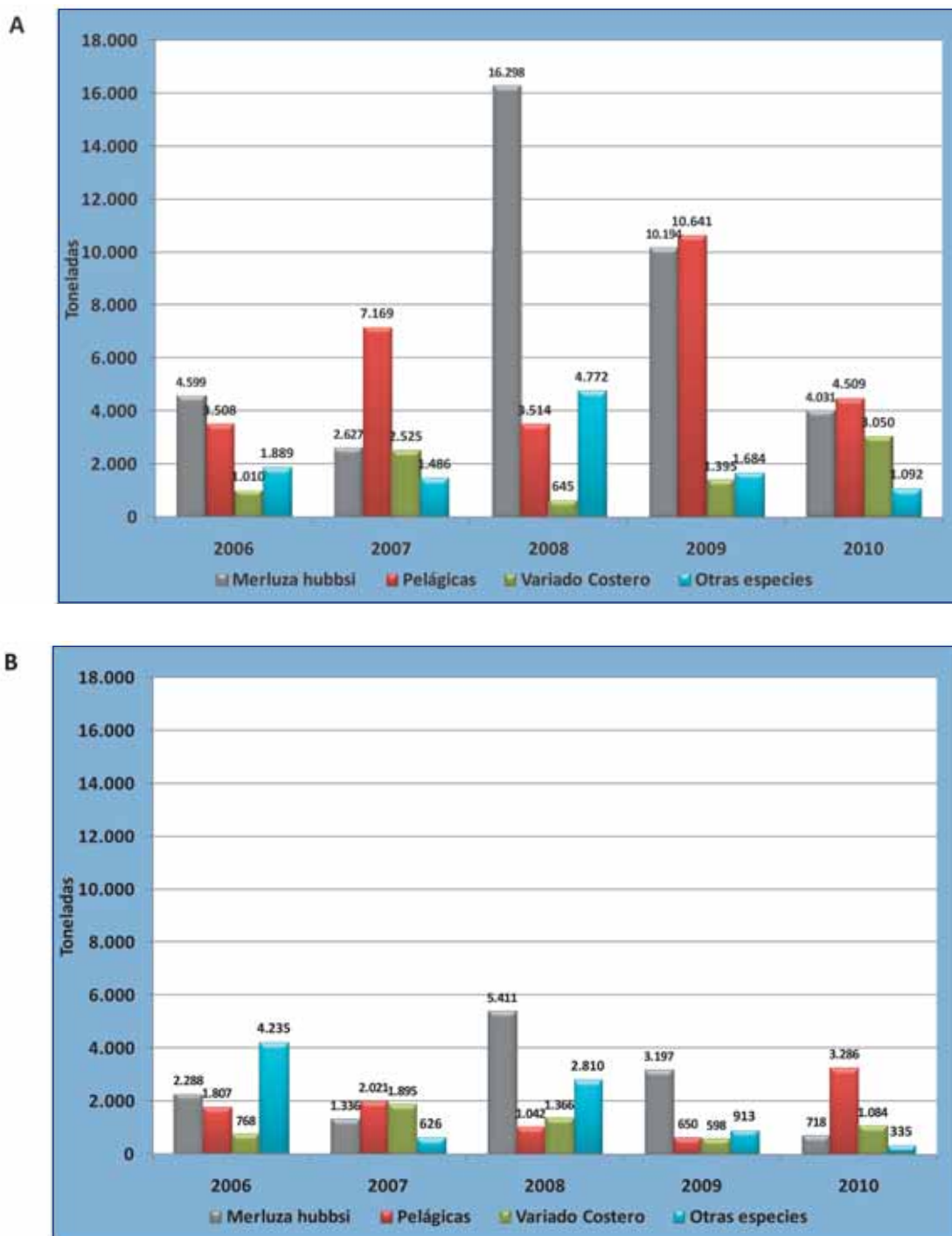


Figura 35. Desembarques de la flota merlucera dirigida (A) y del resto de la flota arrastrera de altura (B), en el período 2006-2010.

Como se representó en la Figura 31, el rango de esloras correspondiente a la flota merlucera argentina, que opera en la ZCPAU, es amplio e incluye buques de ambos subconjuntos en tres de los cuatro estratos en los se ha clasificado a la flota pesquera nacional (Sánchez *et al.*, 2010). En la Figura 36 se representan los componentes de las capturas que acompañan a la pesca de la especie objetivo

cada uno de los estratos de ambos subconjuntos de la flota merluquera. En términos generales el calamar pescado por arrastre resulta ser el principal complemento a la pesca de merluza. En los estratos menores de ambos subconjuntos las rayas y el resto del variado costero representan también complementos importantes. La merluza de cola, en cambio, está bien representada en todos los estratos de la *flota merluquera dirigida* y en el estrato mayor del resto de la *flota arrastrera de altura*.

ESPECIES ACOMPAÑANTES

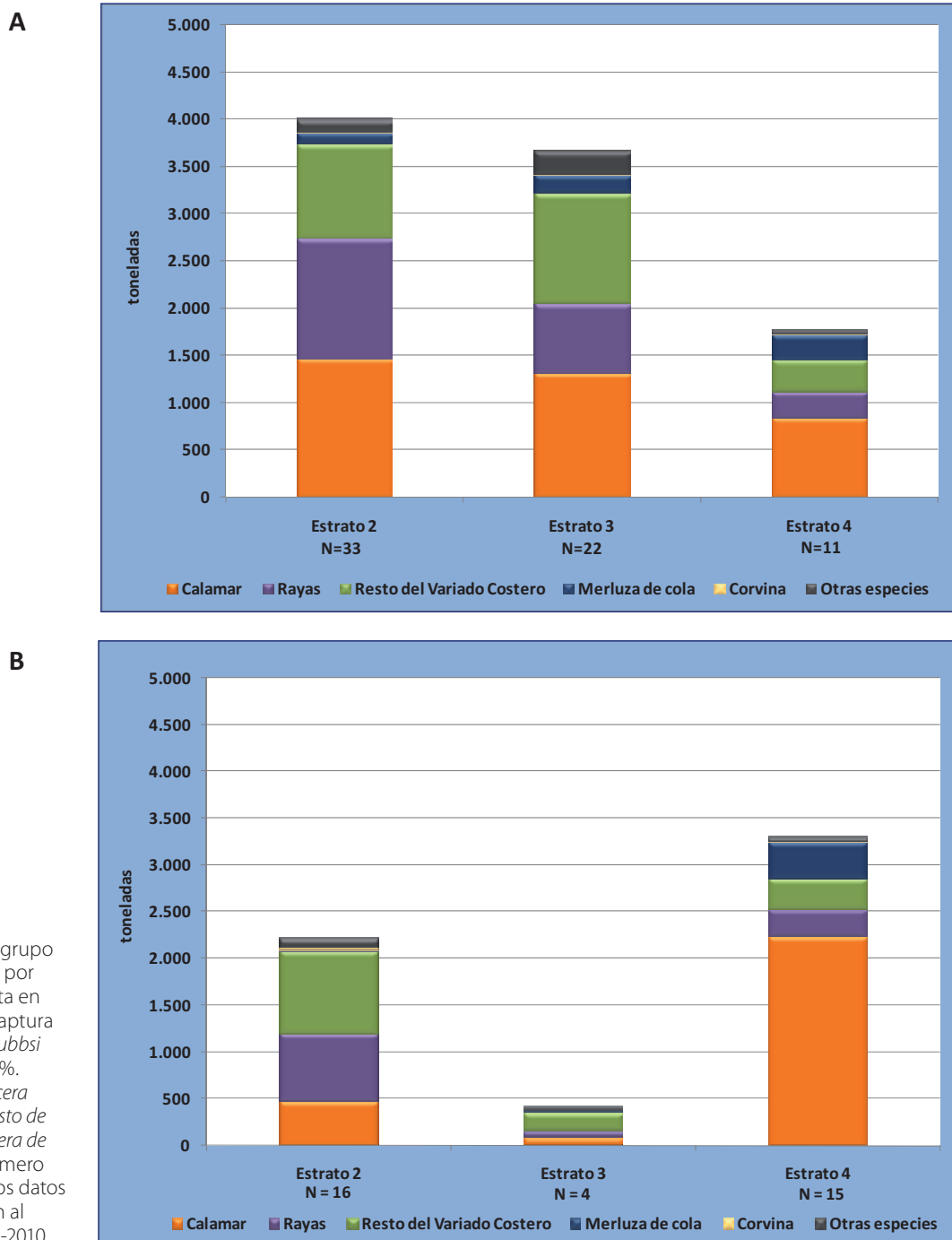


Figura 36.

Capturas por grupo de especies y por estrato de flota en mareas con captura de merluza *hubbsi* superior al 10%.

A: flota merluquera dirigida – B: resto de la flota arrastrera de altura. N= Número de buques. Los datos corresponden al período 2006-2010.

OPERATORIA DE LA FLOTA ARGENTINA DIRIGIDA A LOS RECUROS CORVINA Y MERLUZA...

Ramiro P. Sánchez / Gabriela Navarro / Mariano Monsalvo / Gustavo Martínez Puljak

En cuanto a las capturas alternativas, aquellas provenientes de mareas con una incidencia de merluza común inferior al 10% del total desembarcado, las especies pelágicas son claramente predominantes en los estratos 2 y 3 de la *flota merluquera dirigida* y en el estrato menor del *resto de la flota arrastrera de altura* (Fig. 37). En los estratos menores de ambos subconjuntos revisten importancia la corvina y el resto de las especies que conforman el variado costero. El estrato 4 de la *flota merluquera dirigida*, no presenta capturas provenientes de mareas con incidencia de merluza inferior al 10%. El calamar y la merluza de cola, constituyen las alternativas de captura para el estrato 4 del *resto de la flota arrastrera de altura*.

CAPTURAS ALTERNATIVAS

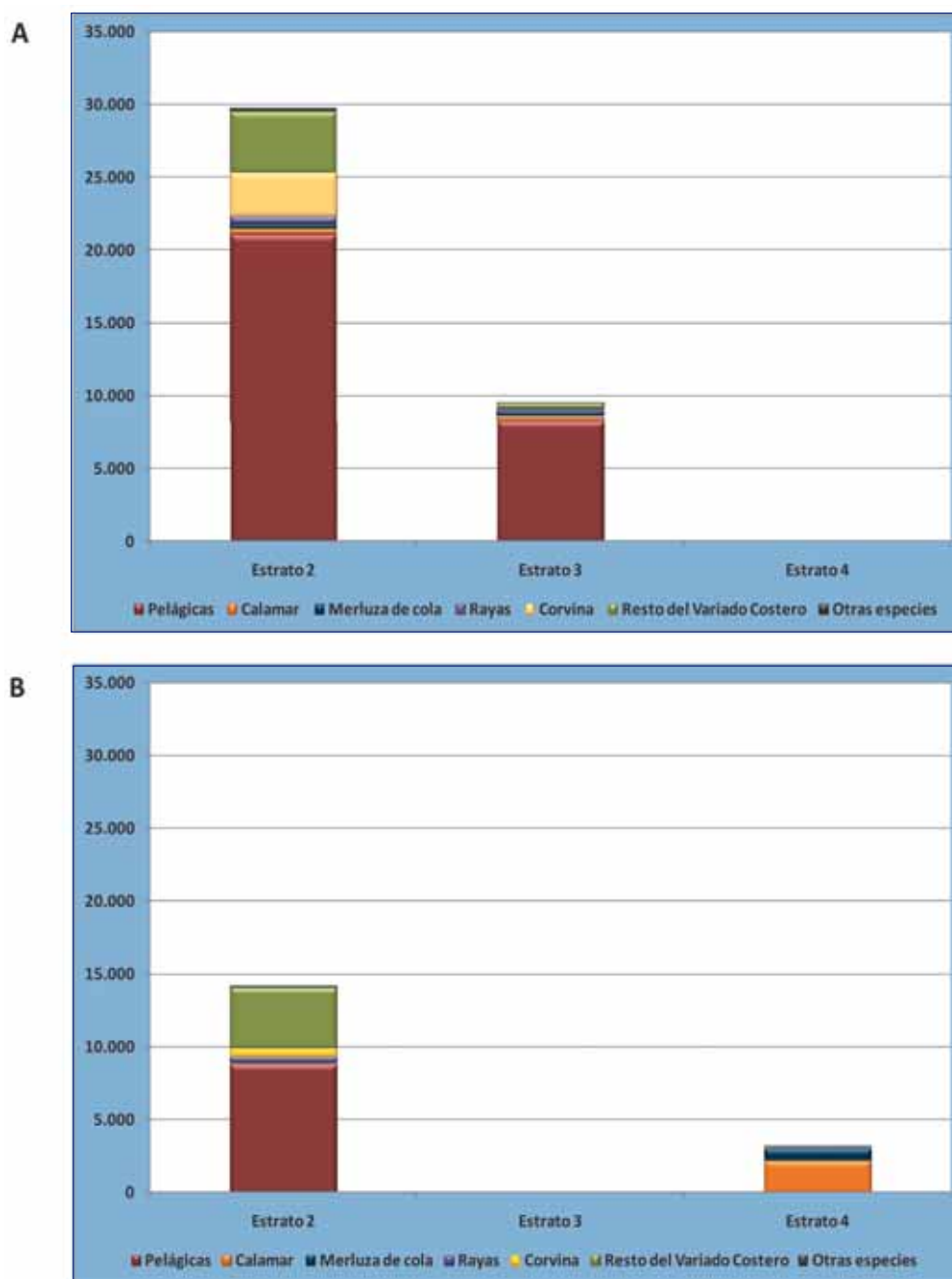


Figura 37:

Capturas por grupo de especies y por estrato de flota en mareas con captura de merluza hubbsi inferior al 10%. A: flota merluquera dirigida – B: resto de la flota arrastrera de altura. N= Número de buques. Los datos corresponden al período 2006-2010. Nótese la diferencia de escala en la ordenada, en relación con la Figura 36.

Para ambos subconjuntos de la flota merluquera, el calamar, las especies del variado costero, particularmente la corvina blanca y las rayas, y en menor medida la merluza de cola, constituyen capturas complementarias durante el segundo trimestre (Figs. 38 y 39).

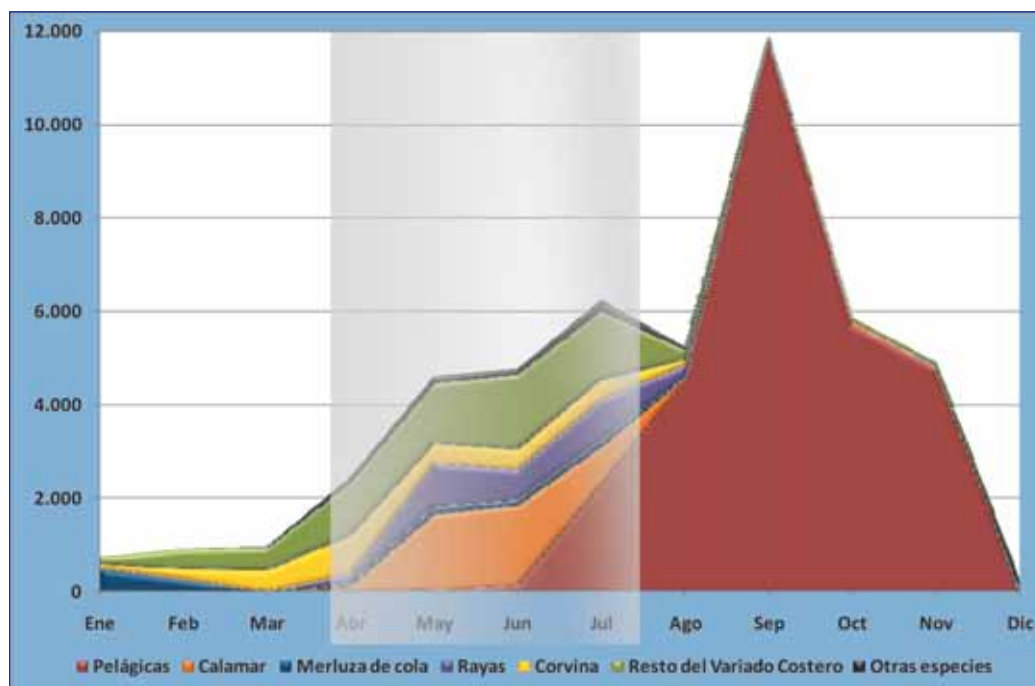


Figura 38. Variación mensual de la composición de la captura de especies acompañantes y/o alternativas para la flota merluquera dirigida. El recuadro indica los meses de mayor actividad extractiva. Los datos corresponden al período 2006-2010.

Fuera de los meses de zafra merluquera en la ZCPAU, las especies pelágicas constituyen la principal alternativa durante el segundo semestre, mientras que la merluza de cola y el variado costero complementan la pesca de merluza durante el primer trimestre.

Las especies pelágicas y la corvina son pescadas en forma prácticamente integral en forma alternativa y por lo tanto un eventual cierre de la pesquería de merluza común no reduciría sus capturas por parte de la flota merluquera. En cuanto a las especies que acompañan a la pesca de merluza durante la zafra, un cierre de la operatoria dirigida permitiría no obstante capturar un 25,2% de las rayas, un 32% del calamar, un 61% de la merluza de cola y un 69% del resto del variado costero.

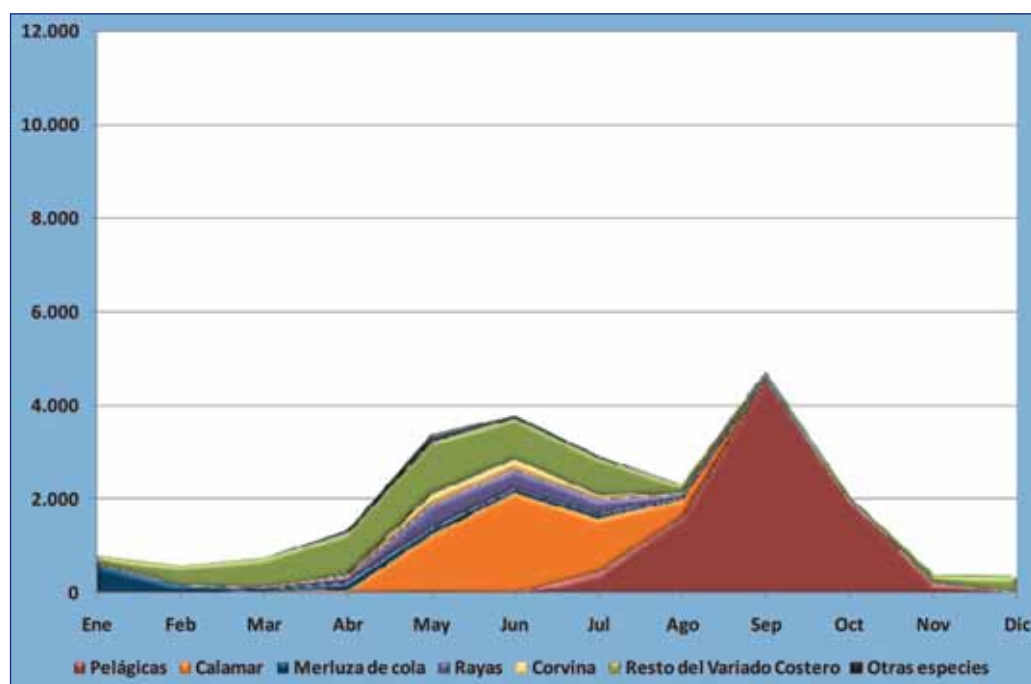


Figura 39. Variación mensual de la composición de la captura de especies acompañantes y/o alternativas para el resto de la flota arrastrera de altura. El recuadro indica los meses de mayor actividad extractiva. Los datos corresponden al período 2006-2010.

SÍNTESIS Y CONCLUSIONES

1. Si bien las 94.270 toneladas capturadas por la flota pesquera argentina en El Área en el año 2010, coinciden con el valor promedio correspondiente a los últimos 20 años, en el curso de este lapso se han operado algunos cambios significativos en la actividad de la flota argentina que se reflejan tanto en la mayor prevalencia de algunos de sus estratos como en el ranking de las especies prioritarias según los volúmenes desembarcados.
2. Los promedios de los cuatro lustros analizados arrojan un valor máximo durante el quinquenio 1991-1995 (119.368 t) durante la etapa de intensificación de la actividad extractiva y un mínimo para el período 2001 - 2005 (77.865 t), tras el piso histórico del año 2000.
3. La pesquería de arrastre de fondo de altura, es la que ha sufrido los cambios más significativos entre la primera y la segunda década, en tanto que la pesquería costera y el conjunto de otras pesquerías muestran valores comparables entre ambos decenios. La merluza común es el recurso que muestra la caída más marcada entre el primer y el cuarto lustro.
4. Durante el período analizado, la corvina blanca se constituyó en el recurso prevalente dentro del conjunto de 31 especies que conforman el variado costero, con valores que oscilaron entre un 16 % y un 38 % y un promedio del 28,5% del total de los desembarques del mismo.

5. Por su parte, la merluza común ha sido la especie dominante del conjunto íctico demersal de las plataformas interna y externa del sector bonaerense. En promedio, durante el período analizado la participación de esta especie en los desembarques de la flota de altura que opera por arrastre de fondo alcanzó el 68,6%. Sin embargo, debe mencionarse que la merluza común es el recurso que muestra la caída más marcada entre el primer y el cuarto lustro analizados. En la actualidad, los desembarques argentinos proveniente de la ZCPAU, se han reducido en un 90% en relación con los registrados a comienzos de la década del 90. No obstante, la participación de la merluza común en los desembarques de la flota altura que opera por arrastre de fondo en la ZCPAU, sigue siendo significativa, lo que refleja una caída muy evidente en la actividad general de esta modalidad de operatoria en la región.
6. Los promedios mensuales de los desembarques de corvina, durante las dos últimas décadas, demuestran una cierta estacionalidad en la actividad extractiva. Entre los meses de junio y septiembre se acumula, en promedio, el 56,05% de los desembarques anuales de la especie. En esos meses, se evidencia una concentración marcada de las capturas sobre el rectángulo 35° S 55°O, en aguas del Río de la Plata.
7. Los promedios mensuales de los desembarques de merluza común durante las dos últimas décadas, permiten reconocer una marcada estacionalidad en la actividad extractiva. Entre los meses de abril y julio se acumula, en promedio, el 72,6 % de los desembarques anuales de la especie.
8. Durante el período 2006-2009, la flota que operó sobre corvina blanca totalizó 21.075 mareas, en 8.502 de las cuales declararon capturas de corvina blanca por un total de 71.649 toneladas. No todas las embarcaciones han operado en forma continuada a lo largo de los cuatro años analizados, por lo que el total de barcos que registran alguna captura de corvina blanca asciende a 208, de los cuales 188 han capturado al menos 1 tonelada de corvina blanca en El Área.
9. La flota que opera sobre corvina blanca, también lo hace, en diferentes épocas del año, sobre otros recursos. De hecho un número importante de barcos, 97 de los 188 mencionados más arriba, cumple con la condición de haber desembarcado corvina blanca aunque la incidencia porcentual de la especie en el total de sus capturas está por debajo del 10 %. Las otras 91 unidades, con volúmenes desembarcados de corvina blanca que superan ese porcentaje total de lo capturado por cada una de ellas, son las que constituyen la flota corvinera.
10. En el período analizado esta flota corvinera realizó un total de 11.958 mareas. En el 52% de las mismas no se registraron capturas de corvina blanca. Como contrapartida, en 2141 mareas se capturó corvina blanca en porcentajes que van del 80% al 100% del total de lo desembarcado. El 41,6%, del total de la corvina blanca desembarcada por la flota argentina durante el período 2006-2009, proviene de esta operatoria intensivamente dirigida al recurso, en la que han intervenido un promedio de 83 buques.
11. Según el nivel de dependencia de la corvina blanca sobre su operatoria anual se ha dividido al conjunto de la flota que opera sobre este recurso en dos subconjuntos: la *flota corvinera dirigida*, integrada por 56 unidades, y el *resto de la flota corvinera* constituida por 35 buques. La corvina blanca participa en el 50% del total de los desembarques del primer subconjunto y en

- el 25% de los del segundo. La actividad de la *flota corvinera dirigida*, ha representado, durante el lapso analizado, el 60,9% del total de los desembarques de corvina blanca proveniente de El Área, mientras que el resto de la flota corvinera ha participado en un 39,1% de los desembarques de la especie.
12. La pesca de corvina muestra una alta concentración en un número relativamente bajo de embarcaciones. Durante el lapso analizado 14 unidades han acumulado el 50% de la captura; de ellas 9 pertenecen a la *flota corvinera dirigida*. De las 14 unidades mencionadas 11 corresponden al estrato 2 y 3 al estrato 1.
 13. En cuanto a la pesca que realiza la flota como complemento de la especie objetivo, cabe mencionar que para la *flota corvinera dirigida*, la participación de la corvina blanca supera a la sumatoria del resto de 30 especies que junto a ella constituyen el variado costero. De este último grupo de especies la pescadilla resultó claramente la principal captura acompañante (15%). Como alternativa de pesca, las especies pelágicas contribuyeron en conjunto con el 9% de los desembarques de esta flota.
 14. Un análisis mensual de la operatoria de la *flota corvinera dirigida* evidencia que, durante la temporada de zafra corvinera la pescadilla, la anchoíta y el pargo constituyen los principales complementos a la pesca de la especie objetivo. Fuera de la zafra, se agregan a las mencionadas especies la caballa, las rayas costeras, el gatuzo, el besugo y el pez palo.
 15. Para el resto de la flota corvinera, la suma de los desembarques del resto de las especies que constituyen el variado costero alcanza el 39% del total de lo capturado por este subconjunto de la flota, superando a la corvina que, con un 25% de incidencia sobre los desembarques, continúa siendo la especie más desembarcada por este subconjunto, seguida por la anchoíta. Dentro del resto del variado costero las principales especies son la pescadilla, las rayas costeras y el gatuzo.
 16. Durante los últimos cuatro años la *flota corvinera dirigida* ha visto reducidos sus desembarques tanto de corvina blanca como del resto de las especies que conforman el variado costero en aproximadamente un 50% y un 55%, respectivamente. En este subconjunto de la flota, el aporte del resto de las especies, por fuera del variado costero, apenas superó el 1% de las capturas. Las especies pelágicas, que inciden en un 9% de las capturas de este subconjunto, han decrecido en un 58%.
 17. En contraposición, el resto de la flota corvinera incrementó, en el mismo lapso, sus capturas de ese recurso en un 50,9%. En 2009 este subconjunto de la flota equiparó en sus capturas de corvina a la *flota corvinera dirigida*, duplicando además, las capturas de resto de variado costero registradas por este último subconjunto. Tanto el resto del variado costero, como las especies pelágicas disminuyeron, durante el período considerado, su aporte al total de los desembarques de este subconjunto en porcentajes de 21,4% y 34,6%, respectivamente. Aunque modesto, el aporte de otras especies demersales, se incrementó en 28,8%.
 18. Se ha estimado el impacto de posibles medidas de cierre con diferentes niveles de *bycatch* legal. La *flota corvinera dirigida* ha pescado más del 25% del resto del variado costero, el 100%

de las especies pelágicas y el 70% de otras especies demersales en lances sin corvina blanca. El resto de la flota corvinera ha pescado más del 15% del resto del variado costero, la totalidad de las especies pelágicas y más del 70% de otras especies demersales en mareas sin desembarques de la especie prevalente. Con un porcentaje autorizado de pesca incidental del orden del 30%, la *flota corvinera dirigida*, podría capturar como mínimo, casi un 55% del variado costero, la totalidad de las especies pelágicas y más del 85% de otras especies demersales. Para el resto de la flota corvinera el efecto parece más atenuado: una restricción de *bycatch* legal al 30% implicaría que podría aún capturarse más del 70% del resto del variado costero, el 100% de las especies pelágicas y más del 95% de otras especies demersales.

19. En cuanto a la merluza común, los desembarques totales provenientes de la ZCPAU durante el último lustro ascienden a 55.336 toneladas. Esta cifra es el resultado de la actividad extractiva de 235 buques los que han capturado al menos una tonelada de esa especie. De éstos sólo 101 unidades, que han desembarcado merluza común en porcentajes superiores al 10% del total de las especies capturadas, son los que constituyen la flota merlucera.
20. El rango de esloras correspondiente a la flota merlucera argentina, que opera en la ZCPAU, es amplio (22-60 m) e incluye buques en tres de los cuatro estratos en los se ha clasificado a la flota pesquera nacional
21. En el curso de 3.307 mareas, la flota merlucera ha capturado, durante el último lustro, 50.700 toneladas de merluza común, con fluctuaciones anuales entre 4.000 y 21.700 toneladas. La merluza común ha constituido el 41,2% del total de las capturas realizadas por esta flota. El resto está constituido por desembarques de otras especies demersales de altura como merluza de cola y calamar (19,8%), del variado costero (14,3%) y especies pelágicas (31,0%).
22. Los desembarques de merluza común de la flota merlucera operando en la ZCPAU, se redujeron en un 38,3% en 2009 y en un 78,1% en 2010 en relación con los del año 2008. Esta reducción se refleja tanto en la extensión de las áreas de pesca, como en la intensidad de la actividad extractiva.
23. En el 29,7% de las mareas realizadas por la flota merlucera no se registraron capturas de merluza común. La composición de las capturas de estas mareas, que en conjunto ascendieron a 47.303 toneladas, incluye fundamentalmente recursos pelágicos (80%), especies que conforman el variado costero (18,5%), así como también otros recursos demersales de altura (1,5%).
24. Un 73,5%, del total de la merluza común desembarcada por la flota argentina que operó en la ZCPAU, durante el período 2006-2010, proviene de pesca intensivamente dirigida al recurso. En los últimos cinco años, se realizaron 1.147 mareas en las que la merluza común significó entre el 80% y el 100% de lo capturado. Estas mareas, fueron realizadas por un total de 101 barcos diferentes, capturando 37.275 toneladas de merluza común.
25. Según el nivel de dependencia de la merluza común sobre su operatoria anual se ha dividido al conjunto de la flota que opera sobre este recurso en dos subconjuntos: la *flota merlucera dirigida*, integrada por 66 unidades, para las que la merluza común representa el 43,6% del total de sus desembarques, y el *resto de la flota arrastrera de altura*, 35 buques, para los que este

OPERATORIA DE LA FLOTA ARGENTINA DIRIGIDA A LOS RECUROS CORVINA Y MERLUZA...

Ramiro P. Sánchez / Gabriela Navarro / Mariano Monsalvo / Gustavo Martínez Puljak

recurso incide en un 35,6% del total de sus capturas. La actividad de la *flota merlucera dirigida*, ha representado, durante el lapso analizado, el 74,4% del total de los desembarques de merluza común proveniente de la ZCPAU, mientras que el resto de la flota merlucera ha participado en un 25,61% de los desembarques de la especie.

26. La operatoria sobre merluza común presenta un nivel de concentración menor al de corvina blanca. Durante el lapso analizado 28 unidades han acumulado el 50% de la captura; de ellas 23 pertenecen a la *flota merlucera dirigida*. Estas unidades se reparten uniformemente entre los estratos 2, 3 y 4.
27. Ambos subconjuntos muestran patrones anuales similares en cuanto a los volúmenes del recurso objetivo desembarcados con una clara preponderancia del año 2008, en el que las capturas superaron el 40% del total de lo capturado por cada subconjunto durante el lustro analizado. El resto de las especies muestran en cada caso variaciones anuales asincrónicas.
28. El calamar pescado por arrastre resulta ser el principal complemento a la pesca de merluza. En los estratos menores de ambos subconjuntos las rayas y el resto del variado costero y la merluza de cola representan también complementos importantes.
29. Las capturas alternativas, aquellas provenientes de mareas con una incidencia de merluza común inferior al 10% del total desembarcado, están constituidas fundamentalmente por las especies pelágicas, la corvina, y el resto de las especies que conforman el variado costero y el calamar y la merluza de cola, para el estrato 4 del subconjunto *resto de la flota arrastrera de altura*. Por su magnitud las capturas alternativas resultan mucho más relevantes que las provenientes de fauna acompañante, como complemento de la operatoria de la flota merlucera que opera en la ZCPAU.
30. Para ambos subconjuntos de la flota merlucera, el calamar, las especies del variado costero, particularmente la corvina blanca y las rayas, y en menor medida la merluza de cola, constituyen capturas complementarias durante el segundo trimestre. Fuera de los meses de zafra merlucera en la ZCPAU, las especies pelágicas constituyen la principal alternativa durante el segundo semestre, mientras que la merluza de cola y el variado costero complementan la pesca de merluza durante el primer trimestre.
31. Las especies pelágicas y la corvina son capturadas en forma prácticamente integral como pesca alternativa y por lo tanto un eventual cierre de la actividad dirigida en la pesquería de merluza común no reduciría sus desembarques por parte de la flota merlucera. En cuanto a las especies que acompañan a la pesca de merluza durante la zafra, un cierre de la operatoria dirigida permitiría no obstante capturar un 25,2% de las rayas, un 32% del calamar, un 61% de la merluza de cola y un 69% del resto del variado costero.

BIBLIOGRAFÍA

- ANGELESCU, V. & PRENSKY, L.V. 1987. Ecología trófica de la merluza común del Mar Argentino (*Merlucciidae*, *Merluccius hubbsi*)- Parte 2. Dinámica de la alimentación, la estructura y las evaluaciones de los efectivos en su área de distribución. Contrib. Inst. Nac. Invest. Desarr. Pesq., N°561, 205 pp.
- CAROZZA, C. & HERNÁNDEZ, D. 2010 Evaluación de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) para el año 2010 en el área del Río de la Plata, Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay y aguas nacionales adyacentes al Norte de 39°LS. Inf. Téc. Of. INIDEP N° 20/2010, 13 pp.
- CAROZZA, C., LASTA, C.; RUARTE, C.; COTRINA, C, MIANZAN, H. & ACHA, M. 2004. Corvina rubia (*Micropogonias furnieri*). El Mar Argentino y sus recursos pesqueros, 4: 255-270.
- CORDO, H. & FORCINITI, L. 1988. Un análisis del esfuerzo de pesca a partir de las observaciones registradas con una lancha costera. En: COUSSEAU, M.B. (Ed.). Estudios sobre la etapa extractiva de algunas especies desembarcadas en el puerto de Mar del Plata. Contrib. Inst. Nac. Invest. Desarr. Pesq., N° 616: 62-86.
- IRUSTA, C.G. & D'ATRI, L.L. 2009. Evaluación del estado del efectivo norte de 41° S de la merluza (*Merluccius hubbsi*) y estimación de la captura biológicamente aceptable para el año 2010. Inf. Téc. Of. INIDEP N° 45/2009, 39 pp.
- IRUSTA, C.G.; & D'ATRI, L.L. 2010. Evaluación del estado del efectivo norte de 41°S de la merluza (*Merluccius hubbsi*) y estimación de la captura biológicamente aceptable para el año 2011. Inf. Téc. Of. INIDEP N°42/2010, 28 pp.
- IRUSTA, C.G.; D'ATRI, L.L. & RENZI, M.A. 2008. Evaluación del estado del efectivo norte de 41° S de la merluza (*Merluccius hubbsi*) y estimación de la captura biológicamente aceptable para el año 2008. Inf. Téc. Of. INIDEP N° 32/2008, 34 pp.
- LASTA, C.A., RUARTE, C.O. & CAROZZA, C.R. 2001. Flota Costera Argentina: antecedentes y situación actual. El Mar Argentino y sus recursos pesqueros, 3: 89-106.
- SANCHEZ, R.P., NAVARRO, G., MARTINEZ PULJAK, G. & TOSORONI, V. 2010. Operatoria de la flota argentina sobre las pesquerías costeras en el área del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo en 2008. Frente Marítimo, vol 21: 57-88.

ANEXO I:
**MARCO NORMATIVO QUE HA REGIDO LA ACTIVIDAD PESQUERA
 SOBRE CORVINA BLANCA Y MERLUZA COMÚN EN EL ÁREA DURANTE
 EN AÑOS RECIENTES**

Tabla i: Reglamentación de la pesquería de corvina blanca y otras especies del variado costero en El Área, vigente durante el período 2006-2009 para las flotas de ambos países			
Recurso	Norma	Descripción	Vigencia
Corvina blanca y otras especies del Variado Costero	Resolución Conjunta CARP-CTMFM 1/1999	Norma estableciendo talla mínima de desembarque para el recurso corvina blanca (<i>Micropogonias furnieri</i>)	Desde el 21-12-1999
		http://ctmfm.org/?p=844	
	Resolución CTMFM 10/2000	<i>Establece un área de esfuerzo pesquero restringido para el arrastre de fondo</i>	Desde el 13-12-2000
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/65000-69999/65356/norma.htm	
	Resolución Conjunta CARP-CTMFM 1/2004	<i>Establece un área en la que se prohíbe estacionalmente el arrastre de fondo a fin de proteger a los ejemplares de corvina blanca en reproducción</i>	Desde el 19-02-2004. Operativa desde el 1-10 al 31-3 de cada año.
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/90000-94999/92803/norma.htm	
	Resolución Conjunta CARP-CTMFM 1/2006	<i>Establece provisionalmente una captura total permisible para la especie corvina blanca, en toda el Área del Tratado.</i>	Desde el 8-6-2006 al 31-12-2006
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/115000-119999/116944/norma.htm	
	Resolución Conjunta CARP-CTMFM 3/2006	<i>Establece una zona de veda transitoria de la especie corvina blanca</i>	Desde el 10-8-2006
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/115000-119999/118765/norma.htm	
	Resolución Conjunta CARP-CTMFM 4/2006	<i>Establece el cierre de la pesquería dirigida a la corvina blanca en el Área del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo.</i>	Desde el 13-11-2006 al 31-12-2006
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/120000-124999/121935/norma.htm	
	Resolución Conjunta CARP-CTMFM 2/2007	<i>Establece una zona de veda transitoria de la especie corvina blanca</i>	Desde el 21-8-2007 al 11-9-2007
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/130000-134999/131330/norma.htm	
	Resolución Conjunta CARP-CTMFM 3/2007	<i>Deroga la Resolución Conjunta CARP-CTMFM 2/2007</i>	Desde el 12-9-2007
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/130000-134999/132183/norma.htm	
	Resolución Conjunta CARP-CTMFM 4/2007	<i>Establece una captura total permisible para la especie corvina blanca, en toda el Área del Tratado.</i>	Desde el 4-10-2007 al 18-10-2007
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/130000-134999/132960/norma.htm	
	Resolución Conjunta CARP-CTMFM 5/2007	<i>Establece el cierre de la pesquería de corvina blanca, en toda el Área del Tratado.</i>	Desde el 18-10-2007 al 31-12-2007

Recurso	Norma	Descripción	Vigencia
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/130000-134999/133463/norma.htm	
	Resolución CTMFM 8/2007	<i>Establece un área en la que se prohíbe el arrastre de fondo a fin de proteger las concentraciones de reproductores y juveniles de distintas especies de peces cartilaginosos.</i>	Desde el 5-12-2007 al 29-2-2008
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/135000-139999/135072/norma.htm	
	Resolución Conjunta CARP-CTMFM 1/2008	<i>Establece la Captura Total Permissible para la corvina blanca para el año 2008 en el Área del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo.</i>	Desde el 31-07-2008 al 31-12-2008
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/140000-144999/142967/norma.htm	
	Resolución Conjunta CARP-CTMFM 2/2008	<i>Establece el cierre de la pesquería dirigida a la corvina blanca en el Área del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo.</i>	Desde el 24-12-2008 al 31-12-2008
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/145000-149999/148747/norma.htm	
	Resolución CTMFM 1/2009	<i>Establecer una zona de esfuerzo restringido, autorizando la operatoria pesquera solamente para buques de menos de 22 metros de eslora en un área determinada como medida de conservación para peces cartilaginosos.</i>	Desde el 29-1-2009 al 31-3-2009
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/145000-149999/149847/norma.htm	
	Resolución Conjunta CARP-CTMFM 1/2009	<i>Establece una CTP provisional para la especie corvina para el año 2009 en el Área del Tratado</i>	Desde el 21-4-2009 al 31-12-2009
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/150000-154999/152487/norma.htm	
	Resolución Conjunta CARP-CTMFM 2/2009	<i>Establece una CTP provisional para la especie pescadilla para el año 2009 en el Área del Tratado</i>	Desde el 21-4-2009 al 31-12-2009
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/150000-154999/152488/norma.htm	
	Resolución Conjunta CARP-CTMFM 3/2009	<i>Establece dos zonas de veda para la especie corvina blanca en aguas del Río de la Plata</i>	Desde el 7-5-2009 al 31-5-2009
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/150000-154999/153076/norma.htm	
	Resolución CTMFM 5/2009	<i>Establece buenas prácticas pesqueras para la conservación y explotación racional de las especies de peces cartilaginosos</i>	Desde el 26-8-2009
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/155000-159999/157023/norma.htm	
	Resolución Conjunta CARP-CTMFM 4/2009	<i>Establece dos zonas de veda para la especie corvina blanca en aguas del Río de la Plata</i>	Desde el 31-8-2009 al 30-9-2009
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/155000-159999/157179/norma.htm	
	Resolución CTMFM 7/2009	<i>Establece un área en la que se prohíbe el arrastre de fondo como medida de conservación para peces cartilaginosos.</i>	Desde el 1-12-2009 al 31-12-2010
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/160000-164999/160706/norma.htm	
	Resolución Conjunta CARP-CTMFM 5/2009	<i>Establece el cierre de la pesquería dirigida a la corvina blanca en el Área del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo.</i>	Desde el 29-12-2009 al 31-12-2009
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/160000-164999/162245/norma.htm	
	Resolución Conjunta CARP-CTMFM 1/2010	<i>Establece una captura total permissible para la especie corvina blanca para el año 2010 en el Área del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo</i>	Desde el 8-6-2010 al 31-12-2010
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/165000-169999/168090/norma.htm	
	Resolución Conjunta CARP-CTMFM 2/2010	<i>Establece una captura total permissible para la especie pescadilla para el año 2010 en el Área del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo</i>	Desde el 8-6-2010 al 31-12-2010
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/165000-169999/168091/norma.htm	

OPERATORIA DE LA FLOTA ARGENTINA DIRIGIDA A LOS RECUROS CORVINA Y MERLUZA...

Ramiro P. Sánchez / Gabriela Navarro / Mariano Monsalvo / Gustavo Martínez Puljak

Tabla ii: Marco normativo para la pesquería de merluza común en la ZCPAU, vigente durante el período 2008-2010 para las flotas de ambos países

Recurso	Norma	Descripción	Vigencia
Merluza común	Resolución CTMFM 9/2000	<i>Fija una captura total permisible de la especie merluza común para la ZCPAU, a partir del 1 de enero de 2001.</i>	Desde el 13-12-2000
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/65000-69999/65353/norma.htm	
	Resolución CTMFM 9/2007	<i>Establece un área de veda estival para la protección de juveniles de merluza común.</i>	Desde el 1-1-2008 al 31-3-2008
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/135000-139999/136150/norma.htm	
	Resolución CTMFM 2/2008	<i>Establece en forma precautoria un área de veda de otoño para la merluza común en la ZCPAU.</i>	Desde el 1-4-2008 al 30-6-2008
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/135000-139999/139144/norma.htm	
	Resolución CTMFM 5/2008	<i>Establece en forma precautoria un área de veda de primavera para la merluza común en la ZCPAU</i>	Desde el 6-10-2008 al 29-10-2008
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/145000-149999/145362/norma.htm	
	Resolución CTMFM 6/2008	<i>Modifica el área de veda de primavera para la merluza común en la ZCPAU</i>	Desde el 30-10-2008 al 31-12-2008
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/145000-149999/146536/norma.htm	
	Resolución CTMFM 6/2008	<i>Establece un área de veda estival para la protección de juveniles de merluza común.</i>	Desde el 1-1-2009 al 31-3-2009
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/145000-149999/148740/norma.htm	
	Resolución CTMFM 3/2009	<i>Establece un área de veda de otoño para la protección de juveniles de merluza común.</i>	Desde el 1-4-2009 al 30-6-2009
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/resaltaranexos/150000-154999/151920/norma.htm	
	Resolución CTMFM 6/2009	<i>Establece en forma precautoria un área de veda de primavera para la merluza común en la ZCPAU</i>	Desde el 1-10-2009 al 25-11-2009
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/resaltaranexos/155000-159999/158326/norma.htm	
	Resolución CTMFM 8/2009	<i>Modifica el área de veda de primavera para la merluza común en la ZCPAU</i>	Desde el 26-11-2009 al 31-12-2009
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/resaltaranexos/160000-164999/160707/norma.htm	
	Resolución CTMFM 10/2009	<i>Establece un área de veda estival para la protección de juveniles de merluza común.</i>	Desde el 1-1-2010 al 31-3-2010
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/resaltaranexos/160000-164999/162244/norma.htm	
	Resolución CTMFM 1/2010	<i>Establece en forma precautoria un área de veda de otoño para la protección de juveniles de merluza común.</i>	Desde el 1-4-2010 al 30-6-2010
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/resaltaranexos/165000-169999/165712/norma.htm	
	Resolución CTMFM 8/2010	<i>Establece en forma precautoria un área de veda de primavera para la merluza común en la ZCPAU</i>	Desde el 1-10-2010 al 31-12-2010
	Texto completo	http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/resaltaranexos/175000-179999/177168/norma.htm	

Tabla iii Marco normativo para la pesquería de merluza común en la ZCPAU, vigente durante el período 2008-2010 para la flota argentina

Año	Norma	Descripción	Vigencia
2008	Resolución SAGPyA 65/2007	Limita la operatoria en aguas al norte del paralelo 41°S a buques fresqueros (Anexos I y III de la norma). Establece obligatoriedad de paradas efectivas en puerto para estos buques. El límite máximo del total de la captura posible de efectuar en la ZCPAU quedará sujeto a la actualización que pudiera realizar la CTMFM	Desde el 1-1 al 31-12-2008
Texto completo		http://www.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/135000-139999/136307/texact.htm	
2009	Resolución SAGPyA 30/2008	Idem anterior	Desde el 1-1 al 21-12-2009
Texto completo		http://www.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/145000-149999/148984/texact.htm	
2010	Resolución CFP 26/2009	Otorga Autorización de Captura para pescar merluza común en el stock norte del paralelo 41° de latitud Sur, a los buques fresqueros titulares de una Cuota Individual Transferible de Captura (CITC) para el stock sur del paralelo 41° de latitud Sur de la especie, emitida por la Autoridad de Aplicación. Establece número máximo de viajes anuales por embarcación y número máximo de cajones por viaje. Los buques habilitados a la captura de merluza común deberán contar con la presencia de un inspector u observador a bordo. Establece obligatoriedad de paradas efectivas en puerto para estos buques. Será obligatorio el uso de dispositivos para el escape de juveniles de la especie en las redes de arrastre conforme el plan de selectividad que oportunamente establezca el CFP. El límite máximo del total de la captura posible de efectuar en la ZCPAU quedará sujeto a la actualización que pudiera realizar la CTMFM.	Desde el 21-12-2009
Texto completo		http://www.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/160000-164999/161840/norma.htm	

ANEXO II

CAPTURAS EN EL ÁREA DEL TRATADO DEL RÍO DE LA PLATA Y SU FRENTE MARÍTIMO. 1989-2010

TONELADAS

Especies	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Abadejo	379	1.393	449	2.013	3.377	2.547	2.815	2.864	2.375	280	142
Almeja											
Anchoa de banco	3	9	14	477	249	197	558	329	327	10	223
Anchoíta	1.035	0	988	14.655	10.241	13.490	12.695	12.387	12.215	3.661	2.079
Atún albacora	23	54	8	3		2		0	120	4	52
Atún aleta amarilla	25	11	14	1	0					0	
Atún aleta azul	1	2	0								
Atún barrilete	5		20	66	50	1		1		2	
Atún ojo grande	17	52	5								
Atunes nep	32	1	6		2					20	
Bacalao austral	7	28	8	14	17	6	1	10	1	1	3
Bagre	2	1	4	2	2	21	9	6	13	18	5
Besugo	1.101	578	243	1.051	709	800	707	864	652	452	2.000
Bonito			233	317	434	4	138	108	128	7	44
Brótola	101	72	31	114	314	227	244	167	165	91	142
Burriqueta		0		0	2	0	1	1	4		
Caballa	5	38	28	1.767	2.608	4.558	2.490	3.101	1.605	270	3.724
Calamar <i>Illex</i>	4.706	598	3.203	8.046	13.873	1.380	26.194	47.478	4.393	1.210	1.429
Calamar <i>Illex</i> arrastre	4.687	537	2.349	7.771	2.435	1.234	1.341	13.406	2.180	844	251
Calamar <i>Illex</i> poteros	19	61	854	275	11.438	146	24.853	34.072	2.213	366	1.178
Calamar <i>Loligo</i>	2	2	0	247	164	111	230	144	421	82	144
Calamar <i>Martialia</i>							9	0			
Camarón	0			54	73	74	29	63	13		4
Cangrejo	2			13	27	16	23	27	33	3	29
Castañeta	53	11	18	2	857	16.011	6.253	132	373	1.266	65
Castañeta altura	18	7	16	1	298	7.053	2.107	46	232	214	49
Castañeta costera	35	4	2	1	559	8.958	4.146	85	141	1.052	16
Cazón		7	2	6	23	21	18	31	16	4	4
Centolla		0	0	0		0		0		0	0
Centollón		0	1		13		2	0		1	
Chanchito											
Chernia	4	11	10	27	58	38	91	81	38	12	107
Chucho											
Clupeiformes nep				0	0	0	0	2	0		
Congrio	0	1		3	2	9	5	6	3	6	2
Congrio de profundidad	0			8	10	18	14	14	23	10	11
Cornalito				525	543	440	363	515	435	31	586
Corno											
Corvina blanca	1.478	706	855	5.808	9.530	15.236	26.297	21.377	25.186	8.305	5.542
Corvina negra	13	2	5	16	20	8	19	159	81	272	94
Gatuzo	1.112	893	786	5.185	6.783	7.629	6.819	5.666	5.721	5.088	4.214
Gatuzo altura	252	406	146	3.171	4.205	4.529	3.757	3.526	3.612	376	907
Gatuzo costero	860	486	640	2.014	2.578	3.100	3.063	2.141	2.109	4.712	3.307
Granadero	2			4		6	10	137	1	30	96
Guitarra chica											
Jurel	6	10	4	173	177	182	163	167	261	56	354
Langostino	4	126	22	193	132	150	64	54	31	0	6

Especies	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Lenguados	1.536	771	756	5.277	6.565	5.542	7.583	5.811	5.803	4.103	3.472
Lenguados altura	389	315	187	2.755	3.988	3.146	3.931	3.622	4.034	312	529
Lenguados costeros	1.147	456	570	2.522	2.578	2.397	3.652	2.188	1.769	3.791	2.943
Lisa	1		1	3	2	5	17	9	8	7	11
Merluza austral		13	38	128	70	40	22	114	109	76	15
Merluza de cola	78	18	9	110		40	63	120	291	486	311
Merluza hubbsi	22.177	33.128	54.895	59.702	38.307	44.580	51.572	56.642	41.674	16.782	2.540
Merluza negra	11		0	2	0	1	2	3.338	795	175	235
Mero	465	484	251	1.429	2.350	1.944	2.476	2.185	2.083	967	1.405
Notothenia											
Palometa	52	55	50	214	257	841	715	1.054	894	491	340
Pampanito						1	0	1	5	19	1
Papafigo											
Pargo	303	198	55	15	62	652	2.393	4.635	1.953	1.318	830
Pejerrey				45	14	22	21	38	56	1	6
Pescadilla	1.208	641	473	5.360	3.965	9.359	13.974	12.296	18.350	10.344	6.106
Pescadilla real	3	0	0		6	8	148	379	224	133	83
Pez ángel											
<i>Pez ángel altura</i>	168	138	126	1.297	1.723	1.639	1.694	1.908	2.062	193	479
<i>Pez ángel costero</i>	493	184	268	995	1.267	1.333	1.350	1.170	885	1.991	1.724
Pez espada	174	143	27		10	32	0				37
Pez gallo	36	28	17	40	82	45	31	45	32	10	30
Pez limón	9	1	1	24	24	12	9	16	17	7	9
Pez luna											
Pez palo	357	155	117	2.447	4.689	5.552	7.454	6.856	8.282	6.521	5.204
Pez sable	32	25	20	24			56	1.108	300	276	134
Pez sierra		5				0					
Polaca		0				5		0	6	70	27
Pulpos nep				10	4	5	29	35	46	16	31
Raya cola corta											
<i>Raya cola corta altura</i>											
<i>Raya cola corta costera</i>											
Raya de círculos											
<i>Raya de círculos altura</i>											
<i>Raya de círculos costera</i>											
Raya espinosa											
<i>Raya espinosa altura</i>											
<i>Raya espinosa costera</i>											
Raya hocicuda											
<i>Raya hocicuda altura</i>											
<i>Raya hocicuda costera</i>											
Raya lisa											
<i>Raya lisa altura</i>											
<i>Raya lisa costera</i>											
Raya marmolada											
<i>Raya marmolada altura</i>											
<i>Raya marmolada costera</i>											

OPERATORIA DE LA FLOTA ARGENTINA DIRIGIDA A LOS RECUROS CORVINA Y MERLUZA...

Ramiro P. Sánchez / Gabriela Navarro / Mariano Monsalvo / Gustavo Martínez Puljak

Especies	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Raya marrón oscuro											
<i>Raya marrón oscuro altura</i>											
<i>Raya marrón oscuro costera</i>											
Raya pintada											
<i>Raya pintada altura</i>											
<i>Raya pintada costera</i>											
Rayas nep	144	69	20	79	426	4.184	2.986	6.681	3.924	3.966	4.014
Rayas nep altura	37	35	6	69	413	2.543	1.746	4.575	2.810	1.215	1.195
Rayas nep costera	107	34	14	10	13	1.641	1.240	2.106	1.113	2.751	2.819
Róbalo	0	13	20	17	136	6	2	55	2	111	18
Rubio	4	267	470	10	259	570	4.835	1.167	2.157	31	1.745
Salmón de mar	199	137	105	528	996	773	692	797	562	480	525
Salmonete	24	3	5	30	13	24	62	71	53	29	94
Saraca	53	39	4	240	128	479	278	420	833	97	189
Sargo	2	1	5	2	7	5	5	38	55	9	5
Savorín	2	4	3	12	16	45	11	21	63	27	11
Testolín											
Tiburón bacota											
Tiburón escalandrún											
Tiburón espinoso											
Tiburón gris											
Tiburón martillo											
Tiburón moteado											
Tiburón sardinero											
Tiburones nep	905	953	312	3.253	1.365	1.083	1.412	1.684	557	536	553
Tiburones nep altura	186	513	124	1.519	643	591	644	896	307	78	264
Tiburones nep costero	719	440	188	1.734	722	492	768	788	249	457	289
Otras especies	95	131	73	768	618	5.550	852	725	1.156	648	1.006
Total	38.651	42.209	65.079	122.853	113.651	147.559	187.006	205.308	147.874	71.108	52.293

Especies	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010(*)
Abadejo	24	268	260	174	186	190	184	295	192	94	75
Almeja										0	
Anchoa de banco	31	149	639	333	518	378	298	58	125	56	302
Anchoíta	1.407	3.590	15.385	19.515	16.902	10.157	11.673	15.042	11.922	17.542	18.073
Atún albacora				12	17						130
Atún aleta amarilla					327					5	0
Atún aleta azul											
Atún barrilete					30		0			3	12
Atún ojo grande											
Atunes nep		0			42	1				0	121
Bacalao austral	0	2	2	0	0	3	1	2	1	0	11
Bagre	5	20	24	15	12	38	35	31	27	29	51
Besugo	1.107	693	641	1.527	1.991	2.402	4.150	3.614	5.606	5.310	4.508
Bonito	19	235	1	95	264	5	119	34	7	192	58
Brótola	20	81	274	309	149	79	56	59	77	82	48
Burriqueta	0	0	1	1	0	0		0		1	0
Caballa	14	1.255	1.276	4.658	3.034	2.008	4.022	1.614	717	636	733
Calamar Illex	155	22.268	11.330	956	1.189	5.364	5.746	2.663	4.139	5.076	11.852
Calamar Illex arrastre	97	1.452	9.223	139	136	745	5.626	949	2.498	1.526	709
Calamar Illex poteros	58	20.817	2.107	817	1.054	4.619	120	1.714	1.642	3.550	11.143

Especies	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010(*)
Calamar Loligo	54	53	32	167	76	100	133	126	85	63	113
Calamar Martialia		0			1						
Camarón		77	26	6	3	0	1	0	55	29	0
Cangrejo	3	40	34	21	17	20	45	42	61	32	41
Castañeta	18	77	116	95	519	2.937	493	919	1.117	541	698
Castañeta altura	3	51	98	85	468	715	96	329	376	112	143
Castañeta costera	16	26	18	10	52	2.222	398	589	741	429	555
Cazón	5	8	8	3	2	0	0		1	2	41
Centolla		0		0	0						
Centollón											
Chanchito											2
Chernia	41	51	22	20	19	24	22	33	28	46	19
Chucho											0
Clupeiformes nep				0							
Congrio	0	5	5	8	5	14	26	4	12	10	26
Congrio de profundidad	3	13	28	19	13	14	2	1	0	1	0
Cornalito	1	328	162	82	176	109	167	270	285	131	192
Corno									0		
Corvina blanca	3.544	4.725	5.044	11.037	10.377	18.912	20.098	20.292	15.809	15.397	11.583
Corvina negra	1	51	30	150	55	87	5		6	6	25
Gatuza	2.641	4.039	3.459	4.004	3.690	3.354	5.053	4.600	4.983	4.175	4.121
Gatuza altura	159	1.078	884	731	687	429	290	453	479	493	486
Gatuza costero	2.482	2.960	2.575	3.272	3.003	2.925	4.763	4.147	4.504	3.682	3.635
Granadero	104	166	113	76	56	26	10	0	5	6	1
Guitarra chica									1		
Jurel	16	80	97	71	61	108	188	195	178	140	109
Langostino		75	55	12	11	0	1	1	38	28	23
Lenguados	2.616	2.786	2.556	3.218	3.495	3.832	5.116	4.052	4.748	3.620	4.846
Lenguados altura	75	670	505	303	564	592	253	309	247	201	307
Lenguados costeros	2.541	2.115	2.051	2.915	2.932	3.240	4.863	3.743	4.501	3.419	4.538
Lisa	0	6	8	32	193	79	25	9	26	9	21
Merluza austral				0							0
Merluza de cola	72	985	451	377	422	609	792	83	1.819	128	138
Merluza hubbsi	650	13.034	19.066	3.342	3.355	13.921	7.850	4.521	22.960	14.346	5.581
Merluza negra	522	616	380	269	129	14	58	3	72	12	5
Mero	426	547	669	699	702	622	676	541	501	359	507
Notothenia		1	14	3	5	31	26	3	20	18	4
Palometa	152	132	163	203	259	240	374	403	322	190	215
Pampanito	1	12	0	0			1	1	18	2	13
Papafigo		7	1	3	8	6	6	30	21	11	37
Pargo	172	1.254	903	972	1.056	1.411	3.033	2.068	1.700	1.586	2.178
Pejerrey		7	4	6	8	11	2	7	0	1	6
Pescadilla	2.082	2.196	4.383	3.549	10.850	6.998	10.030	7.936	7.354	5.755	6.800
Pescadilla real	43	64	90	108	170	235	56	43	55	74	16
Pez ángel											3.363
Pez ángel altura	43	591	544	610	495	515	149	184	206	221	265
Pez ángel costero	1.500	1.478	1.230	1.617	1.771	1.742	2.689	2.524	3.076	2.573	3.098
Pez espada		0			0						0
Pez gallo	7	21	14	15	22	31	13	10	14	22	88
Pez limón	9	33	8	3	2	4	12	4	4	11	7
Pez luna											1
Pez palo	3.358	4.516	3.253	3.368	2.984	3.580	5.555	4.339	4.830	4.092	5.629
Pez sable	10	36	75	90	76	434	263	368	246	180	372
Pez sierra						2					0

OPERATORIA DE LA FLOTA ARGENTINA DIRIGIDA A LOS RECUROS CORVINA Y MERLUZA...

Ramiro P. Sánchez / Gabriela Navarro / Mariano Monsalvo / Gustavo Martínez Puljak

Especies	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010(*)
Polaca	1	1	0	0	0	2	8	3	0	1	0
Pulpos nep	4	12	3	6	2	7	2	6	3	0	0
Raya cola corta										44	0
Raya cola corta altura										3	0
Raya cola corta costera										41	0
Raya de círculos										59	246
Raya de círculos altura										4	48
Raya de círculos costera										55	198
Raya espinosa										3	11
Raya espinosa altura										3	2
Raya espinosa costera											9
Raya hociuda										344	325
Raya hociuda altura										153	125
Raya hociuda costera										191	200
Raya lisa										180	392
Raya lisa altura										13	43
Raya lisa costera										167	349
Raya marmolada										112	356
Raya marmolada altura										22	20
Raya marmolada costera										90	6.032
Raya marrón oscuro										13	36
Raya marrón oscuro altura										7	4
Raya marrón oscuro costera										6	31
Raya pintada										25	49
Raya pintada altura										1	1
Raya pintada costera										24	48
Rayas nep	4.202	6.574	6.275	6.747	7.389	8.715	8.849	11.211	12.165	7.418	8.128
Rayas nep altura	325	2.817	2.372	1.585	1.810	2.355	1.119	5.206	4.106	2.155	1.472
Rayas nep costera	3.876	3.757	3.903	5.162	5.579	6.360	7.729	6.005	8.059	5.263	6.656
Róbalo	32	12	4	1	1	1	2	0	1		0
Rubio	1	38	8	1	3	7	7	3	3	3	6
Salmón de mar	233	423	368	414	368	506	652	575	573	514	536
Salmonete	46	97	23	14	38	33	146	113	81	60	70
Saraca	268	214	91	151	274	283	109	167	55	36	12
Sargo	2	2	1	2	5	5	17	14	18	8	17
Savorín	26	11	11	9	45	9	1	20	108	5	5
Testolín									0		
Tiburón bacota								0	0	6	0
Tiburón escalandrún									0	4	0
Tiburón espinoso							101	23	68	64	134
Tiburón gris										10	1
Tiburón martillo											0
Tiburón moteado									4	2	0
Tiburón sardinero										1	0
Tiburones nep	177	239	712	624	333	595	752	425	539	426	597
Tiburones nep altura	33	79	461	288	89	218	94	60	131	75	61
Tiburones nep costero	143	159	251	337	244	377	658	364	407	350	536
Otras especies	314	946	2.153	1.733	1.893	3.909	608	426	443	253	108
Total	26.179	75.241	82.523	71.550	76.098	94.718	100.506	90.008	107.530	92.437	93.827

(*) Cifras provisionarias sujetas a posibles modificaciones

Aportes para la detección de una alerta temprana para el cierre de la temporada de pesca

HEBERT NION Y SEBASTIÁN HORTA

Secretaría Técnica CTMFM

RESUMEN: En este documento se presenta un método para el seguimiento de las capturas de un recurso pesquero compartido, al que se le ha establecido una captura total permisible (CTP) como Punto de Referencia Objetivo para su administración. El seguimiento de las capturas y el momento en que es posible alcanzar la misma (CTP), necesita de mecanismos de alerta para determinar el cierre de la pesquería, en caso de ser necesario. El método que se presenta en base a las capturas históricas de la corvina (*Micropogonias furnieri*) en el área del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo, permite alertar a la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo de la necesidad de cerrar la temporada de pesca a través de mecanismos de proyección de las posibles capturas a alcanzar en el año calendario en base a las capturas históricas registradas sobre un recurso pesquero.

Palabras claves: CTP; proyección de capturas; cierre de pesquería

SUMMARY: Contribution to detect an early alert to determine the closing of a fishery season.- In this paper a method that allows the following of a specific fishery resource catches with an established total allowable catch (TAC) is given. An early alert methodology is needed to determine the closing of the fishery, by following the catches until reaching the TAC. The shown method is an example based on the historic whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*) catches in the Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo. This allows the Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo to determine the closure of the fishing season through mechanisms that contemplate catches within the year based on historic records.

INTRODUCCIÓN

El Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo le encomienda a la CTMFM la toma de decisiones de manejo a través del Artículo 82 así como establece los mecanismos de administración de los recursos pesqueros de la Zona Común de Pesca.

En el caso de aquellos recursos que habitan tanto en la ZCP como en el Río de la Plata, la jurisdicción corresponde a la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo (CTMFM) para los primeros y a la Comisión Administradora del Río de la Plata (CARP) para los segundos. La Resolución Conjunta CARP-CTMFM 2/06 (Nion, 2010) le da la responsabilidad de hacer las investigaciones sobre los recursos pesqueros a la CTMFM para luego tomar en forma conjunta las medidas de administración.

La CTMFM ha determinado la Captura Total Permisible (CTP) en forma anual para varias especies como es el caso de la corvina (*Micropogonias furnieri*), la pescadilla (*Cynoscion guatucupa*), la merluza común (*Merluccius hubbsi*) y el besugo (*Pagrus pagrus*) (Nion, 2010). En el caso de la corvina y la pescadilla las medidas de manejo se toman en conjunto por ambas Comisiones en razón de que estas especies habitan tanto en el Río de la Plata como en el Frente Marítimo.

El manejo y la administración de los recursos pesqueros conlleva responsabilidades para los organismos encargados de aplicar medidas de regulación y de fijar los puntos de referencia (PBR) sobre los cuales esos recursos se deben explotar por parte de los usuarios. La CTMFM utilizó para el caso de la corvina, especie que se empleó para el desarrollo de la metodología que se presenta, como Punto Biológico de Referencia Objetivo (Caddy y Mahon, 1996) la captura total permisible establecida en 36.900 t para el año 2009. Para el establecimiento de esta CTP se tomó en cuenta las recomendaciones del Grupo de Trabajo Costero, que mediante la utilización de diversos modelos de evaluación de recursos, hizo una recomendación sobre la captura biológicamente recomendable (CBR) para esa especie para el año 2009.

La CTP anual es un valor límite para la suma de las capturas que realizan ambos países y que son comunicadas en forma mensual a la CTMFM. El seguimiento de estas capturas y su correlación con la CTP establecida, motiva que las Comisiones puedan, en algún momento del año calendario, llegar a tomar la decisión de cerrar la pesca de una especie por haberse alcanzado la misma, o que está próximo a alcanzarse. Esta medida una vez adoptada por las Comisiones es internalizada a través de su publicación en los mecanismos oficiales de comunicación de los países (Boletín Oficial en la Rep. Argentina y Diario Oficial en Rep. O. del Uruguay).

El modelo que se presenta es una herramienta de manejo que permite tener una aproximación en base a la tendencia observada de las capturas mensuales, a la posible captura total estimada de una especie a alcanzarse en un año calendario y evaluar su relación con la CTP. En caso de que las capturas de una especie alcancen la CTP en forma anticipada, las Comisiones deben proceder al

cierre de la temporada de pesca. Este método está orientado a anticipar la posible fecha en que se va a alcanzar esa cifra, y por lo tanto las Comisiones pueden activar los mecanismos que conduzcan a tomar medidas precautorias de cierre de la pesca de esa especie.

ANTECEDENTES DE MEDIDAS DE CIERRE DE LA PESQUERÍA DE CORVINA

El 20/10/05 se realizó en Buenos Aires la Reunión Conjunta CARP-CTMFM donde se analizó el estado de las capturas del recurso corvina durante el año 2005 y al haberse superado la CTP establecida se convino en firmar la Resolución Conjunta CARP-CTMFM 1/05 que estableció el cierre de la pesquería de corvina para ese año. Si bien la pesquería fue cerrada en esa oportunidad, los desembarques de corvina superaron largamente la CTP. Esto se debió fundamentalmente a la demora entre la toma de la decisión y el cierre efectivo, en razón de los mecanismos de publicación de las medidas para la aplicación por parte los países.

Esto determinó que se le encargara a la Secretaría Técnica de la CTMFM a analizar mecanismos que le permitieran tener posibilidades de prevenir que las capturas no sobrepasen la CTP establecida.

En este sentido, la Secretaría Técnica de la CTMFM evaluó el desarrollo de metodologías que, considerando la forma de funcionamiento de la Comisión, permitan brindar distintas alternativas para cumplir con los objetivos preventivos y no sobrepasar la CTP establecida.

El método que se presenta es un procedimiento desarrollado para que se facilite, por parte de las Comisiones (i.e. CARP y CTMFM), la toma de medidas adecuadas para el manejo de los recursos del área del Tratado. El método se utilizó en primer lugar para el seguimiento de la pesquería de corvina, que constituye el principal recurso costero explotado en el área del Tratado (Nion, 2010b).

OBJETIVO

El objetivo fue establecer un mecanismo de alerta sobre la evolución de las capturas en el año calendario y predecir en qué momento es posible alcanzar la CTP establecida por la Comisión, con la antelación suficiente para la aplicación efectiva del cierre de la pesquería.

Para cumplir con este fin, se debe tener presente la forma cómo la información es remitida a la Comisión, así como las dificultades intrínsecas de los valores que se declaran mensualmente por cada una de las Partes.

Para la consideración del método a desarrollar se tuvieron en cuenta algunos aspectos particulares que afectan las características de los datos provistos por las Partes a la Comisión, a los efectos de estimar el posible cierre de la pesquería.

En ese sentido se debió considerar lo siguiente:

- El carácter de manejo compartido del recurso con el que se comenzó trabajando, la corvina, cuya administración requiere de decisiones conjuntas de la CTMFM y de la CARP.
- El tiempo de demora que existe entre la toma de la decisión de cierre y la puesta en efectivo de la medida a través de la publicación en los organismos oficiales de los países para su difusión. Por lo que las recomendaciones deben ser realizadas con una antelación que considere el tiempo de demora entre la toma de la medida y la aplicación efectiva de la misma.

ORIGEN DE LOS DATOS

- La información de capturas mensuales aportadas por las Autoridades de pesca de las Partes (i.e. Argentina y Uruguay), se hace generalmente previo a la realización del Plenario del mes correspondiente.
- Las características de los datos de ambos países indican que los mismos son provisorios y sujetos a modificaciones posteriores. Esto es en razón de que por los mecanismos particulares de recolección de información de cada país, hace que generalmente ésta sea ligeramente incompleta en el momento de su comunicación y sujeta a un necesario ajuste. Estos ajustes no son iguales para ambos países en razón de las diferencias en la adquisición de los datos de captura. Por lo tanto, se tienen dos posibles alternativas: 1) trabajar con los datos tal como se remiten mensualmente en forma provisoria, o 2) utilizar algún mecanismo de corrección que permita ajustar los datos mensuales en base a series históricas, teniendo en cuenta los valores iniciales y los desvíos con los valores reales ajustados a series históricas. En una primera etapa se trató con los datos tal como se aportan mensualmente. Posteriormente se trató de ajustar estos valores tomando en cuenta los desvíos mensuales históricos y la introducción de factores de ajuste de los datos mensuales en base a los desvíos medios. El análisis que se presenta a continuación se hizo con los datos tal como llegan a la Comisión, en razón de que al utilizar un modelo con ajustes con los desvíos encontrados, se hallaron dificultades que complicaron la metodología y a su vez, los resultados obtenidos no fueron significativamente diferentes a los efectos de elevar a la Comisión una alerta sobre los niveles de captura.

MÉTODO

Por lo expuesto, el método que se necesitaba desarrollar debía adaptarse a las condiciones de funcionamiento de la Comisión y ser, entre otras cosas, práctico, rápido de procesar y relativamente seguro, como para asesorar en la toma de decisiones a tiempo. Hay que tener presente que la Comisión se reúne mensualmente y por lo tanto las predicciones deben hacerse con suficiente antelación. No obstante, en caso de ser necesario adoptar medidas de manejo, éstas se pueden tomar entre sesiones a través de consultas entre los presidentes de las delegaciones de ambos países.

PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

- Las capturas por país son declaradas mensualmente y procesadas por la Secretaría Técnica, sumadas por especie y por mes, obteniéndose la captura total para cada especie por mes y por año. A su vez se construye una tabla de capturas acumuladas por país, por año y total.
- Sobre la base de esta información y con las capturas acumuladas totales, se construye una tabla de referencia donde se incluye el mayor número de años validados posibles consecutivos y con las capturas presentadas en forma de frecuencias acumuladas.
- Para esta tabla se utilizan dos tipos de valores. Para el año en curso se toman los valores informados mes a mes y actualizados al último mes y que tienen carácter provisorio, mientras que para los años anteriores se emplean los valores finales reportados al final del año calendario, es decir que son datos definitivos ajustados y validados. Los datos validados corresponden a los valores de captura finales corroborados y comunicados por los países al final del año calendario

Tabla 1. Capturas totales de corvina (valores reales en toneladas, ajustados) entre los años 1997-2009

Años	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
1997	2939	6408	10012	13450	18571	21273	34216	42298	45202	46337	48343	49380
1998	1475	4343	8301	11640	13693	17043	22011	28156	29883	31735	33625	34836
1999	1560	3225	4779	6990	7796	8148	8918	9809	12104	14708	16605	20110
2000	1274	3067	4847	7390	9415	12836	15900	21259	25230	27027	27999	28649
2001	733	2398	4398	7027	10026	13227	16822	20080	22113	23687	26481	28972
2002	1552	3380	5679	7549	9112	12241	16479	19906	21955	24926	27099	28846
2003	1497	3836	7130	10501	13169	19803	25783	28502	32585	35188	36987	38520
2004	1517	3049	5898	8155	10505	16041	22403	27419	30685	33312	35403	37031
2005	353	1678	5074	9307	13138	19911	26312	32458	38820	41433	42203	42645
2006	2751	7294	11804	13562	16996	21291	26191	29813	34100	36150	37711	38004
2007	2310	5922	9959	14042	15829	17200	21463	30288	35046	36894	37185	37444
2008	1120	4386	7653	11132	13265	19501	26279	30936	33466	35728	38255	40384
2009	1210	3761	6908	8919	11110	17336	22068	28108	30710	33006	34310	36436

Una vez construida esta tabla se procede a ordenar los valores mensuales para todos los años disponibles en forma creciente por mes.

PASOS DE PROCESAMIENTO

- Se consideran los datos de por lo menos diez años de capturas.
- Las capturas se presentan como capturas mensuales en un total anual.
($t_{mes1} + t_{mes2} + \dots + t_{mes12} = \text{total capturas año de la especie}$), con los datos proporcionados al fin del año calendario.
- Se procesan las capturas como capturas acumuladas mensualmente (Tabla 1). Siendo:
- $CA = \text{mes 1} + (\text{mes 1} + 2) + (1 + 2 + 3) + \dots + (1 + 2 + \dots + (CA) 12 = T)$.
- Una vez hecha esta tabla, el paso siguiente es ordenar las capturas mensuales acumuladas en forma creciente.
- Se construye una tabla que comprende todos los valores con las capturas mensuales colocadas en forma creciente (Tabla 2). Se obtienen series de curvas de valores reales que se agrupan progresivamente desde las menores capturas obtenidas para cada mes, en un lapso de años considerados hasta las máximas capturas. Es de destacar que la observación de estos valores colocados en esta forma, permite ver la coincidencia de la cifra determinada generalmente como CTP de corvina con la mediana de los totales de las capturas ordenadas o con la mediana +1.

Tabla 2. Capturas de corvina (t) para los años 1997-2008; valores reales ajustados ordenados en forma ascendente

Series	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May	Jun.	Jul.	Ago	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
1	353	1678	4398	6990	7796	8148	8918	9809	12104	14708	16605	20110
2	733	2398	4779	7027	9112	12241	15900	19906	21955	23687	26481	28649
3	1120	3049	4847	7390	9415	12836	16479	20080	22113	24926	27099	28846
4	1274	3067	5074	7549	10026	13227	16822	21259	25230	27027	27999	28972
5	1475	3225	5679	8155	10505	14488	19725	25187	29883	31735	33625	34836
6	1497	3380	5898	9307	13138	16041	21463	27419	30138	31975	34335	37031
7	1517	3836	7130	10501	13169	17043	22011	28156	30685	33312	35403	37444
8	1552	4343	7653	11132	13265	17200	22403	28502	32585	35188	36987	38004
9	1560	4386	8301	11640	13693	19501	25783	29813	33466	35728	37185	38520
10	2310	5922	9959	13450	15829	19803	26191	30288	34100	36150	37711	40384
11	2751	6408	10012	13562	16996	19911	26279	30936	35046	36894	38255	42645
12	2939	7294	11804	14042	18571	21273	26312	32458	38820	41433	42203	49380

- Se comparan las capturas del año en curso que se quieren pronosticar, con las capturas de la Tabla 2 realizadas hasta el mes que se toma como base para iniciar la proyección.
- El procedimiento se implementa generalmente entre los meses de junio, y agosto (preferiblemente a partir de julio) y se los incluye en la tabla en la última fila.

PROCEDIMIENTO DE PROYECCIÓN

- Una vez construida la tabla de capturas mensuales acumuladas crecientes, se incluyen los valores del año en curso. Se compara el valor del último mes, se busca en la columna correspondiente al mismo mes su ubicación referida al valor de captura y para el caso de hacer la proyección directa, se intercala dentro de la tabla en forma creciente en la misma. Una vez incluido este valor en la tabla, se toman al mes siguiente los valores correspondientes a esa tendencia lo que nos permite ubicar la proyección que podría tener la captura a alcanzar durante ese año. A partir del reporte de los valores del mes siguiente se repite el procedimiento y se obtiene una nueva proyección. Posteriormente se continúan proyectando las capturas con los valores de los meses siguientes y se traza una curva que incluya los valores hasta el mes de diciembre. La comparación de esta curva con el valor de la CTP establecida, nos permitirá tener una aproximación de la CTP que se va a alcanzar antes de finalizar el año calendario.

Tabla 3. Capturas de corvina (t). Valores reportados mensualmente año 2009

Mes report.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Marzo	1210	3960	6887									
Abril	1210	3965	6981	8539								
Mayo	1210	3965	6981	8539	10578							
Junio	1210	3727	6711	8402	10457	14488						
Julio	1210	3727	6714	8477	10606	16274	19725					
Agosto	1210	3727	6714	8440	10596	16264	19979	25187				
Sept.	1210	3777	6933	8929	11186	17335	21911	27727	30138			
Oct.	1210	3777	6933	8929	11186	17312	21888	27708	30148	31975		
Nov	1210	3761	6908	8893	11084	17310	22043	28138	30740	33025	34335	
Dic.	1210	3761	6908	8919	11110	17336	22068	28108	30710	33006	34310	36436

En la Tabla 3 se presentan los valores informados por los países para el año 2009, mensualmente, con carácter provisorio. En la misma se puede apreciar que los datos se ajustan mes a mes de acuerdo con los procedimientos de recolección de datos de los países. Los valores de la Tabla 3 son los que se utilizan para realizar el procedimiento de proyección.

- En caso de que se utilice el factor de corrección (CF) se busca en la columna correspondiente al mes que se inicia, el cálculo del valor más próximo al último dato reportado. A partir de allí se calcula el factor de conversión que se aplicará posteriormente a todos los valores mensuales subsiguientes correspondientes a la tendencia hallada, lo que permite trazar la curva de proyección.

Construcción del gráfico de proyección

- Una vez identificados estos posibles valores, se los traslada a una nueva tabla que incluye los valores reales al último mes y los proyectados. Con ellos se grafica la curva de proyección.

Cálculo con Factor de Conversión CF

- Una vez obtenido el valor real y el valor más próximo de la tabla anteriormente usada, el **CF** se calcula de la siguiente manera:
 - Valor real = Vr (Valor reportado con carácter provisorio por los países para un mes dado)
 - $CF = Vr * 100 / Vmp$, siendo Vmp el Valor más próximo, definido como el valor correspondiente en la tabla 2 más cercano al valor real
 - $Vp = Valor\ del\ mes\ siguiente\ de\ Vmp * CF$ (si **CF** > 100 el resultado se debe dividir por 100)

APORTES PARA LA DETECCIÓN DE UNA ALERTA TEMPRANA...

Hebert Nion / Sebastián Horta

Los valores más próximos consecutivos se ajustan multiplicándolos por el **CF**, en el caso que **CF** fuera superior a 100, el resultado del ajuste se divide por 100, lo que permite trazar la curva de predicción.

Tabla 4. Factores de conversión (CF), año 2009 meses junio-noviembre

	Junio	Julio	Agosto	Septiem.	Octubre	Noviem.	Diciem.
Valor real	14488	19725	25187	30138	31975	34335	36436
Valor +prox.	13227	21463	27492	30685	31975	33625	
Factor CF	109,53	0,92	0,92	0,98	0	102,11	

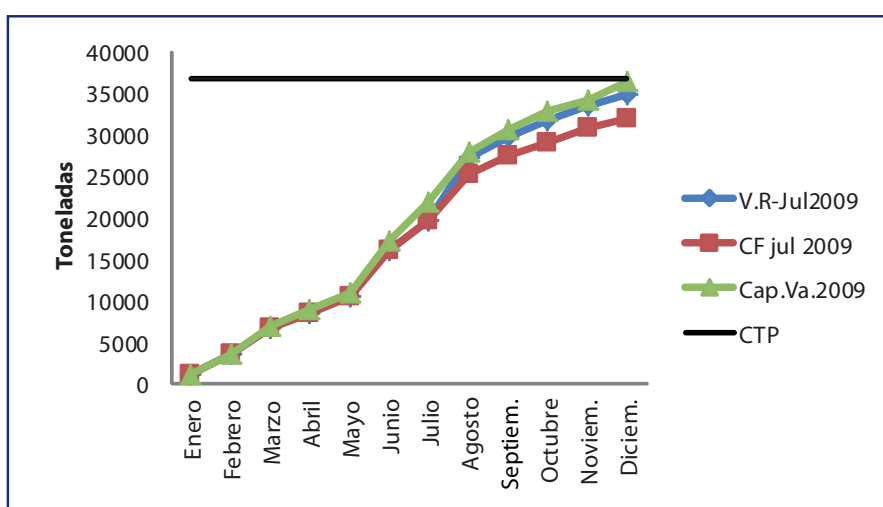


Figura 1. Proyecciones de capturas a partir de junio de 2009 con valores reportados y con CF. Siendo Cap.VA. 2009 la curva de captura con valores finales y V.R.mes 2009 la curva proyectada al mes en cuestión.

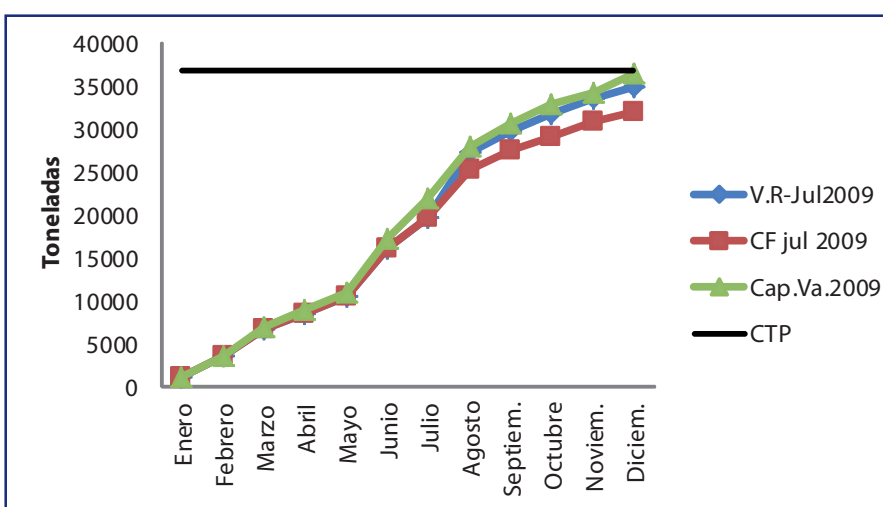


Figura 2. Proyecciones de capturas a partir de julio de 2009 con valores reportados y con CF. Siendo Cap.VA. 2009 la curva de captura con valores finales y V.R.mes 2009 la curva proyectada al mes en cuestión.

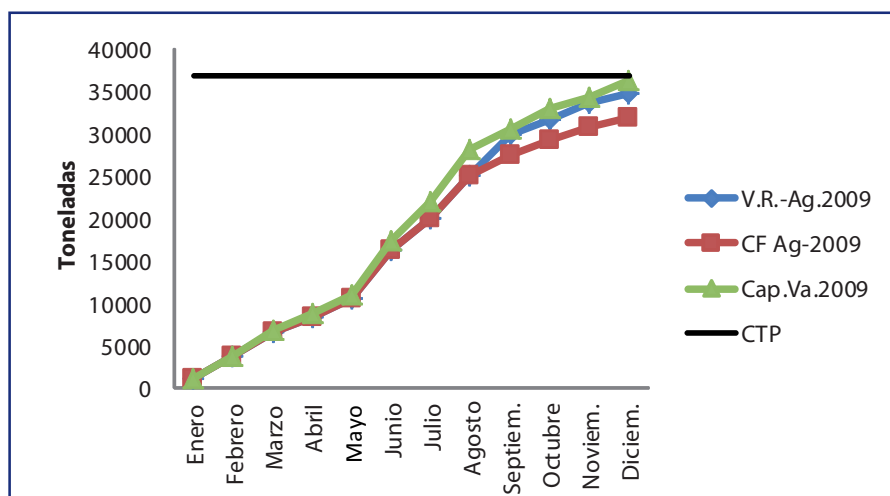


Figura 3. Proyecciones de capturas a partir de agosto de 2009 con valores reportados y con CF. Siendo Cap.VA. 2009 la curva de captura con valores finales y V.R. 2009 la curva proyectada al mes en cuestión.

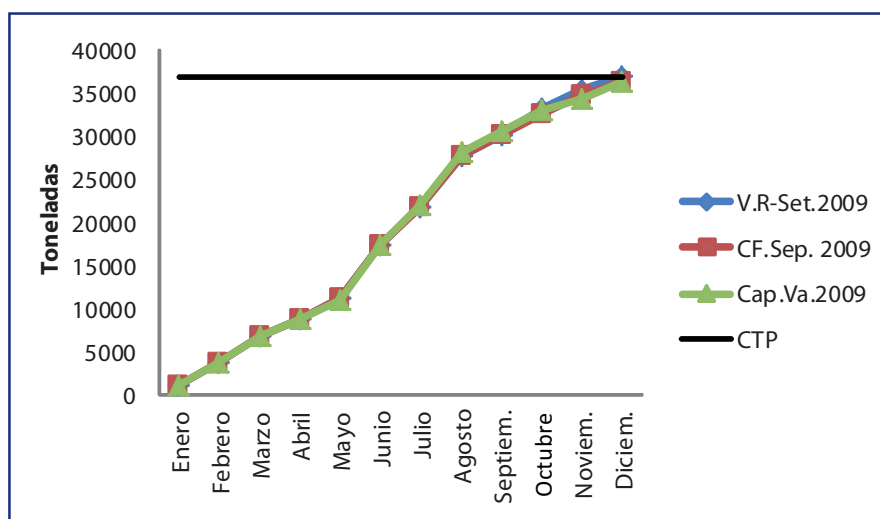


Figura 4. Proyecciones de capturas a partir de septiembre de 2009 con valores reportados y con CF. Siendo Cap.VA. 2009 la curva de captura con valores finales y V.R.mes 2009 la curva proyectada al mes en cuestión.

En la serie de gráficos (Fig.1-6) Cap.VA. 2009 corresponde a la curva de captura del año 2009 con valores finales de captura de corvina. V.R.mes 2009 corresponde a la curva proyectada con valores de la Tabla 3 reportados mensualmente. Mientras que CF. Mes 2009 corresponde a los valores proyectados utilizando el valor de conversión CF.

APORTES PARA LA DETECCIÓN DE UNA ALERTA TEMPRANA...

Hebert Nion / Sebastián Horta

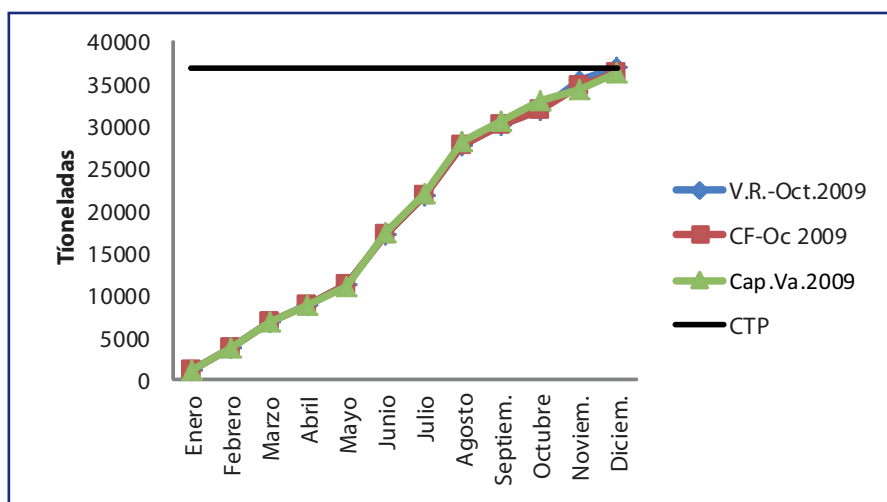


Figura 5. Proyecciones de capturas a partir de octubre de 2009 con valores reportados y con CF. Siendo Cap.VA. 2009 la curva de captura con valores finales y V.R.mes 2009 la curva proyectada al mes en cuestión.

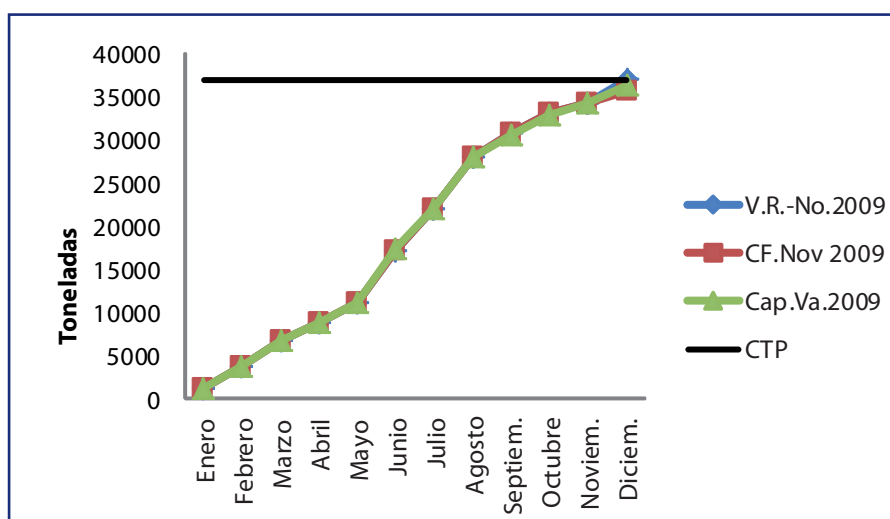


Figura 6. Proyecciones de capturas a partir de noviembre de 2009 con valores reportados y con CF. Siendo Cap.VA. 2009 la curva de captura con valores finales y V.R.mes 2009 la curva proyectada al mes en cuestión.

Una vez iniciado el proceso de cálculo de la predicción mes a mes, cuando se observa la posibilidad de que la captura en el período en curso, tenga probabilidad de alcanzar la CTP establecida antes de finalizar el año calendario, se está en condiciones de advertir a la Comisión a los efectos de tomar las medidas que la misma entienda pertinente.

Tabla 5. Proyecciones de capturas a partir de junio de 2009. Se detallan los valores reportados (V.R.), el factor de conversión (CF) y los valores finales de captura (Cap.Va)

	En.	Feb.	Mar.	Ab.	May.	Jun	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
V.R.-Jun2009	1210	3727	6711	8402	10457	14488	21463	27419	29883	31735	33625	34836
CF -Ju 2009	1210	3727	6711	8402	10457	14488	18429	23285	27627	29603	30667	31379
Cap.Va.2009	1210	3761	6908	8919	11110	17336	22068	28108	30710	33006	34310	36436
V.R-Jul2009	1210	3727	6714	8477	10606	16274	19725	27419	29883	31735	33625	34836
CF jul 2009	1210	3727	6714	8477	10606	16274	19725	25225	27492	29196	30935	32049
Cap.Va.2009	1210	3761	6908	8919	11110	17336	22068	28108	30710	33006	34310	36436
V.R-Ag.2009	1210	3727	6714	8440	10596	16264	19979	25187	29883	31735	33625	34836
CF Ag-2009	1210	3727	6714	8440	10596	16264	19979	25187	27492	29196	30935	32049
Cap.Va.2009	1210	3761	6908	8919	11110	17336	22068	28108	30710	33006	34310	36436
V.R-Set.2009	1210	3777	6933	8929	11186	17335	21911	27727	30138	33312	35403	37031
CF.Sep. 2009	1210	3777	6933	8929	11186	17335	21911	27727	30138	32646	34695	36290
Cap.Va.2009	1210	3761	6908	8919	11110	17336	22068	28108	30710	33006	34310	36436
V.R-Oct.2009	1210	3777	6933	8929	11186	17312	21888	27708	30148	31975	35403	37031
CF-Oc 2009	1210	3777	6933	8929	11186	17312	21888	27708	30148	31975	34695	36290
Cap.Va.2009	1210	3761	6908	8919	11110	17336	22068	28108	30710	33006	34310	36436
V.R-No.2009	1210	3761	6908	8893	11084	17310	22043	28138	30740	33025	34335	37031
CF.Nov 2009	1210	3761	6908	8893	11084	17310	22043	28138	30740	33025	34335	35571
Cap.Va.2009	1210	3761	6908	8919	11110	17336	22068	28108	30710	33006	34310	36436

*Se resaltan en negrita los valores proyectados

Procedimiento para el cálculo de la fecha de cierre de la pesquería

En base a la proyección, se está en condiciones de estimar la fecha probable en que se alcance la CTP. Puede suceder que coincida con la finalización o el comienzo de un mes, lo cual facilitaría la fijación de la fecha de cierre. De otra manera se hace necesario estimar el día en que esto es probable que ocurra.

Para calcular el día más probable que se alcance la CTP por parte de las flotas que operan sobre el recurso y ajustar la fecha de cierre, es necesario entonces hacer un estimado de la captura diaria de ambas flotas. Para esto se compara el mes donde la curva proyectada corta con la CTP establecida. En caso de que ese valor se encuentre fuera del punto de corte en el inicio del mes, se hace necesario calcular una captura diaria teórica a los efectos de conocer el día en que se va a cerrar la pesquería.

APORTES PARA LA DETECCIÓN DE UNA ALERTA TEMPRANA...

Hebert Nion / Sebastián Horta

El cálculo de la captura diaria se puede realizar sobre la base de la captura del último mes reportado dividido por el número de días de ese mes, lo que nos permite tener una captura diaria teórica estimada y así calcular el día que se va a alcanzar la CTP.

La aplicación de esta metodología a otras especies pescadas en el área del Tratado y consideradas prioritarias por la CTMFM, permitió que para la gran mayoría de los casos los resultados fueran similares a los obtenidos con la corvina. Sin embargo en el caso de la merluza es necesario hacer algunos ajustes en razón de la operatividad de las flotas.

En este caso cuando una de las flotas deja de operar sobre el recurso o lo hace en muy bajo nivel, se toman dos opciones para el cálculo del valor proyectado:

- a) Se toman todos los valores reportados a través del año.
- b) Se tienen en cuenta los valores de la flota que continúa trabajando a partir del mes correspondiente.

Cabe destacar que los mejores ajustes se lograron con la opción b.

DISCUSIÓN

El método presentado en cualquiera de sus dos variantes permite hacer una proyección de las capturas de una especie en base a los datos de los desembarques provisorios reportados mensualmente por los países. Los resultados que se muestran en los gráficos de proyección muestran que los resultados coinciden con las capturas reales en una forma aceptable. La precisión de la proyección se ajusta mejor con la información de los datos a partir del mes de septiembre. Sin embargo, se entiende conveniente comenzar con el procedimiento de proyección a partir del mes de junio, ya que de esta manera se puede intuir con mayor precisión en qué mes va a ser necesario recibir con mayor antelación los reportes de capturas a los efectos del cierre de la pesquería.

CONCLUSIONES

Se presenta una metodología, desarrollada por la Secretaría Técnica, que a través de un procedimiento simple, permite hacer un aporte a la predicción de una alerta temprana de la posible necesidad de cierre de una pesquería en la que se ha establecido una captura total permisible. El procedimiento ha

sido empleado para el seguimiento en particular de la pesquería de corvina en el área del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo, así como también con otras especies de interés para la CTMFM y su empleo ha permitido hacer un seguimiento apropiado de las capturas.

BIBLIOGRAFÍA

Caddy, J.F.; Mahon, R. 1996. Puntos de referencia para la ordenación pesquera. FAO *Documento de Técnico de Pesca*. N°347. FAO Roma, 109 p.

Nion, H. 2010. Medidas adoptadas por la CTMFM para el manejo de la pesquería costera en

el área del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo. FRENTE MARÍTIMO Vol.21: 175-180.

Nion, H. 2010b. La pesquería costera en el área del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo. FRENTE MARÍTIMO Vol.21:7-14.

Densidad, porcentaje de juveniles y estructura de tallas de merluza (*Merluccius hubbsi*) al norte de los 41° S. Período 1996-2008

LUCIANA L. D'ATRI Y ROBERTO CASTRUCCI

*Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)
Paseo Victoria Ocampo N° 1, CC 175, 7600 Mar del Plata, Argentina.*

datri@inidep.edu.ar
rocastru@inidep.edu.ar

RESUMEN: Se analizó la información proveniente de las campañas de evaluación de merluza (*Merluccius hubbsi*) al norte de 41° S para determinar el estado del stock en el período 1996 – 2008. Se apreció una importante disminución de las densidades tanto en toneladas como en individuos por milla náutica cuadrada, siendo de un 75 % y 82 % respectivamente. El sector uruguayo de la ZCPAU al norte de los 37° S se caracterizó por altas concentraciones, principalmente de individuos juveniles, la última de gran importancia fue la del año 2001, densidades aunque de menor importancia se localizaron entre 39° 30' y 41° S y a profundidad. Se registraron fluctuaciones de las tallas medias a través de los años analizados, dependiendo del porcentaje de juveniles en la población. Para el área se observó una estructura unimodal, las modas rondaron entre los 20 y los 30 cm, que

se correspondieron con ejemplares juveniles de edad 1. Para los años que presentaron una estructura bimodal (1996, 1999, 2005 y 2008), la segunda moda estuvo entre 36 y 41 cm. El número de individuos adultos disminuyó un 70 % durante el período analizado.

PALABRAS CLAVE: merluza, juveniles, densidad, estructura de tallas.

SUMMARY: DENSITY, PERCENTAGE OF JUVENILES AND SIZE STRUCTURE OF HAKE (*Merluccius hubbsi*) AT NORTHERN OF 41 ° S. PERIOD 1996-2008.- Information from research surveys hake's evaluation (*Merluccius hubbsi*) at North of 41° S was analyzed to know the state of stock in the period 1996-2008. A significant decrease of densities both individuals and tons

per nautical mile square was appreciated, with 75% and 82% respectively. The Uruguay sector of ZCPAU at North of 37° S was characterized by high concentrations of hake, primarily juveniles, the last concentration of major importance was in the year 2001. It was observed a fall of densities in the area, concentrations although minor importance were located between 39 ° 30' S and 41 ° S and at depth. Some fluctuations of mean size depending of juveniles' percentage in the population was observed in the years

analyzed. For the area was observed a unimodal structure, mode was estimate between 20 and 30 cm, corresponding with juveniles (age 1). Over the years that presented a bimodal structure (1996, 1999, 2005 and 2008), the second mode was between 36 and 41 cm. The number of adult individuals fell 70% during the period under consideration.

KEY WORDS: hake, juveniles, density, size structure.

INTRODUCCIÓN

El sector entre 34° S y 41° S, desde la costa hasta los 400 m de profundidad, conforma el área de distribución del efectivo norte de merluza (*Merluccius hubbsi*) y contiene a la Zona Común de Pesca Argentino – Uruguay (ZCPAU).

En setiembre de 1986, a partir de una campaña conjunta argentino– uruguaya se obtuvo como resultado que en el sector entre los 35° y 36° S, los valores medios de densidad en los lances rondaron las 35 t/mn² y las tallas medias fueron bajas (entre 20 y 27 cm) (Bezzi, 1987). Las mayores densidades (72 t/mn²) se localizaron a profundidad (Bezzi *et al.*, 1987). Al sur de los 37° S los rendimientos fueron bajos, aunque algunos lances alcanzaron las 80 t/mn² y con predominio de ejemplares adultos (Bezzi, 1987).

En 1993 la densidad media estimada a partir de campañas de investigación en el sector entre 34° y 41° S fue de 3,5 t/mn², y en la ZCPAU de 2,7 t/mn² (Bambill *et al.*, 1996). En 1996 fue de 10,46 t/mn² y de 10,10 t/mn² respectivamente. Se halló en la ZCPAU entre los 35° y los 36° S un área de concentración, con lances que presentaron valores de hasta 165 t/mn², mayormente de individuos juveniles (menores a 35 cm) (Villarino *et al.*, 2000).

A partir de 1996, se llevaron a cabo una serie de campañas anuales de evaluación de merluza al norte del paralelo 41° S, con el fin de estimar la abundancia del efectivo (Villarino, 1996; Renzi, 1997; Renzi e Ibáñez, 1998; Renzi y Lorenzo, 1999; Villarino, 2001; D'Atri, 2008).

El objetivo del presente trabajo fue analizar la información proveniente de las campañas de evaluación de merluza del efectivo norte de 41° S para brindar información sobre el estado de este efectivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

A partir del año 1996 se empleó y contó con un equipo SCANMAR y un juego completo de sensores en los barcos, para determinar las características, geometría de la red y el área barrida en cada lance de pesca (Pérez *et al.*, 1998). Anteriormente, el área barrida por lance se calculaba como el producto de la distancia entre alas y la distancia recorrida (distancia loxodrómica entre la posición inicial y final del lance de pesca). El cálculo de la distancia entre alas de la red durante el arrastre se realizó a partir de la distancia entre portones, obtenida a partir de la diferencia de apertura de los cables de arrastre en un metro de distancia, respecto del cable total filado al agua (Villarino *et al.*, 2000).

Por lo anterior, se utilizaron las campañas de evaluación de merluza del efectivo norte de 41° S de los años 1996 a 2001, 2003, 2005, 2006 y 2008. No se realizó la campaña del año 2002. En cuanto a las del 2004 y 2007 no se utilizaron en este análisis, debido a que con la primera hubo problemas en cuanto a las estimaciones de abundancia y la otra no cubrió todo el área de prospección llegando sólo a los 37° S, debido a problemas en el guinche de pesca.

En la Tabla 1 se muestra la fecha de realización de las campañas de evaluación de merluza al norte del paralelo de 41° S.

Tabla 1. Año, nombre de buque, fecha de inicio y finalización de las campañas de evaluación del efectivo norte de merluza			
	Nombre de Buque	Fecha de Inicio	Fecha de finalización
	Dr. E. L. Holmberg	21/7/96	13/8/96
	Dr. E. L. Holmberg	16/10/97	1/11/97
	Dr. E. L. Holmberg	7/8/98	31/8/98
	Dr. E. L. Holmberg	23/9/99	10/10/99
	Dr. E. L. Holmberg	14/10/00	16/11/00
	Dr. E. L. Holmberg	10/10/01	30/10/01
	Cap. Oca Balda	25/8/03	30/9/03
	Cap. Oca Balda	31/7/05	1/9/05
	Cap. Oca Balda	1/9/06	11/10/06
	Dr. E. L. Holmberg	3/10/08	23/10/08

Se aplicó un diseño de muestreo estratificado al azar. Los estratos se delimitaron en función de la batimetría y de la latitud. La asignación de lances se realizó en función de la superficie de cada

estrato y la varianza de las densidades de merluza provenientes de campañas anteriores al año 1994, llevadas a cabo en la misma época del año y corregidas en función de una biomasa media. La posición de los lances dentro de cada estrato se determinó mediante un programa generador de números aleatorios (Bambill *et al.*, 1996).

Con el fin de estandarizar las campañas se eliminó del análisis el estrato 12, ya que en algunos años se llevó a cabo la prospección de este estrato y en otros no. Este es un estrato de profundidad con lances de hasta 370 m (Fig. 1) lo que produjo problemas en el guinche de pesca para la realización de los mismos.

Se analizaron las densidades en toneladas y en número de individuos por milla náutica cuadrada, la estructura de talla, la talla media y el porcentaje de juveniles en el área norte del paralelo de 41° S que incluye la Zona Común de Pesca Argentino – Uruguaya (ZCPAU).

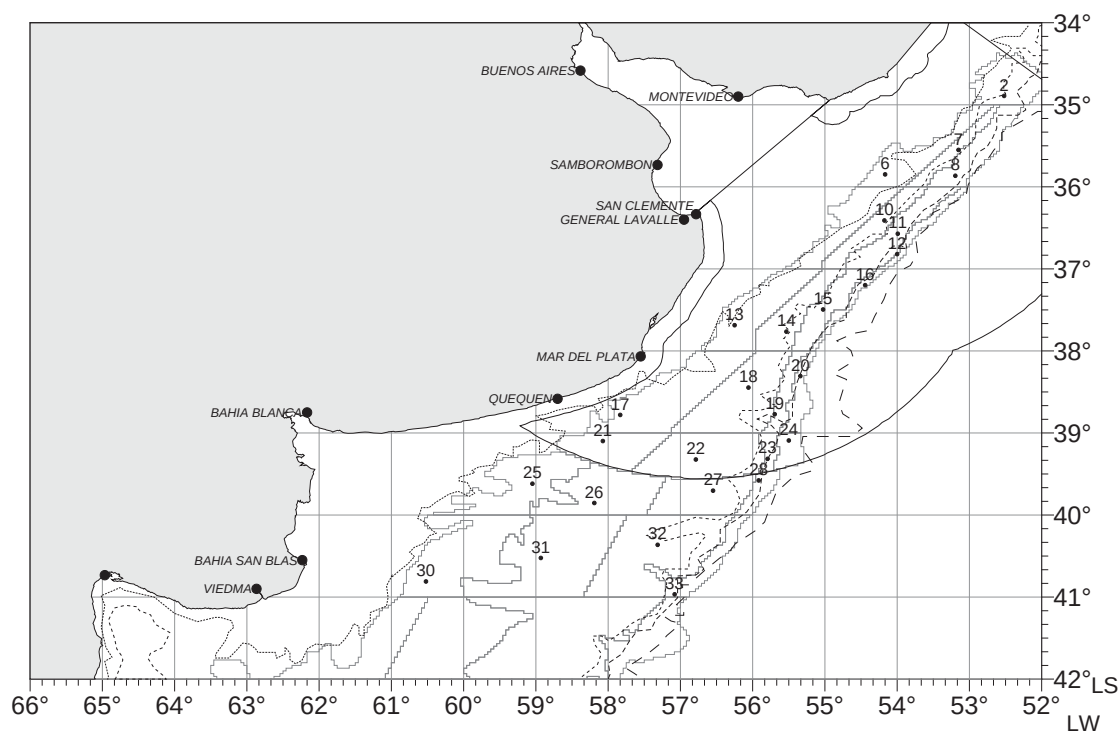


Figura 1. Estratos. Área norte de 41° S.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ANÁLISIS DE LA DENSIDAD

Densidad media anual

En la ZCPAU se cuenta con registros históricos de densidades medias de merluza (t/mn^2) de campañas globales (Otero *et al.*, 1981, 1982; Bezzi *et al.*, 1986), donde se registraron valores superiores a $60 t/mn^2$ en 1978 y a $50 t/mn^2$ en 1981. Nuevamente, en 1983 las estimaciones fueron mayores a $60 t/mn^2$, mientras que en 1993 la densidad media no superó las $27 t/mn^2$ (Bambill *et al.*, 1996). Estos datos pueden dar una idea de la magnitud de la abundancia del recurso por aquellos años.

En el período 1996 – 1999 se observó en el área norte de $41^\circ S$ una disminución de la densidad, tanto en toneladas como en número de individuos de 7 a $2,5 t/mn^2$ y de 22.000 a 7.500 individuos/ mn^2 aproximadamente (Fig. 2). En el año 2000 esta tendencia cambió, se alcanzó las $3,8 t/mn^2$ y el aumento en número fue más notorio 15.000 individuos/ mn^2 aproximadamente (Fig. 2).

En 2001 y 2003 se produce una disminución en las densidades, aunque de mayor importancia en el número de individuos (Renzi *et al.*, 2003). En 2005 continuó con la misma tendencia (Ibáñez y Cordo, 2005), y en 2006 hay un pequeño aumento en la densidad en toneladas no así en el número de individuos que continuó disminuyendo (Ibáñez, 2006). En el último año se observó un importante descenso en las dos ($1,8 t/mn^2$ y 5.000 individuos/ mn^2 aproximadamente) (D'Atri *et al.*, 2009).

La densidad en toneladas y en número de individuos disminuyó un 75 % y un 82 % respectivamente en el área norte de $41^\circ S$ a lo largo del período de análisis.

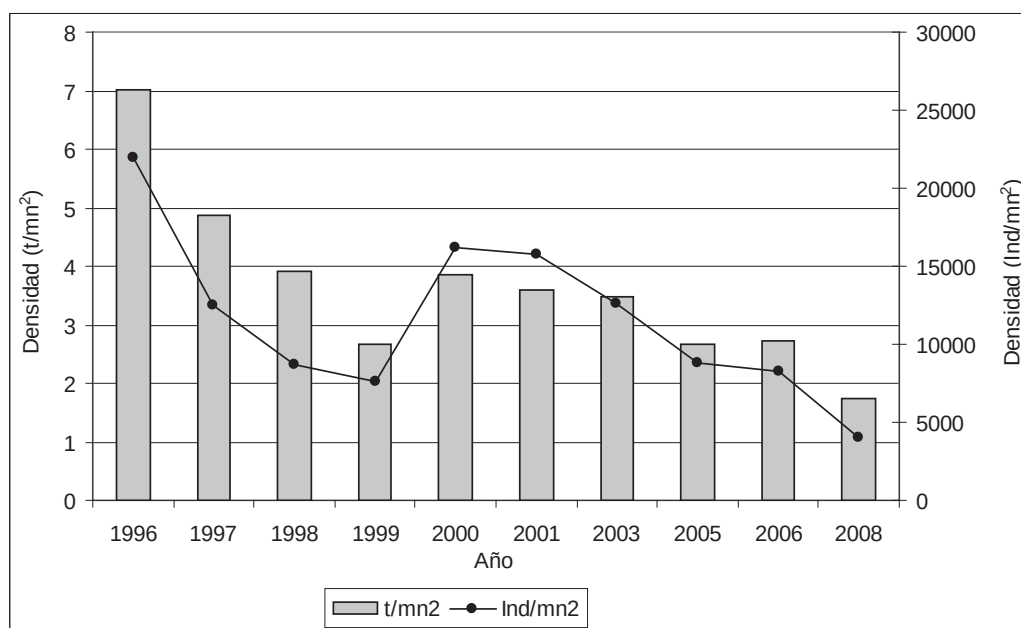


Figura 2. Densidad de merluza (t/mn^2 y individuos/ mn^2) en el área norte de $41^\circ S$. Años 1996 a 2001, 2003, 2005, 2006 y 2008.

Densidad y distribución de las concentraciones de individuos

En general, las mayores concentraciones de individuos se encontraron en el sector uruguayo de la ZCPAU entre 35° y 37° S, y fueron más importantes en los años 1996 (343 y 320 individuos/ $\text{mn}^2 \cdot 10^3$) y 2001 (478 y 274 individuos/ $\text{mn}^2 \cdot 10^3$) (Figs. 3 a 12). Se observó una importante disminución en las abundancias en el período 1996-1999, no observándose los núcleos de alta densidad en esa área. La mayor densidad observada fue de 143 individuos/ $\text{mn}^2 \cdot 10^3$ en 1999. Luego hubo un pequeño aumento en el año 2000 entre 36° y 37° S (151 individuos/ $\text{mn}^2 \cdot 10^3$). En 2001 se observaron importantes densidades en el área entre 36° y 35° S. Posteriormente, las concentraciones disminuyeron en 2003 (204 individuos/ $\text{mn}^2 \cdot 10^3$) y 2005 (195 individuos/ $\text{mn}^2 \cdot 10^3$) y se localizaron entre 36° y 37° S (Renzi *et al.*, 2003; Irusta *et al.*, en prensa). En 2006 los núcleos en este sector no fueron significativos (94 individuos/ $\text{mn}^2 \cdot 10^3$), y en el último año ya no se registraron concentraciones de importancia en la totalidad del área de distribución del efectivo.

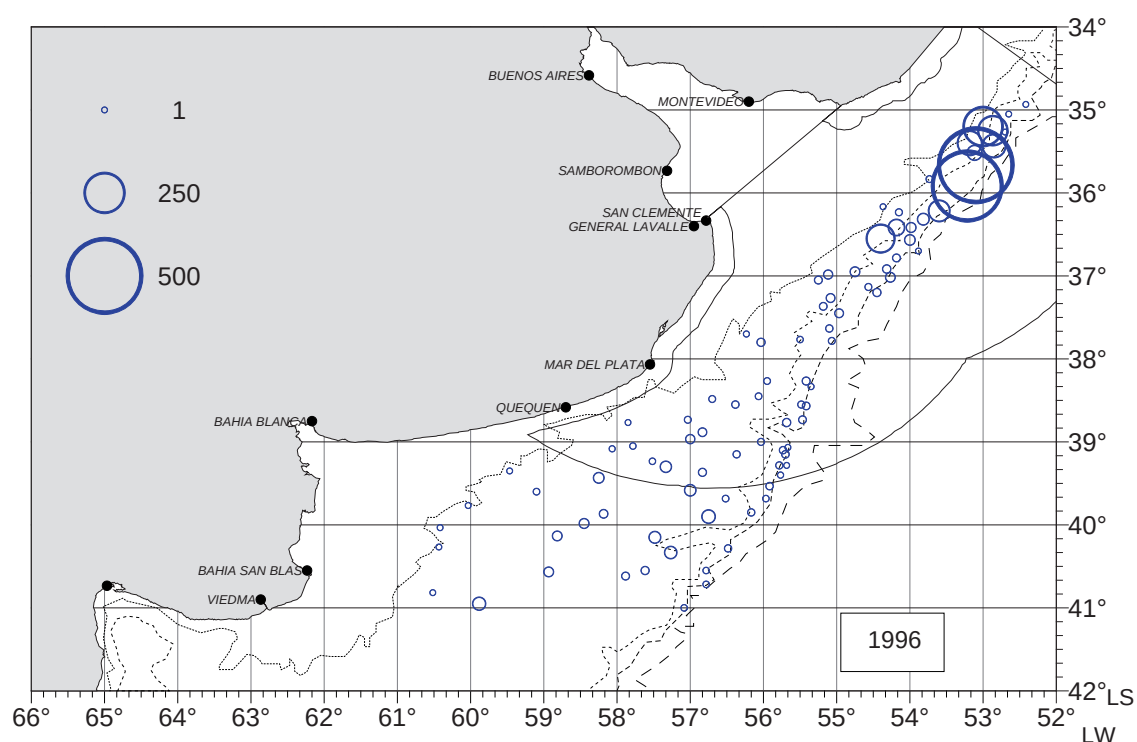


Figura 3. Densidad de merluza (miles de individuos/ mn^2). Efectivo norte. Año 1996.

DENSIDAD, PORCENTAJE DE JUVENILES Y ESTRUCTURA DE TALLAS DE MERLUZA...

Luciana L. D'Atri / Roberto Castrucci

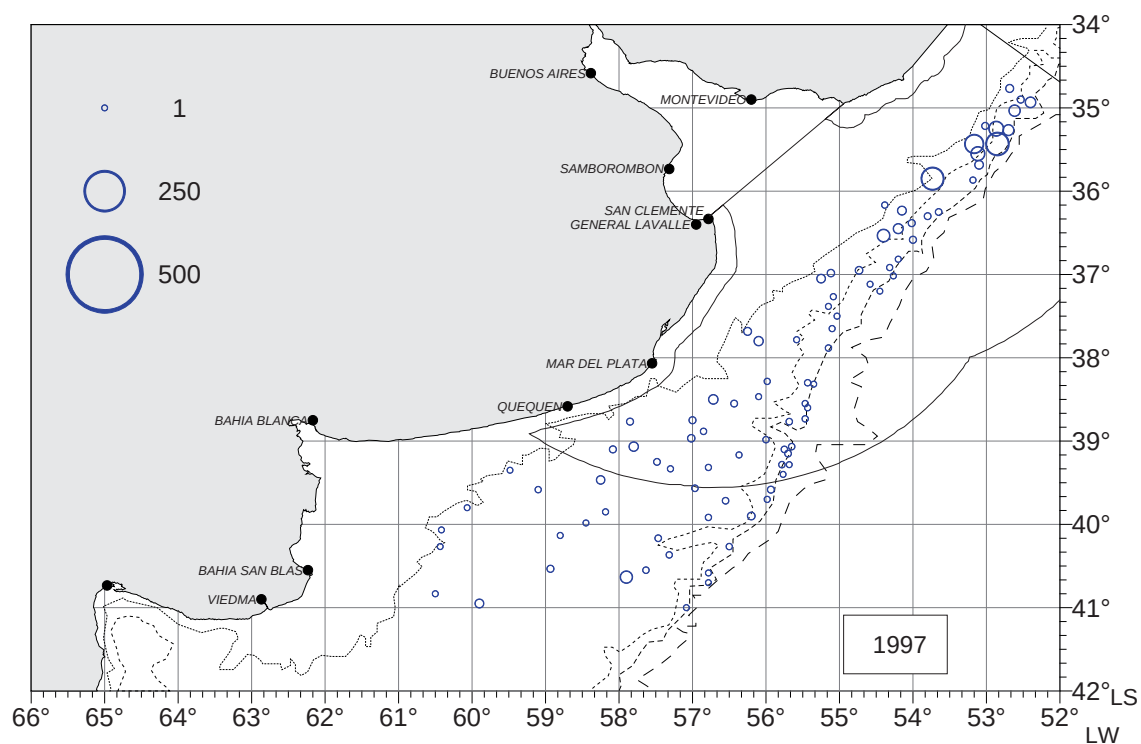


Figura 4. Densidad de merluza (miles de individuos/mn²). Efectivo norte. Año 1997.

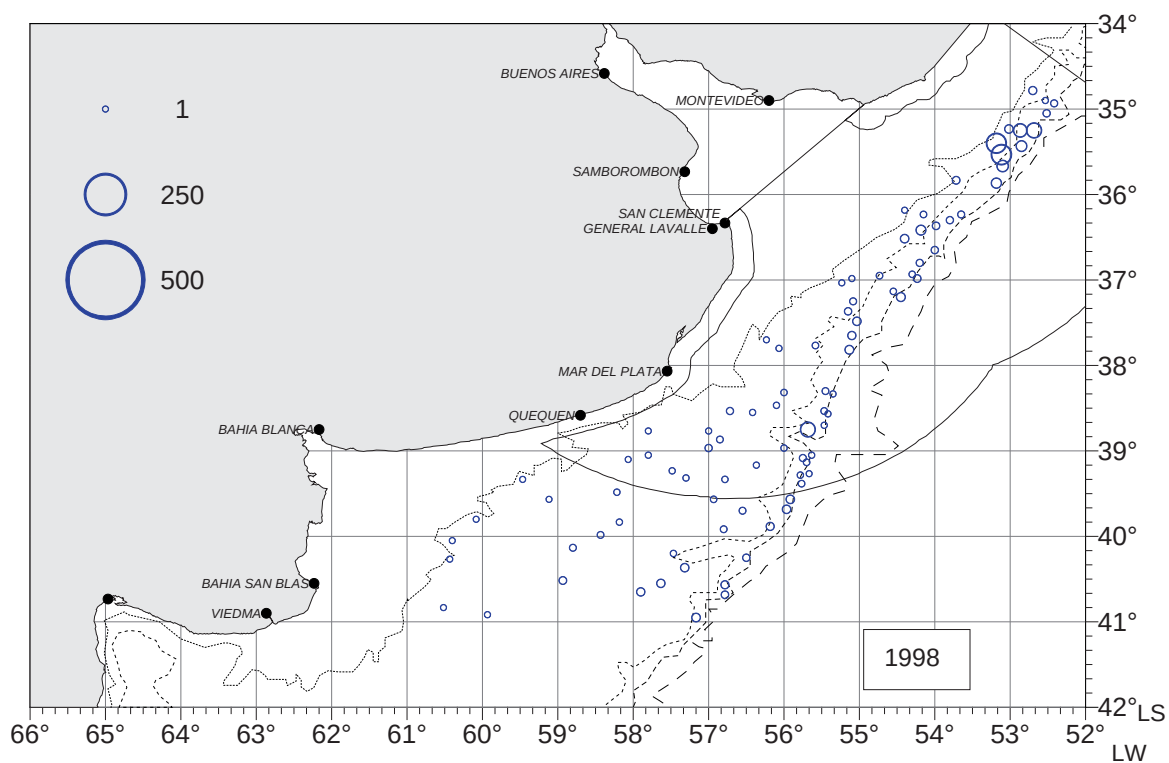


Figura 5. Densidad de merluza (miles de individuos/mn²). Efectivo norte. Año 1998.

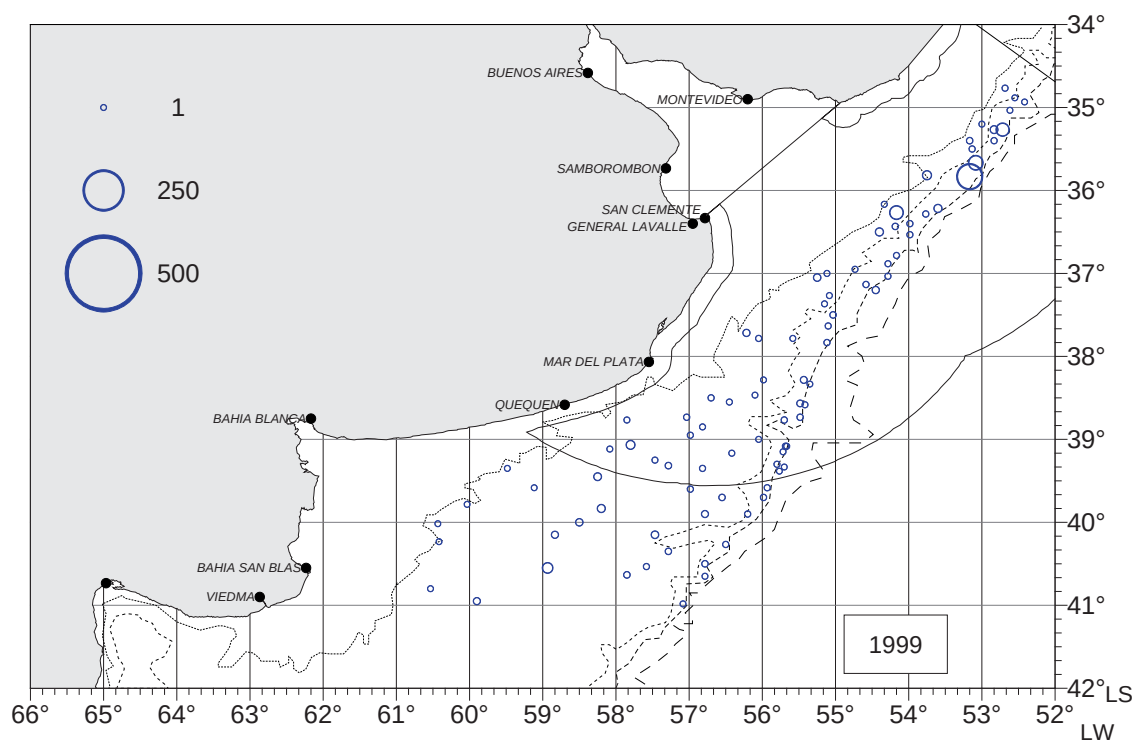


Figura 6. Densidad de merluza (miles de individuos/mn²). Efectivo norte. Año 1999.

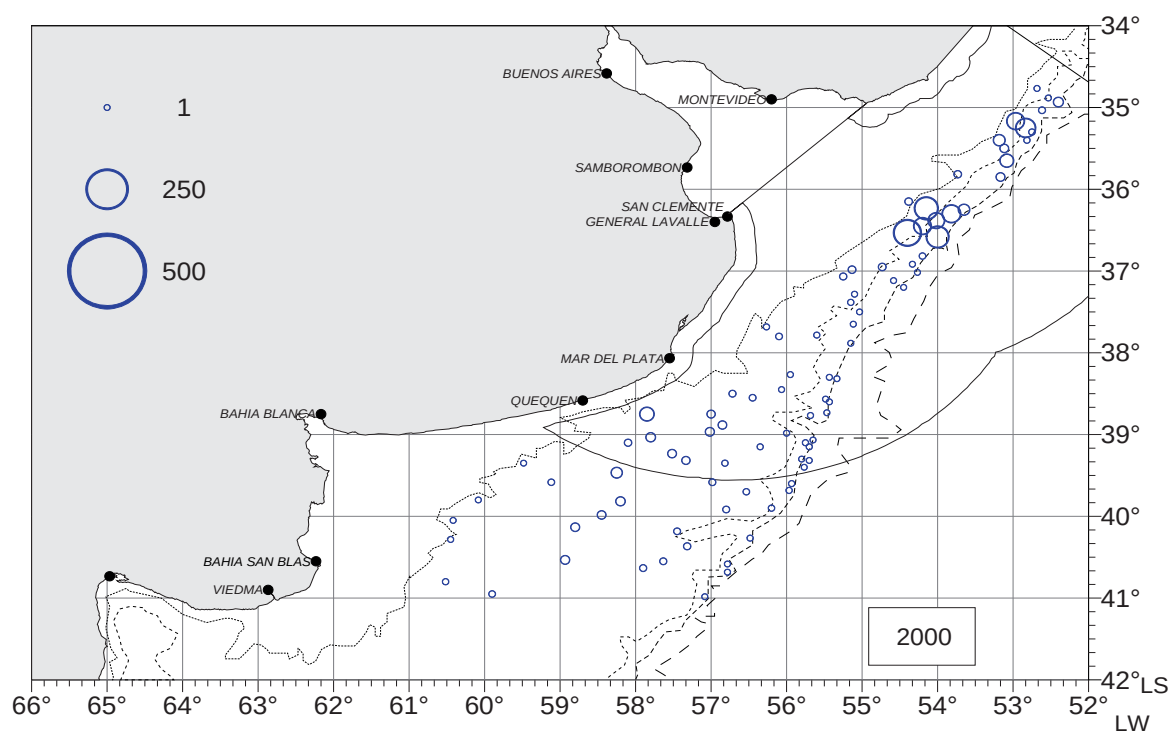


Figura 7. Densidad de merluza (miles de individuos/mn²). Efectivo norte. Año 2000.

DENSIDAD, PORCENTAJE DE JUVENILES Y ESTRUCTURA DE TALLAS DE MERLUZA...

Luciana L. D'Atri / Roberto Castrucci

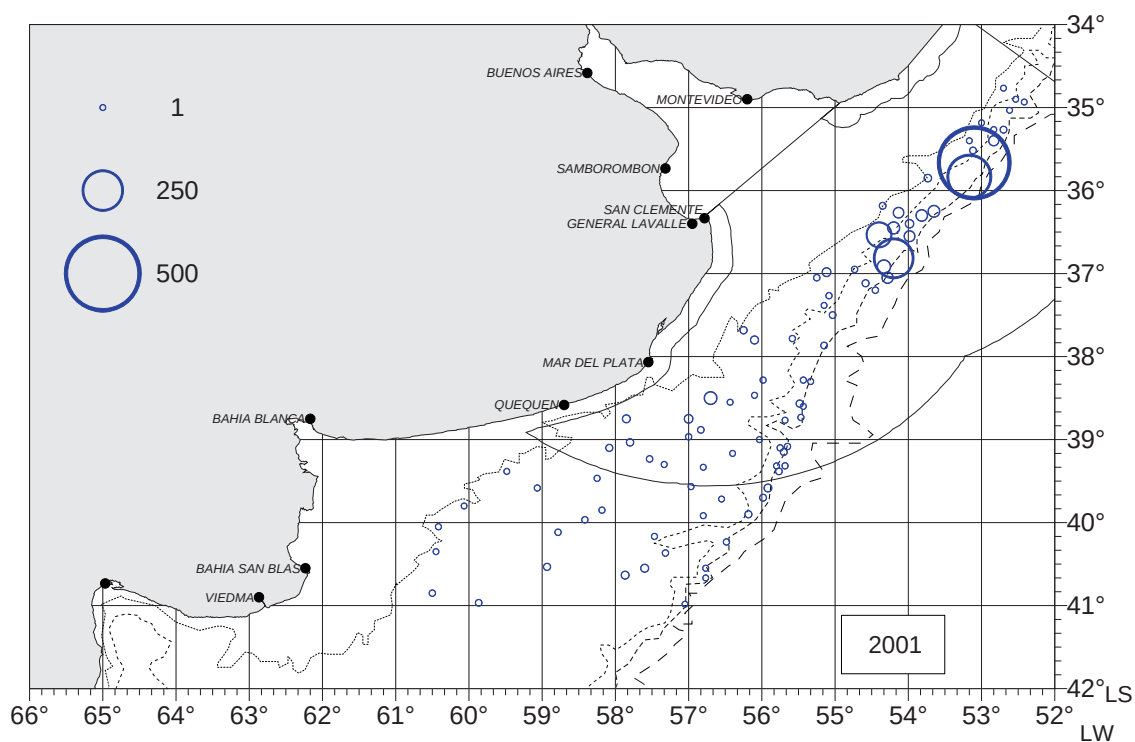


Figura 8. Densidad de merluza (miles de individuos/mn²). Efectivo norte. Año 2001.

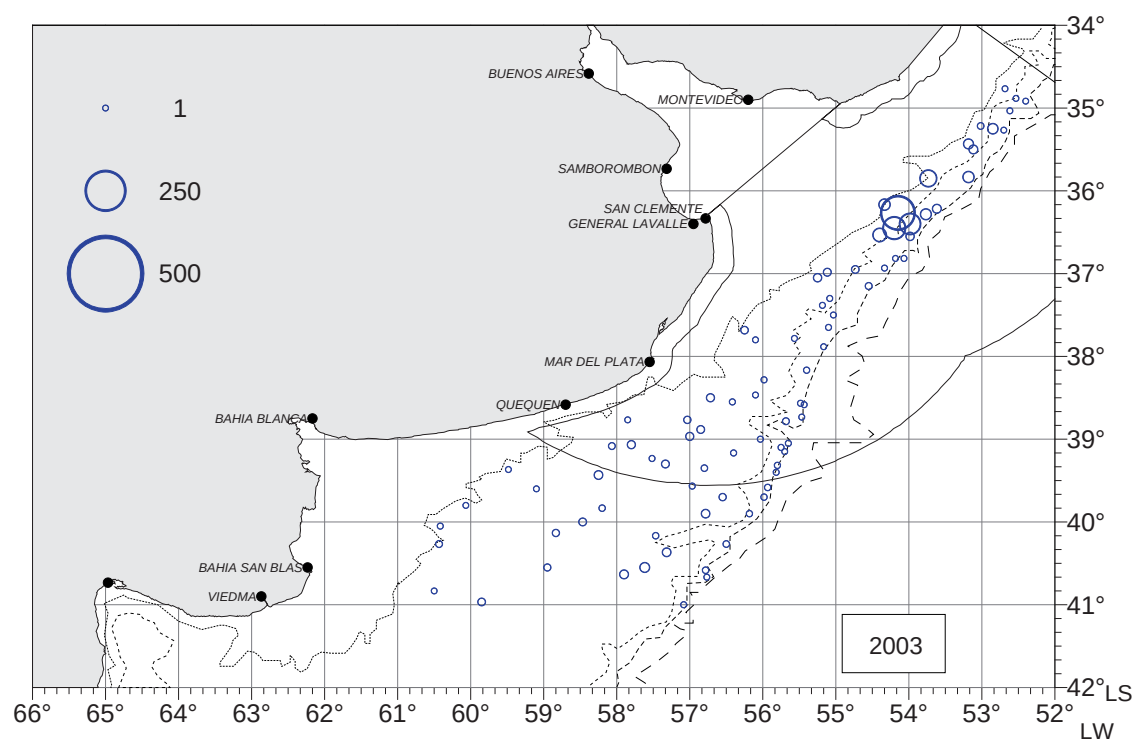


Figura 9. Densidad de merluza (miles de individuos/mn²). Efectivo norte. Año 2003.

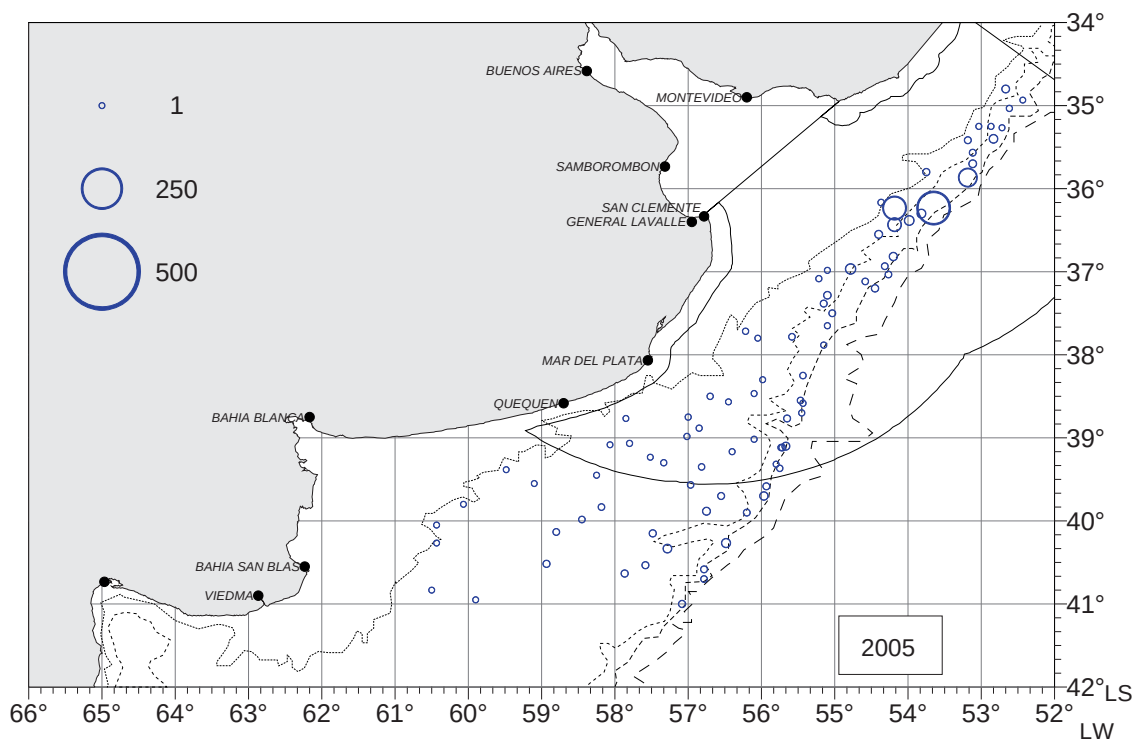


Figura 10. Densidad de merluza (miles de individuos/mn²). Efectivo norte. Año 2005.

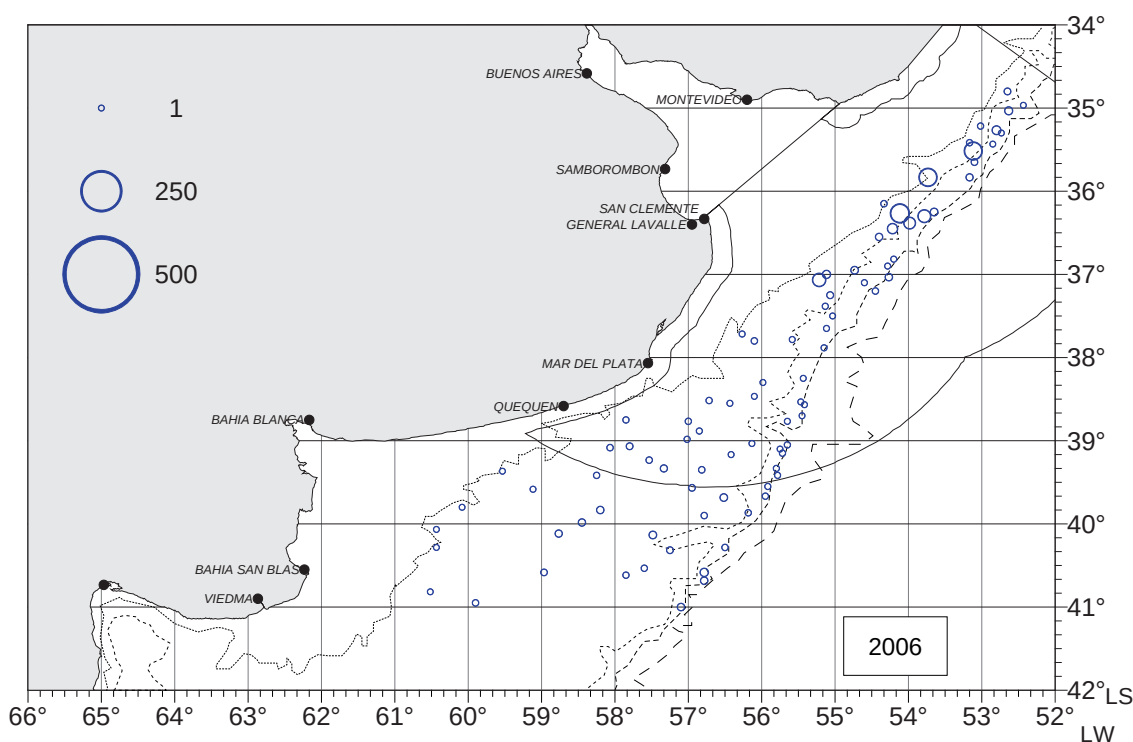


Figura 11. Densidad de merluza (miles de individuos/mn²). Efectivo norte. Año 2006.

DENSIDAD, PORCENTAJE DE JUVENILES Y ESTRUCTURA DE TALLAS DE MERLUZA...

Luciana L. D'Atri / Roberto Castrucci

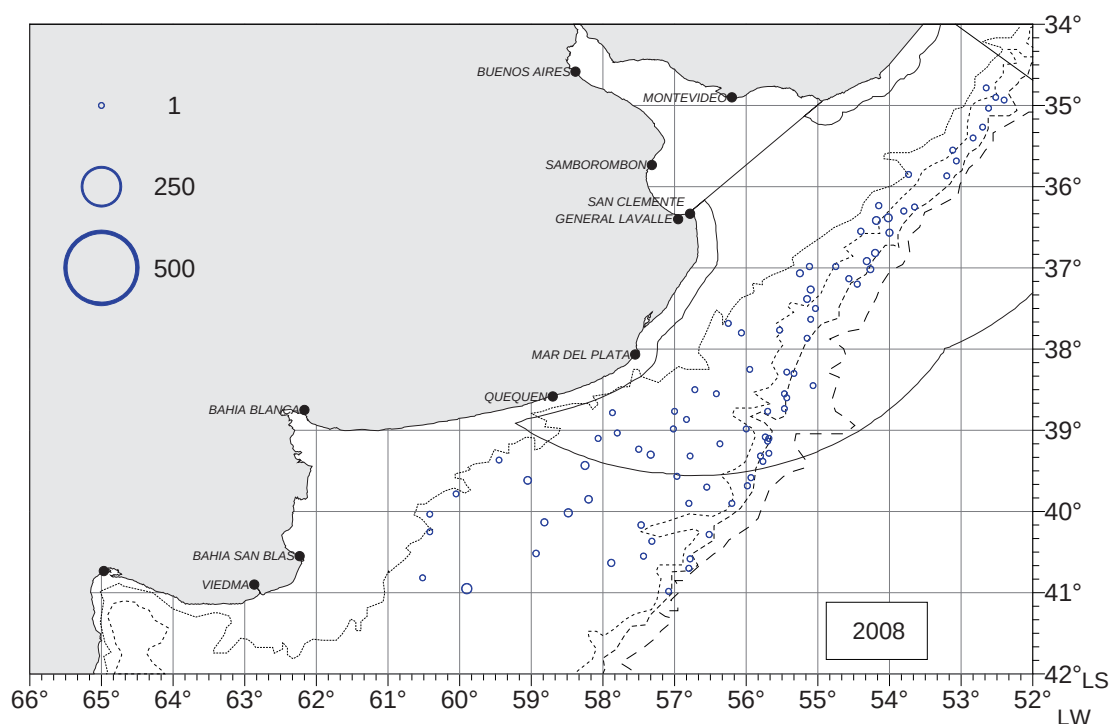


Figura 12. Densidad de merluza (miles de individuos/mn²). Efectivo norte. Año 2008.

Aunque las mayores densidades en toneladas por milla náutica cuadrada se ubicaron en el área norte de los 37° S, también en menor medida se observaron en el sector argentino de la ZCPAU y al sur de los 39° 30' S, principalmente en áreas cercanas a la isobata de 200 m (Figs. 13 a 22). Se observaron las mismas tendencias que en número de individuos por milla náutica cuadrada a través de los años. Entre 1996 y 1999 las principales concentraciones se ubicaron entre los 35° y los 36° S, con densidades que disminuyeron de 60 t/mn² a 20 t/mn². Registros más antiguos de campañas realizadas por el BIP Capitán Oca Balda en setiembre de 1986, citaron en este mismo sector densidades superiores a 72 t/mn², constituidas casi exclusivamente por individuos juveniles (Bezzi *et al.*, 1987).

En 1998 se localizó un núcleo de alta densidad entre 38° y 39° S cercano al talud (37 t/mn²). En 2000 las principales concentraciones se localizaron entre 36° y 37° S, con valores que rondaron las 28 t/mn². Luego de las altas concentraciones observadas en 2001 al norte de 37° S (58 t/mn²), en 2005 se observó un solo lance con alta densidad (45 t/mn²) en el sector uruguayo, también a profundidad. En 2006 las densidades en este sector disminuyen (20 t/mn²) y más aún en 2008. En el último año las mayores concentraciones se localizaron al sur de 40° S (14 t/mn²) en el área entre 39° 30' y 41° S (Fig. 22).

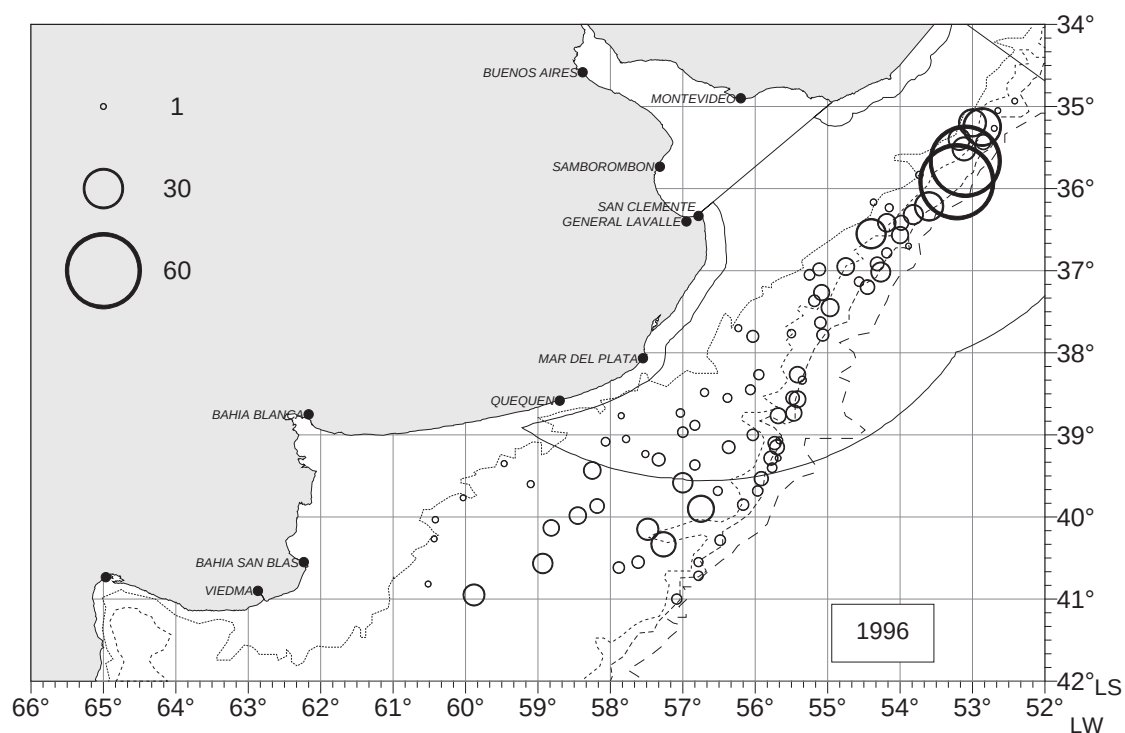


Figura 13. Densidad de merluza (t/mn^2). Efectivo norte. Año 1996.

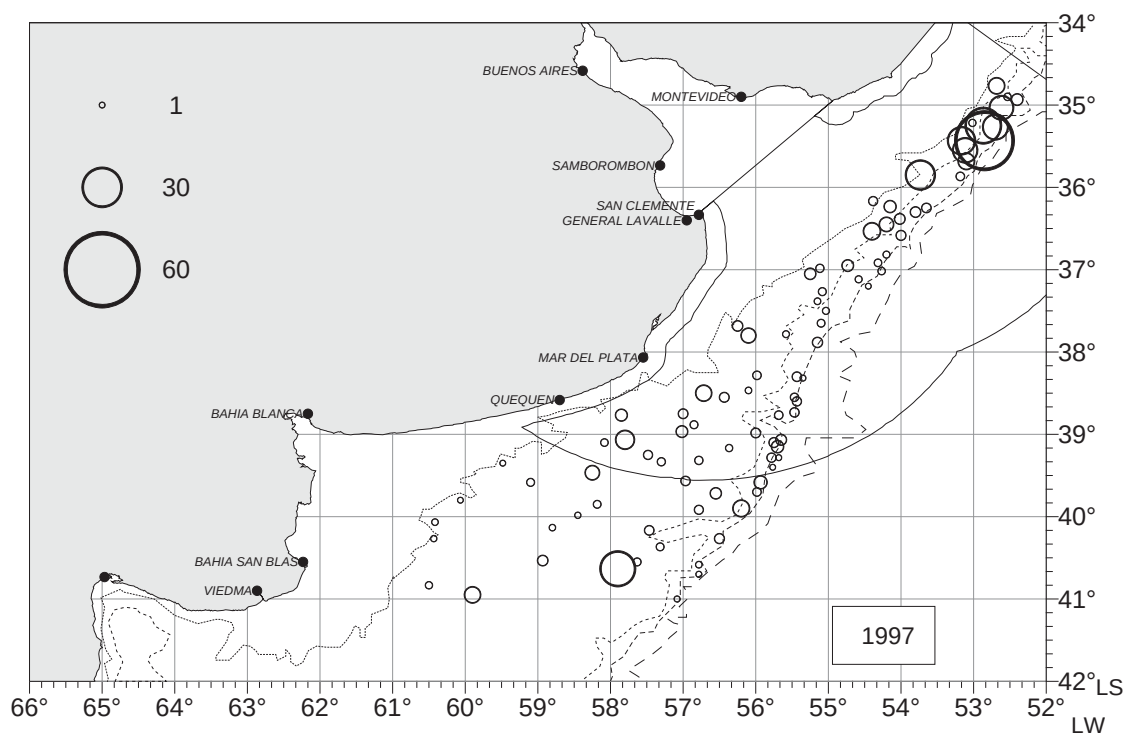


Figura 14. Densidad de merluza (t/mn^2). Efectivo norte. Año 1997.

DENSIDAD, PORCENTAJE DE JUVENILES Y ESTRUCTURA DE TALLAS DE MERLUZA...

Luciana L. D'Atri / Roberto Castrucci

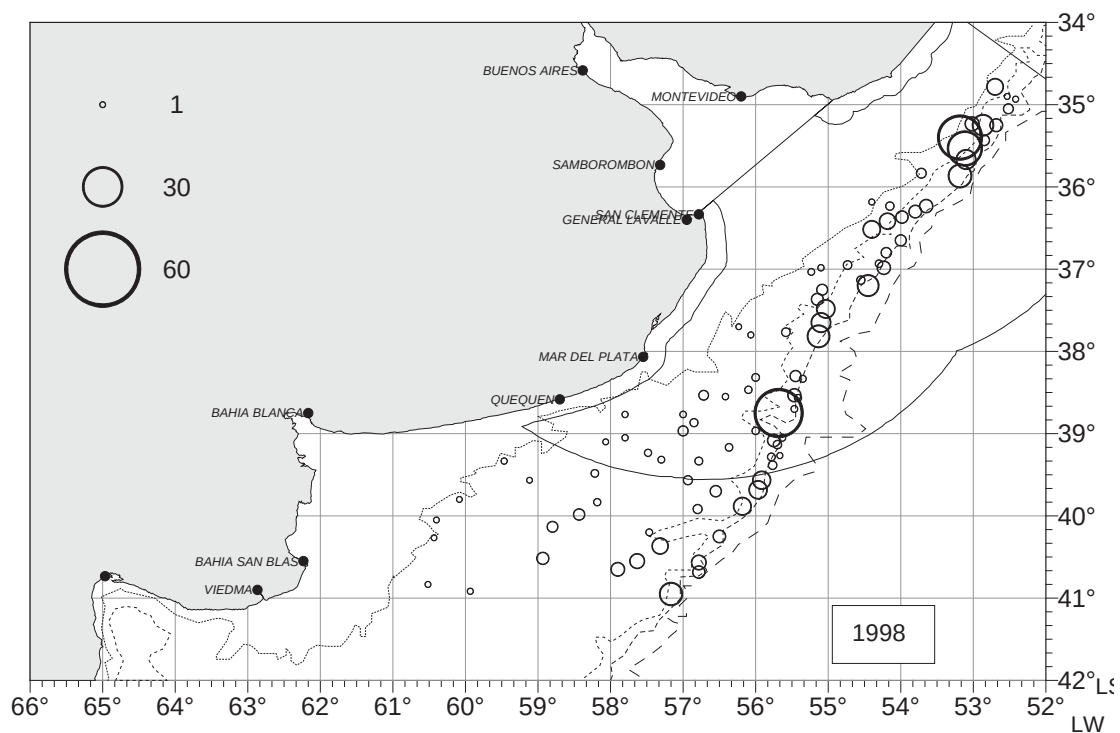


Figura 15. Densidad de merluza (t/mn^2). Efectivo norte. Año 1998.

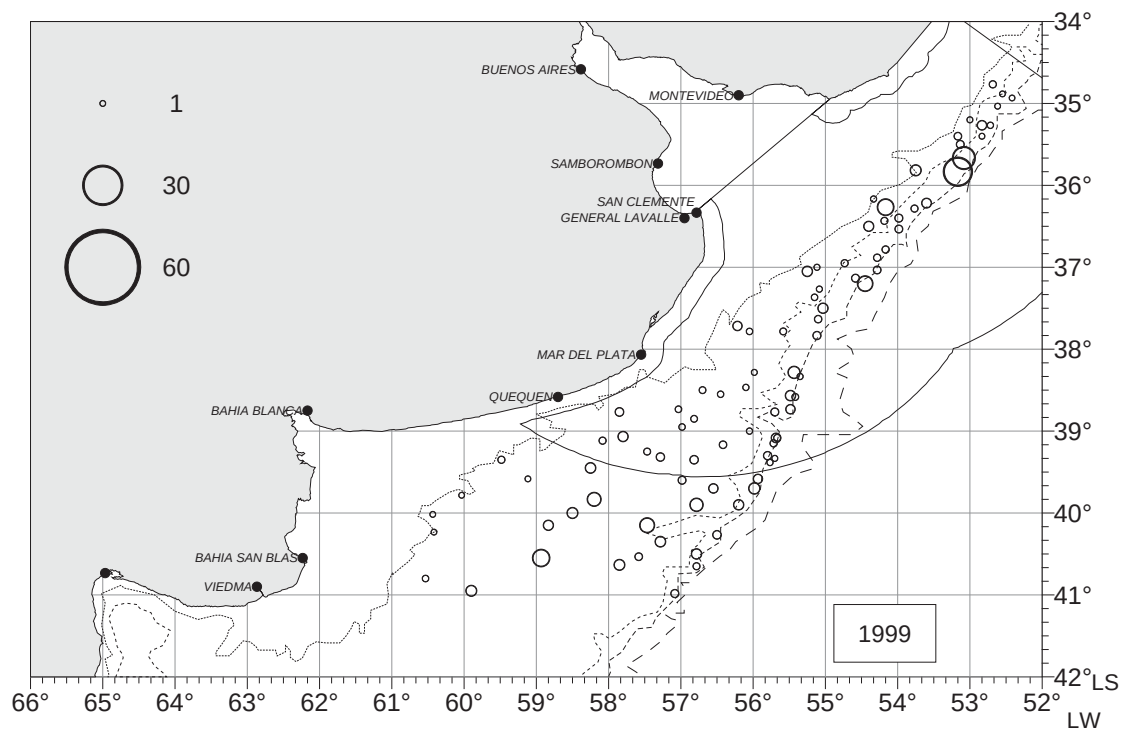


Figura 16. Densidad de merluza (t/mn^2). Efectivo norte. Año 1999.

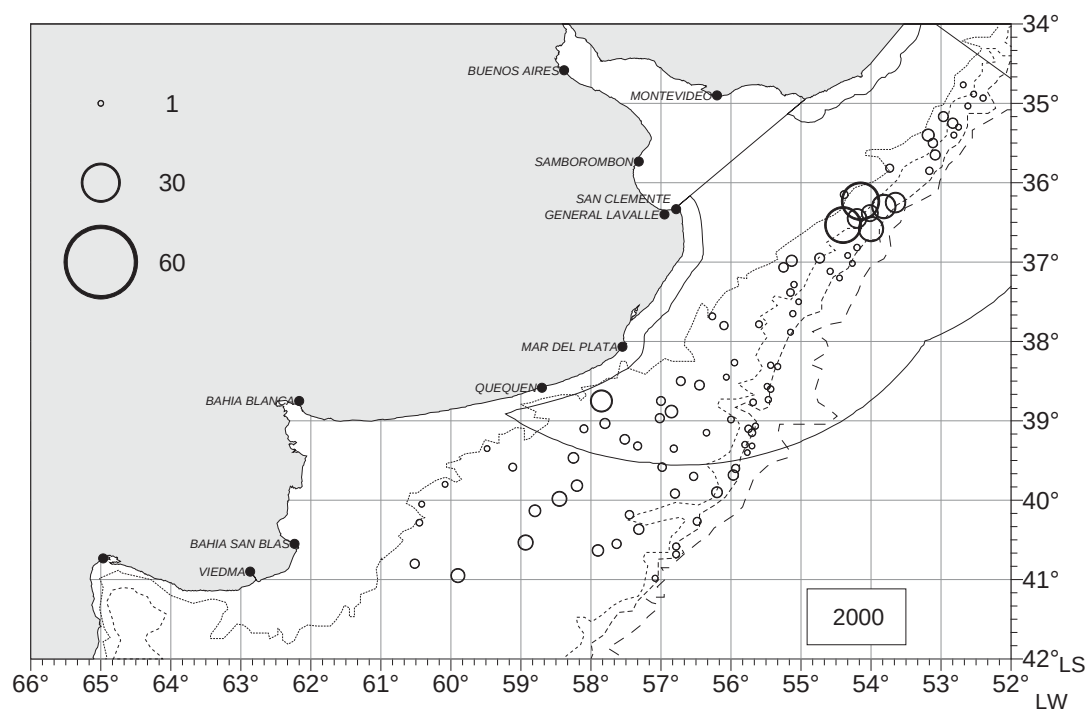


Figura 17. Densidad de merluza (t/mn^2). Efectivo norte. Año 2000.

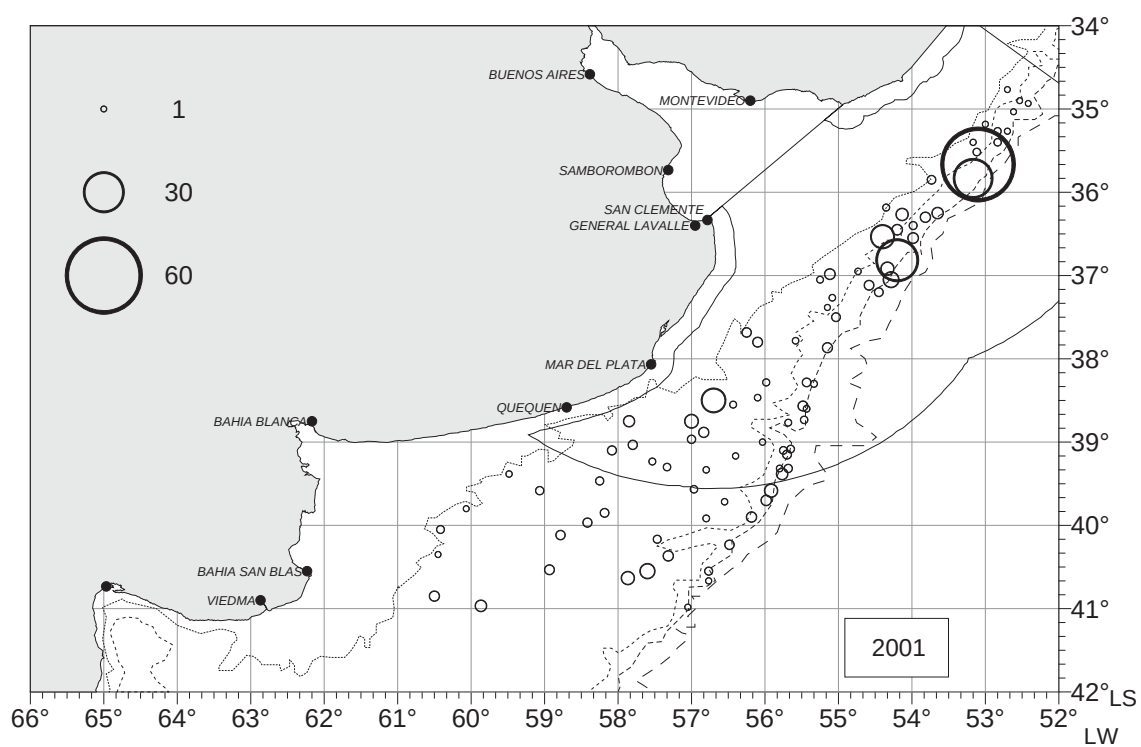


Figura 18. Densidad de merluza (t/mn^2). Efectivo norte. Año 2001.

DENSIDAD, PORCENTAJE DE JUVENILES Y ESTRUCTURA DE TALLAS DE MERLUZA...

Luciana L. D'Atri / Roberto Castrucci

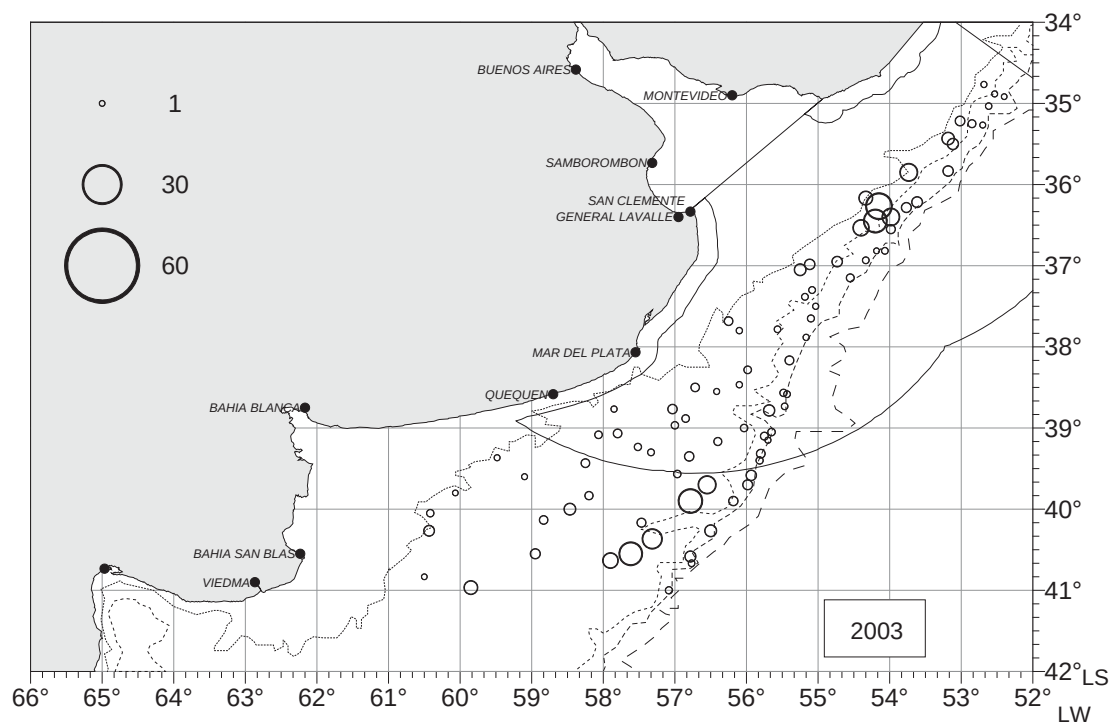


Figura 19. Densidad de merluza (t/mn^2). Efectivo norte. Año 2003.

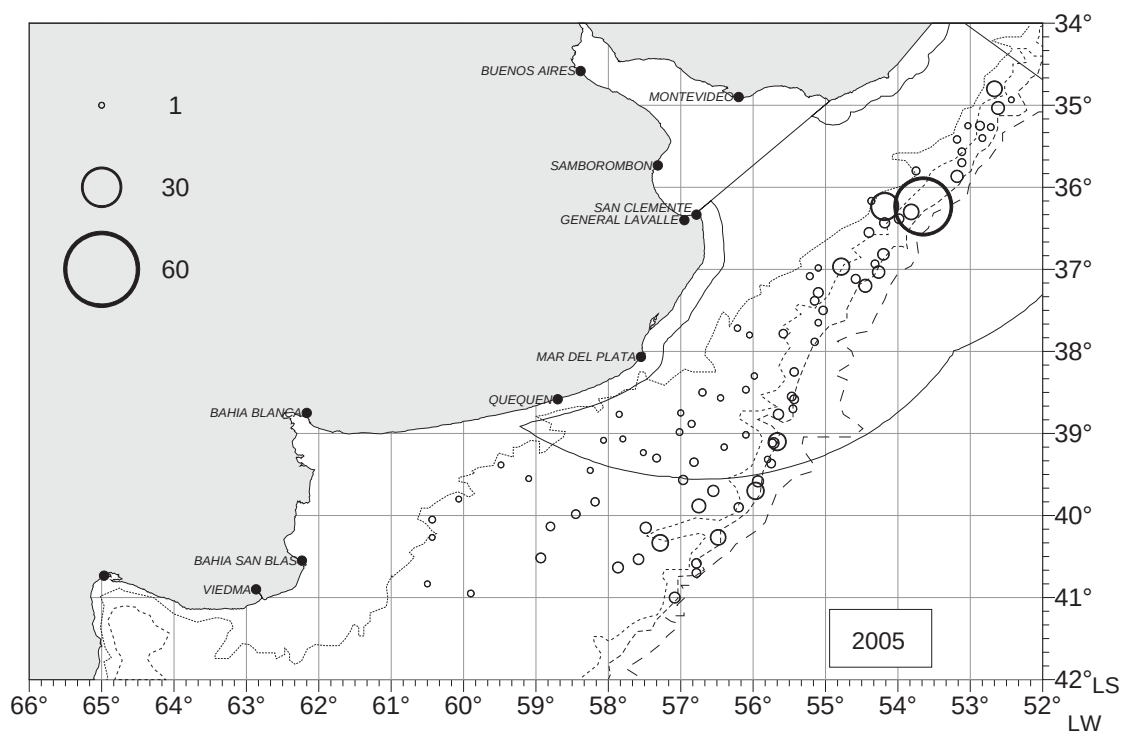


Figura 20. Densidad de merluza (t/mn^2). Efectivo norte. Año 2005.

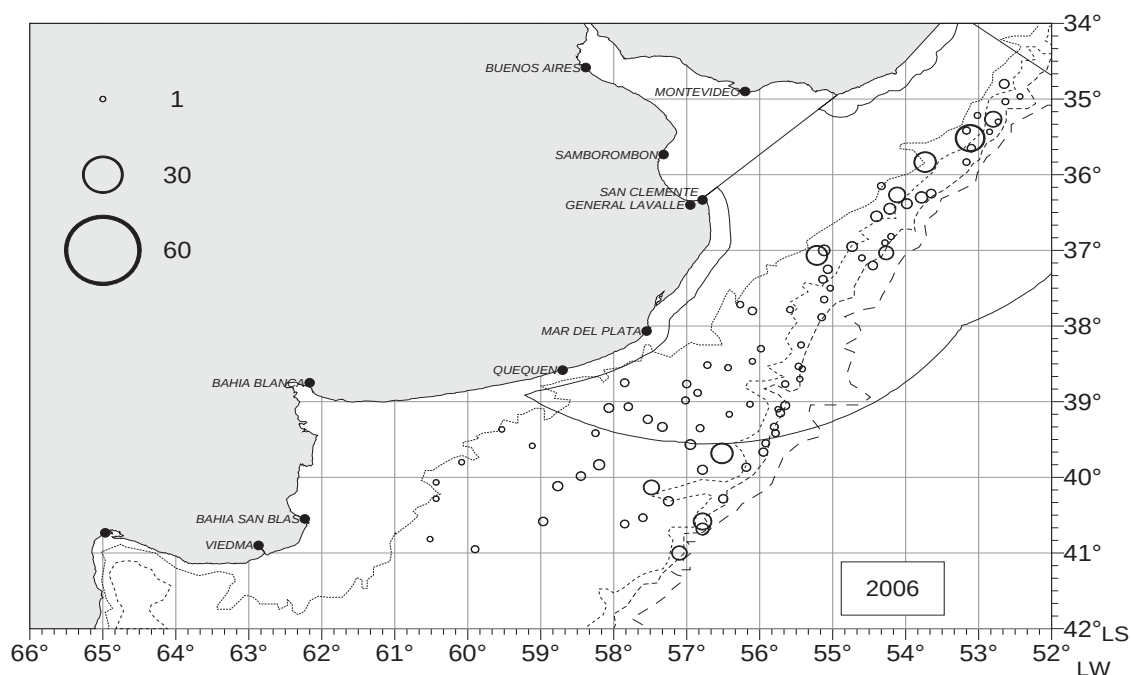


Figura 21. Densidad de merluza (t/mn²). Efectivo norte. Año 2006.

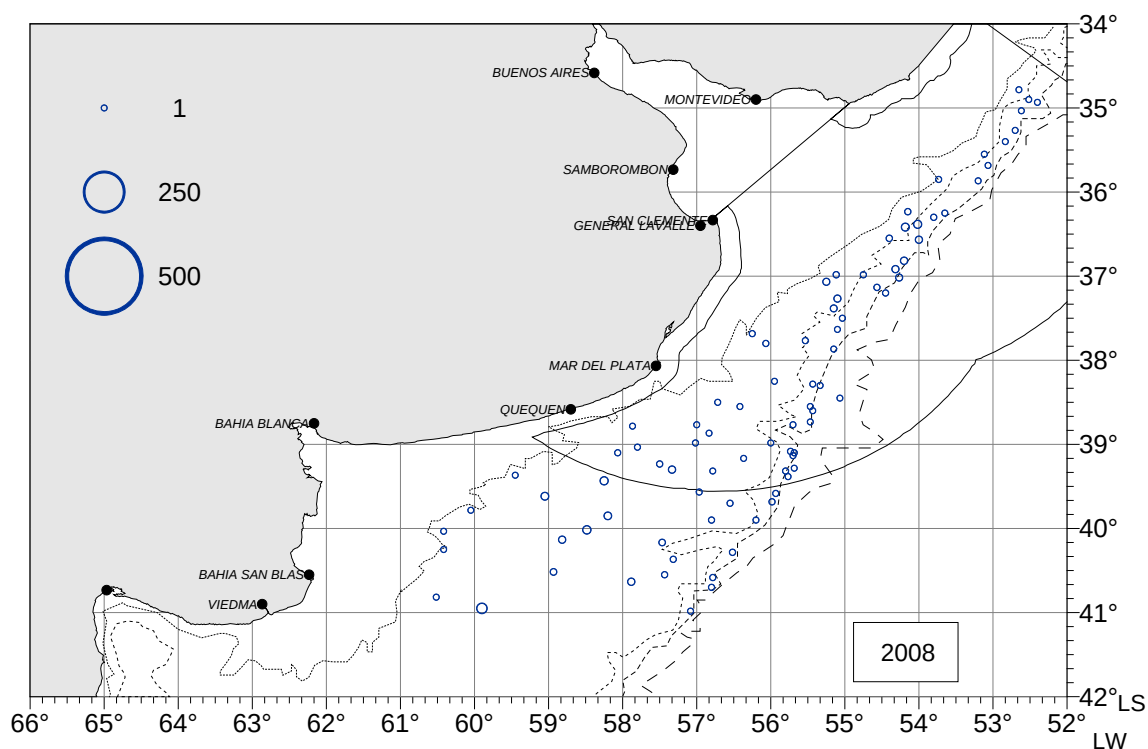


Figura 22. Densidad de merluza (t/mn²). Efectivo norte. Año 2008.

En el sector uruguayo de la ZCPAU los juveniles (menores o iguales de 35 cm) se distribuyeron desde la costa a la profundidad. En general, es donde se encuentran las mayores densidades. En el resto del área los juveniles se presentaron en mayor proporción a menores profundidades, aunque también

DENSIDAD, PORCENTAJE DE JUVENILES Y ESTRUCTURA DE TALLAS DE MERLUZA...

Luciana L. D'Atri / Roberto Castrucci

en menores densidades (Figs. 23 a 32). Por lo tanto, los adultos se localizaron generalmente entre los 38° y 41° S y entre los 100 y 200 m de profundidad. En el año 2001 fueron notorios los altos porcentajes de juveniles en toda el área de distribución del recurso (Fig. 28).

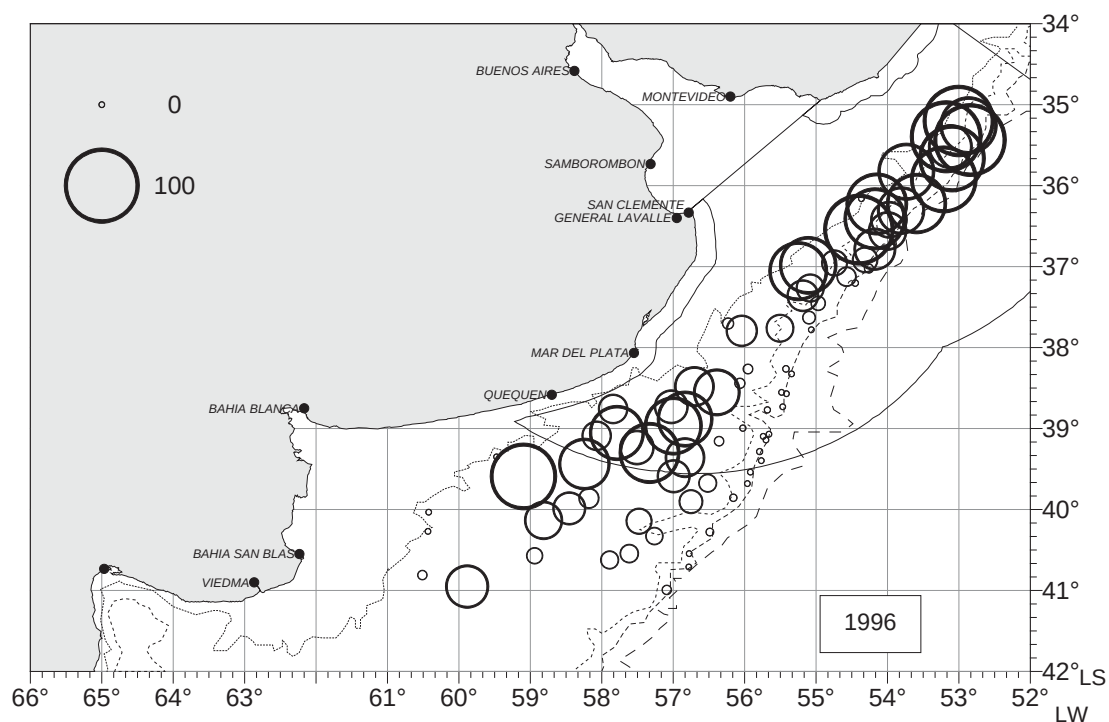


Figura 23. Porcentaje de juveniles de merluza. Efectivo norte. Año 1996.

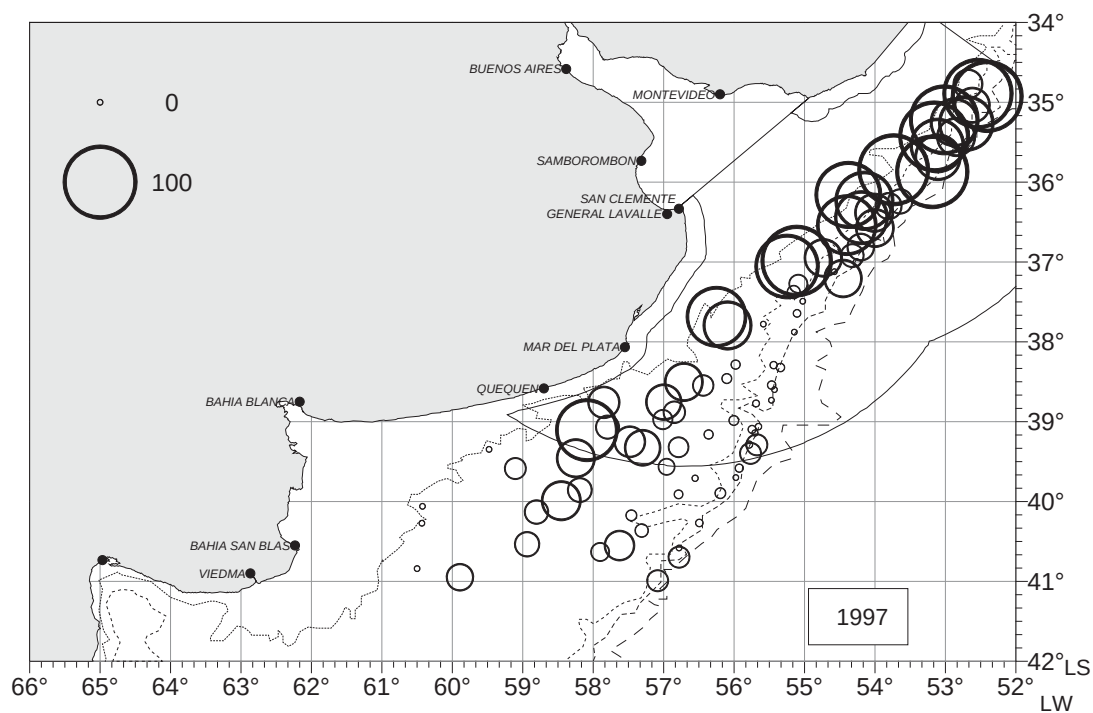


Figura 24. Porcentaje de juveniles de merluza. Efectivo norte. Año 1997.

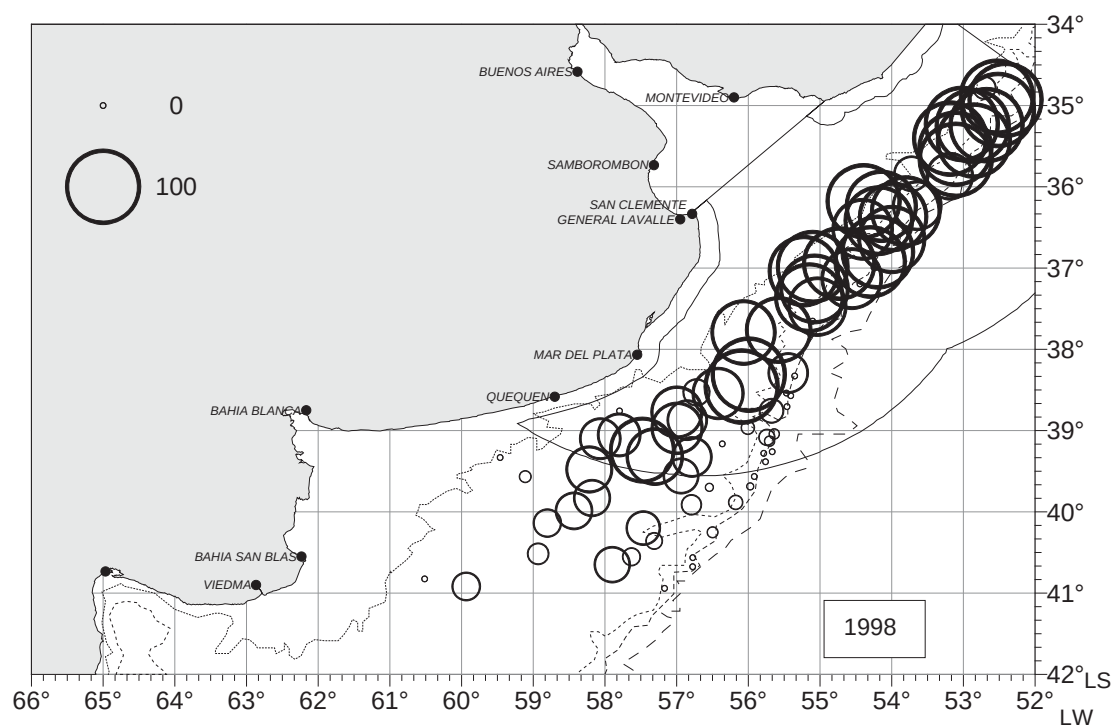


Figura 25. Porcentaje de juveniles de merluza. Efectivo norte. Año 1998.

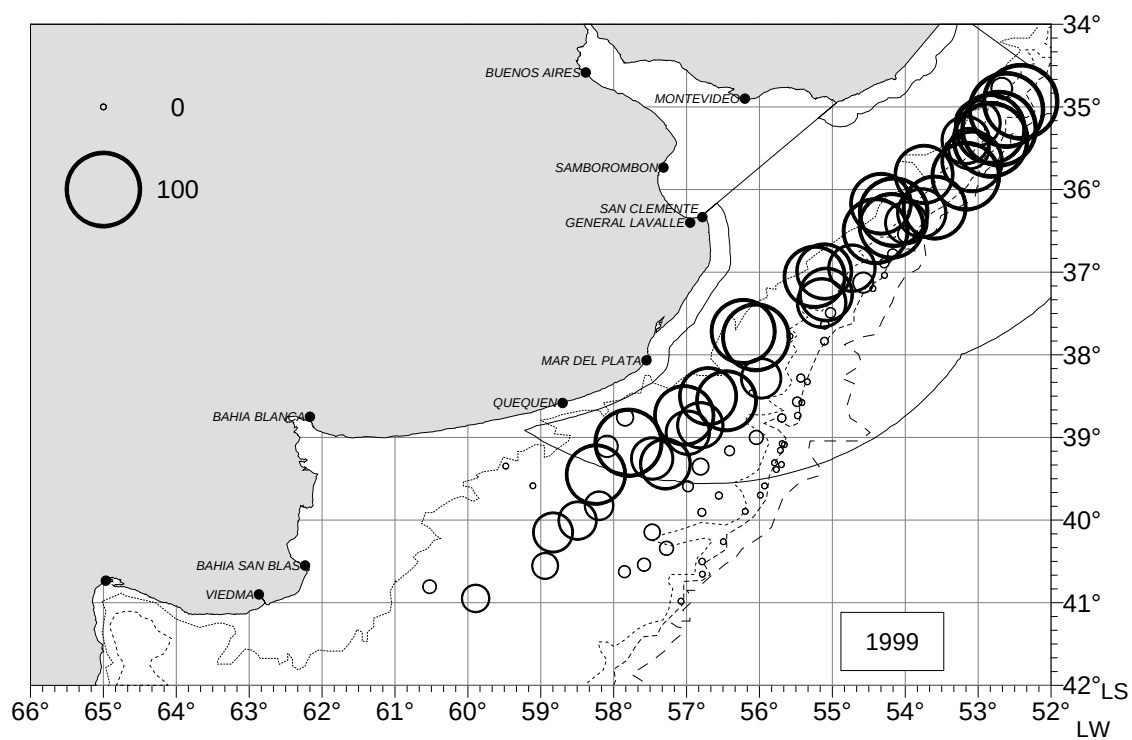


Figura 26. Porcentaje de juveniles de merluza. Efectivo norte. Año 1999.

DENSIDAD, PORCENTAJE DE JUVENILES Y ESTRUCTURA DE TALLAS DE MERLUZA...

Luciana L. D'Atri / Roberto Castrucci

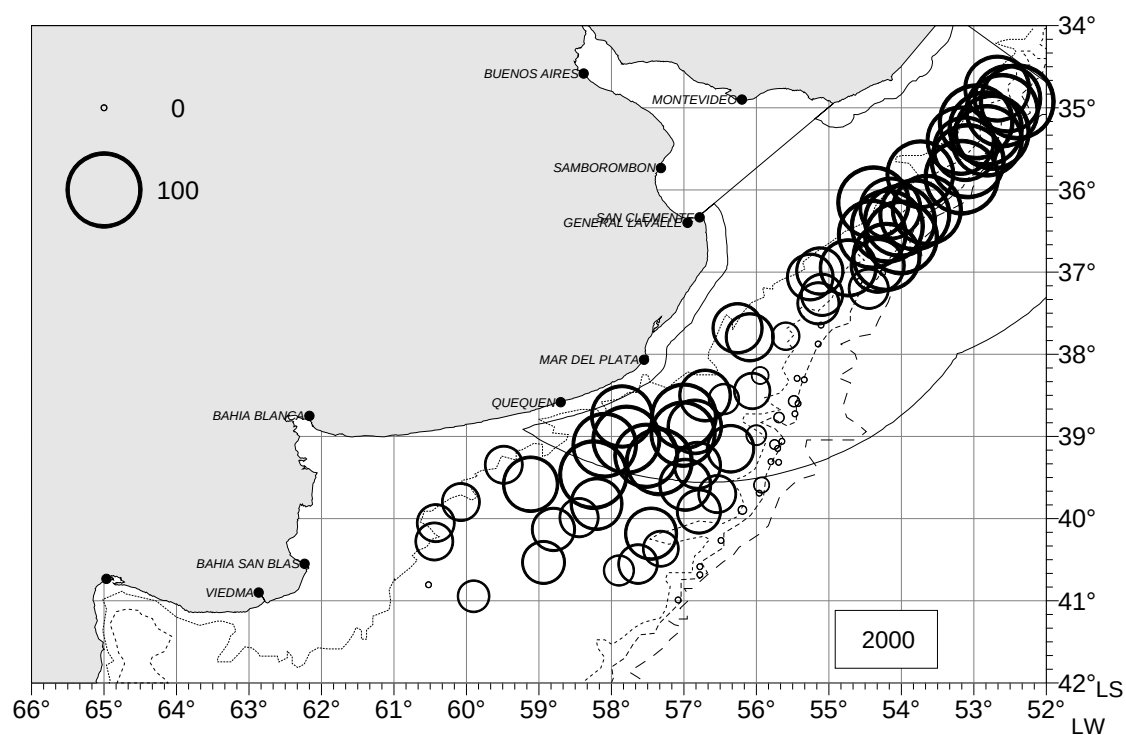


Figura 27. Porcentaje de juveniles de merluza. Efectivo norte. Año 2000.

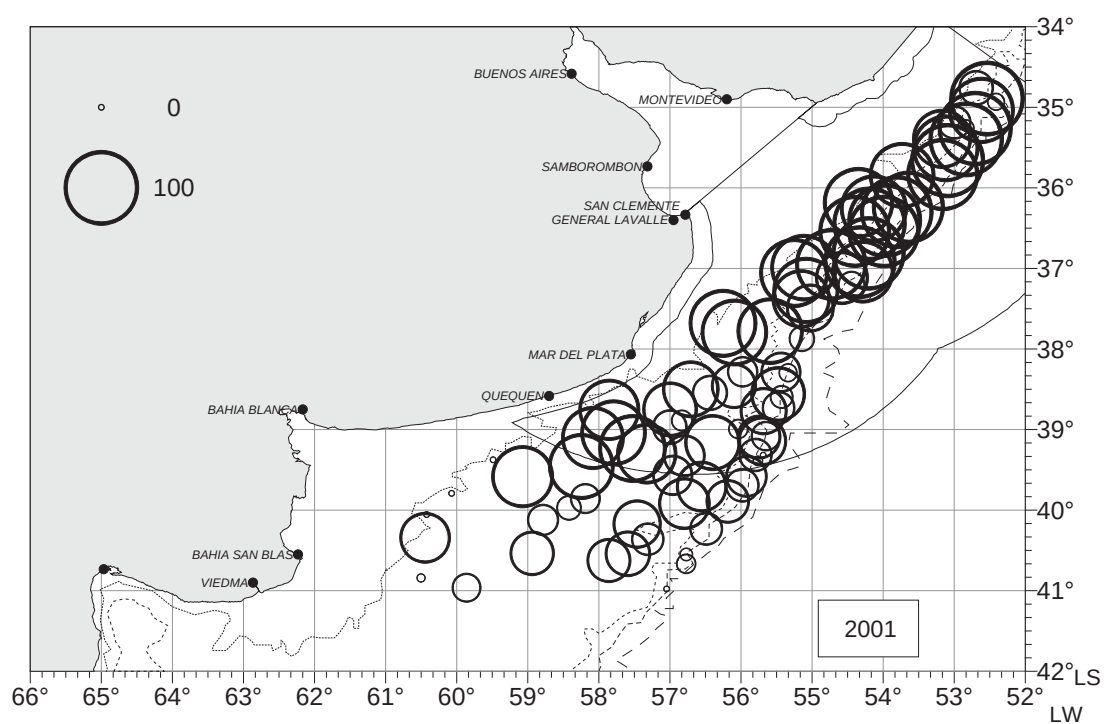


Figura 28. Porcentaje de juveniles de merluza. Efectivo norte. Año 2001.

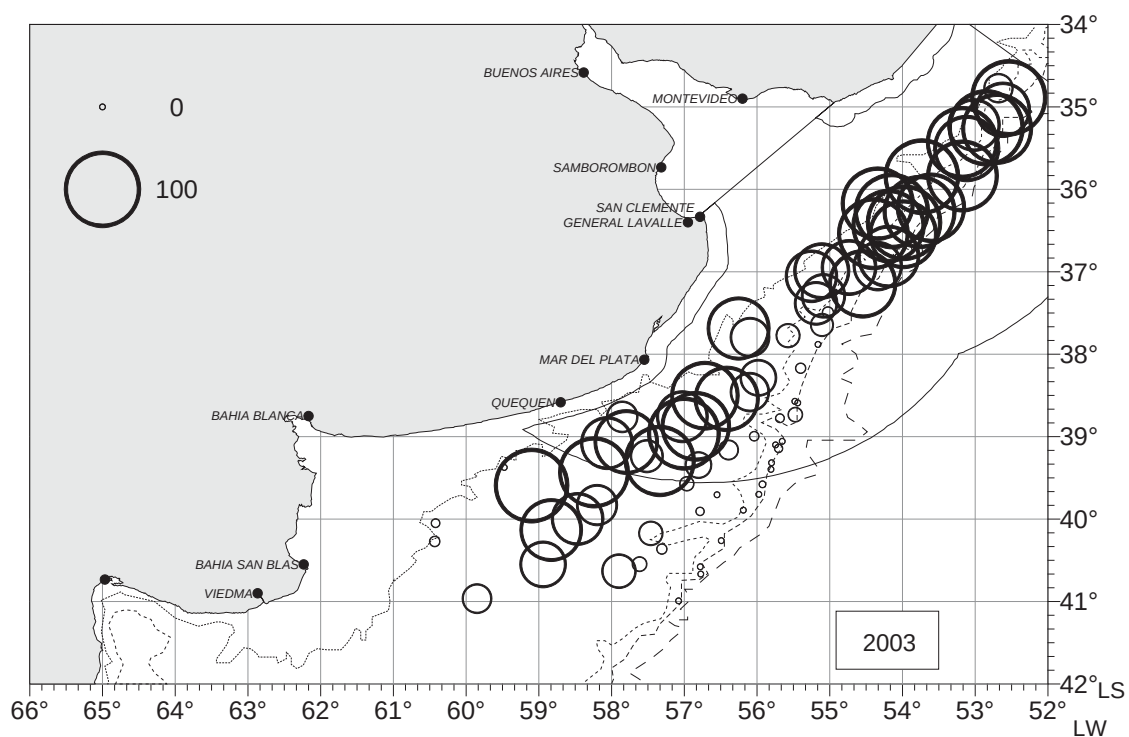


Figura 29. Porcentaje de juveniles de merluza. Efectivo norte. Año 2003.

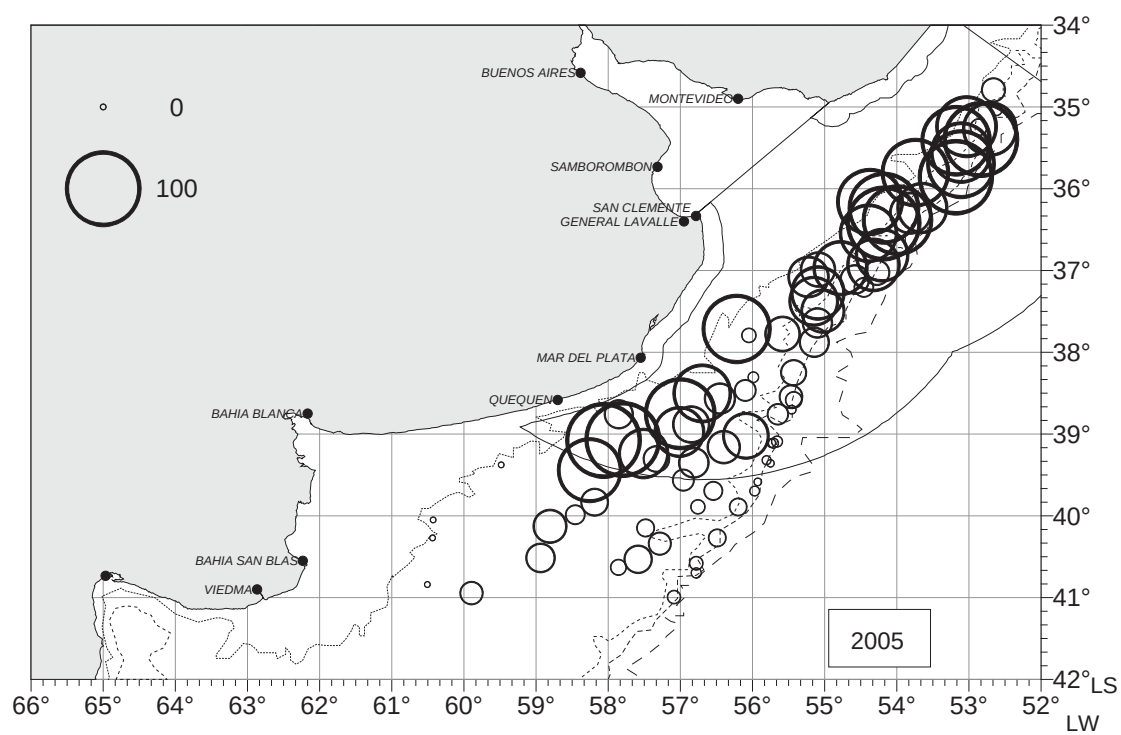


Figura 30. Porcentaje de juveniles de merluza. Efectivo norte. Año 2005.

DENSIDAD, PORCENTAJE DE JUVENILES Y ESTRUCTURA DE TALLAS DE MERLUZA...

Luciana L. D'Atri / Roberto Castrucci

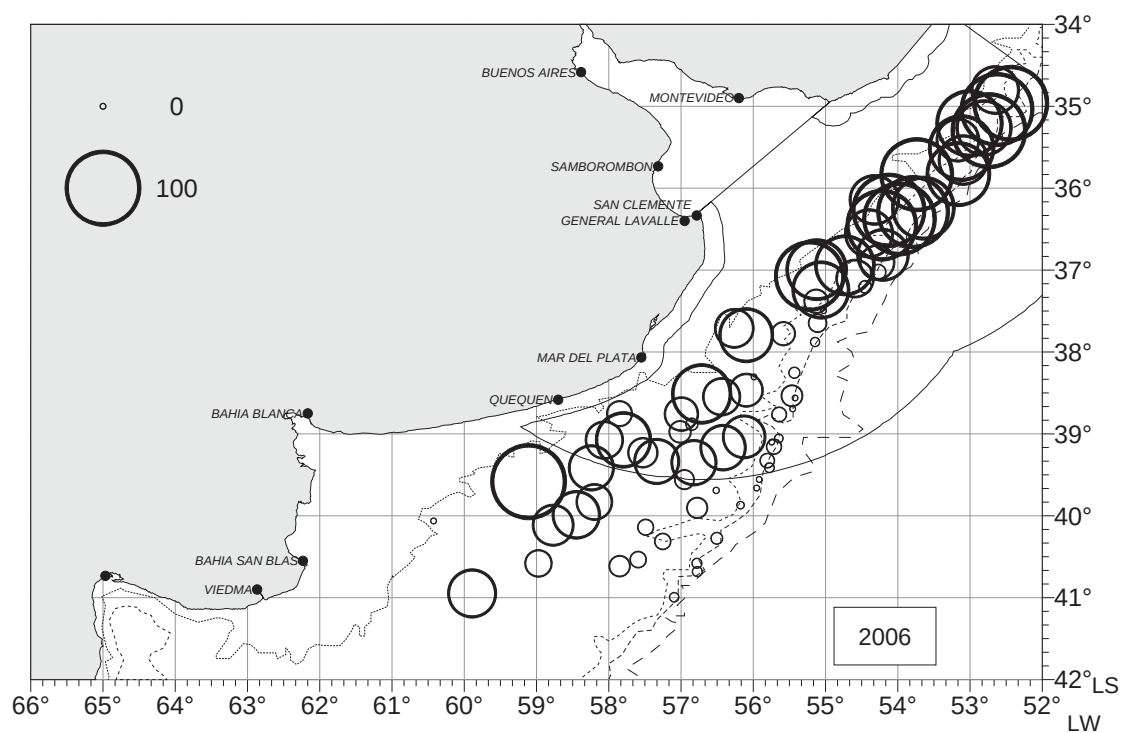


Figura 31. Porcentaje de juveniles de merluza. Efectivo norte. Año 2006.

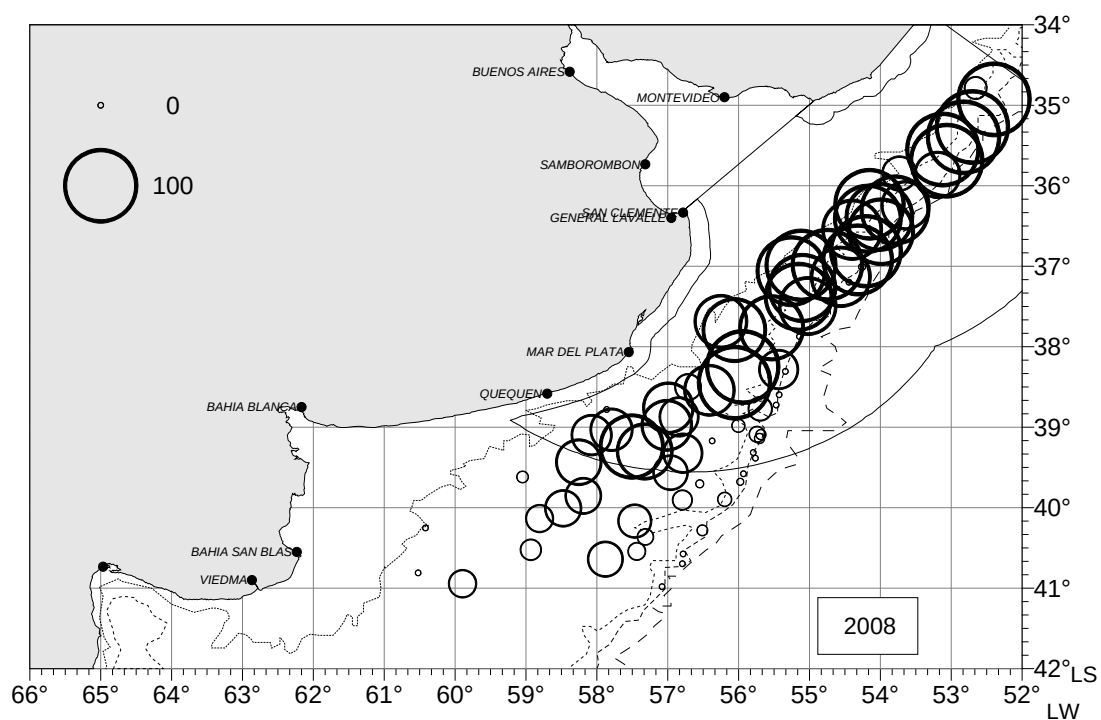


Figura 32. Porcentaje de juveniles de merluza. Efectivo norte. Año 2008.

DISTRIBUCIÓN POR CLASE DE TALLA

Área norte de 41° S

En general, las tallas medias de merluza aumentan de norte a sur y con la profundidad (Renzi, 1997; Villarino, 2001; D'Atri, 2008) (Figs. 33 a 42). Como es de esperar las menores tallas medias se observaron en el sector uruguayo de la ZCPAU, debido a los altos porcentajes de juveniles.

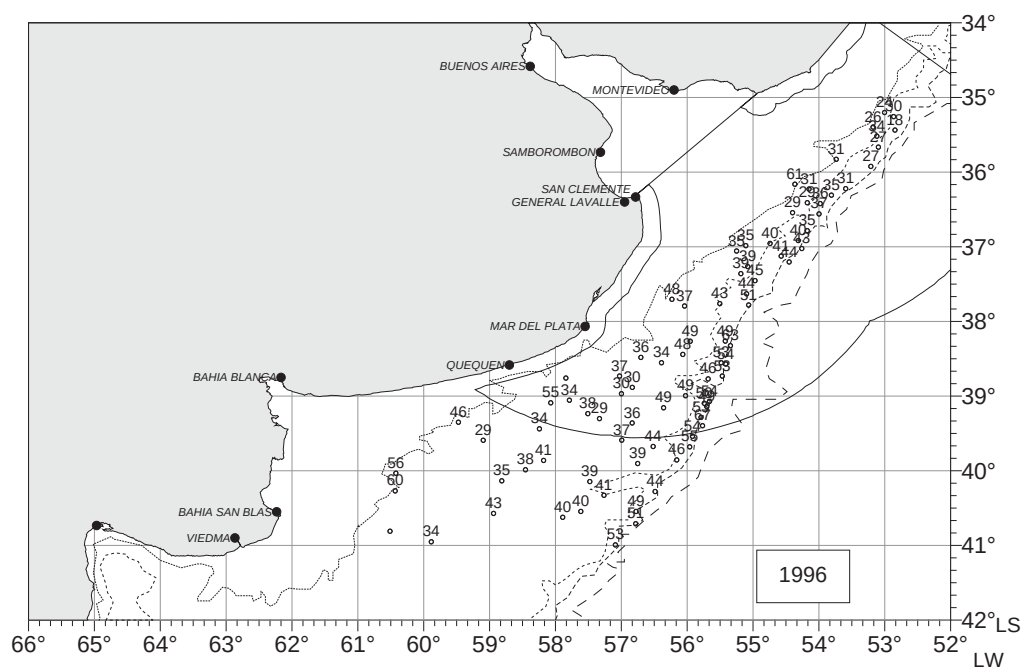


Figura 33. Talla media de merluza (cm). Efectivo norte. Año 1996.

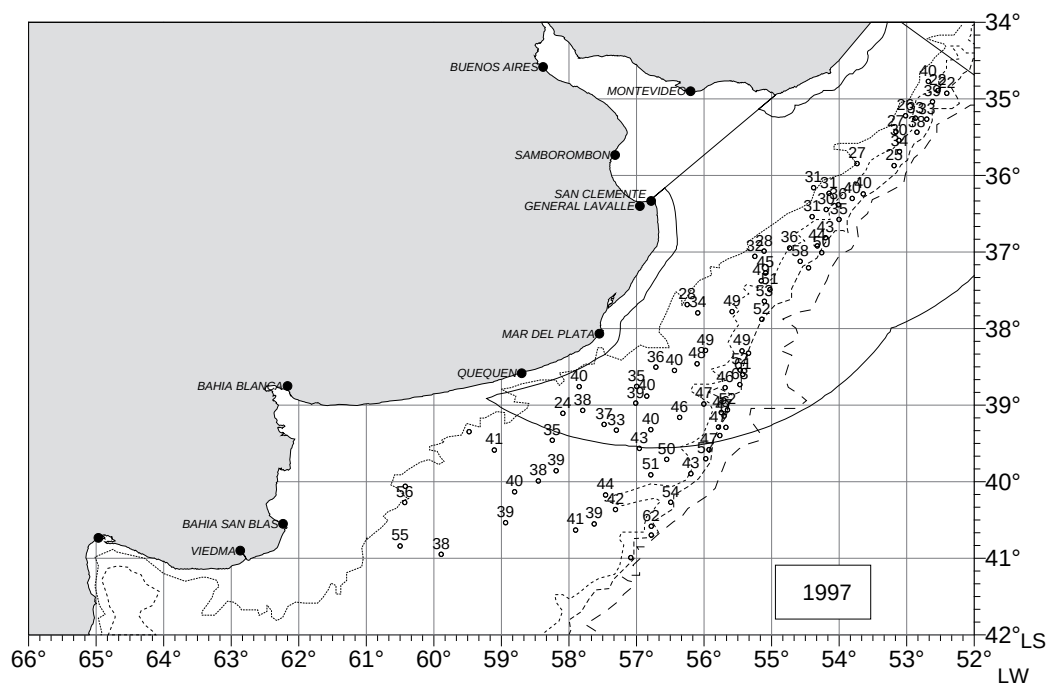


Figura 34. Talla media de merluza (cm). Efectivo norte. Año 1997.

DENSIDAD, PORCENTAJE DE JUVENILES Y ESTRUCTURA DE TALLAS DE MERLUZA...

Luciana L. D'Atri / Roberto Castrucci

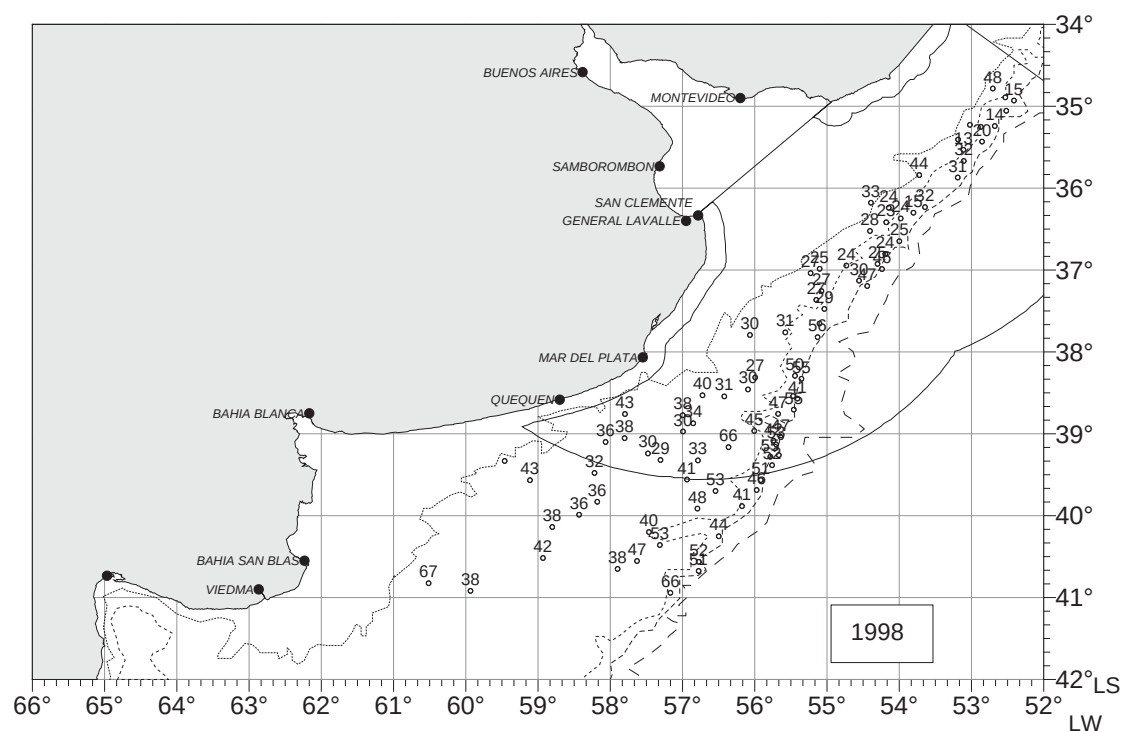


Figura 35. Talla media de merluza (cm). Efectivo norte. Año 1998.

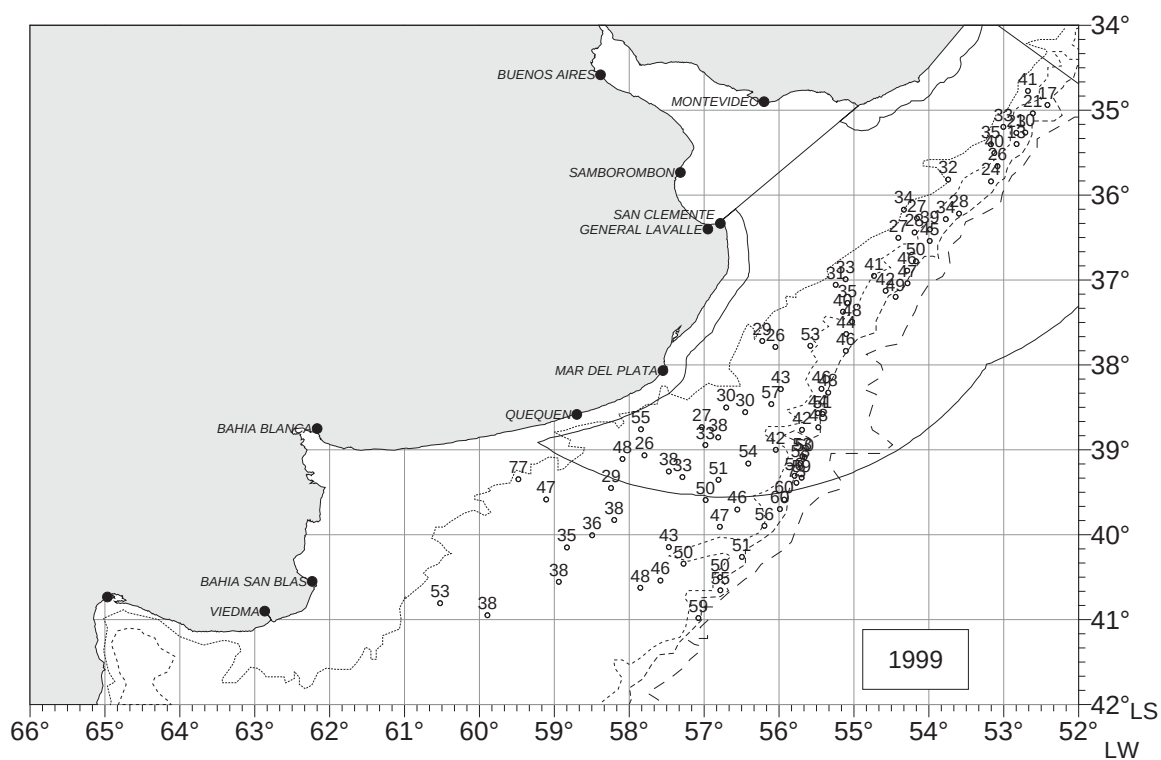


Figura 36. Talla media de merluza (cm). Efectivo norte. Año 1999.

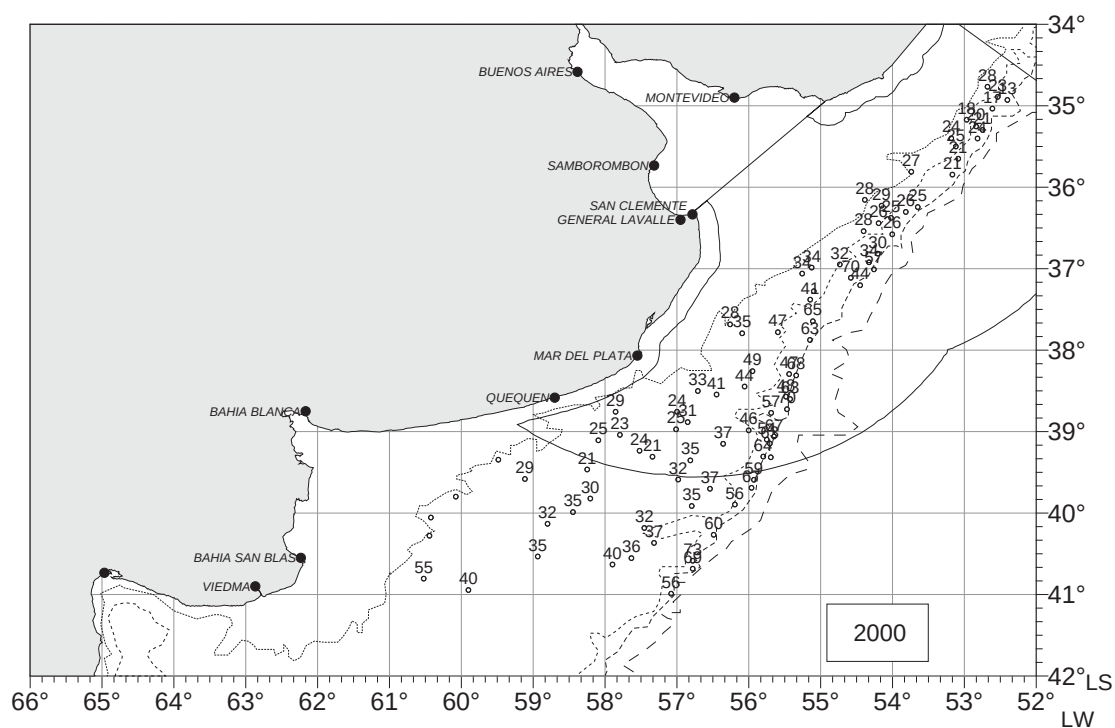


Figura 37. Talla media de merluza (cm). Efectivo norte. Año 2000.

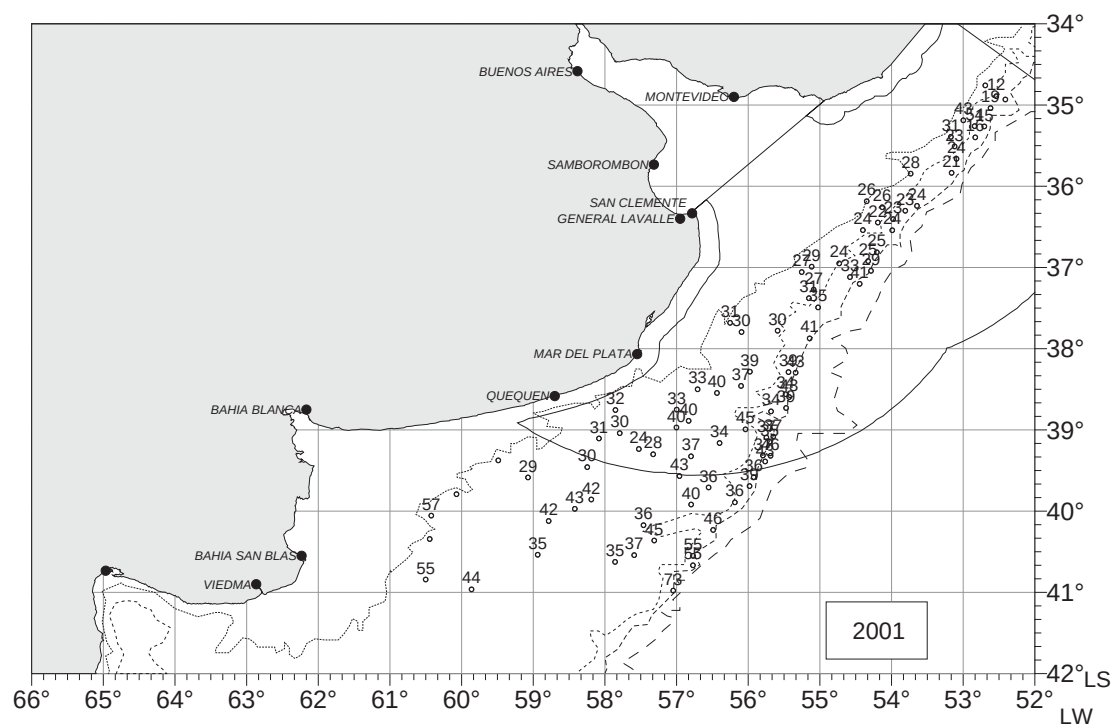


Figura 38. Talla media de merluza (cm). Efectivo norte. Año 2001.

DENSIDAD, PORCENTAJE DE JUVENILES Y ESTRUCTURA DE TALLAS DE MERLUZA...

Luciana L. D'Atri / Roberto Castrucci

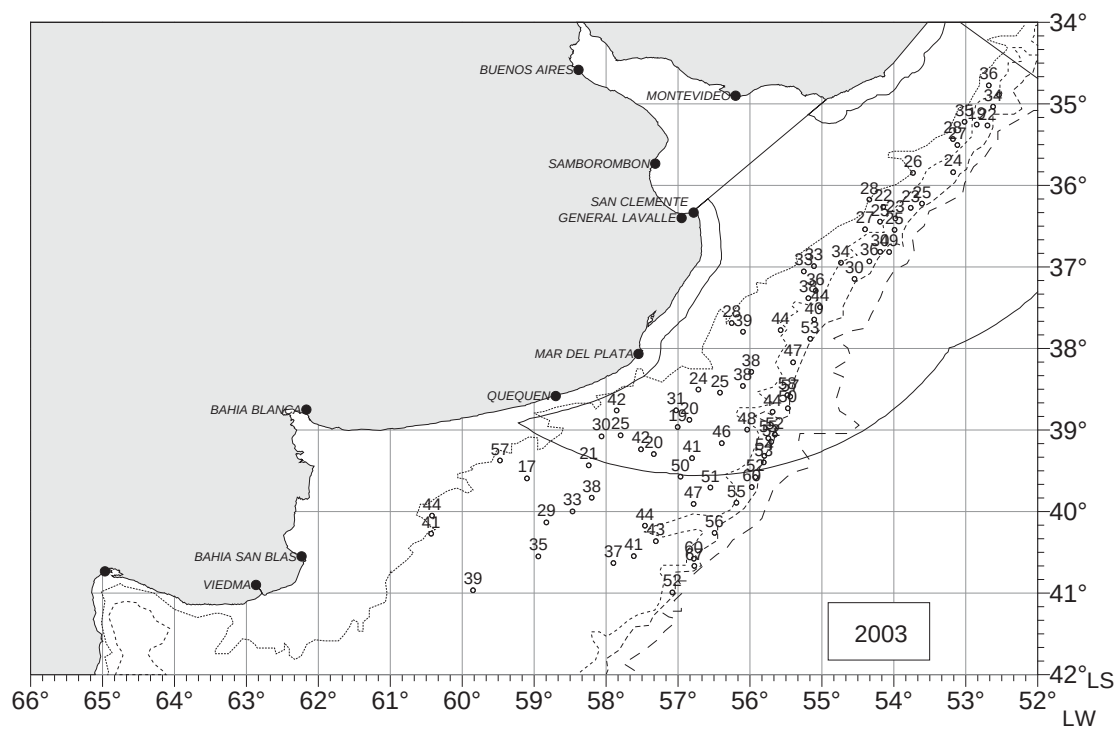


Figura 39. Talla media de merluza (cm). Efectivo norte. Año 2003.

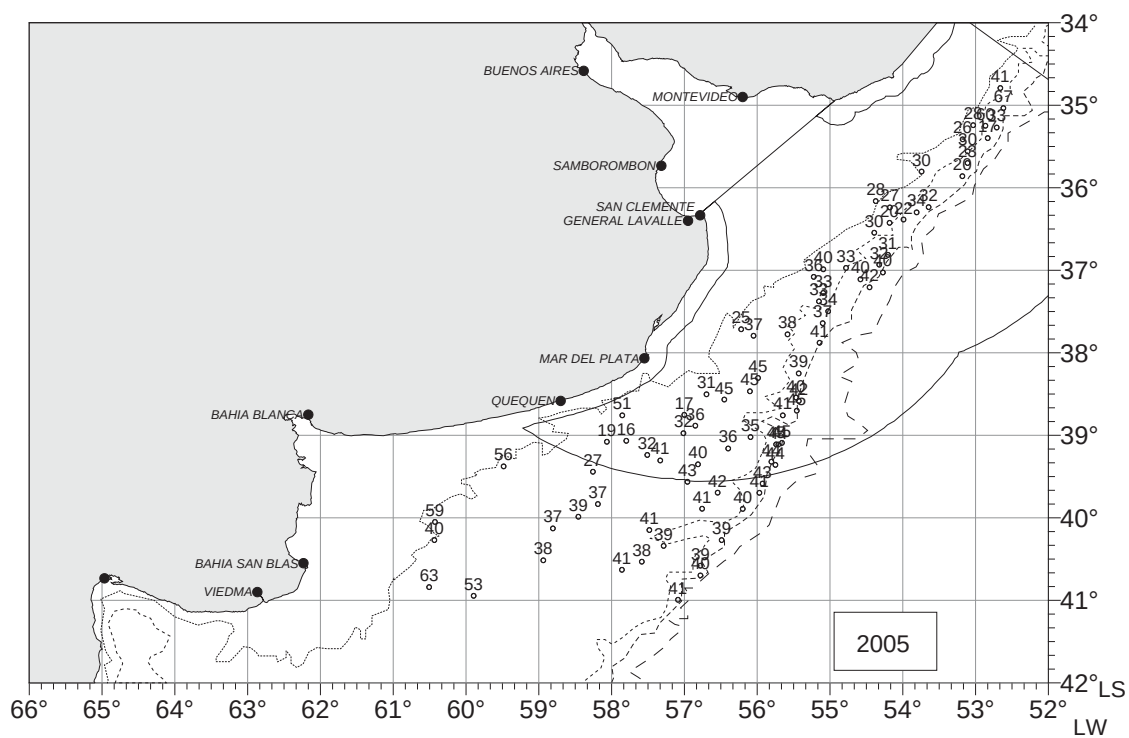


Figura 40. Talla media de merluza (cm). Efectivo norte. Año 2005.

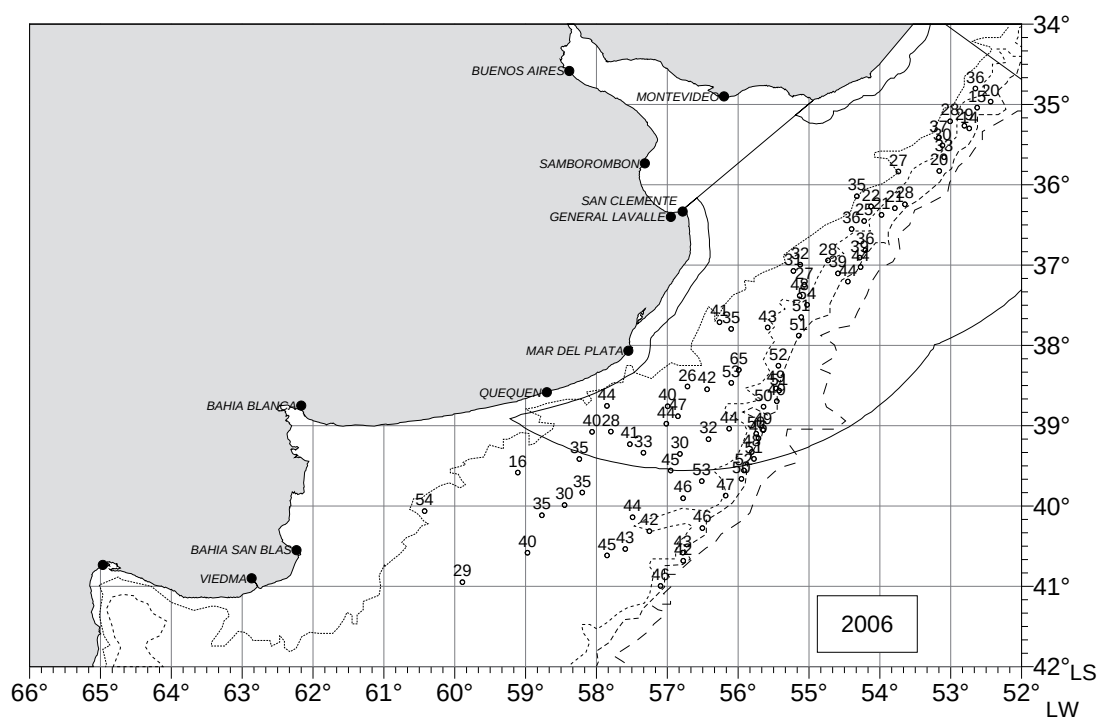


Figura 41. Talla media de merluza (cm). Efectivo norte. Año 2006.

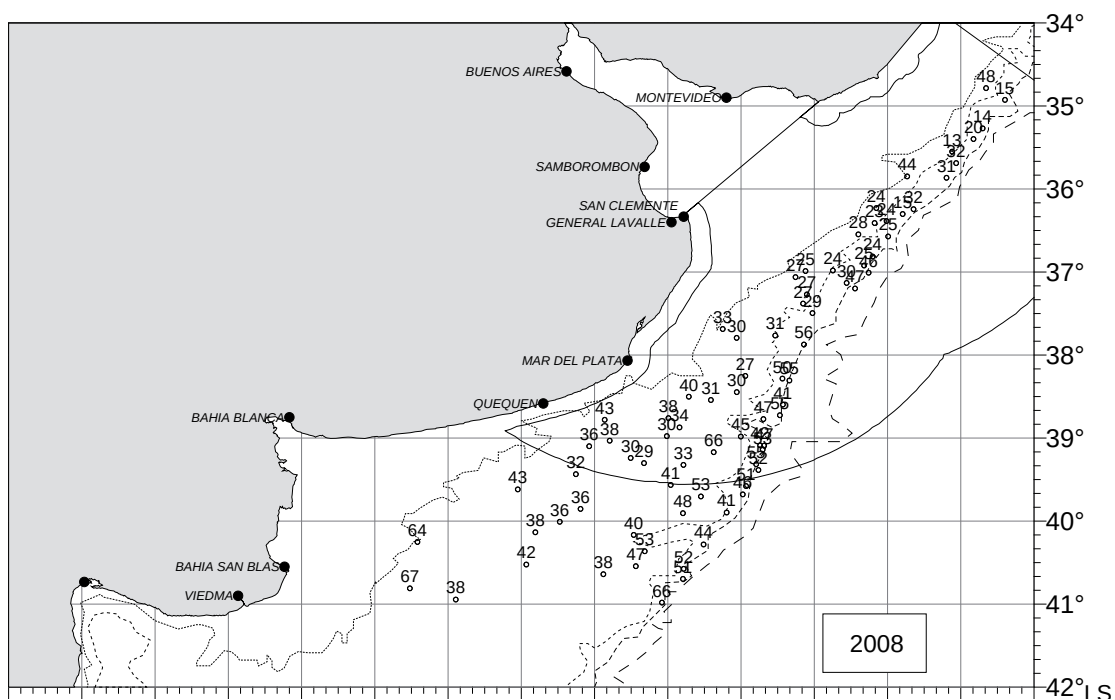


Figura 42. Talla media de merluza (cm). Efectivo norte. Año 2008.

DENSIDAD, PORCENTAJE DE JUVENILES Y ESTRUCTURA DE TALLAS DE MERLUZA...

Luciana L. D'Atri / Roberto Castrucci

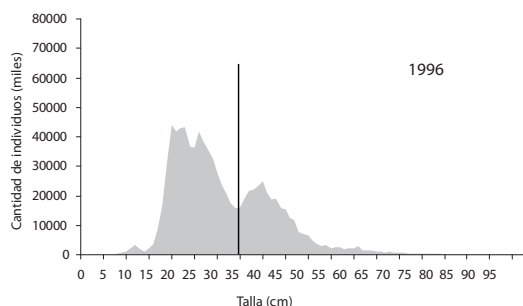
Se observaron fluctuaciones de aumentos y disminuciones a través del período analizado en las tallas medias, tanto en machos como en hembras y en el total de individuos. En el período 1996 – 1998, se observó un aumento de la talla media del total de los individuos de 31,90 cm a 35,82 cm (Tabla 2). Posteriormente, hacia 2001 la tendencia cambió y la talla media disminuyó a 27,13 cm, lo cual se relaciona con el aumento de juveniles en toda el área debido a un importante reclutamiento en ese año (Irusta *et al.*, 2008). En 2003 y 2005 vuelve a modificarse con un pequeño incremento (31,44 cm). En 2006 la disminución es casi imperceptible (31,01 cm) y en 2008 aumentó notablemente (35,68 cm).

Tabla 2. Talla media, desvío estándar (DS) y coeficiente de variación (CV) correspondiente a los machos, hembras y total. Efectivo norte. Años 1996 a 2001, 2003, 2005, 2006 y 2008

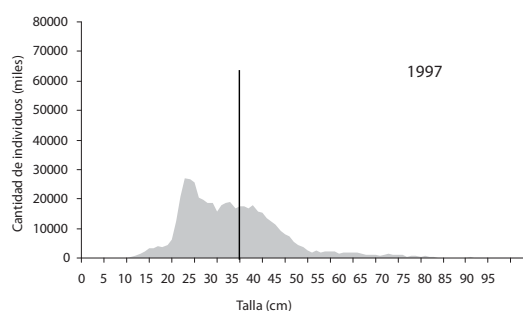
Año		Talla media (cm)	DS	CV (%)
1996	Machos	30,34	8,87	29,23
	Hembras	33,39	12,40	37,15
	Total	31,90	10,94	34,30
1997	Machos	31,23	7,98	25,55
	Hembras	36,15	12,64	34,97
	Total	34,10	11,22	32,89
1998	Machos	33,15	8,67	26,16
	Hembras	37,63	13,33	35,42
	Total	35,82	11,89	33,19
1999	Machos	31,04	9,64	31,05
	Hembras	35,38	14,74	41,65
	Total	32,21	13,56	42,11
2000	Machos	24,86	8,41	33,83
	Hembras	30,10	12,94	43,00
	Total	27,37	11,25	41,10
2001	Machos	25,74	6,99	27,15
	Hembras	28,56	11,09	38,81
	Total	27,13	9,41	34,67
2003	Machos	26,99	9,02	33,41
	Hembras	31,40	12,50	39,81
	Total	29,39	11,30	38,45
2005	Machos	28,97	8,79	30,33
	Hembras	33,31	12,22	36,70
	Total	31,44	11,09	35,27
2006	Machos	28,06	9,68	34,48
	Hembras	33,94	13,91	40,99
	Total	31,01	12,96	41,80
2008	Machos	34,02	7,94	23,36
	Hembras	39,07	13,99	35,81
	Total	35,68	12,31	34,51

Se observó una estructura unimodal en 6 de los 10 años analizados, las modas rondaron entre los 20 y los 30 cm, que se correspondieron con ejemplares juveniles de edad 1 (Fig. 43). En primavera los

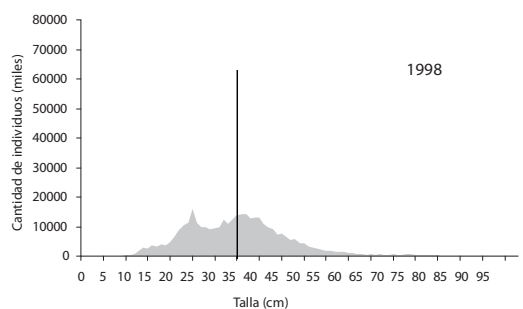
individuos de edad 1 tienen entre 17 y 30 cm de LT (Renzi, *com. pers.*¹). En los años que presentaron en la distribución de talla una estructura bimodal (1996, 1999, 2005 y 2008), la segunda moda estuvo entre 36 y 41 cm. La talla media estuvo relacionada con el porcentaje de juveniles presentes en la población, a mayor porcentaje menor talla media y viceversa.



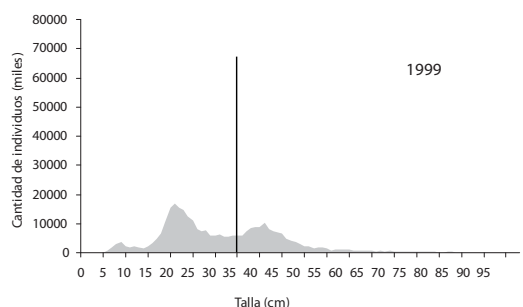
Moda = 20 y 40 cm
Talla media = 31,90 cm
% < 35 cm = 67 %



Moda = 23 cm
Talla media = 34,10 cm
% < 35 cm = 62 %



Moda = 25 cm
Talla media = 35,82 cm
% < 35 cm = 53 %



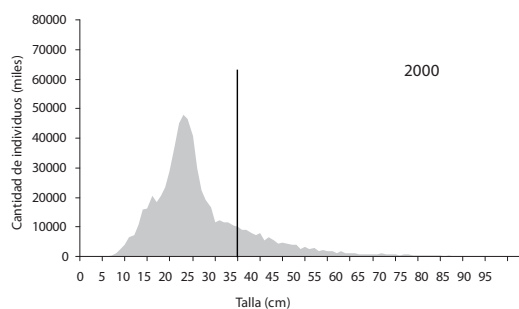
Moda = 21 y 41 cm
Talla media = 32,21 cm
% < 35 cm = 62 %

Figura 43. Estructura de talla de merluza. Efectivo norte. Años 1996 a 2001, 2003, 2005, 2006 y 2008.

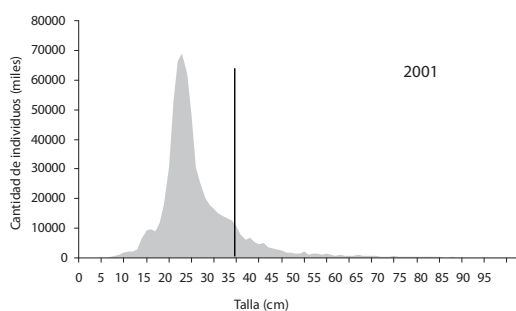
¹. Renzi, M. Programa Pesquería de Merluza y Fauna Acompañante. INIDEP. Paseo V. Ocampo N° 1. Mar del Plata.

DENSIDAD, PORCENTAJE DE JUVENILES Y ESTRUCTURA DE TALLAS DE MERLUZA...

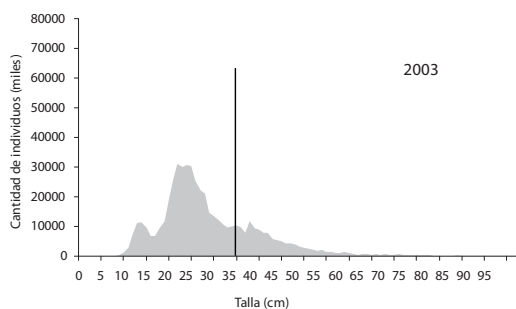
Luciana L. D'Atri / Roberto Castrucci



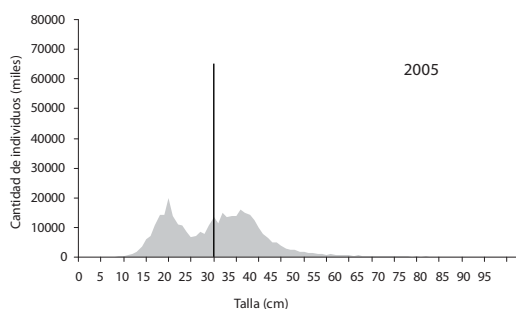
Moda = 23 cm
Talla media = 27,37 cm
% < 35 cm = 83 %



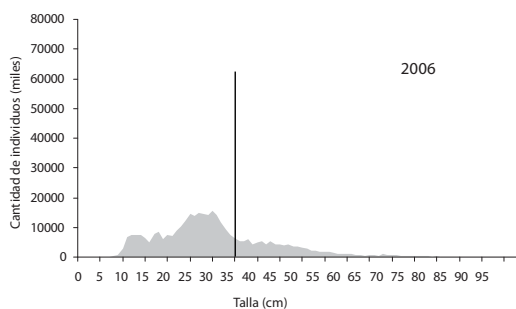
Moda = 23 cm
Talla media = 27,13 cm
% < 35 cm = 88 %



Moda = 22 cm
Talla media = 29,39 cm
% < 35 cm = 76 %



Moda = 20 y 36 cm
Talla media = 31,44 cm
% < 35 cm = 67 %



Moda = 30 cm
Talla media = 31,01 cm
% < 35 cm = 73 %

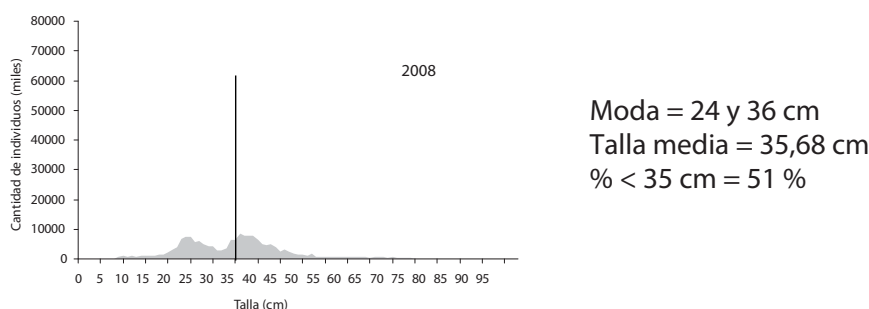


Figura 43. (continuación). Estructura de talla de merluza. Efectivo norte. Años 1996 a 2001, 2003, 2005, 2006 y 2008.

El aumento en la densidad (individuos/mn²) de los años 2000 y 2001, fue acompañado por un aumento en el porcentaje de juveniles. En 2006 aunque hubo una disminución en la densidad, el porcentaje de juveniles en la población fue importante (Fig. 44).

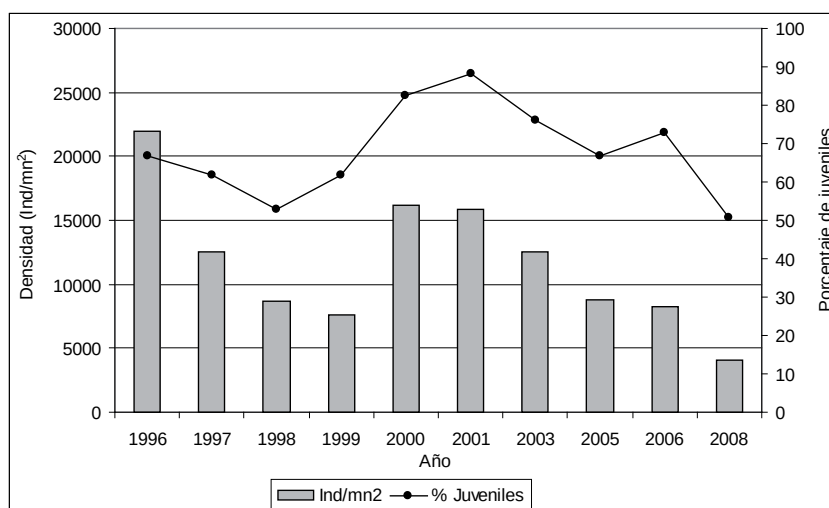


Figura 44. Densidad (individuos/mn²) y porcentaje de juveniles de merluza. Efectivo norte. Años 1996 a 2001, 2003, 2005, 2006 y 2008.

Considerando el número de individuos juveniles (en miles), los primeros mostraron una declinación a lo largo del período del 85 % observándose grandes fluctuaciones. En cuanto a los adultos se observó una disminución del 70 % (Fig. 45). La tendencia fue declinante hasta el 2001 luego cambió y se estabilizó.

DENSIDAD, PORCENTAJE DE JUVENILES Y ESTRUCTURA DE TALLAS DE MERLUZA...

Luciana L. D'Atri / Roberto Castrucci

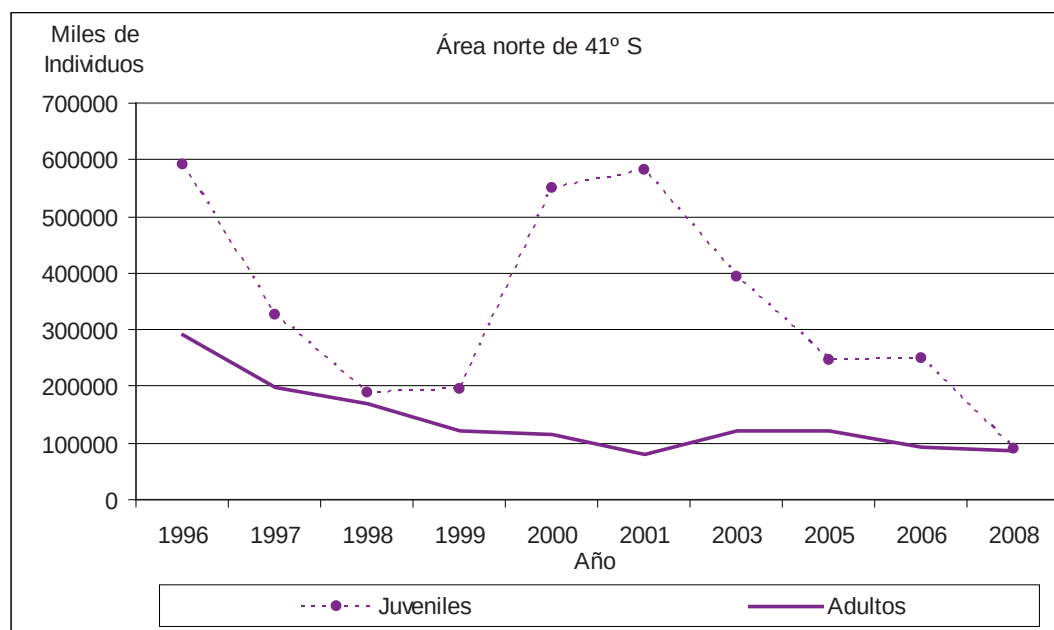


Figura 45. Individuos (miles) juveniles ($\leq$ a 35 cm) y adultos en el área norte de 41° S. Años 1996 a 2001, 2003, 2005, 2006 y 2008.

CONCLUSIONES

En el período 1996 – 2008 se apreció una importante disminución de las densidades tanto en toneladas como en individuos por milla náutica cuadrada, siendo para el área norte de 41° S de un 75 % y 82 % respectivamente.

El sector uruguayo de la ZCPAU al norte de los 37° S se caracterizó por las concentraciones de juveniles, la última de gran importancia fue la del año 2001. Se observó una caída de las densidades en el área tanto en número de individuos como en toneladas por milla náutica cuadrada. En cuanto a esta última, se observaron los mayores valores en el sector al sur de 39° 30' y a profundidad.

Los juveniles, en general, se distribuyeron en todo el sector uruguayo de la ZCPAU, y hacia el sur las mayores concentraciones se localizaron hacia las menores profundidades del área de distribución de la especie.

Se observaron fluctuaciones de las tallas medias a través de los años analizados, dependiendo del porcentaje de juveniles en la población, a mayor cantidad de juveniles menor talla media y viceversa. Se conoce que las tallas medias aumentan con la profundidad y de norte a sur. Para el área norte de

41° S se observó una estructura unimodal en 6 de los 10 años analizados, las modas rondaron entre los 20 y los 30 cm, que se correspondieron con ejemplares juveniles de edad 1. Para los años que presentaron una estructura bimodal (1996, 1999, 2005 y 2008), la segunda moda estuvo entre 36 y 41 cm.

El número de individuos adultos disminuyó un 70 % en el total del área en el período analizado.

BIBLIOGRAFÍA

- Bambill, G., Perez, M., Renzi, M., Dato, C., Wöhler, O., Cañete, G. y Bezzi, S. 1996. Evaluación de merluza (*Merluccius hubbsi*) en la plataforma argentina, entre 34° S y 48° S, en agosto y setiembre de 1993. INIDEP Inf. Téc., 7: 21 – 68.
- Bezzi, S. I. 1987. Estructura de la población de merluza y su dependencia con los factores bióticos y abióticos. Período otoño 1986 – verano 1987. Informe preparado sobre la base del trabajo: "Interdependencia de la estructura de talla de la merluza (*Merluccius hubbsi*) y los factores bióticos y abióticos. Estimación cuantitativa del canibalismo en la ZCP", de L. B. Prenski y S. I. Bezzi. MS.
- Bezzi, S., Renzi, M. y Dato, C. 1986. Evaluación de los recursos pesqueros demersales del Mar Argentino y sector uruguayo de la Zona Común de Pesca. Período noviembre 1982 – julio 1983. Public. Com. Téc. Mix. Fr. Mar., 1 (2): 409 – 437.
- Bezzi, S. I., Verazay, G. A. y Renzi, A. M. 1987. Distribución y biomasa de la merluza (*Merluccius hubbsi*) en la Zona Común de Pesca. Resultados de las campañas conjuntas Argentino – Uruguayas en el período otoño 1986 – verano 1987. MS.
- D'Atri, L. L. 2008. Campaña global de evaluación de merluza. Área norte de 41° S hasta 34° 30' S. EH-02/08. Inf. Camp. INIDEP N° 18/2008, 13 p.
- D'Atri, L. L., Irusta, C. G. y Castrucci, R. 2009. Resultados de la campaña global de evaluación de merluza (*Merluccius hubbsi*). Área al norte del paralelo 41° S (octubre de 2008). Comparación con los resultados de 2006 y 2007. Inf. Invest. INIDEP N° 42/2009, 12 p.
- Ibáñez, P. 2006. Resultados de la campaña global de evaluación de merluza (*Merluccius hubbsi*). Área al norte de 41° S. Setiembre / octubre de 2006. Comparación con los resultados del año 2005. Inf. Téc. Int. INIDEP N° 89/06, 11 p.
- Ibáñez, P. y Cordo, H. 2005. Resultados de la campaña global de evaluación de merluza (*Merluccius hubbsi*). Área al norte de 41° S. Julio / septiembre de 2005. Comparación con los resultados del año 2003. Inf. Téc. Int. INIDEP N° 90/05, 11p.
- Irusta, C. G., Castrucci, R. y Simonazzi, M. Pesca comercial y captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de la merluza (*Merluccius hubbsi*) entre 34° - 41° S durante el período 1986 – 2005, y evidencias sobre cambios en la distribución y composición por tallas de recurso. Serie INIDEP Informe Técnico N° 74, 36 p (en prensa).
- Irusta, C. G., D'Atri, L. y Renzi, M. 2008. Evaluación del estado del efectivo norte de 41° S de la merluza (*Merluccius hubbsi*) y estimación de la Captura Biológicamente Aceptable para el año 2008. Inf. Téc. Of. INIDEP N° 32/2008, 34 p.
- Otero, H., Bezzi, S., Renzi, M. y Verazay, G. 1982. Atlas de los recursos pesqueros demersales del Mar Argentino. Contrib. Inst. Nac. Invest. Des. Pesq. (Argentina), N° 423: 248 p.

- Otero, H., Bezzi, S., Perrota, R., Perez Comas, J., Simonazzi, M. y Renzi, M. 1981. Los recursos pesqueros demersales del Mar Argentino. Parte II. Distribución, estructura de la población, biomasa y rendimiento potencial de la merluza común. Contrib. Inst. Nac. Invest. Des. Pesq. (Argentina), N° 383: 339 p.
- Pérez, M., Aubone, A., Simonazzi, M. e Irusta, G. 1998. Propuesta de estandarización Del área barrida em campañas de investigación dirigidas a evaluar juveniles de merluza común (*Merluccius hubbsi*). INIDEP Inf. Téc. N° 19.
- Renzi, M. 1997. Informe de la campaña global de evaluación de merluza al norte de los 41° S. Inf. Téc. Int. INIDEP N° 130/97, 50 p.
- Renzi, M e Ibáñez, P. 1998. Evaluación global de merluza (*Merluccius hubbsi*) entre 34° S y 41° S. Agosto 1998. BIP "Dr. Eduardo Holmberg". Informe de la campaña H-08/98 Segunda Etapa. Inf. Téc. Int. INIDEP N° 116/98, 23 p.
- Renzi, M y Lorenzo, M. I. 1999. Evaluación global de merluza (*Merluccius hubbsi*) entre 34° S y 41° S. Septiembre-octubre 1999. BIP "Dr. Eduardo Holmberg". Informe Conjunto de la campaña H-07/99 Cuarta Etapa. Inf. Téc. Int. INIDEP N° 108/99, 10 p.
- Renzi, M., Ibáñez, P. y Cordo H. 2003. Resultados de la campaña global de evaluación de merluza (*Merluccius hubbsi*). Área al norte de 41° S. Agosto / octubre de 2003. Comparación con los resultados del año 2001. Inf. Téc. INIDEP N° 112/01, 10 p.
- Villarino, M. F. 1996. Campaña global de evaluación de merluza. Inf. Téc. Int. INIDEP N° 128/96, 12 p.
- Villarino, M. F. 2001. Informe de los resultados preliminares obtenidos en la Campaña de Evaluación global de merluza (*Merluccius hubbsi*) realizada entre los 34° S y los 41° S. Octubre 2001 BIP "Dr. Eduardo L. Holmberg" (H-08/01). Cuarta etapa. Inf. Téc. Int. INIDEP N° 99/96, 12 p.
- Villarino, M. F., Simonazzi, M., Bambill, G., Ibáñez, P., Castrucci, R. y Reta R. 2000. Evaluación de la merluza (*Merluccius hubbsi*) en julio y agosto de 1994, entre 34° y 46° S del Atlántico Sudoccidental. INIDEP Inf. Téc. N° 40.

Distribución de merluza (*Merluccius hubbsi*) en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya en relación con parámetros oceanográficos Diciembre 1995-2000

ELENA LOUGE, GRACIELA MOLINARI Y ROBERTO CASTRUCCI

*Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP),
Paseo Victoria Ocampo N°1, Escollera Norte, B7602HSA,
Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.*

elouge@inidep.edu.ar

RESUMEN. Se analizó la fluctuación de abundancia en la distribución de merluza por rango de talla y su relación con la variación de temperatura y salinidad de fondo durante el mes de diciembre del período 1995-2000. La mayor abundancia de individuos de tallas inferiores a 19 cm se constató entre los 35°S y 36°S donde la temperatura osciló entre 10°C - 14°C y la salinidad superó 34. En el sector, de aguas cálidas y salinas, se observó baja densidad de individuos adultos. Los ejemplares de entre 19 y 30 cm se distribuyeron, en general, al norte de los 37°S. El área, donde se constató la mayor abundancia de ambos grupos de tallas, se considera la de mayor variabilidad espacial termohalina debido a la confluencia de aguas subtropicales y subantárticas. Los individuos de entre 31 - 40 cm, que coincidieron en su distribución con los de 19 - 30 cm mostraron, ciertos años, un ligero desplazamiento hacia el

sur; los de tallas superiores presentaron un alto nivel de abundancia al sur de los 36°S. La región, donde predominan ejemplares adultos, tiene características termohalinas típicas de aguas de plataforma, con rangos de salinidad entre 33,4 - 34 y de temperatura entre 7°C - 12°C.

PALABRAS CLAVE: distribución geográfica, campos de temperatura, gradientes de salinidad, Atlántico Sudoccidental.

SUMMARY: Distribution of hake (*Merluccius hubbsi*, Marini, 1933) in the Argentine-Uruguayan Common Fishing Zone in relation to oceanographic parameters. December 1995-2000 period. The fluctuation of abundance in the distribution of hake per length range and its relation to bottom temperature and salinity variation during December of the

1995 – 2000 period was analyzed. Individuals below 19 cm length were more abundant between 35°S – 36°S where temperature fluctuated between 10°C – 14°C and salinity exceeded 34. In the sector, of warm and brackish waters, low density of adult individuals was observed. Specimens 19 – 30 cm long distributed, in general, north of 37°S. Due to the confluence of subtropical and subantarctic waters, the area, with the largest abundance of both size groups, is considered to have the highest thermohaline spatial variability. Individuals between 31 – 40 cm

length, whose distribution coincided with those 19 – 30 cm long showed, certain years, a slight displacement southwards; sizes above that range presented a high abundance level south of 36°S. The region, where adult specimens prevail, has thermohaline features typical of shelf waters, with 33,4 – 34 salinity and 7°C – 12°C temperature variation.

KEY WORDS: Geographic distribution, temperature fields, salinity gradients, Southwest Atlantic.

INTRODUCCIÓN

A efectos de la administración del recurso merluza se consideran dos unidades de manejo o efectivos pesqueros (Aubone *et al.*, 2000 a), uno localizado al norte y otro al sur del paralelo 41° S (Bezzi *et al.*, 1997). Hay un tercer efectivo, más pequeño limitado al Golfo San Matías. El efectivo norte se extiende entre 34° y 41° S. En la Zona Común de Pesca el recurso se comparte con el Uruguay, y se lo administra a través de la Comisión Técnica Mixta.

En los últimos 20 años esta especie ha sido intensamente explotada; la biomasa total y la biomasa reproductiva disminuyó alrededor de un 80%. En la actualidad la población podría encontrarse en estado de sobrepesca del reclutamiento, es decir, niveles muy bajos de biomasa reproductiva que no alcanza a generar niveles de reclutamientos adecuados (Irusta, *et al.*, 2008).

El reclutamiento no solo está influenciado por la biomasa reproductiva sino también por las condiciones ambientales. Existe un fuerte debate sobre estas dos variables y su impacto en los reclutas (Myers, 1997, Gilbert, 1997, Hilborn, 1997)

El desove principal en este efectivo, se inicia a la latitud de 38° S a principios de mayo, continúa hacia el norte (34°S) durante el transcurso del invierno (Otero, *et al.*, 1986, Louge, 1996, Ehrlich, 2000; Macchi y Pájaro, 2003) y finalmente en la primavera disminuye su intensidad. Santos (2006) describió las características termohalinas en las zonas de mayor rendimiento de la especie.

En esa línea, en este trabajo se analizan las variaciones en la distribución de la merluza por rango de talla y su relación con las variaciones oceanográficas en el mes de diciembre, entre 1995-2000.

Descripción de área del estudio

La Zona Común de Pesca se encuentra en la plataforma continental bonaerense, entre las latitudes 35° S y 39° S. Linda al Oeste con el límite exterior del Río de la Plata y al Este con el borde superior del talud. La batimetría del fondo es de forma irregular ensanchándose hacia el Sur, de escaso relieve hasta los 100 m de profundidad y con una pendiente muy marcada entre los 100 y 200 m.

Su circulación está caracterizada por la influencia de la descarga fluvial del Río de la Plata, la acción de los vientos y la influencia de las corrientes de Malvinas y de Brasil. Para su mejor descripción, y en función de la distribución horizontal de salinidad, la región se divide en tres regímenes oceanográficos: el área de talud, el área de plataforma y el área costera. La variación de las propiedades físicas sobre la capa de fondo resultan de la intersección de las estructuras verticales con el fondo a diferentes profundidades.

A lo largo del talud existe una fuerte variabilidad estacional impuesta por la circulación de dos corrientes: la de Malvinas, de aguas subantárticas: frías, de baja salinidad y ricas en nutrientes disueltos, que fluyen hacia el norte; y la de Brasil, de aguas subtropicales: cálidas y salinas, que fluyen hacia el sur, ambas a lo largo de las isobatas. Estas corrientes se encuentran cerca de los 38° S y forman la zona de confluencia Brasil/Malvinas. En esta zona coexisten y se mezclan aguas subtropicales y subantárticas que determinan importantes gradientes físico-químicos y favorecen la presencia de altas concentraciones de nutrientes con importantes consecuencias biológicas para todo el ecosistema. (Piola y Rivas, 1997; Guerrero y Piola, 1997, Lucas *et al.*, 2005). La zona de confluencia tiene una variación estacional, donde al final del invierno la corriente de Malvinas alcanza su máximo desplazamiento latitudinal hacia el norte, mientras que durante el verano ocurre el mínimo. Esta posición también es variable año a año pudiendo registrarse desplazamientos mayores según la intensidad de las dos corrientes que la forman (Saraceno *et al.*, 2004). El agua de talud o de plataforma externa de origen subantártico, tiene la salinidad relativamente alta, entre 33,7 y 34,1 y la de origen subtropical mayor que 34,5 (Guerrero y Piola, 1997).

Sobre la plataforma continental fluyen aguas asociadas a la corriente Patagónica, de origen subantártico, modificadas en esta región por el aporte fluvial del Río de la Plata, por la acción de los vientos y, especialmente donde la profundidad no supera los 50 m, por el ciclo anual de temperatura. (Guerrero y Piola, 1997; Lucas *et al.*, 2005). Estas aguas son ligeramente más cálidas, menos salinas y fluyen hacia el norte más lentamente que las aguas del talud. El agua de plataforma media tiene un rango de salinidad entre 33,4 y 33,7, y se extiende sobre el área central entre los 40 y los 100 m de profundidad, paralela a la batimetría con dirección SSO-NNE.

Finalmente, el régimen costero con agua asociada a la descarga del Río de la Plata, de baja salinidad (inferior a 33,4), rica en nutrientes y con un patrón estacional acoplado a la estacionalidad del campo de vientos. En verano la descarga del Río de la Plata es mínima y está dominada por la acción de los vientos hacia la costa, que extienden la distribución de las aguas de baja salinidad a lo largo de la costa bonaerense hacia el sur, y entre los 37° S y hasta los 31° S hacia el este de la costa Argentina

(Lucas *et al.*, 2005). El agua dulce del Río de la Plata se mezcla con las aguas de la plataforma continental formando en superficie una pluma boyante de baja salinidad e induciendo una alta estratificación vertical en densidad. En consecuencia, el agua diluida tiende a aislar de la superficie a la capa profunda ocupada por aguas de la plataforma continental. El calentamiento en primavera y en verano aumenta la flotabilidad del agua de superficie incrementando el gradiente de densidad provocado por la estratificación salina del régimen del Río del Plata y aislando aún más a la capa de fondo (Mollier, 2008).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron las campañas realizadas por los buques de investigación pesquera del INIDEP que tenían por objetivo determinar el área de concentración de juveniles de merluza, en el área comprendida entre 35° S y 38° S y entre 50 m y 250 m de profundidad durante el mes de diciembre entre 1995-2000.

Los lances de pesca se realizaron con un diseño de muestreo sistemático por transecta (Cochran, 1977) considerándose un estrato de profundidad entre los 50 m y 250 m. Se realizaron entre 10 y 14 transectas (Figura 1, Tabla 1).

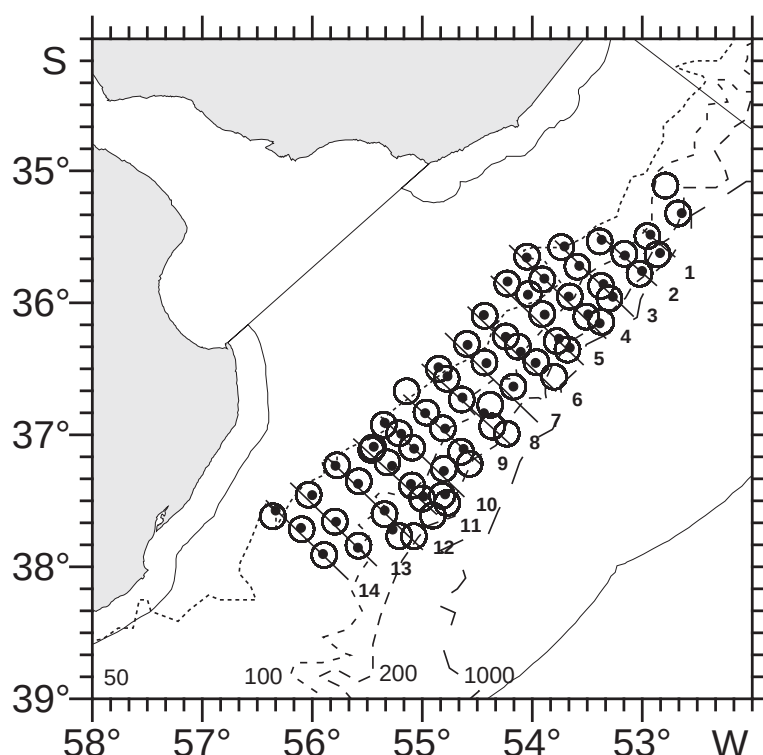


Figura 1. Lances de pesca (puntos) y estaciones oceanográficas (círculos) en 14 secciones (35°-38° S) durante el mes de diciembre en la Zona Común de Pesca Argentina-Uruguay.

DISTRIBUCIÓN DE MERLUZA (*MERLUCCIOUS HUBBSI*) EN LA ZONA COMÚN DE PESCA...

Elena Louge, Graciela Molinari, Roberto Castrucci

Los individuos se agruparon por rangos de tallas. Estos rangos corresponden a las edades señaladas por la curva de crecimiento del modelo de Von Bertalanfy donde

$$L_{\infty} = 88 \text{ cm}$$

$$K = 0.1883$$

$$t = -0.27$$

calculado para el efectivo norte (Bezzi, *et al.*, 2004), y a lo señalado por Bezzi e Ibañez, (2006), a saber:

Edad 0: individuos menores de 19 cm

Edad 1: individuos entre 19 y 30 cm

Edad 2: individuos entre 31 y 40 cm

Adultos: individuos mayores de 40 cm.

Se calculó el número de individuos por milla náutica cuadrada según la expresión

$$N_i = nc_i (PC/PM)/A \quad (1)$$

siendo:

N_i : abundancia de individuos de la clase de talla i ($N^{\circ} \text{ mn}^{-2}$)

nc_i : número de individuos en la muestra, de la clase de talla i .

PC: peso de la captura (kg)

PM: peso de la muestra (kg)

A: área barrida (mn^2)

Tabla 1. Número de lances y estaciones oceanográficas (CTD) correspondientes a las campañas analizadas.

Código de campaña	Área analizada	Lances	CTD
EH-09/95	35°-38°	53	64
EH-16/96	35°-38°	55	-
OB-08/97	35°-37°	37	37
EH-11/98	35°-38°	47	54
EH-10/99	35°-38°	57	59
EH-09/00	35°-37°	41	-

De la base BaRDO (Base Regional de Datos Oceanográficos) se recopilaron los registros de fondo de 376 estaciones CTD del área ubicada entre los 34° S y 38° S y entre los 50° O y 60° O, para aquellas estaciones con una profundidad mayor de 20 m muestreadas durante el mes de diciembre, para construir las distribuciones climatológicas de la temperatura y de la salinidad de fondo.

Se analizaron los datos CTD correspondientes a las campañas de juveniles realizadas durante los años 1995, 1997, 1998 y 1999. No se dispone de los datos ambientales de las campañas realizadas en 1996 y 2000 (Figura 1, Tabla 1). Para estos datos se calculó la distribución espacial del rango entre cuartiles (IRQ) de la temperatura y de la salinidad de fondo. Esta medida muestra la variación espacial de la variabilidad de los datos como la diferencia entre el percentil 75 y el 25, y fue calculada para los nodos de una grilla de 0,5° por 0,5°, considerando la máxima cantidad de datos dentro de un círculo de búsqueda de 0,3536° (círculos tangenciales, evitando la superposición de datos).

Para tener en cuenta la variación interanual se calculó para cada año el valor medio de la temperatura y de la salinidad, clasificadas en grillas de 0,5° x 0,5°. A partir de los datos anuales, en cada nodo se calculó el desvío estándar. Se controló la cantidad de esta información contrastándola con los valores climatológicos de fondo en los mismos nodos. Se establecieron las zonas de variabilidad interanual máxima, aquellas con desvío estándar superior al percentil 75 y de variabilidad interanual normal aquellas con desvío estándar entre el percentil 25 y 75.

RESULTADOS

Características ambientales

Los rangos de salinidad y de temperatura de fondo de los registros seleccionados de la base BaRDO fueron de [29,25-35,52] y de [5,11-19,34]° C respectivamente.

La zona de mayor variabilidad interanual de salinidad y temperatura se encontró al norte de los 37° S y sobre el borde superior del talud. En el caso de la temperatura apareció otra celda con máxima variabilidad interanual entre los 35,5° S y 36° S y al oeste de la isobata de 50 m. Los rangos característicos de la variabilidad interanual fueron [5,8-15,01]° C para la temperatura y [33,51-35,38] para la salinidad.

Entre los 34° S y 36° S y al E de los 53° O (Figura 2 a y 3 a) la distribución media en el mes de diciembre, muestra los gradientes térmico y de salinidad asociados a la confluencia de las aguas de plataforma subantárticas y subtropicales. Al norte de los 37° S y hasta la isobata de 20 m la distribución media de la salinidad muestra la influencia de aguas diluidas del Río de la Plata. En el resto de la región los parámetros corresponden a la presencia de agua de plataforma media, señaladas por las isohalinas de 33,7 y 34 e indicando el flujo hacia el norte de la Corriente Patagónica.

La distribución del IRQ definió las zonas de máxima variabilidad: para la temperatura se definió una franja longitudinal de máxima variabilidad espacial entre los 35,5° S y 36,5° S al E de los 55° O; y otra coincidente con la posición del máximo gradiente térmico asociado con la confluencia Brasil/

DISTRIBUCIÓN DE MERLUZA (*MERLUCCIVUS HUBBSI*) EN LA ZONA COMÚN DE PESCA...

Elena Louge, Graciela Molinari, Roberto Castrucci

Malvinas (Figura 2 b); para la salinidad quedó limitada entre los 35° S y 37° S al E de los 53,5° O y hasta la isobata de 100 m (Figura 3 b).

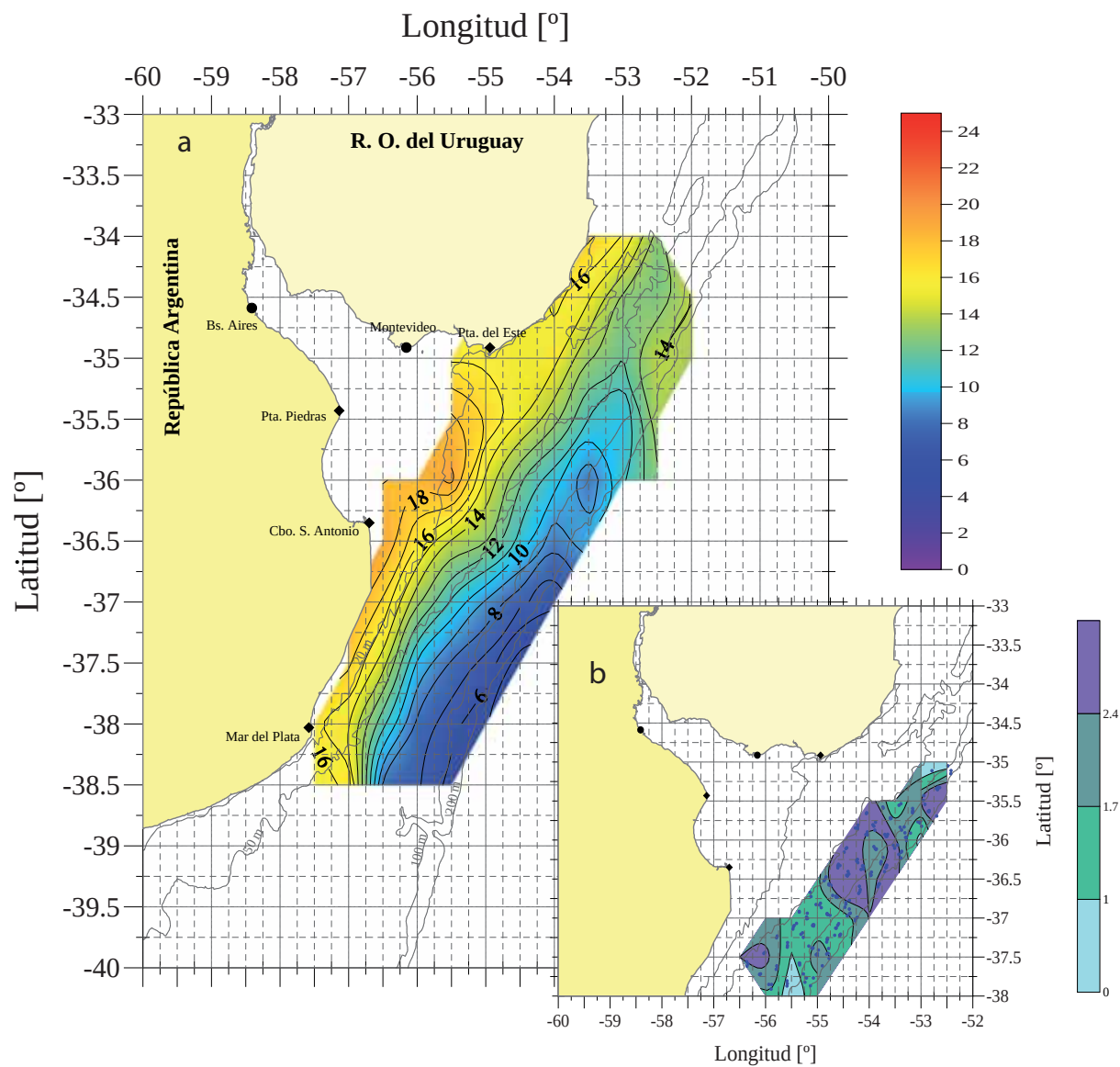


Figura 2 a-b. Distribución climatológica de temperatura de fondo en el mes de diciembre (a) y de IRQ de temperatura de fondo durante las campañas de juveniles (b).

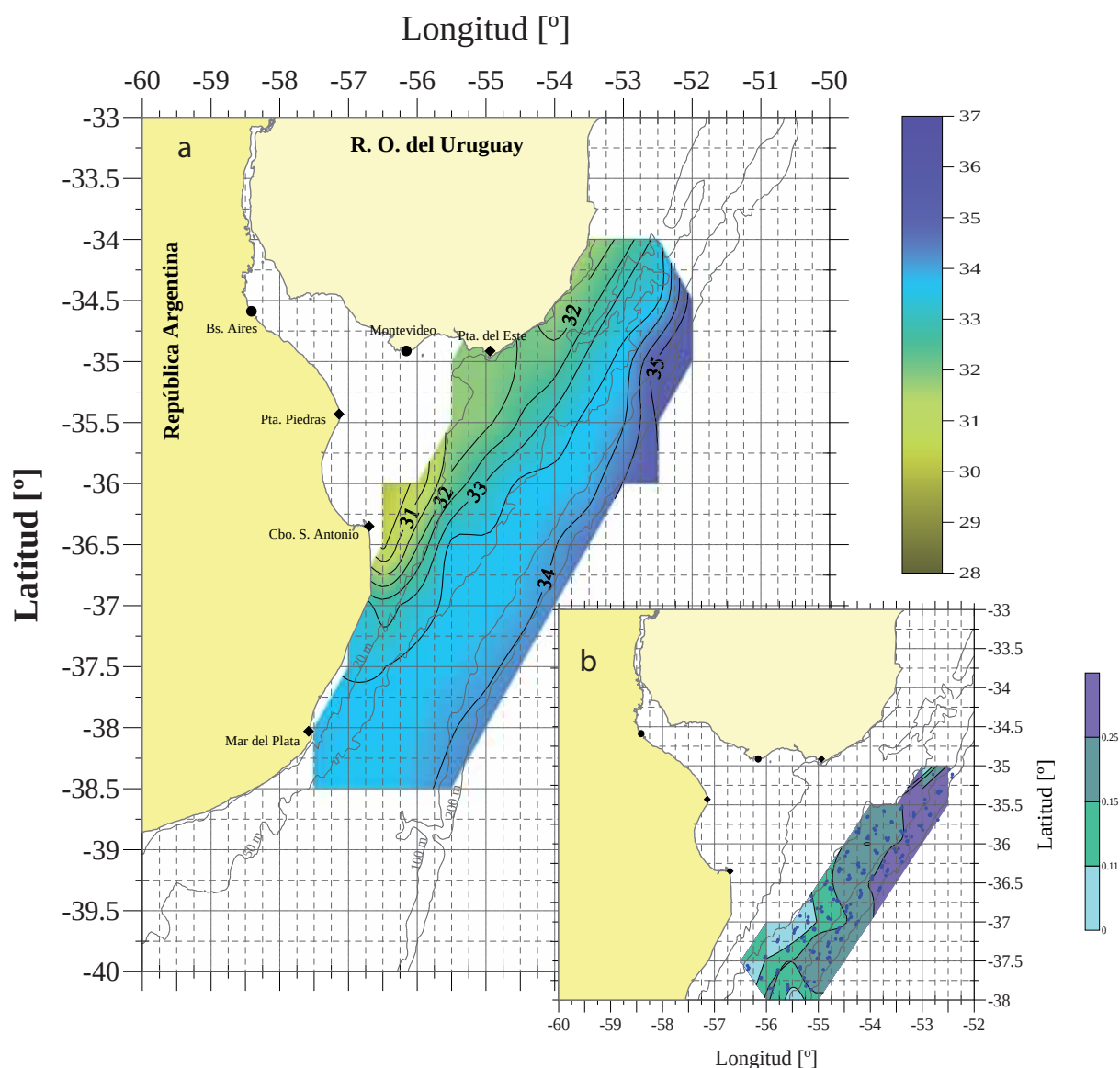


Figura 3 a-b. Distribución climatológica de salinidad de fondo en el mes de diciembre (a) y de IRQ de salinidad de fondo durante las campañas de juveniles (b).

Distribución de talla

Los cuatro grupos de tallas se distribuyeron en toda el área analizada, pero las mayores densidades indicaron algunas preferencias espaciales (Figura 4).

Los individuos menores de 19 cm (edad cero) presentaron las mayores abundancias entre 35° S y 36° S y en general a partir de los 100 m, en este sector no se registraron altas abundancias de individuos adultos.

DISTRIBUCIÓN DE MERLUZA (*MERLUCCIVUS HUBBSI*) EN LA ZONA COMÚN DE PESCA...

Elena Louge, Graciela Molinari, Roberto Castrucci

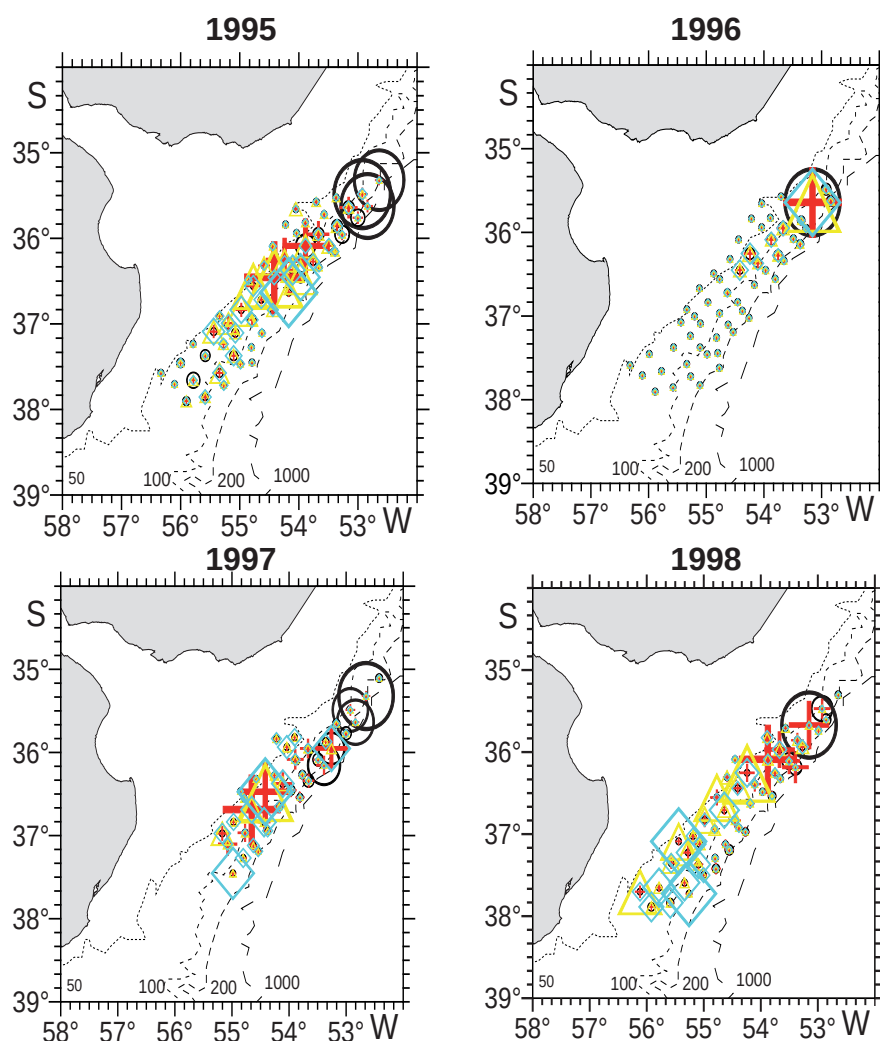
Los individuos entre 19 y 30 cm (edad 1): en general se distribuyeron al norte de los 37° S excepto en el año 1999 que se extendieron al norte y al sur de los 37° S.

El área que ocuparon estos dos grupos (prerreclutas y reclutas) es la señalada como de mayor variabilidad espacial termohalina.

Aquéllos entre 31 y 40 cm coincidieron con la distribución del grupo anterior y en algunos años ligeramente desplazada hacia el sur.

Los individuos mayores de 40 cm presentaron las mayores abundancias al sur de 36° S, excepto en el año 1996 que estuvieron concentrados al norte de 36° S. Los lances con mayor número de individuos se encontraron en profundidades a partir de los 100 m.

Esta región con predominancia de adultos presenta rangos termohalinos típicos de aguas de plataforma, y escasa presencia de ejemplares del grupo cero.



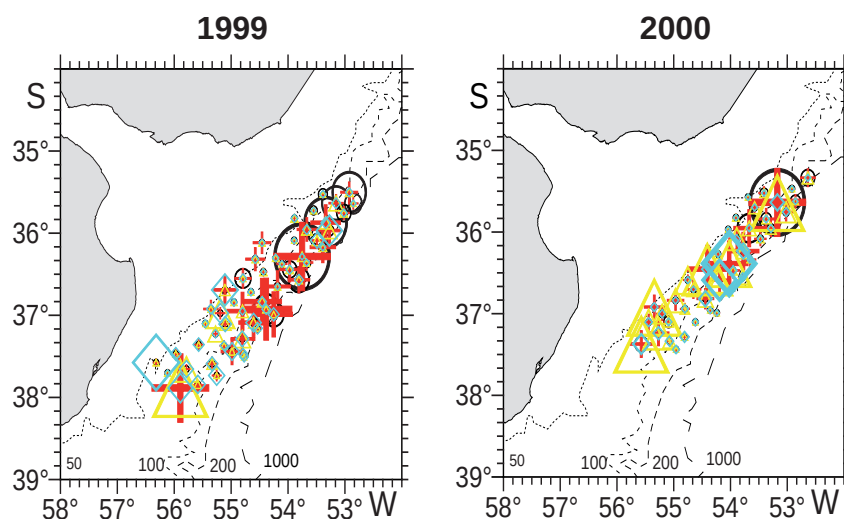


Figura 4. Distribución de la merluza por grupos de talla. Los símbolos más grandes representan las mayores abundancias de individuos. Menores de 19 cm (círculos), entre 19 y 30 cm (cruces), entre 31 y 40 cm (triángulos) y mayores de 40 cm (rombos). La proporcionalidad de los símbolos es comparable sólo entre los símbolos iguales y para un mismo año.

Con respecto a la distribución en función de la profundidad, se muestra con más detalle en la Figura 5. La edad cero y los adultos se hallaron en mayores concentraciones a partir de los 100 m. Los correspondientes a la edad 1 y 2 a profundidades menores.

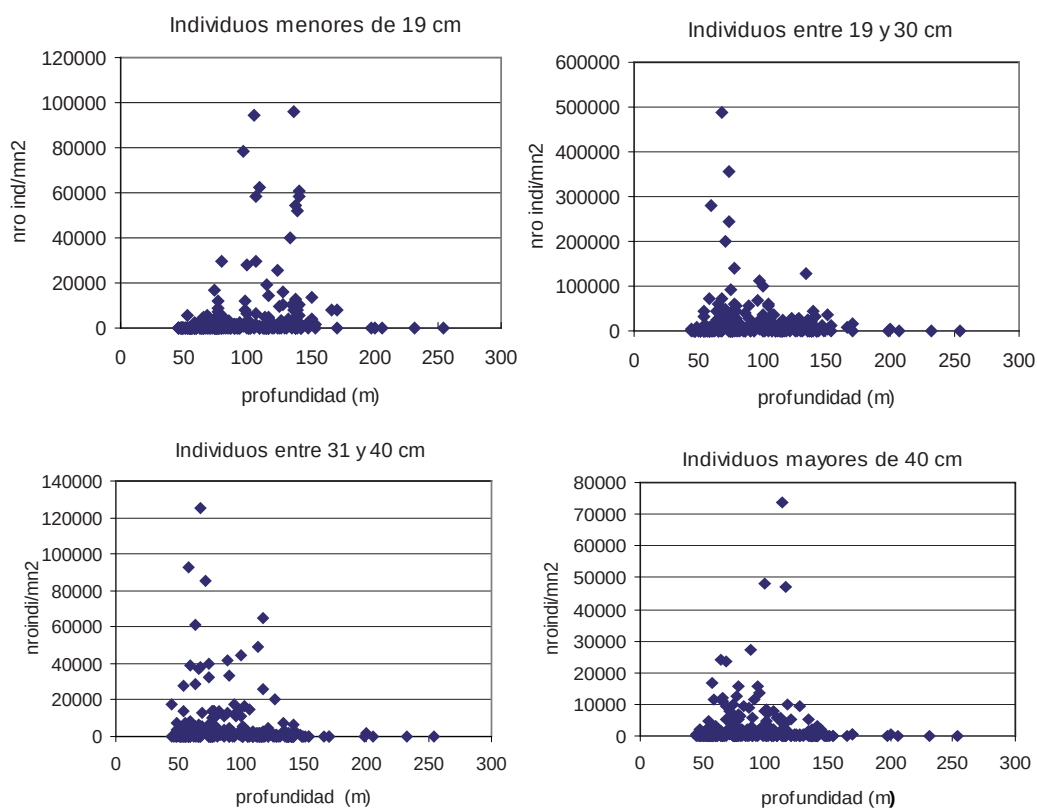


Figura 5. Distribución de la merluza por grupo de talla en función de la profundidad. Período 1995-2000.

DISCUSIÓN

El desove comienza en abril/mayo entre 37° S-38° S y finaliza en septiembre, aunque en verano se encontraron ejemplares en puesta y se sospecha de la existencia de un desove menor en esta estación (Santos y Renzi, 2006). Durante el transcurso del invierno los grupos reproductivos se dirigen hacia el norte del área analizada (Louge, 1996, Ehrlich, 2000) y se ha sugerido que esta migración ocurre simultáneamente con el desplazamiento en la misma dirección de las aguas subantárticas, que alcanzan su punto máximo durante el invierno, llegando hasta los 35° S. En la primavera la intensidad reproductiva disminuye pero no finaliza ya que se han encontrado en octubre ejemplares en puesta entre 35° S- 36° S (Pájaro *et al.* 2007).

Los individuos menores de 19 cm (grupo cero), se hallaron, en mayor abundancia, en el sector norte de la distribución (35°-36° S) y entre las isobatas de 100 y 200 m, a mayor profundidad que el resto de los juveniles con un rango de temperaturas entre 10° y 14° C y salinidades mayores de 34. Este sector es el de mayor variabilidad espacial termohalina que surge por el encuentro de dos masas de agua. Estos sistemas frontales son regiones de alta producción primaria donde pueden desarrollarse grandes florecimientos fitoplanctónicos (Carreto *et al.*, 1981^a), y sobre la región del frente de talud hay mayor concentración de nutrientes superficiales con elevados valores de clorofila *a* durante la primavera (Carreto *et al.*, 2007). Los frentes son también importantes para el crecimiento herbívoro, con mayor disponibilidad de alimento y mayor diversidad de especies como sucede con el zooplancton. La distribución del mismo está ligada al tipo de agua, donde existen formas típicas de aguas frías de progenie antártico-subantártica, y termófilas procedentes de aguas de la Corriente de Brasil. Por otro lado, a través del trayecto costa –talud existen copépodos estuariales como de tipo oceánico, este último en las cercanías del talud (Ramírez, 2007). Estas características podrían favorecer el desarrollo de reclutas y prerreclutas. Ehrlich (2000) observó que las larvas tardías (1,1 cm a 3,5 cm) y juveniles tempranos (3,5 cm a 6 cm) se ubicaron en aguas homogéneas de plataforma o próximas a frentes oceánicos.

Coincidentemente Pájaro *et al.* (2007) hallaron en septiembre-octubre individuos menores de un año en la zona que correspondería al área de mayor variabilidad descripta en este trabajo, y hacia el sur los ejemplares de tallas más grandes. En este sentido, Sánchez (2002) indicó que el sector de mayor incidencia de canibalismo durante diciembre, fue entre 35,3° S y 37° S, a partir de merluzas predadoras de 15 cm, con un incremento de norte a sur del consumo y de la talla media consumida. La longitud de las merluzas presa varió entre 5 cm y 36 cm., ratificando el aumento de las tallas hacia el sur.

Durante los meses de junio y julio no se observa mayor incidencia de prerreclutas (hasta 12/15 cm) en el sector norte (Machinandiarena *et al.*, 2006), pero existe mayor presencia de juveniles durante otoño, invierno y primavera al norte de los 37° S (Renzi *et al.*, 2005, Renzi y Santos 2004). Durante diciembre, como se señala en este trabajo, también las tallas correspondientes a las edades 1 y 2 se

distribuyeron en ese sector que es el de mayor variabilidad y a su vez, hacia el sur, en aguas más frías de la plataforma.

Las mayores abundancias de individuos adultos se encontraron al sur de 36° S, en aguas típicas de plataforma (salinidad entre 33.4 y 34 y temperatura entre 7° C y 12° C). En estas aguas Macchi y Pájaro (2003) encontraron hembras en desove durante abril con temperaturas de fondo entre 11° C y 13° C en las cercanías de la isobata de 50 m. Renzi y Santos (2004) en el mismo mes hallaron los mayores rendimientos (superiores a 500 kg/h) entre 7° C y 13° C y salinidades típicas de plataforma.

En las campañas de evaluación de juveniles del efectivo sur realizadas en el Golfo San Jorge durante el mes de enero, los juveniles del grupo de edad 1 se hallaron más concentrados dentro del golfo (8°-9° C), los del grupo de edad 2 presentaron la misma distribución y además se encontraron fuera de él sobre plataforma. Hubo altos rendimientos en la boca norte del Golfo que correspondieron a zonas de gradientes en temperatura (superiores a los 10° C) y en el frente termohalino del sur (Santos *et al.*, 2001, Louge *et al.*, 2001). El reclutamiento estuvo favorecido en los años con aguas cálidas y salinas (Santos *et al.*, 2002); en ésta área los valores promedio fueron alrededor de 9° C y 33,6-33,7. Se pueden encontrar coincidencias entre los efectivos. Así, vemos que en ambos se mantiene la preferencia por aguas cálidas y salinas principalmente en los grupos de edad más pequeños.

Finalmente se considera que la distribución diferencial de reclutas y juveniles observada en este trabajo señala áreas preferenciales caracterizadas por mayor disponibilidad de alimento, temperaturas y salinidades más propicias para el desarrollo. Resulta relevante el análisis de las variaciones del medio ambiente ya que podrían modificar las condiciones de vida y afectar la sobrevivencia de los reclutas.

BIBLIOGRAFÍA

- Aubone, A., Bezzi, S. & Simonazzi, M. 2000.a. Glosario 2000 de términos científicos usados en evaluación de recursos pesqueros. Inf. Téc. Int. DNI-INIDEP N° 16/00, 6pp.
- Bezzi, S., Renzi, M., Irusta, G., Santos, B., Tringali, L., Ehrlich, M., Sánchez, F., García de la Rosa, S., Simonazzi, M. & Castrucci, R. 2004. Caracterización biológica y pesquera de la merluza (*Merluccius hubbsi*). En: El Mar Argentino y sus recursos Pesqueros, 4: 157-205.
- Bezzi, S. & Ibáñez, P. 2006. Abundancia en número de reclutas de merluza (*Merluccius hubbsi*) en la Zona Común de Pesca (otoño y primavera). Período 1998-2003. Inf.Tec. INIDEP N° 4, 5pp.
- Bezzi, S., Irusta, G. Pérez, M. & Renzi, M. 1997. Sobre la unidad de población de la merluza. Inf Téc Int DNI-INIDEP N° 25, 12pp.
- Carreto, J., Carignan, M., Montoya, N. & Cucchi Colleoni, A. 2007. Ecología del fitoplancton en los sistemas frontales del mar argentino.

DISTRIBUCIÓN DE MERLUZA (*MERLUCCIOUS HUBBSI*) EN LA ZONA COMÚN DE PESCA...

Elena Louge, Graciela Molinari, Roberto Castrucci

- En: El Mar Argentino y sus recursos Pesqueros, 5:11-31.
- Carreto, J., Lasta M., Negri, R. & Benavides H. 1981^a. Los fenómenos de marea roja y toxicidad de moluscos bivalvos en el Mar Argentino. Contrib.Inst.Nac.Invest. Desarr.Pesq. (Mar del Plata), N° 399, 89pp.
- Cochran, W.G. 1977. Sampling Techniques. Third edition. John Wiley & Sons. New York. 428p.
- Ehrlich, M.D. 2000. Distribución y abundancia de huevos y larvas y juveniles de merluza (*Merluccius hubbsi*) en la Zona Común de Pesca Argentina-Uruguay. 1996-1998. Frente Marítimo 18: 31-44.
- Gilbert, D. 1997. Towards a new recruitment paradigm for fish stocks. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54: 984-985.
- Guerrero, R. & Piola, A. 1997. Masas de agua en la plataforma continental. En: Boschi, E.E. (Ed.), El Mar Argentino y sus recursos pesqueros, Tomo 1: 107-118. Antecedentes históricos de las exploraciones en el mar y las características ambientales. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata, Argentina.
- Hilborn, R. 1997. Comment: recruitment paradigms for fish stocks. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54: 984-985.
- Irusta, G., D'Atri L., & Renzi, M.A.. 2008. Evaluación del estado del efectivo norte de 41°S de la merluza (*Merluccius hubbsi*) y estimación de la captura biológicamente aceptable para el año 2008. Inf.Tec.INIDEP N° 32, 34 pp.
- Louge, E.B. 1996. Variaciones espacio-temporales del fenómeno reproductivo de la merluza *Merluccius hubbsi* durante su concentración invernal en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay. Bol.Inst.Esp. Oceanogr. 11(2): 123-139.
- Louge, E., Santos, B. & Reta, R. 2001. Temperatura y salinidad del área de cría de merluza (*Merluccius hubbsi*), del efectivo al sur del 41°S y distribución de juveniles (enero de 2001). Int Tec. INIDEP N° 76, 13 pp.
- Lucas, A., Guerrero, R., Mianzan, H., Acha, M. & Lasta, C. 2005. Coastal oceanographic regimes of the Northern Argentine Continental Shelf (34-43[degree sign]S), Estuarine, Coastal and Shelf Science, 65 (3): 405-420.
- Macchi, G. & Pajaro, M. 2003. Fecundidad, producción potencial de huevos, talla de primera maduración de la merluza (*Merluccius hubbsi*) en el área de reproducción otoñal (35°-39°30). Inf. Tec. INIDEP N° 86, 13 pp.
- Machinandiarena L., Brown, D., Ehrlich, M., Pájaro, M., Dorado J. & Teso, V. 2006. Distribución de huevos, larvas y prerreclutas de merluza (*Merluccius hubbsi*) en la zona común de pesca Argentino-Uruguay. Período 1999-2001. Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero 18: 21-32.
- Myers, R.A. 1997. Comment and reanalysis: paradigms for recruitment studies. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54: 978-981.
- Otero, H.O., Giangioffe M.S. & Renzi, M. 1986. Aspectos de la estructura de población de la merluza común (*Merluccius hubbsi*). Distribución de tallas y edades. Estadios sexuales. Variaciones estacionales. Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo 1 (1): 141-179.
- Pájaro M., Macchi G. & Ibáñez P. 2007. Análisis de la condición reproductiva del efectivo norte de merluza (*Merluccius hubbsi*) en invierno de 2006. Inf. Tec. INIDEP N° 04 12pp.

- Piola, A. & Rivas, A. 1997. Corrientes de la plataforma continental. En: Boschi, E. (Ed.), El mar Argentino y sus Recursos Pesqueros, Tomo. I: Antecedentes históricos de las explotaciones en el mar y las características ambientales. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata, Argentina, 119-132.
- Ramírez, F. 2007. Distribución y alimentación del zooplancton. En: El Mar Argentino y sus recursos Pesqueros, 5: 45-69.
- Renzi, M. & Santos B. 2004. Estructura por edad de la población de merluza capturada durante la campaña realizada a la Zona Común de Pesca en abril de 2003 (OB - 02/03). Inf. Téc. INIDEP N° 3. 09-01-04. 12 pp.
- Renzi, M., Santos, B., & Simonazzi, M. 2005. Estructura por edad y sexo de la población de merluza (*Merluccius hubbsi*) en el área norte de 41°S. Período 1993-1999. Frente Marítimo. Vol. 20 Sec. A: 41-49 pp.
- Sánchez, F. 2002. Alimentación de la merluza (*Merluccius hubbsi*) en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay entre los años 1995 y 2000. Inf.Tec.INIDEP N° 118, 14 pp.
- Santos, B. 2006. Estudio de las variaciones de la temperatura y la salinidad en el área de distribución del efectivo norte de merluza (1994-2005). Inf.Tec.INIDEP N° 79, 11 pp.
- Santos, B. Louge E., Castrucci R. & Reta, R. 2001. Patrón de distribución y abundancia de merluza (*Merluccius hubbsi*) del efectivo al sur del 41°S en su área de cría estival en relación con parámetros oceanográficos. Periodo 1995 – 2000. Inf. Téc. INIDEP N° 1, 16 pp
- Santos, B., Louge E. & Castrucci R. 2002. Estudio de las variaciones conjuntas de la temperatura y de la salinidad del área de cría de merluza con los índices de abundancia de los grupos de edad 0 ,1 (1995- 2001). Inf Tec INIDEP N° 10, 7 pp.
- Santos, B. & Renzi, M. 2006. Growth in the 0-group of argentine hake (*Merluccius hubbsi*) from the argentine-uruguayan common fishing zone. Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero 18: 45-55.
- Saraceno M., Provost C., Piola A. R., Bava J. & Gagliardini A. 2004. Brazil Malvinas Frontal System as seen from 9 years of advanced very high resolution radiometer data. Journal of Geophysical Research, 109, C05027, doi:10.1029/2003Jc002127.

Diagnóstico del estado del recurso merluza (*Merluccius hubbsi*) realizado en el ámbito de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo

GRUPO DE TRABAJO MERLUZA

POR LA PARTE ARGENTINA: C. GABRIELA IRUSTA ¹, LUCIANA L. D'ATRI ¹

POR LA PARTE URUGUAYA: MARÍA I. LORENZO ¹

¹ *Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Argentina*

² *Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA), Uruguay*

RESUMEN: A partir de la información proveniente de ambas delegaciones argentina y uruguaya pertenecientes al Grupo de Trabajo de Merluza en el ámbito de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo, se elaboró un diagnóstico sobre el estado y evolución del recurso merluza (*Merluccius hubbsi*). La principal conclusión fue que el efectivo se encuentra en una situación crítica con una notoria disminución de la abundancia, reflejada en la composición de la captura desembarcada que varió hacia una mayor proporción de juveniles como consecuencia del deterioro de la fracción adulta de la población.

SUMMARY. Based on the information coming from both Argentine and Uruguayan delegations belonging to the Hake Working Group of the Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo, diagnosis on the status and development of hake (*Merluccius hubbsi*) was elaborated. The main conclusion was that the stock is in a critical situation with an important decrease in the abundance. Catch structure by age changed towards a greater proportion of youth as a result of the depletion of the adult in the population.

INTRODUCCIÓN

La situación del estado del recurso merluza (*Merluccius hubbsi*) ha sido siempre motivo de estudio y de análisis por parte de los investigadores que integran el Grupo de Trabajo de Merluza (GTM), que funciona en el marco de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo (CTMFM). Por lo que en el Plenario N° 281/09 de la CTMFM y considerando la existencia de un importante volumen de información biológica-pesquera acerca de la especie por parte de ambos países, se resolvió adoptar una serie de acciones con el fin de realizar un diagnóstico actualizado del estado del recurso merluza. Ambos grupos intercambiaron la información procesada y de esta manera se elaboró un diagnóstico final. En este trabajo se presentan las principales conclusiones del estado y evolución del recurso merluza a partir de toda la información analizada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con el objetivo de efectuar el diagnóstico, ambas Partes realizaron una serie de trabajos científicos, los cuales se citan a continuación:

1. Análisis de las capturas anuales de merluza en la ZCPAU. Caracterización de la flota merlucera uruguaya.
2. Captura declarada, esfuerzo y CPUE estimados a partir de la información de la flota comercial de altura argentina dirigida a merluza. Período 1986-2008.
3. Estructura por edad y sexo de la captura de merluza desembarcada en Argentina Período 1999-2008.
4. Análisis de la estructura por edad y sexo de la captura de merluza desembarcada en Uruguay en los años 1994 y 2008.
5. Estructura por clase de talla de la captura total anual de merluza estimada a partir de la información de observadores a bordo de la flota comercial. Años 2007 y 2008.
6. Campañas de investigación realizadas en la ZCPAU.
 - 6.1 Campaña Oca Balda primavera 1986.
 - 6.2 Análisis de la estructura por talla y edad de merluza a partir de datos provenientes de las campañas de evaluación en el período 1994, 1995, 1998 y 2008 efectuadas en la ZCPAU.
7. Campañas de investigación efectuadas al norte del paralelo 41° S.
 - 7.1 Densidad, porcentaje de juveniles y estructura de tallas del efectivo norte de merluza en el período 1996-2008.
8. Análisis de la información de las campañas dirigidas a la delimitación de áreas de veda en la ZCPAU. Período 1991-2009.

- 8.1. Análisis de la información de las campañas dirigidas a la delimitación de áreas en la ZCPAU. Norte 37° S.
- 8.2. Análisis de la información de las campañas dirigidas a la delimitación de áreas en la ZCPAU. Dentro del área de veda.
- 8.3. Distribución y rendimiento de los juveniles de merluza en las áreas de veda de la ZCPAU. Período 1993-2009.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de la información presentada por ambas delegaciones se elaboró un diagnóstico del estado del stock norte de merluza (*Merluccius hubbsi*) y posteriormente se efectuó un Resumen Ejecutivo (Anexo al informe del Grupo de Trabajo 3/09) que compendió y sintetizó los resultados más relevantes de todos los trabajos. En el presente documento se expone dicha información.

Análisis de las capturas anuales de merluza en la ZCPAU

Históricamente, los desembarques anuales de merluza por parte de ambos países entre 1983 y 1997 en la ZCPAU, oscilaron entre 100.000 y casi 170.000 toneladas. A partir de 1998 los desembarques totales mostraron una disminución importante alcanzando un valor mínimo de 30.100 toneladas en el 2000. Posteriormente, los desembarques totales no superaron las 70.000 toneladas (Fig. 1).

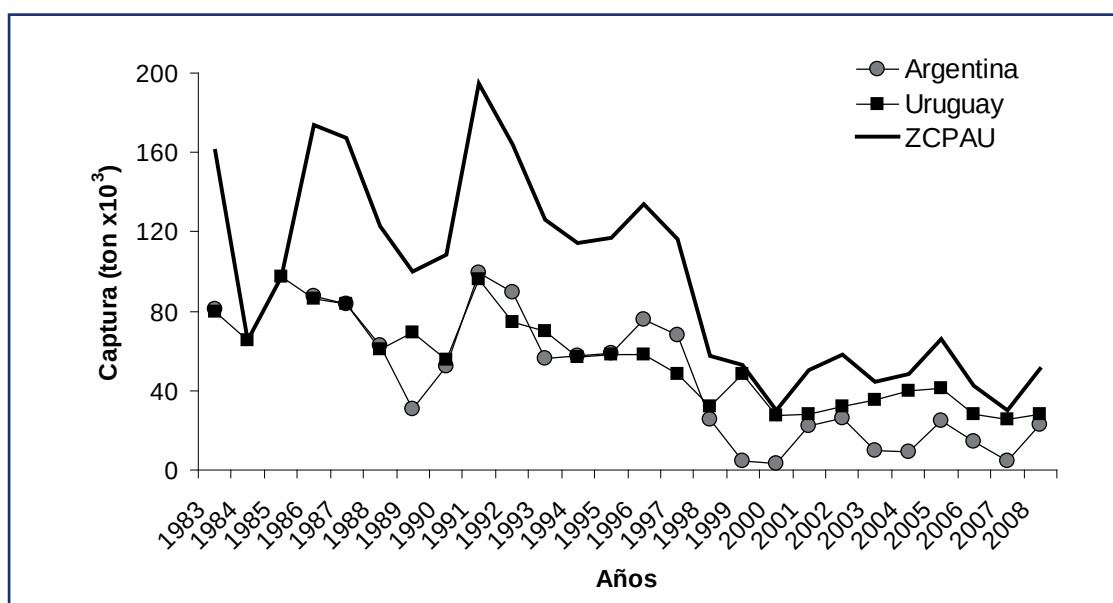


Figura 1. Captura desembarcada (toneladas) por la flota comercial argentina y uruguaya en la ZCPAU en el periodo 1983-2008.

Captura declarada, esfuerzo y CPUE estimados a partir de la información de la flota comercial de altura argentina dirigida a merluza. Período 1986-2008

Las capturas declaradas argentinas provenientes del efectivo norte de merluza han sufrido variaciones entre 1986 y 2008, los máximos que superaron 100.000 t se ubicaron preferentemente antes de la gran disminución de los años 1999 y 2000. Posteriormente las capturas fueron oscilantes y no alcanzaron, en general los altos valores observados en los años previos (Fig. 2).

La flota fresca de altura argentina aportó el 78 % en promedio de la declaración total correspondiente al efectivo norte. Le siguió en orden de importancia la flota costera y la congeladora (Fig.2).

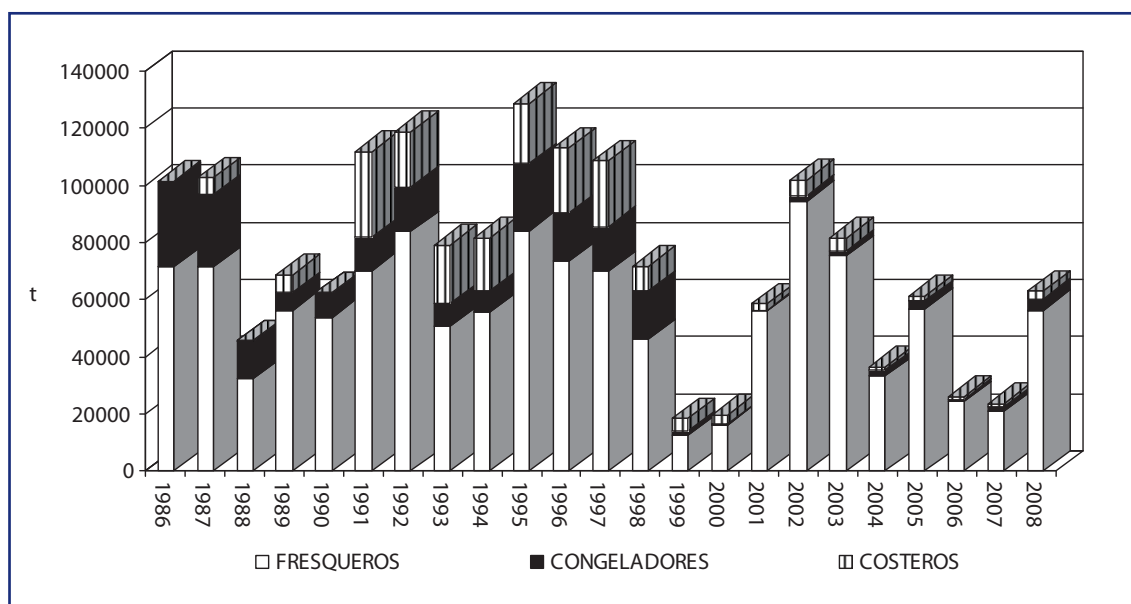


Figura 2. Capturas (t) argentinas por tipo de flota. 1986-2008.

La CPUE para el periodo 1986 -2008, se estimó utilizando un modelo lineal general (MLG), el cual se construyó considerando diferentes estratos de barcos de tipo fresquero de altura, los meses del año, los rectángulos estadísticos donde operó la flota y el año. Hasta el año 1991, la CPUE anual sufrió oscilaciones similares a las capturas declaradas, ya que el esfuerzo estándar se mantuvo en promedio. En 1996-1997 alcanzó el doble de los valores iniciales del período, en tanto que las capturas no por lo que la CPUE fue disminuyendo. En 1999 y 2000 la CPUE alcanzó el nivel más bajo. En 2001 y 2002 se incrementó y a partir de allí fue oscilante hasta el año 2008, sin alcanzar los niveles históricos estimados. Considerando todo el período, la CPUE disminuyó 57 % (Fig. 3).

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DEL RECURSO MERLUZA (*MERLUCCIVUS HUBBSI*) ...

C. Gabriela Irusta, Luciana L. D'Atri, María I. Lorenzo

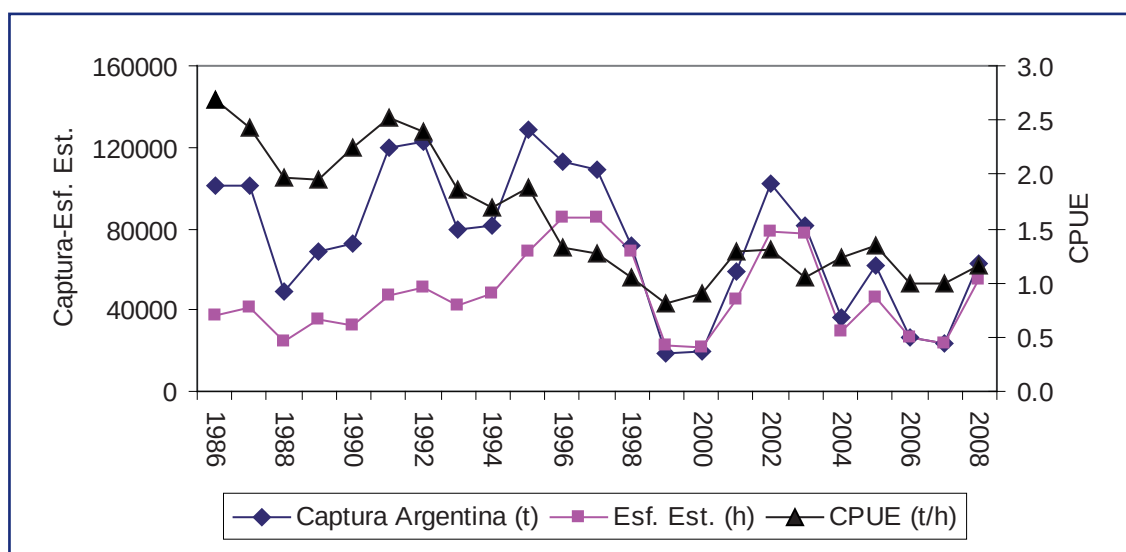


Figura 3. Captura total argentina, esfuerzo estandarizado y CPUE. 1986-2008.

Estructura por edad y sexo de la captura de merluza desembarcada en Argentina Periodo 1999-2008

Durante el período 1999-2008 la captura de merluza desembarcada al norte de 41° S estuvo constituida principalmente por ejemplares del grupo de edad 2, como se observa en la Figura 4. Los porcentajes obtenidos de los grupos de edad 0, 1 y 2 (juveniles) aumentaron hacia el año 2005 y en el año 2008. En relación a los adultos (edades 3 y mayores), los valores en general descendieron a lo largo del período (Tabla 1).

Los porcentajes por sexo para el total de los individuos se mantuvieron constantes durante todo el período en 30% y 70% para machos y hembras, respectivamente.

Tabla 1
1999-2008

Porcentajes de los grupos de edad 0-2, 3-5 y 6+ desembarcados durante el periodo

Año	GE 0-2	GE 3-5	GE 6+
1999	50.21	45.76	4.04
2000	43.86	51.59	4.55
2001	49.12	47.93	2.95
2002	67.96	31.07	0.97
2003	64.17	35.02	0.81
2004	75.63	24.11	0.25
2005	72.65	26.73	0.62
2006	27.90	69.75	2.35
2007	39.42	59.24	1.33
2008	65.67	25.99	0.98

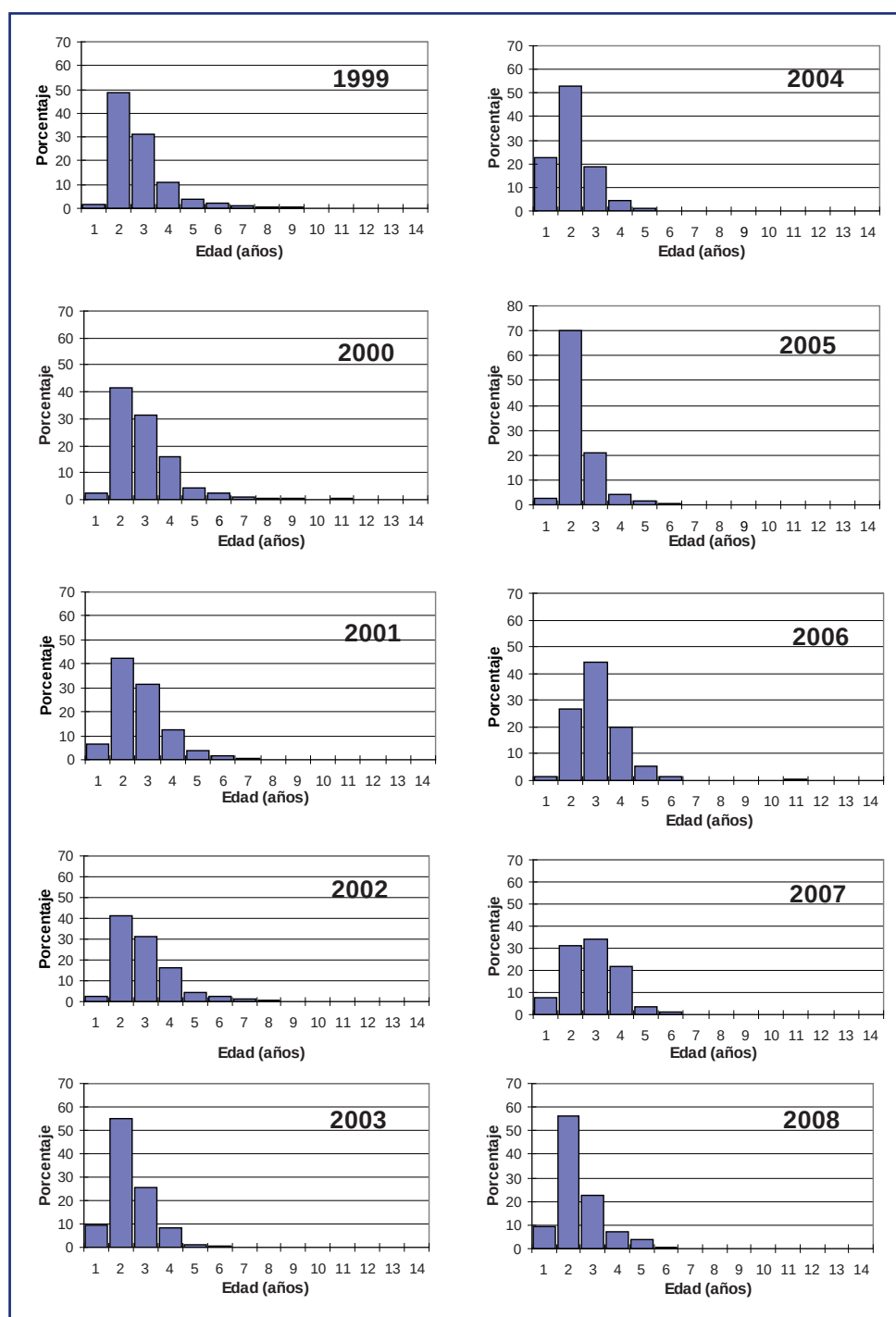


Figura 4. Porcentajes del número de individuos desembarcados por edad durante el período 1999-2008.

Análisis de la estructura por edad y sexo de la captura de merluza desembarcada en Uruguay en los años 1994 y 2008

Al comparar la distribución de tallas para los años 1994 y 2008, se observó un importante cambio debido a la disminución de las tallas más grandes y a la mayor presencia de individuos juveniles en

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DEL RECURSO MERLUZA (*MERLUCCIVUS HUBBSI*) ...

C. Gabriela Irusta, Luciana L. D'Atri, María I. Lorenzo

el desembarque del último año mencionado (Fig. 5). Las edades 3 y 4 contribuyeron con el 60 % en el año 1994, mientras que en 2008 las edades 2 y 3 fueron las que más aportaron, superando el 65 %. El porcentaje de individuos juveniles desembarcados aumentó de 14 % a 56 %, por lo tanto las edades adultas desembarcadas (3+) disminuyeron del 86 % al 44 % entre 1994 y 2008. Lo cual se correspondió con la estructura de edades de la captura desembarcada (Fig. 6).

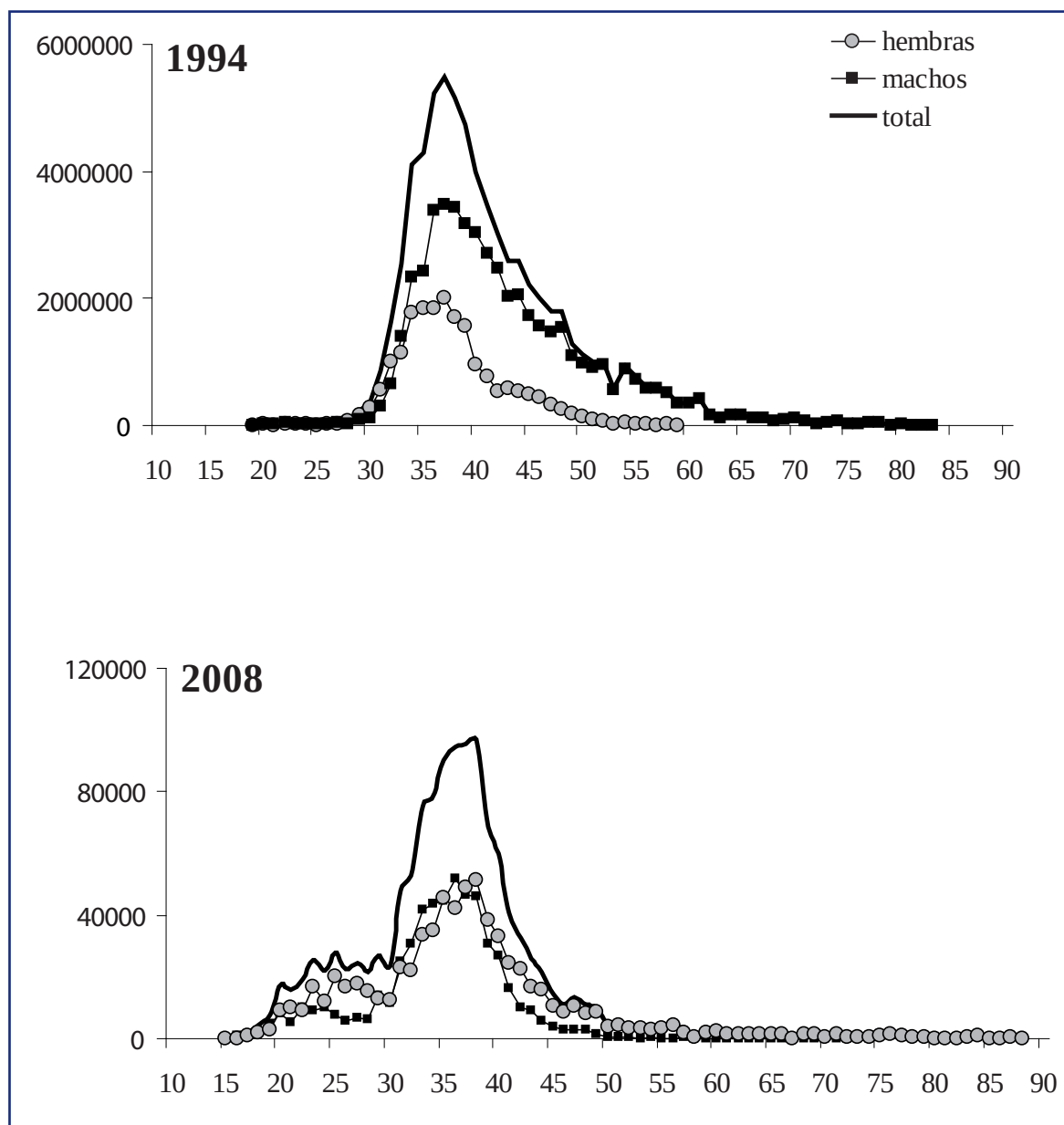


Figura 5. Distribución del número de individuos por clase de talla de la captura desembarcada de merluza por la flota uruguaya. Año 1994 y 2008.

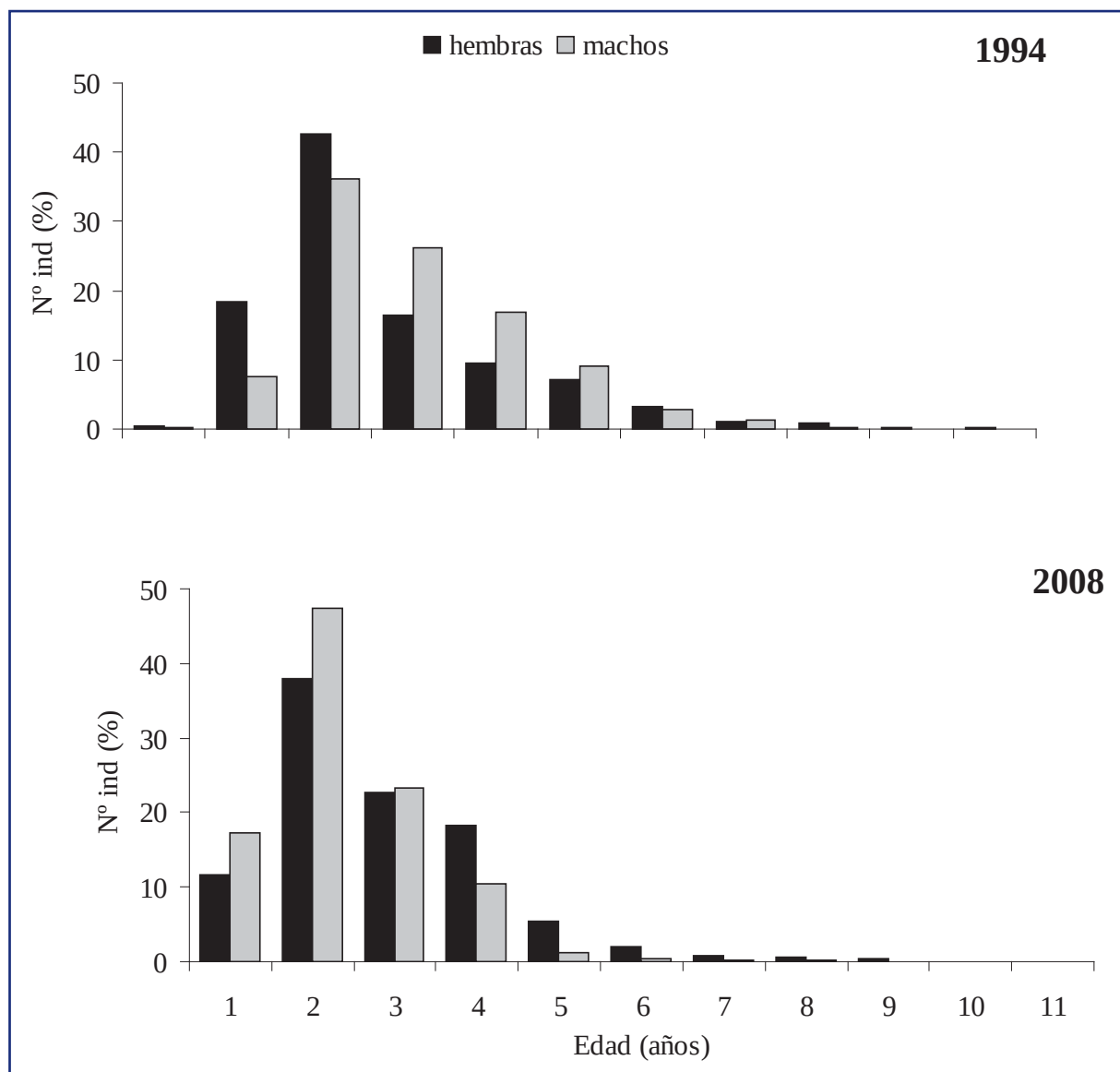


Figura 6. Estructura por edad de la merluza desembarcada en los años 1994 y 2008.

Campañas de investigación realizadas en la ZCPAU.

Análisis de la estructura por talla y edad de merluza a partir de datos provenientes de las campañas de evaluación de los años 1994, 1995, 1998 y 2008 efectuadas en la ZCPAU.

A partir de las campañas dirigidas a evaluar la distribución y abundancia de la merluza en la ZCP AU durante los otoños de los años 1994, 1995, 1998 y 2008, se observó una declinación de la talla media del 6 % en la talla media entre el año 1994 y 2008, con porcentajes de ejemplares juveniles

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DEL RECURSO MERLUZA (*MERLUCCIVUS HUBBSI*) ...

C. Gabriela Irusta, Luciana L. D'Atri, María I. Lorenzo

del 76 % en 1998 y del 88% en 2008. En sólo el 12 % del total de la captura estuvo conformada por individuos adultos en tanto que en 1995 fue el 65 %. (Fig. 7).

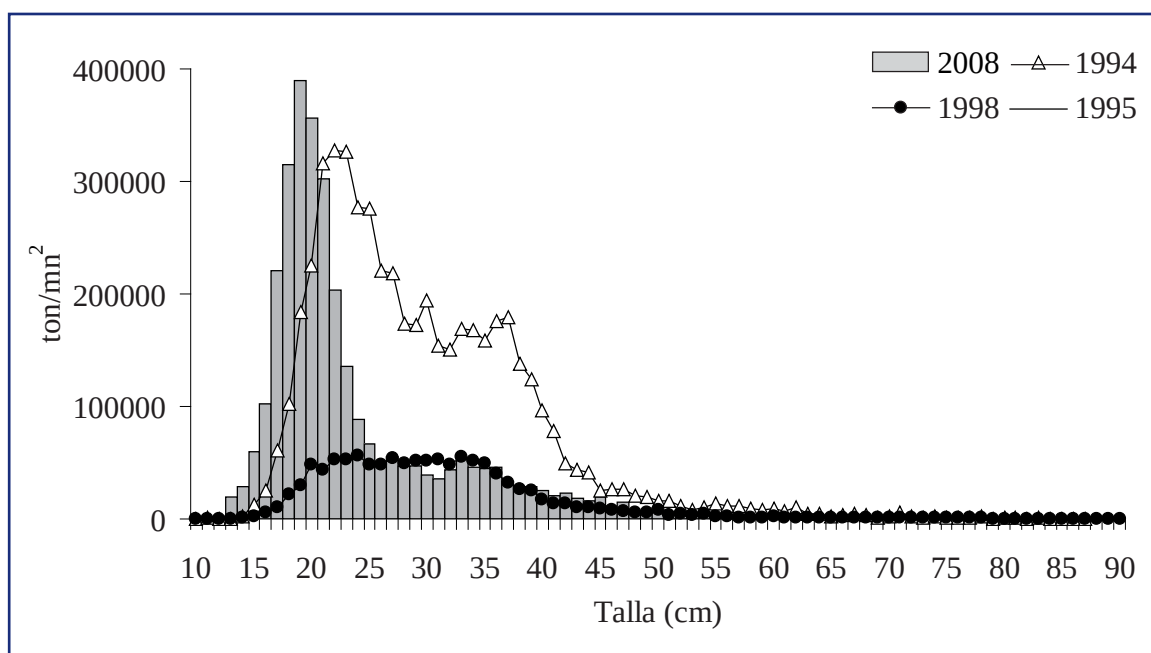


Figura 7. Abundancia por clase de talla de merluza para los otoños 1994, 1995, 1998 y 2008.

Campañas de investigación efectuadas al norte del paralelo 41° S.

Densidad, porcentaje de juveniles y estructura de tallas del efectivo norte de merluza en el período 1996-2001, 2003, 2005-2008.

En la ZCPAU se cuenta con registros históricos de densidades medias de merluza (t/mn^2) de campañas globales con valores superiores a $60 t/mn^2$ en 1978 y a $50 t/mn^2$ en 1981. Nuevamente, en 1983 las estimaciones fueron mayores a $60 t/mn^2$, mientras que en 1993 la densidad media no superó las $27 t/mn^2$. A partir de las campañas de investigación dirigidas a evaluar al efectivo norte de $41^\circ S$ entre 1996 y 1999 se estimó una disminución de la densidad, tanto en toneladas como en número de individuos de 7 a $2,5 t/mn^2$ y de 22.000 a 7.500 individuos/ mn^2 aproximadamente. Luego hubo un incremento hacia el 2000-2001, sin embargo hacia final del período estos indicadores continuaron disminuyendo (Figura 8)

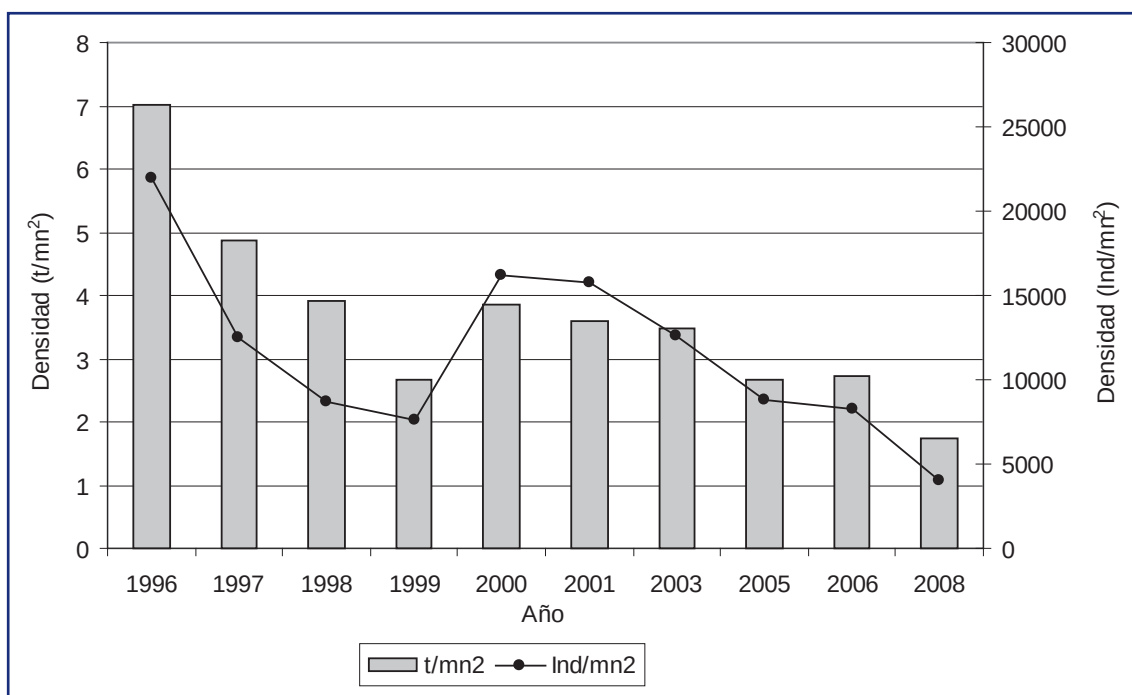


Figura 8. Densidad de merluza (t/mn² y individuos/mn²) en el área norte de 41° S. Años 1996 a 2001, 2003, 2005, 2006 y 2008.

El número de individuos juveniles en el área analizada declinó un 85 %, sin embargo se observaron grandes fluctuaciones debidas a los reclutamientos a lo largo del período. La abundancia de los adultos también disminuyó en un 70 % (Figura 9).

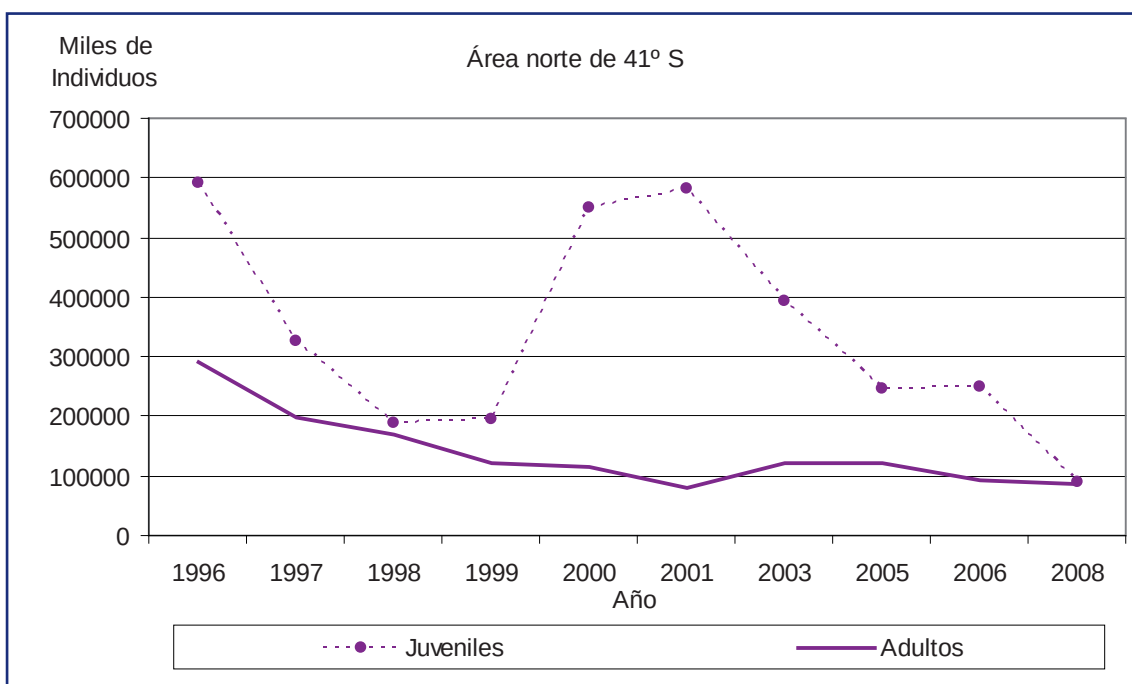


Figura 9. Abundancia (miles) de juveniles y adultos. Años 1996 a 2001, 2003, 2005, 2006 y 2008.

Información derivada de campañas dirigidas a la delimitación del área de veda de juveniles de merluza durante otoño y primavera entre 1991-2008

A partir de la información proveniente de las campañas conjuntas dirigidas a evaluar a los juveniles, se estimó la densidades en t/mn^2 y en número de individuos/ mn^2 . En otoño de 1996 se registró un valor máximo de $980 t/mn^2$, en el resto del periodo no se superó las $500 t/mn^2$ (Fig. 10). Al considerar el N°/mn^2 el mayor valor se observó en el año 2007, siguiéndole en orden de importancia el 1996.

En la primavera los valores fueron importantes en los primeros años y posteriormente siguieron una tendencia de disminución hacia el 2000 y con un incremento hacia el 2007, lo cual fue similar a lo analizado para el otoño (Fig. 10).

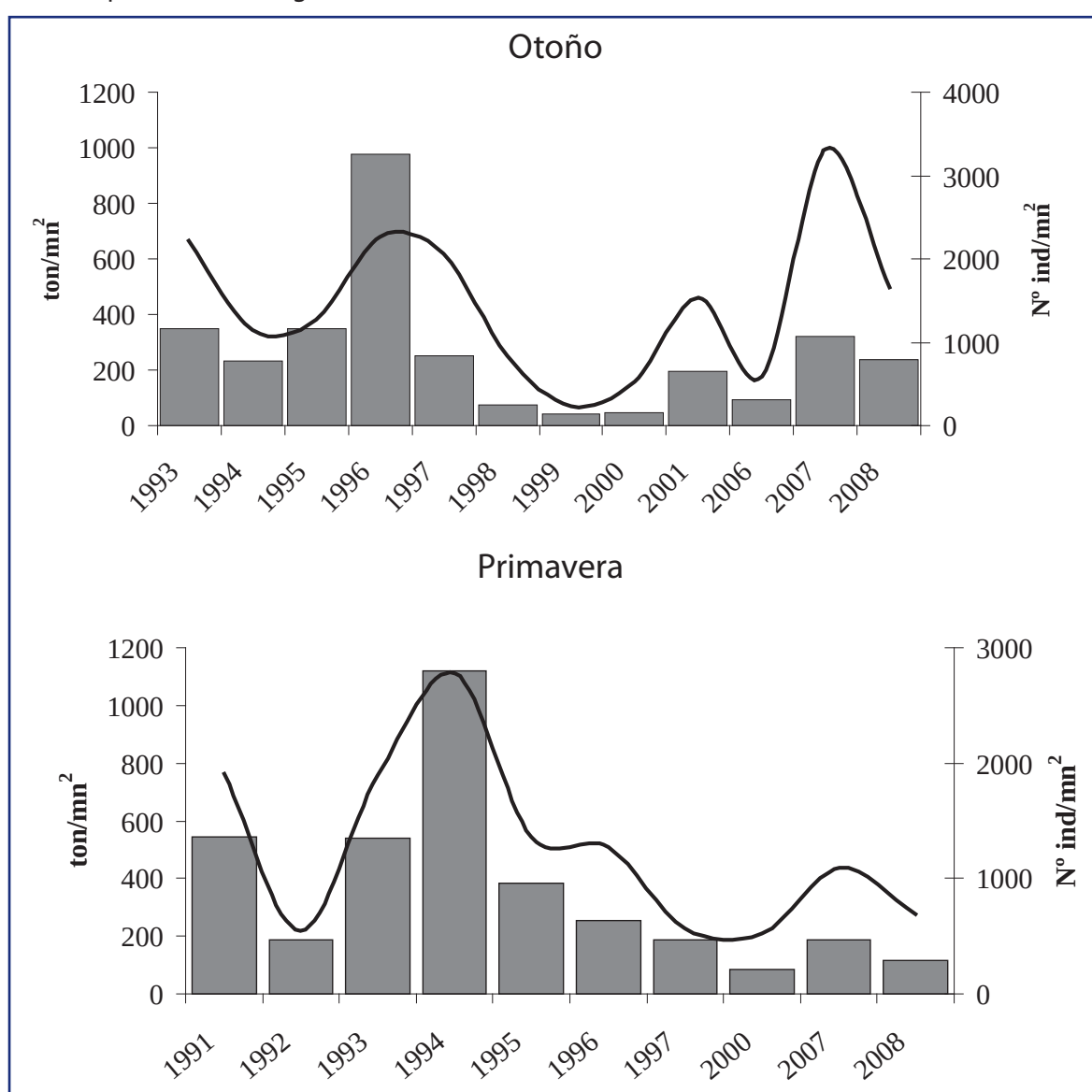


Figura 10. Densidad (toneladas y número de individuos) para las campañas de otoño y primavera dirigidas a delimitar el área de veda de juveniles. *Barras:* t/mn^2 , *línea:* N°/mn^2 .

A partir del número de individuos por rango de tallas se observó una disminución de la fracción adulta estimada a partir de las campañas de primavera entre 1991 y 2008. Por lo tanto, la talla promedio disminuyó de 31.2 cm a 25.8 cm (Fig. 11).

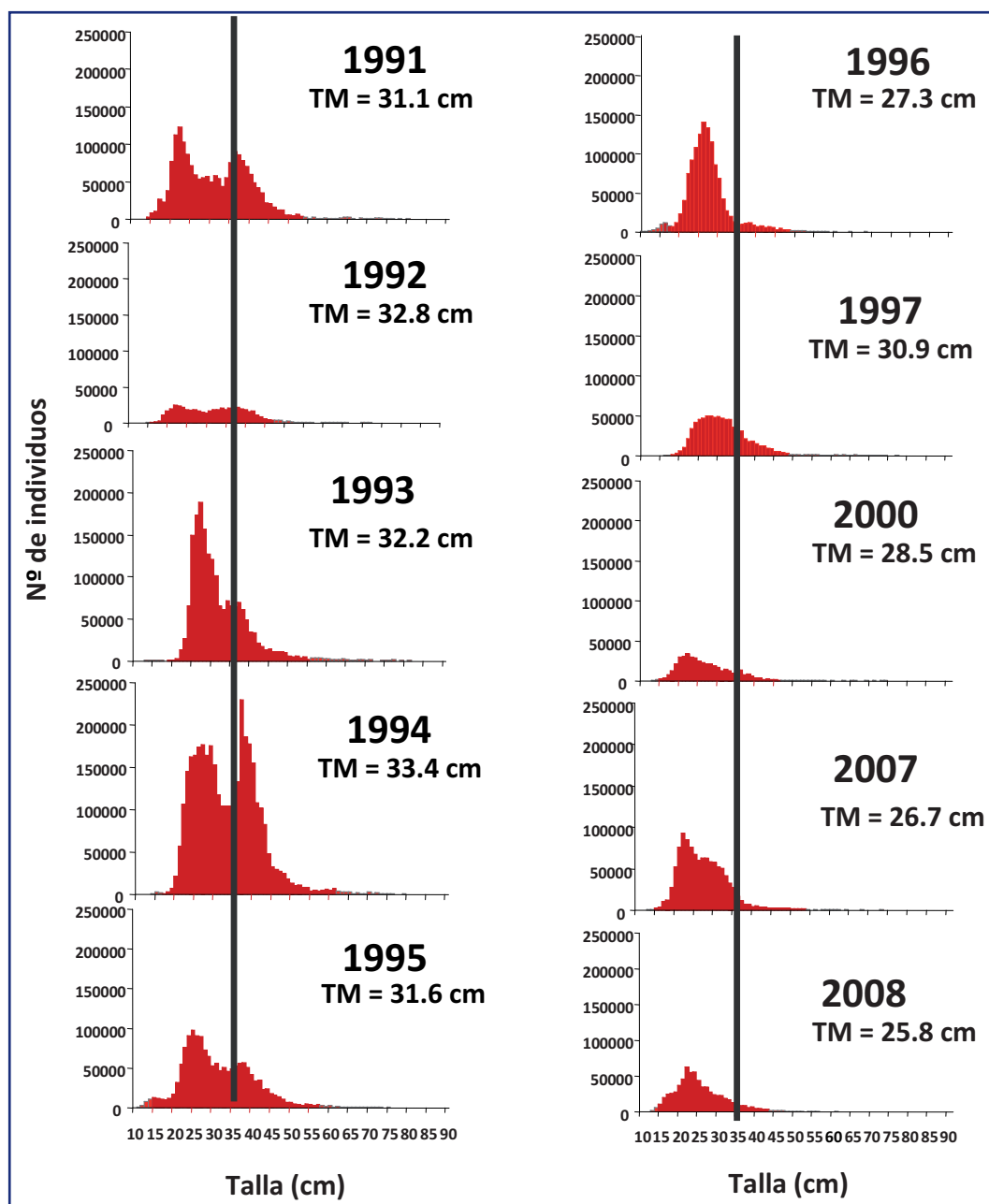


Figura 11. Número de individuos por rango de tallas para las campañas de primavera dirigidas a delimitar el área de veda de juveniles. Línea en 35 cm., considerada largo de primera madurez.

El análisis de la composición porcentual de tallas de merluza en primavera determinó un incremento sostenido de ejemplares juveniles en el área de distribución de las campañas (gran parte de la ZCPAU).

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DEL RECURSO MERLUZA (*MERLUCCIVUS HUBBSII*) ...

C. Gabriela Irusta, Luciana L. D'Atri, María I. Lorenzo

En la Figura 12 se observó que en los primeros años (1991-1995) se registraron porcentajes entre 32 y 42 % de ejemplares adultos. Sin embargo, entre 1996 y 2007 el mayor porcentaje de adultos se registró en 1997 (21 %) y en el último año sólo el 8 % de la estructura de talla estuvo representada por ejemplares adultos (Fig. 12).

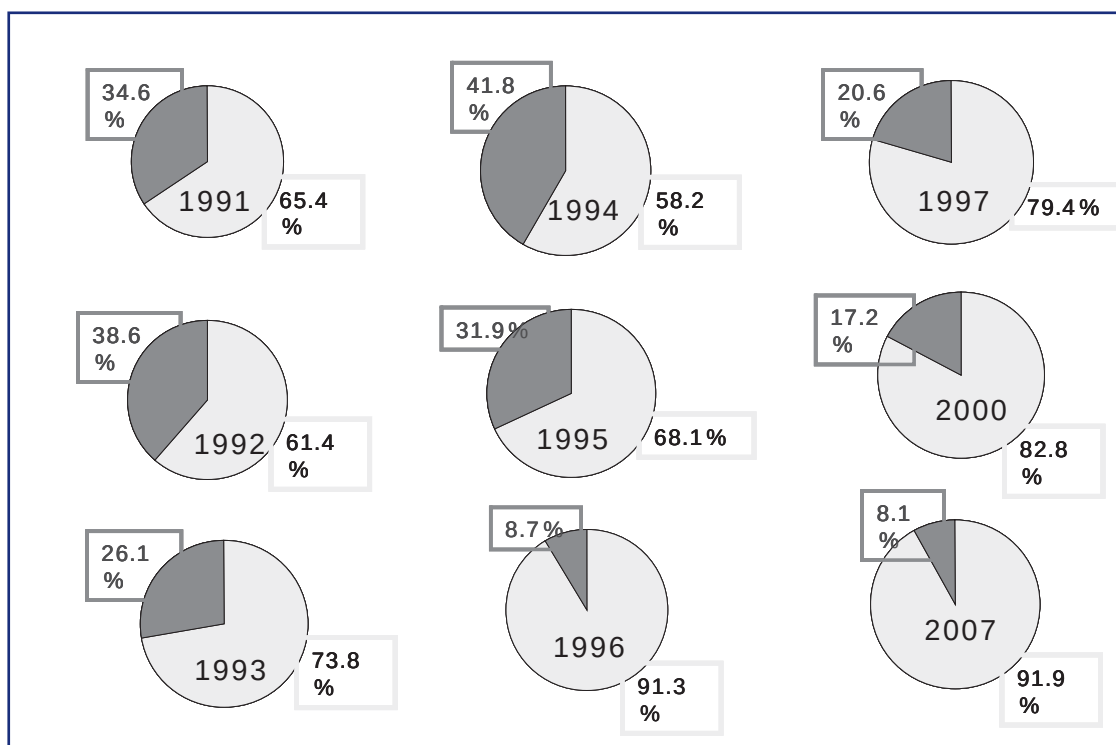


Figura 12. Proporción de juveniles y adultos estimados a partir de las campañas de primavera dirigidas a delimitar el área de veda de juveniles. Juveniles (gris), adultos (negro).

CONSIDERACIONES FINALES

A partir de la información aportada por ambas partes al diagnóstico del recurso merluza, este grupo consideró lo siguiente:

- La serie de información compilada en el diagnóstico que describe el estado de situación actual del recurso merluza revela que el mismo presenta claros signos de una disminución de la fracción de adultos de la especie en el área de estudio.
- La fracción de juveniles, aquellos ejemplares con tallas iguales o menores a los 35 cm, predominan en el área desde el año 1996 con elevados porcentajes. A su vez el número de individuos juveniles muestra una disminución en el período analizado.

- Al considerar la información de la serie de CPUE estandarizada proveniente de la flota argentina se observa una disminución de los valores de captura por hora de un 57 % en el periodo 1986 – 2008, reflejando la caída de la abundancia poblacional de este efectivo.
- La composición de la captura desembarcada muestra una mayor proporción de juveniles en los últimos años, como consecuencia del deterioro de la fracción adulta de la población.
- En términos generales podría resumirse que a partir del análisis de la información expuesta, el Grupo de Trabajo de Merluza coincidió en que es necesario alertar acerca del estado actual de explotación del recurso merluza. Este efectivo se encuentra en una situación crítica, con una notoria disminución de las densidades y de los valores de tallas medias presentes en la población, con una caída significativa de la abundancia tanto de adultos como de juveniles. Como consecuencia las capturas desembarcadas están sostenidas principalmente por las clases de edad correspondientes a individuos juveniles, es decir dependientes de la fuerza del reclutamiento.

Plan de marcación de gatuzo (*Mustelus Schmitti*) en el Ecosistema Costero Bonaerense

MARCELO PÉREZ^{1,2} Y ANA MASSA¹

¹ *Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Paseo Victoria Ocampo N° 1. Escollera Norte, B7602HSA-Mar del Plata, Argentina.*

e-mail: mperez@inidep.edu.ar

² *Departamento de Ciencias Marinas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Funes 3350, B7602AYL, Mar del Plata, Argentina.*

RESUMEN: Se presenta un plan de marcación de gatuzo (*Mustelus schmitti*) en el Ecosistema Costero Bonaerense, se señala el área de trabajo, el número de ejemplares a marcar y esperados a recapturar, durante el primer año de la experiencia.

PALABRAS CLAVES: gatuzo, *Mustelus schmitti*, plan de marcación, marcas convencionales, Ecosistema Costero Bonaerense, Mar Argentino.

SUMMARY: TAGGING PLAN OF THE SMOOTHHOUND AT THE ECOSISTEMA COSTERO BONAERENSE.- A Patagonian Smoothhound (*Mustelus schmitti*) tagging plan in the Ecosistema Costero Bonaerense is presented. Tag and release places are indicated also with the individual's number to tag and the waited recaptures during the first year.

KEY WORDS: Patagonian Smoothhound, *Mustelus schmitti*, tagging, conventional tags, Ecosistema Costero Bonaerense, Argentine Sea.

INTRODUCCIÓN

La utilización del marcado mediante distintas técnicas ha sido reconocida como un valioso medio para estudiar distintos aspectos poblacionales. Esto incluye desde movimientos y migraciones hasta estimaciones de parámetros biológicos pesqueros como tamaño poblacional, crecimiento, sobrevivencia y tasa de explotación (Pollock *et al.*, 1991 y Hoenig *et al.* 1998 a y b).

A partir del año 2008 el Programa “Pesquerías de Condrictios” del INIDEP, incorporó una actividad destinada a evaluar el alcance de la mencionada técnica, para las especies de interés del Programa. Se concluyó que se establecería, en primera instancia, como especie objetivo el gatoz (*Mustelus schmitti*) y que se consideraría la técnica de marcado y recaptura para aportar a establecer movimientos y migraciones de la especie en el Ecosistema Costero Bonaerense. Existe un antecedente sobre una experiencia similar para esta especie con unos 300/400 individuos marcados en Bahía Anegada, Provincia de Buenos Aires, Argentina (Museo Argentino de Ciencias Naturales, 2010), sin datos sobre el número de ejemplares recapturados marcados.

Durante los últimos años se han desarrollado en el mundo distintos tipos de marcas que podrían ser utilizadas a tal fin. Se analizaron las ventajas, desventajas y los antecedentes disponibles en este tipo de tiburones sobre las marcas convencionales, definidas como aquellas que pueden identificarse visualmente y de las que requieren instrumental (marcas archivos, acústicas y satelitales). Se estableció la utilización de marcas convencionales, como método más barato aunque dependiente de la flota comercial (Massa y Pérez, 2009 a).

Según los antecedentes, las marcas tipo DART (Dardo) con “cabeza” de plástico (Figura 1) parecen ajustarse mejor a la especie. Dado el color gris cobrizo del dorso del cuerpo, se eligió el color amarillo para la marca con un largo del tubo de 10 cm, para que resalte durante la operación de captura en cualquier buque comercial. Debido al objetivo planteado se considerarán para marcar ejemplares adultos o semiadultos, con máxima capacidad de natación (mayores de 50 cm de talla).



Figura 1. Marcas tipo DART.

Cada marca llevará impreso un código numérico de identificación del Programa de marcado, los datos para el retorno de la marca y la información sobre la recompensa a entregar a cambio. Las marcas se insertarán en la base de la primera aleta dorsal, en su cartílago basal (Figura 2).



Figura 2. Implantación de la marca.

DISEÑO DE MUESTREO

El área de trabajo (Figura 3) incluye las principales áreas de concentración cercanas a la costa y también zonas de mayor profundidad en las que se registran capturas de gatujo por parte de la flota comercial.

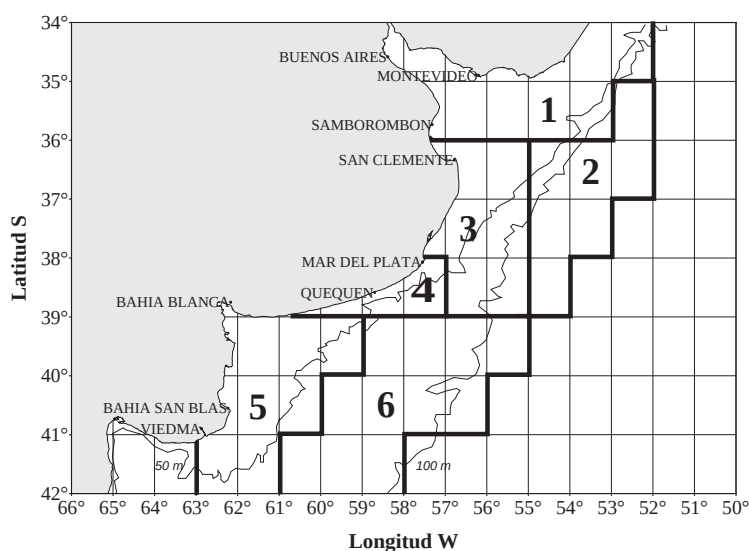


Figura 3. Área involucrada para el plan de marcación de gatujo.

Los antecedentes disponibles de porcentajes de recuperación de marcas convencionales en tiburones, indican valores mayoritarios en el rango entre 0 y 5% (Kohler y Turner, 2001). Al considerar éstos como iniciales para el caso del gatujo, si se marcasen 2000 individuos, suponiendo una tasa de recuperación del 5%, deberían recapturarse 100 marcados durante el primer año.

La utilización de marcas convencionales para el análisis de movimiento determina que el número de marcas recuperadas reflejen la dinámica del esfuerzo pesquero, temporal y espacialmente. Se estimaron las unidades estandarizadas de esfuerzo mínimas para recuperar una marca (horas de arrastre estandarizadas totales/número de individuos totales a recuperar), al considerar los niveles

de esfuerzo estimados correspondientes al año 2008 (Massa y Pérez, 2009 b). En la Tabla 1 se presenta el número esperable de individuos recapturados marcados por área (Pérez y Massa, 2010).

Tabla 1. Número esperable de individuos recapturados marcados por área

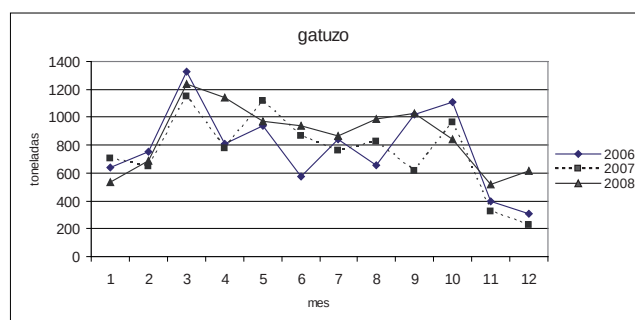
Área	Número de recaptura
1	7
2	2
3	28
4	10
5	45
6	9

Por la dinámica del esfuerzo, las principales áreas en las que es esperable recuperar un mayor número de individuos marcados, son las áreas 3 y 5. En cambio el área 2 aparece como aquella donde será más difícil detectar posibles migraciones.

El diseño de muestreo original se estableció proporcional a los esfuerzos estandarizados estimados por área (Massa y Pérez, 2009 b), bajo el supuesto de realizar la captura de ejemplares a marcar mediante campañas de investigación, utilizando una red de arrastre de fondo. Sin embargo, debido a los trabajos del INIDEP en curso respecto a la flota artesanal en distintos lugares de la costa de la Provincia de Buenos Aires, se realizará la marcación de ejemplares de gatuzo durante la temporada de pesca de esta flota (meses de noviembre/diciembre), principalmente en aquellas embarcaciones que utilizan líneas de pesca con anzuelo o espineles. Este método de captura, en zonas de poca profundidad, se considera que permitirá una mejor condición general de los individuos devueltos ya marcados, respecto del arrastre de fondo.

Uno de los supuestos de método de marcado es la “mezcla” azarosa entre los individuos marcados y el resto de la población. Si no se realiza dicha mezcla y los ejemplares marcados son recapturados inmediatamente por parte de la flota comercial, las conclusiones pueden ser sesgadas. En este sentido se estableció como época de marcación los meses de noviembre y diciembre, ya que durante los últimos años se evidencia una disminución de los desembarques comerciales de la flota industrial (Figura 4).

Figura 4. Desembarques mensuales argentinos de gatuzo. Años 2006, 2007 y 2008.



PLAN DE MARCACIÓN DE GATUZO (*MUSTELUS SCHMITTI*) EN EL ECOSISTEMA COSTERO...

Marcelo Pérez / Ana Massa

Es fundamental con anterioridad al comienzo del marcado de ejemplares, realizar un intenso plan de divulgación en el sector pesquero ya que su participación es imprescindible para recuperar los individuos marcados. Dicho plan se realizará principalmente en el puerto de Mar del Plata ya que en éste se desembarcan la mayor parte de las capturas de la especie, superior al 80 % respecto del total anual durante los últimos años.

FORMULARIO CON LA INFORMACIÓN A COLECTAR DE CADA INDIVIDUO MARCADO CAPTURADO

INFORMACIÓN SOBRE EL EJEMPLAR MARCADO		
Datos personales del pescador		
Nombre y Apellido:		
Dirección:		
Teléfono:		E-mail:
Datos del buque		
Nombre del Buque:		
Arte de pesca (arrastré, enmalle, línea, espine):		
Carnada:		
Datos de la captura		
Localidad:		
Profundidad (m):	Fecha:	Hora:
Posición (Latitud/Longitud):		
Tipo de fondo (arena, fango, pedregullo):		
Estado del Mar:		Marea (alta, baja):
Datos del pez		
Longitud total (cm):	Sexo (M/H):	Peso (g):
Número de marca:		
Comentarios:		

BUSCADO
GATUZO MARCADO

Si usted captura
un individuo de gatuзо marcado
POR FAVOR CONTACTESE con el INIDEP



INIDEP
ESCOLLERA NORTE
PASEO VICTORIA OCAMPO N° 1
B7602HSA
MAR DEL PLATA ARGENTINA

TEL: +54 (223) 4862586
FAX: +54 (223) 4861830
<http://www.inidep.edu.ar>
marcagatuzo@inidep.edu.ar

 **PREFECTURA** MAR DEL PLATA
TAMBIÉN EN LA DELEGACIÓN
MÁS CERCANA DE PNA

Usted contribuirá al conocimiento de:

- DESPLAZAMIENTOS
- DISTANCIAS RECORRIDAS
- MIGRACIONES
- CRECIMIENTO



RECOMPENSA



VER AL DORSO ➔

BIBLIOGRAFÍA

- HOENIG, J.M., BARROWMAN, N.J., HEARN, W.S. AND POLLOCK, H. 1998 a. Multiyear tagging studies incorporating fishing effort data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 55: 1466-1476.
- HOENIG, J.M., BARROWMAN, N.J. AND POLLOCK, H. 1998 b. Models for tagging data that allow for incomplete mixing of newly tagged animals. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 55: 1477-1483.
- KOHLER, N.E. Y TURNER, P.A. 2001. Shark tagging: a review of conventional methods and studies. *Environmental Biology of Fishes*, 60: 191-223.
- MASSA, A. Y PÉREZ, M. 2009 a. Análisis para la utilización de técnicas de marcado y recaptura en peces cartilaginosos. Inf Invest. INIDEP N° 17/2009, 7 pp.
- MASSA, A. Y PÉREZ, M. 2009 b. Estimación de un índice de abundancia anual de gatuzo (*Mustelus schimitti*) a partir de datos de la flota comercial. Inf Invest. INIDEP N° 87/2009, 28 pp.
- MUSEO ARGENTINO DE CIENCIAS NATURALES "BERNARDINO RIVADAVIA" 2010. CONICET, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, Rep. Argentina. Consulta diciembre 2010. <http://www.macn.secyt.gov.ar/investigacion/proyectos/vertebrados/ictiologia/pro_tiburones_marcas.php>
- PÉREZ, M. Y MASSA, A. 2010. Propuesta sobre plan de marcación de gatuzo en el Ecosistema Costero Bonarense. Inf Invest. INIDEP N° 20/2010, 5 pp.
- POLLOCK, K.H., HOENIG, J. M. AND JONES, C.M. 1991. Estimation of fishing and natural mortality when a tagging study is combined with creel or port sampling in Creel and angler surveys in fisheries management. *American Fisheries Society, Symposium* 12, Bethesda, Maryland. Pages 423-434

Condriictios demersales: prospección de dos áreas escasamente exploradas dentro de la Zona Común de Pesca Argentino Uruguayo

LAURA PAESCH

Dirección Nacional de recursos Acuáticos

RESUMEN. Varias especies de condriictios demersales son capturadas por las flotas comerciales dentro de la ZCPAU. Dado que las características de historia de vida de estas especies las hacen particularmente vulnerables a la explotación pesquera, una de las recomendaciones realizadas a la CTMFM por el GT Condriictios, ha sido la realización de campañas de evaluación dirigidas a evaluar estas especies. En este trabajo se presentan los resultados de la segunda campaña de condriictios correspondiente a primavera de 2009.

SUMMARY. DEMERSAL CHONDRICHTHYES: PROSPECTING OF TWO AREAS BARELY EXPLORED WITHIN THE ARGENTINE URUGUAYAN COMMON FISHING ZONE. Several species of demersal chondrichthyes are caught by commercial fleets within the AUCFZ. Because life history traits of these species makes them particularly vulnerable to fishing, one of the recommendations made to the CTMFM by GT Chondrichthyes, has been to carry out assessment surveys designed to evaluate these species. This paper presents the results of the second survey of Chondrichthyes corresponding to Spring 2009.

INTRODUCCIÓN

En la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya (ZCPAU) diferentes especies de condriictios demersales son capturadas por las flotas de arrastre comercial costera y de altura, ya sea como fauna acompañante en pesquerías dirigidas a los recursos tradicionales o en pesquerías multiespecíficas. El hecho de que estas especies debido a sus características biológicas (crecimiento lento, madurez sexual tardía, baja fecundidad) sean particularmente vulnerables a la explotación pesquera, marca la necesidad de investigar a estos recursos y así poder asesorar a la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo (CTMFM) sobre el estado de los mismos. Una de las recomendaciones propuestas por el Grupo Trabajo Condriictios (GTC) a la Comisión para la evaluación y manejo de estas especies dentro de la ZCPAU, ha sido la realización de campañas de prospección dirigidas al estudio de estas especies, ya que las mismas han sido siempre evaluadas a través de las campañas dirigidas a la evaluación de merluza y corvina. En primavera de 2008 se llevó a cabo la primera campaña conjunta, la cual realizó una prospección del área comprendida entre los 37°00'-39°30'S, entre 50-80 m de profundidad. La elección de explorar esta zona se debió a que la misma queda prácticamente sin visitar tanto en las campañas de evaluación costeras como en las de evaluación de altura. La segunda campaña, realizada en primavera de 2009 llevó a cabo una prospección del área comprendida entre los 36°00'-39°30'S hasta 50 m de profundidad. En este caso la elección de esta zona se debió a que a partir del año 1995, la zona costera al sur del paralelo 36° ya no es evaluada por las campañas costeras. Los resultados obtenidos en la primera campaña están detallados en el Informe Técnico final presentado a la CTMFM (Paesch, 2008) y compendiados en la circular 2/08 CTMFM. En este trabajo se presentan los resultados de la segunda campaña basados en el Informe Técnico final que fuera presentado a la CTMFM (Paesch, 2009).

COLECTA Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La campaña (Cr. 2009/09) "Evaluación de la distribución y abundancia de condriictios: prospección del área comprendida entre los 36°00'-39°30'S hasta 50 m de profundidad, primavera 2009", se llevó a cabo del 20 al 28 de noviembre de 2009 a bordo del B/I Aldebarán. La misma se desarrolló entre los 36°00'S y los 37°45'S y hasta los 51 m de profundidad (Fig.1). El diseño original que constaba de 40 lances dispuestos en transectas cada 15' de latitud a partir de los 36°S hasta los 39°S, se vio alterado por problemas logísticos, realizándose 26 lances de pesca. Once lances (nº 1, 2, 3, 8, 9, 10, 11, 16, 17, 19 y 20) se ubicaron dentro del área de veda propuesta (Res. CTMFM N° 08/2007).

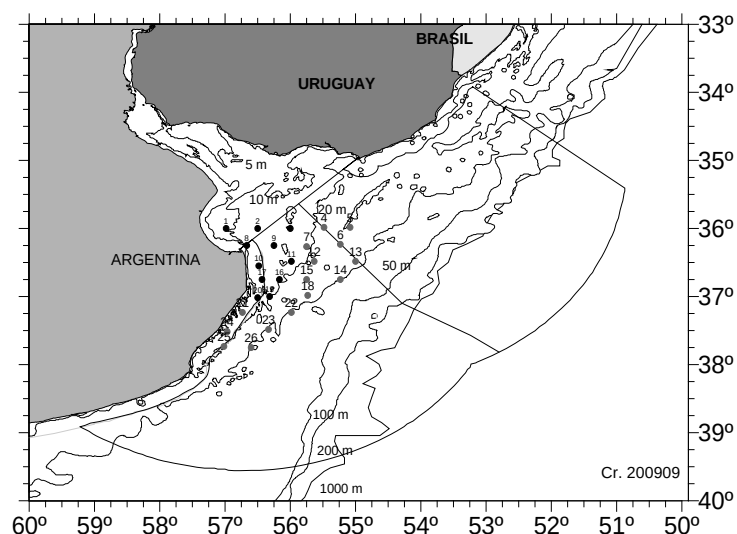


Fig.1. Posición de los lances realizados (círculos negros, lances dentro del área de veda propuesta; círculos grises, lances fuera del área de veda).

Se utilizó una red de tipo Engel 472/160 de 53 m de relinga superior y 60 m de relinga inferior, copo de 5 m de largo sin sobrepaño y malleros de 100 mm y con túnel de 60 mm de malla. Cada lance tuvo una duración de 30 minutos y la velocidad de arrastre osciló entre 3.7 y 4 nudos. En cada lance se obtuvieron datos sobre la captura en peso y número discriminada por especies cartilaginosas y óseas. Se muestrearon todos los ejemplares de condrictios, colectándose datos de talla, sexo y grado de madurez. Los ejemplares fueron medidos al cm inferior (*sensu* Compagno). Para la asignación de grado de madurez se aplicó la siguiente escala: machos: 1- inmaduro, clasper flexible, su longitud no sobrepasa el extremo de la aleta pélvica, gónadas no están diferenciadas, espermiductos estrechos y filiformes. Espinas alares no desarrolladas. 2- en maduración, clasper flexible, su longitud sobrepasa el extremo de la aleta pélvica, gónadas visibles, espermiductos comienzan a serpentearse. Espinas alares en desarrollo. 3- maduro, clasper rígido, espermiductos serpenteados total o parcialmente. Espinas alares desarrolladas. Para hembras: 1 - inmadura, ovarios granulados, ovocitos no diferenciados, oviductos filiformes adosados a la pared dorsal. Glándulas nidamentales no diferenciables. 2- en maduración, ovarios donde comienzan a diferenciarse ovocitos blancos de distintos tamaños, úteros alargados, glándulas nidamentales en desarrollo. 3 - madura, ovocitos vitelogénicos (amarillos), úteros dilatados y pendulantes, con o sin cápsulas. Glándulas nidamentales con forma de corazón (en el caso de hembras de tiburón con o sin embriones).

Se determinó el porcentaje que representó la captura total de cada especie, en el total de la captura total de condrictios y se calculó la frecuencia de ocurrencia de cada especie como número de lances presente/número total de lances. La densidad total de cada especie (k/mn^2) fue calculada según la fórmula $D = C/a$; siendo D la densidad de individuos, C la captura en kilos en cada lance y a el área barrida por la red. El área barrida se calculó según la fórmula $a = ap \cdot v \cdot t / 1852$, siendo ap la apertura de la red, v la velocidad de arrastre, t el tiempo de arrastre y 1852 el valor en metros de una milla

náutica. También se calculó la densidad relativa del conjunto de especies de tiburones, del conjunto de especies de rayas, del conjunto de otros batoideos (torpedos, guitarras y chucho) y pez gallo, con relación a la densidad total de condriktios. En el análisis por especie: se mapearon los rendimientos (kg/h) por lance de cada especie. Se determinó la composición de tallas por sexo y total de todas las especies. Se calcularon las frecuencias relativas y acumuladas por clase de talla, determinándose la talla a la cual quedó retenido el 50% de los individuos. Se calcularon los estadísticos básicos. Se determinó el porcentaje de individuos inmaduros y maduros para cada sexo en base a las tallas de primera madurez registradas en la bibliografía, calculándose también este porcentaje dentro del área de veda propuesta. Se determinó el porcentaje que representó cada grado asignado en los muestreos y los rangos de talla que abarcaron.

RESULTADOS

Se registraron 18 especies de condriktios (una especie de holocéfalo y 17 especies de elasmobranquios). Cinco especies correspondieron a tiburones, 7 a rayas, 2 a torpedos, 2 a guitarras y una a chucho (Tabla 1). El número de especies por lance osciló entre 2 y 11, excepto en el lance 1 donde no se registró ninguna especie de condriktios.

Tabla 1. Listado taxonómico de la captura				
Familia	Género	Especie	Nombre común	Código
Callorhynchidae	<i>Callorhynchus</i>	<i>C. callorhynchus</i>	gallo	cca
Triakidae	<i>Galeorhinus</i>	<i>G. galeus</i>	cazón, trompa de cristal	gga
	<i>Mustelus</i>	<i>M. schmitti</i>	gatuso	msc
Scyliorhinidae	<i>Schroederichthys</i>	<i>S. biviis</i>	pintaroja	sbi
Squalidae	<i>Squalus</i>	<i>S. acanthias</i>	galludo	sac
Squatinidae	<i>Squatina</i>	<i>S. guggenheim</i>	angelito	sgu
Rajidae	<i>Atlantoraja</i>	<i>A. castelnaui</i>	raya a lunares	aca
		<i>A. cyclophora</i>	raya de círculos	acy
	<i>Rioraja</i>	<i>R. agassizi</i>	raya lisa	rag
	<i>Dipturus</i>	<i>D. chilensis</i>	raya picuda	dch
	<i>Psammobatis</i>	<i>Psammobatis spp</i>		psa
	<i>Sympterygia</i>	<i>S. acuta</i>	raya marrón oscuro	scu
		<i>S. bonapartii</i>	raya marmorada	sbo
Myliobatidae	<i>Myliobatis</i>	<i>M. goodei</i>	chucho	mgo
Rhinobatidae	<i>Rhinobatos</i>	<i>R. horkelii</i>	guitarra	rho
	<i>Zapteryx</i>	<i>Z. brevirostris</i>	guitarra ñata	zbr
Torpedinidae	<i>Torpedo</i>	<i>T. puelcha</i>	torpedo	tpu
Narcinidae	<i>Discopyge</i>	<i>D. tschudii</i>	torpedo/raya eléctrica	dts

CONDRICTIOS DEMERSALES: PROSPECCIÓN DE DOS ÁREAS ESCASAMENTE EXPLORADAS...

Laura Paesch

La captura total de condrictios fue de 2379.2 kg, que representó el 24.5% de la captura total. Los tiburones representaron el 64.1% de la captura total de condrictios, las rayas el 13.6% y los otros batoideos el 17.2%. *Mustelus schmitti* representó el 42.3% de la captura de condrictios, seguida por *G. galeus* (13.4%) y *D. tschudii* (13.0%). (Tabla 2).

Las especies con mayor frecuencia de ocurrencia por lance fueron *S. guggenheim*, *M. schmitti*, *S. bonapartii*, *Psammobatis* spp. (Tabla 2).

Tabla 2. Captura total de cada especie en peso (kg/30') y número (n) y % en el total de condrictios, número de lances y frecuencia de ocurrencia (FO)

especies	captura (kg)	%	n	%	lances	FO
<i>C. callorhynchus</i>	120,8	5,3	59	2,7	1	3,8
<i>S. bivius</i>	0,4	0,0	1	0,0	1	3,8
<i>S. acanthias</i>	62,8	2,8	72	3,3	3	11,5
<i>G. galeus</i>	302,4	13,4	77	3,6	7	26,9
<i>M. schmitti</i>	955,13	42,3	1006	46,7	22	84,6
<i>S. guggenheim</i>	203,9	9,0	112	5,2	24	92,3
<i>A. castelnaui</i>	80,2	3,6	27	1,3	14	53,8
<i>A. cyclophora</i>	8,8	0,4	14	0,6	2	7,7
<i>D. chilensis</i>	25	1,1	4	0,2	6	23,1
<i>S. acuta</i>	5,2	0,2	5	0,2	5	19,2
<i>S. bonapartii</i>	162,7	7,2	195	9,0	19	73,1
<i>R. agassizi</i>	31,9	1,4	46	2,1	14	53,8
<i>Psammobatis</i> spp	9,8	0,4	28	1,3	9	34,6
<i>D. tschudii</i>	293,4	13,0	430	20,0	19	73,1
<i>T. puelcha</i>	13,1	0,6	9	0,4	2	7,7
<i>Z. brevirostris</i>	45,8	2,0	50	2,3	15	57,7
<i>R. horkelii</i>	2,8	0,1	1	0,0	1	3,8
<i>M. goodei</i>	55,1	2,4	19	0,9	8	30,8
<i>holocefalos</i>	120,8	5,3	59	2,7	1	3,8
<i>selacios</i>	1524,6	64,1	1268	58,8	25	96,2
<i>rayas</i>	323,6	13,6	319	14,8	23	88,5
<i>otros batoideos</i>	410,2	17,2	509	23,6	24	92,3
total	2379,2		2155		26	

En la tabla 3 se indica la densidad total de cada especie y por grupo. *Mustelus schmitti* fue la especie con mayor densidad. Entre los 36° y 37°S los selacios representaron el 58.9% de la densidad, las rayas el 18.3% y los otros batoideos el 22.8%; mientras que al sur del 37°S la densidad de selacios aumento (69.7%), la de rayas y otros batoideos disminuyó a más de la mitad (8.5% y 11.2% respectivamente).

Tabla 3. Densidad total (d, kg/mn²) y porcentual (%) por especie y total por grupo

especies	d (kg/mn ²)	%
<i>C. callorhynchus</i>	4861,9	5,1
<i>S. bivius</i>	16,1	0,0
<i>S. acanthias</i>	2527,5	2,6
<i>G. galeus</i>	12170,8	12,7
<i>M. schmitti</i>	38441,5	40,1
<i>S. guggenheim</i>	8206,4	8,6
<i>A. castelnaui</i>	3227,8	3,4
<i>A. cyclophora</i>	354,2	0,4
<i>D. chilensis</i>	1006,2	1,1
<i>S. acuta</i>	209,3	0,2
<i>S. bonapartii</i>	6548,3	6,8
<i>R. agassizi</i>	1283,9	1,3
<i>Psammobatis spp</i>	394,4	0,4
<i>D. tschudii</i>	11808,6	12,3
<i>T. puelcha</i>	527,2	0,6
<i>Z. brevirostris</i>	1843,3	1,9
<i>R. horkelii</i>	112,7	0,1
<i>M. goodei</i>	2217,6	2,3
<i>holocefalos</i>	4861,9	5,1
<i>selacios</i>	61362,4	64,1
<i>rayas</i>	13024,1	13,6
<i>otros batoideos</i>	16509,5	17,2
<i>total</i>	95757,8	

Análisis por especie:

Rendimientos por lance y localización de concentraciones

Los rendimientos de *G. galeus* oscilaron entre 4.0 y 35.8 kg/h, a excepción de un lance al sur del 37°S con 508.4 kg/h (Fig.2). *Mustelus schmitti* presentó rendimientos que oscilaron entre 2.8 y 234.5 kg/h, a excepción de un lance en el 37°30'S donde alcanzó los 551.2 kg/h (Fig.3). Los rendimientos de *S. guggenheim* no sobrepasaron los 57 kg/h (Fig.4).

CONDICTIOS DEMERSALES: PROSPECCIÓN DE DOS ÁREAS ESCASAMENTE EXPLORADAS...

Laura Paesch

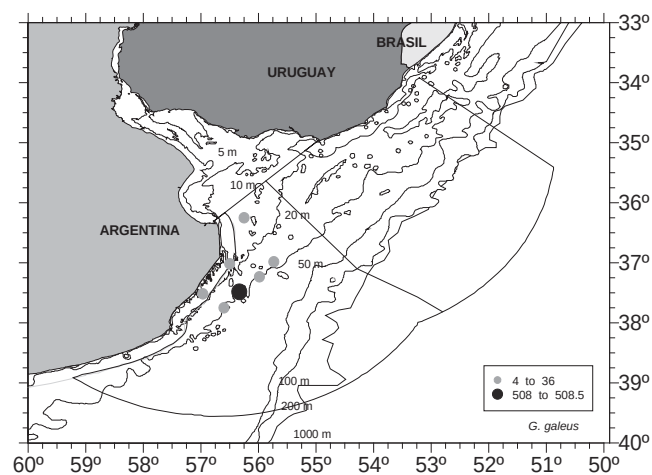


Fig. 2. Distribución espacial de los rendimientos (kg/h) de *G. galeus*

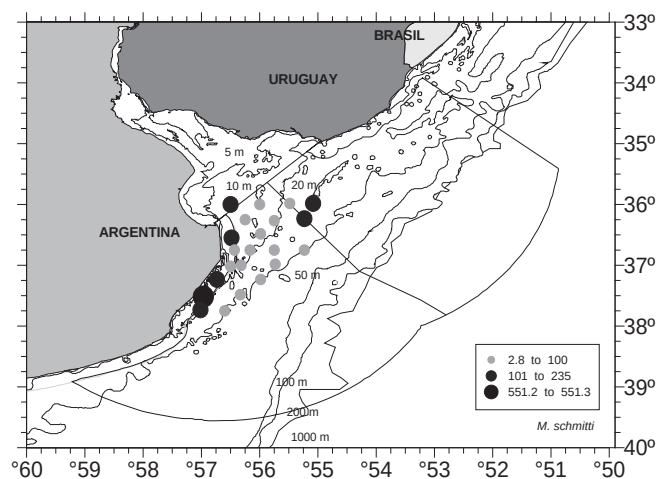


Fig. 3. Distribución espacial de los rendimientos (kg/h) de *M. schmitti*.

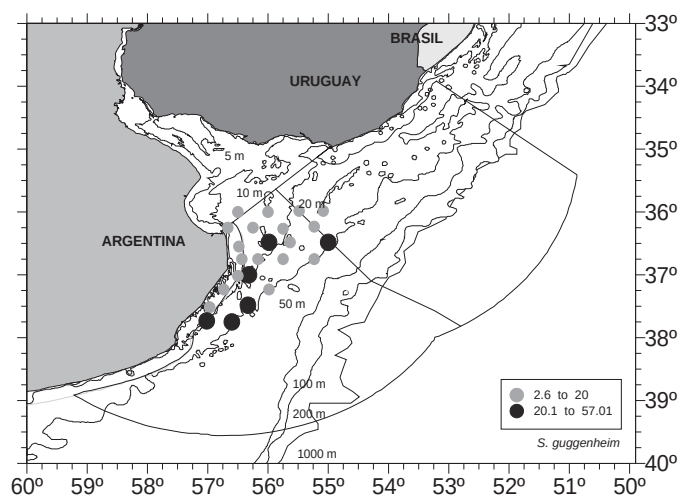


Fig. 4. Distribución espacial de los rendimientos (kg/h) de *S. guggenheim*.

Schroederichthys bivius y el pez gallo se registraron en un solo lance y *Squalus acanthias* se registró en 3 lances solamente, alcanzando en uno de ellos los 113.2 kg/h (figuras no mostradas).

Con relación a las rayas, los rendimientos de *A. castelnaui* oscilaron entre 4.2 y 32.4 kg/h (Fig.5), los de *D. chilensis* variaron entre 11.2 y 15.6 kg/h (Fig.6). Los rendimientos de *S. bonapartii* variaron entre 0.8 y 44.4 kg/h, excepto en un lance donde alcanzó 108.8 kg/h (Fig.7). Los rendimientos de *R. agassizi* no sobrepasaron los 16.6 kg/h (Fig.8) y los de *Psammobatis* spp. no sobrepasaron los 4.2 kg/h (Fig.9).

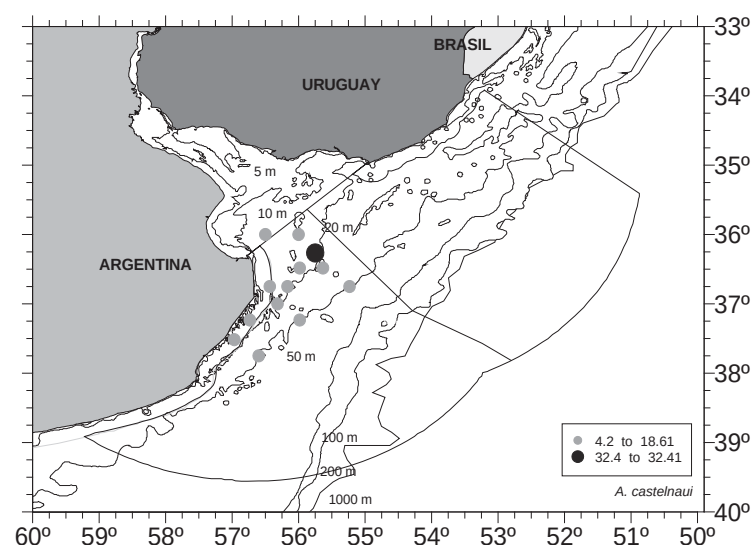


Fig. 5. Distribución espacial de los rendimientos (kg/h) de *A. castelnaui*.

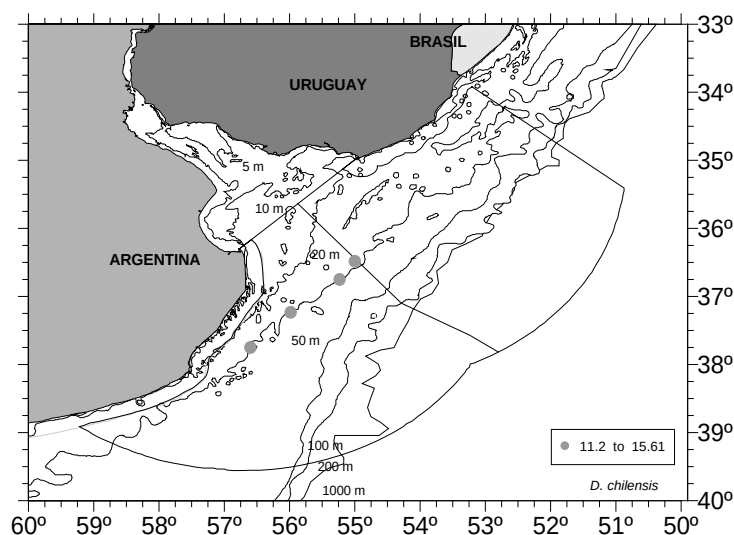


Fig.6. Distribución espacial de los rendimientos (kg/h) de *D. chilensis*.

CONDRICTIOS DEMERSALES: PROSPECCIÓN DE DOS ÁREAS ESCASAMENTE EXPLORADAS...

Laura Paesch

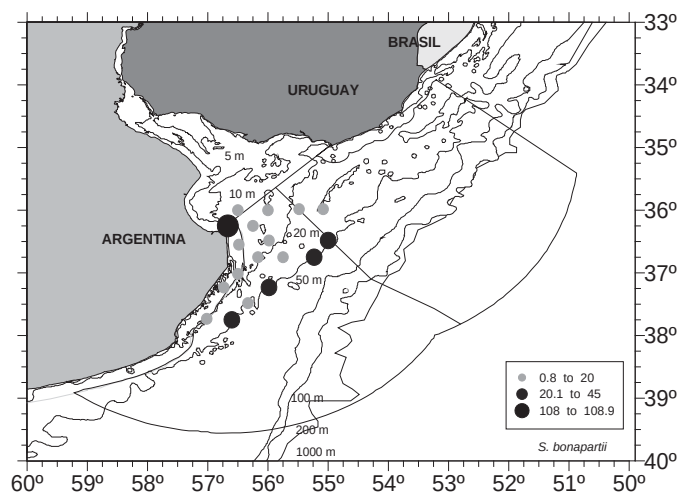


Fig. 7. Distribución espacial de los rendimientos (kg/h) de *S. bonapartii*.

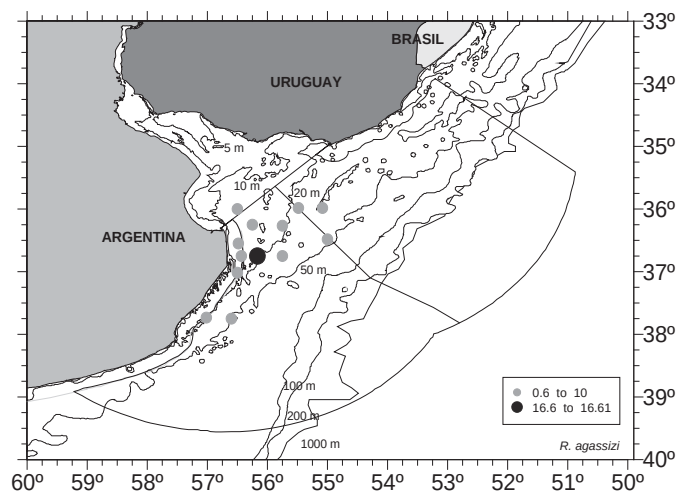


Fig. 8. Distribución espacial de los rendimientos (kg/h) de *R. agassizi*.

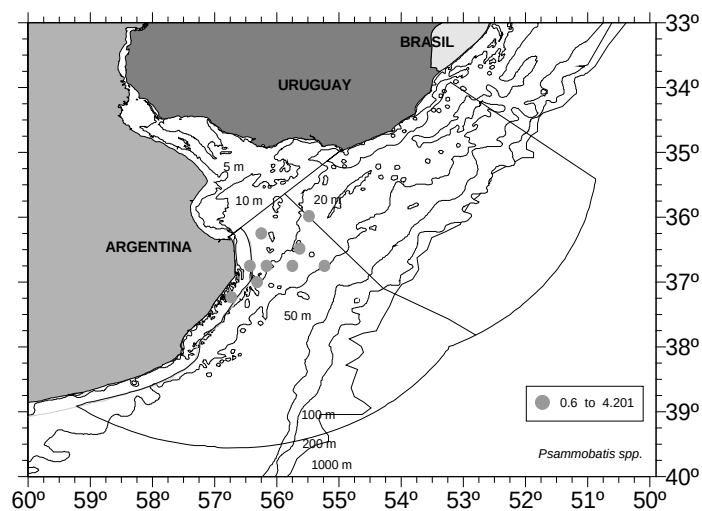


Fig. 9. Distribución espacial de los rendimientos (kg/h) de *Psammobatis* spp.

Los rendimientos de *D. tschudii* variaron entre 2.8 y 66.6 kg/h, a excepción de un lance donde alcanzó 140.4 kg/h (Fig.10). Los rendimientos de *Z. brevirostris* no sobrepasaron los 13.8 kg/h (Fig.11). Los rendimientos de *M. goodei* oscilaron entre 2.4 y 28.0 kg/h (Fig.12).

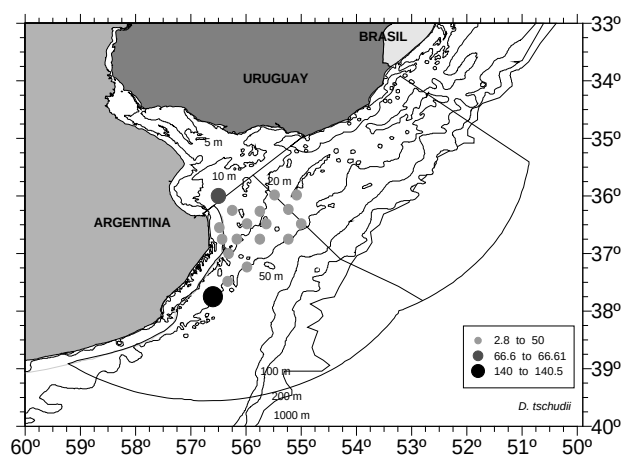


Fig.10. Distribución espacial de los rendimientos (kg/h) de *D. tschudii*.

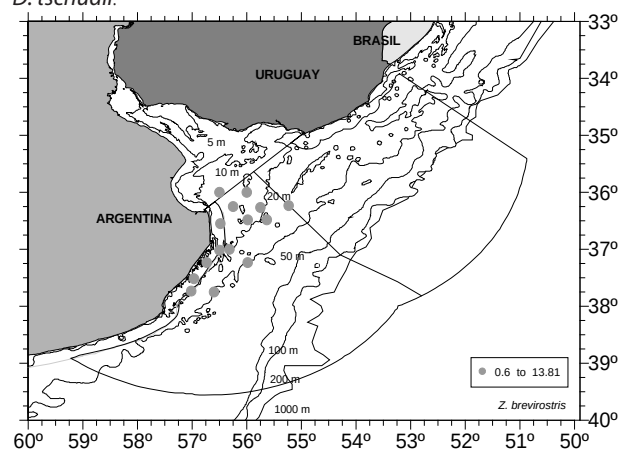


Fig. 11. Distribución espacial de los rendimientos (kg/h) de *Z. brevirostris*.

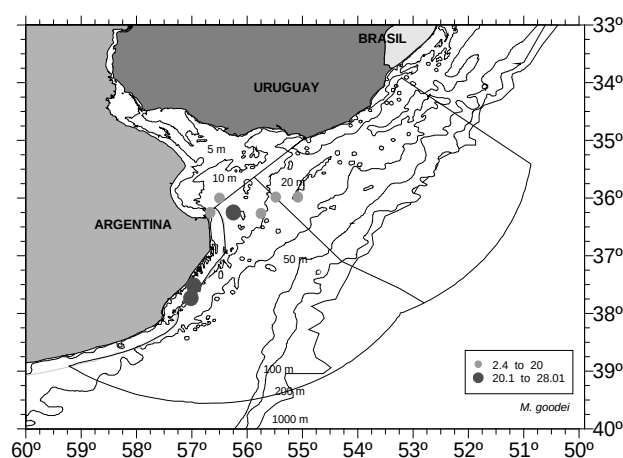


Fig. 12. Distribución espacial de los rendimientos (kg/h) de *M. goodei*.

Atlantoraja cyclophora, *R. horkelii* y *S. acuta* se registraron cada una en un solo lance y *T. puelcha* se observó en 2 lances.

Estructura de Tallas, total y por sexo, para la zona muestreada.

Porcentaje de juveniles en el área

En la tabla 4 se indica el número de individuos capturado y el número de individuos muestreado para cada especie. El análisis de las muestras se hizo en función de las diferentes características en la distribución y el tamaño de las mismas.

Tabla 4. Especie, número de individuos (n) y tamaño de muestra			
	especies	n	muestra
	<i>C. callorhynchus</i>	59	58
	<i>G. galeus</i>	77	76
	<i>M. schmitti</i>	1006	983
	<i>S. biviis</i>	1	-
	<i>S. acanthias</i>	73	73
	<i>S. guggenheim</i>	112	112
	<i>A. castelnaui</i>	27	27
	<i>A. cyclophora</i>	14	14
	<i>R. agassizi</i>	46	42
	<i>D. chilensis</i>	4	4
	<i>Psammobatis spp</i>	28	-
	<i>S. acuta</i>	5	5
	<i>S. bonapartii</i>	195	195
	<i>M. goodei</i>	19	-
	<i>R. horkelii</i>	1	-
	<i>Z. brevirostris</i>	50	6
	<i>T. puelcha</i>	9	-
	<i>D. tschudii</i>	430	-

Mustelus schmitti

El porcentaje de machos y hembras fue similar y las hembras alcanzaron tallas mayores que los machos (Tabla 5, Fig.13). Considerando la talla de primera madurez sexual estimada en 59 cm para machos y 72 cm para hembras (Oddone *et al.*, 2005), predominaron los machos maduros y las hembras inmaduras (Tabla 5). La talla a la cual quedaron retenidos el 50% de los individuos estuvo por encima de la talla de primera madurez en machos y por debajo en hembras (Fig.13). Para los lances realizados dentro del área de veda, se observó en los machos que, si bien en el total de individuos muestreados el 52,7% estaban maduros, en 4 de los lances el porcentaje de machos inmaduros fue mayor. En el caso de las hembras, en el total de individuos muestreados el 76.7% estaban maduras, si bien en dos de los lances el porcentaje de maduras fue mayor y en tres lances fue del 50% (Tabla 6). Según los grados de madurez asignados se observó en la muestra total que el 54.7% de los machos y el 43.3% de las hembras estuvieron inmaduros y dentro del área de veda propuesta los porcentajes

de individuos inmaduros fueron 51.3% y 60.8% (Tabla 7). Los rangos de tallas en machos para los grados de madurez 1, 2 y 3 fueron 39-66 cm, 44-79 cm y 53-91 cm, respectivamente y para hembras 38-60 cm, 44-76 cm, y 52-96 cm, respectivamente.

Tabla 5. Rango tallas (LT, cm), media, mediana, moda, desvío y coeficiente de variación (CV, %), número total y % de machos y hembras, número y % de individuos inmaduros (I) y maduros (M), para *M. schmitti*

	machos	hembras
Rango LT	39-81	38-96
LT Media	59,6	63,9
LT Mediana	62,0	65,0
LT Moda	63,0	70,0
Desvío	10,0	13,5
CV	16,9	21,1
No.T (%)	503 (51,2)	480 (48,8)
No. (%) I	195 (38,8)	317 (66,0)
No. (%) M	308 (61,2)	163 (34,0)

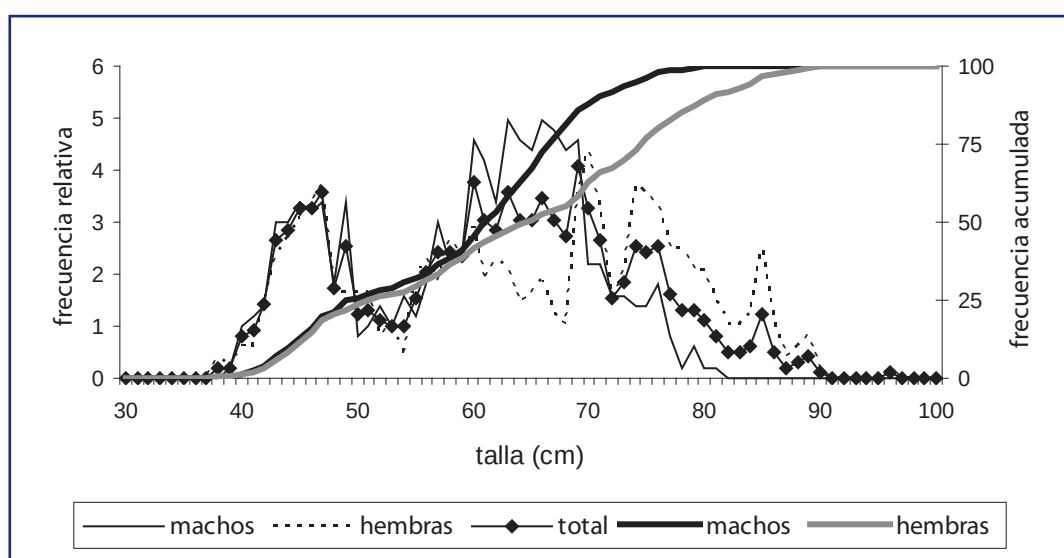


Fig.13. Composición de tallas por sexo y total para *M. schmitti*.

Tabla 6. Lances realizados dentro del área de veda: número de machos y hembras inmaduros (mi, hi), maduros (mm, hm) y total (mT, hT) por lance y total para *M. schmitti*

Lances	mi	mm	mT	hi	hm	hT
1	0	0	0	0	0	0
2	69	33	102	74	11	85
3	0	5	5	2	2	4
8	0	0	0	0	0	0
9	13	10	23	22	1	23
10	40	86	126	20	2	22
11	2	7	9	1	4	5

CONDICTIOS DEMERSALES: PROSPECCIÓN DE DOS ÁREAS ESCASAMENTE EXPLORADAS...

Laura Paesch

Lances	mi	mm	mT	hi	hm	hT
16	2	0	2	7	15	22
17	5	6	11	5	5	10
19	0	0	0	1	1	2
20	1	0	1	3	0	3
total	132	147	279	135	41	176
%	47,3	52,7		76,7	23,3	

Tabla 7. Número de machos y hembras por grado de madurez (GM) para cada lance, número total y % por grado de madurez en ambos sexos para el total de lances y para los lances dentro del área de veda propuesta (en negrita), para *M. schmitti*. (sd = sin determinar)

lance	GM machos				GM machos			sd	
	1	2	3		1	2	3		
2	49	20	33		39	17	29		
3		3	2			1	3		
4	1	2	1		3		3		
5		1	1			1	25		
6	1	1				1	26		
7	2	1			8	3	12		
9	12	1	10		21		2		
10	29	11	86		11	6	5		
11		7	2		1		4		
14							1		
15	3	6			3	4	2		
16	2				2	3	17		
17	1	7	3		2	1	6	1	
18	1	1	1			1	3		
19							2		
20	1				2	1			
21	1	1	6		1	5	35		
22		1						1	
23							1		
24	11	75	79		24	12	56		
25	14	8	4		20	13	36	1	
26	1					2	1		
Total	129	146	228	503	137	71	269	3	480
%	25,6	29,0	45,3		28,5	14,8	56,0	0,6	
veda	94	49	136	279	78	29	68	1	176
%	33,7	17,6	48,7		44,3	16,5	38,6	0,6	

Squatina guggenheim

El porcentaje de machos y hembras fue similar y las hembras alcanzaron tallas mayores que los machos (Tabla 8, Fig.14). Considerando la talla de primera madurez sexual estimada en 72.4 cm para machos y 71.3 cm para hembras (Colonello *et al.*, 2006), en ambos sexos predominaron los individuos inmaduros (Tabla 8). La talla a la cual quedó retenido el 50% de los individuos estuvo por debajo de la talla de primera madurez tanto en machos como en hembras (Fig.14). En los lances realizados dentro del área de veda se observó que del total de los machos muestreados el 77.8% estaban inmaduros, si bien en uno de los lances el porcentaje de machos maduros fue mayor y en otro del 50%. En el caso de las hembras, en el total de individuos muestreados el 75.0% estaban maduras (con 1 de los lances donde el porcentaje de inmaduras fue mayor y en otro del 50%) a la inversa de lo observado cuando se analizó el total del área (Tabla 9). Según los grados de madurez asignados se observó en la muestra total que el 83.9% de los machos y el 69.1% de las hembras estuvieron inmaduros y dentro del área de veda propuesta los porcentajes de individuos inmaduros fueron 66.6% y 37.5% (Tabla 10). Los rangos de tallas en machos para los grado de madurez 1, 2 y 3 fueron 24-70 cm, 67-78 cm y 47-84 cm, respectivamente y para hembras 31-67 cm, 57-78 cm, y 68-90 cm, respectivamente.

Tabla 8. Rango tallas (LT, cm), media, mediana, moda, desvío y coeficiente de variación (CV, %), número total y % de machos y hembras, número y % de individuos inmaduros (I) y maduros (M), para *S. guggenheim*

	machos	hembras
Rango LT	24-84	31-90
LT Media	56,3	61,4
LT Mediana	53,0	59,0
LT Moda	45,0	52,0
Desvío	13,4	14,3
CV	23,7	23,3
No.T (%)	56 (50,5)	55 (49,5)
No. (%) I	46 (82,1)	37 (67,3)
No. (%) M	10 (17,9)	18 (32,7)

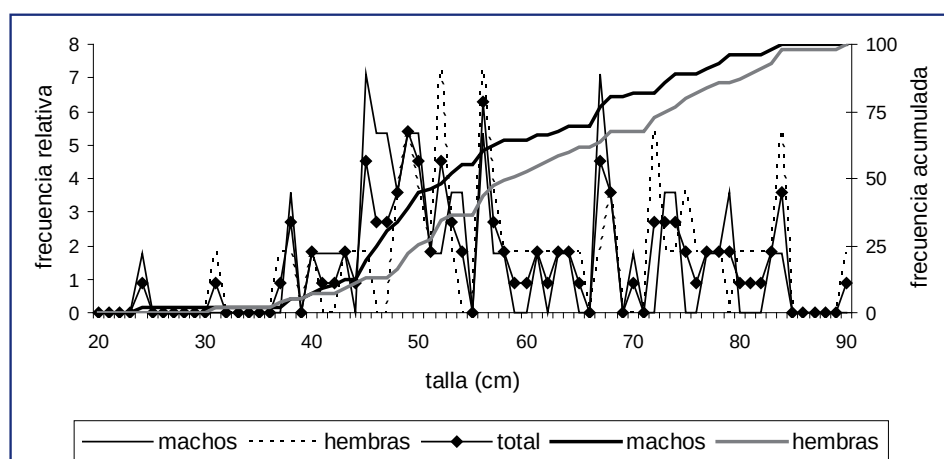


Fig.14. Composición de tallas por sexo y total para *S. guggenheim*.

CONDRICTIOS DEMERSALES: PROSPECCIÓN DE DOS ÁREAS ESCASAMENTE EXPLORADAS...

Laura Paesch

Tabla 9. Lances realizados dentro del área de veda: número de machos y hembras inmaduros (mi, hi), maduros (mm, hm) y total (mT, hT) por lance y total para *S. guggenheim*

lances	mi	mm	mT	hi	hm	hT
1	0	0	0	0	0	0
2	1	1	2	1	1	2
3	1	0	1	0	1	1
8	1	0	1	0	2	2
9	1	0	1	0	0	0
10	2	0	2	0	1	1
11	0	0	0	1	3	4
16	0	0	0	0	1	1
17	1	0	1	0	1	1
19	0	1	1	1	2	3
20	0	0	0	1	0	1
total	7	2	9	4	12	16
%	77,8	22,2		25,0	75,0	

Tabla 10. Número de machos y hembras por grado de madurez (GM) para cada lance, número total y % por grado de madurez en ambos sexos para el total de lances y para los lances dentro del área de veda propuesta (en negrita), para *S. guggenheim*

lance	GM machos				GM hembras			
	1	2	3		1	2	3	
2			2		1		1	
3	1					1		
4		1			1		1	
5	1				1			
6	2				1			
7			1				1	
8	1					1	1	
9		1						
10	2						1	
11					1		3	
12	2				1		1	
13	17				14			
14	5	1			2	1		
15	1				2			
16							1	
17	1						1	
19			1		1		2	
20						1		
21	1		1					
22					1			
23	1					1	1	
24	1				1		1	
25		2	3			1	2	
26	6		1		4	1		
T	42	5	9	56	31	7	17	55
%	75,0	8,9	16,1		56,4	12,7	30,9	
veda	5	1	3	9	3	3	10	16
%	55,6	11,1	33,3		18,8	18,8	62,5	

Galeorhinus galeus

El porcentaje de machos fue mayor que el de hembras. Los machos alcanzaron tallas mayores que las hembras (Tabla 11, Fig.15). De los 76 individuos muestreados solo uno se registró en un lance dentro del área de veda propuesta. Se registraron 40 machos y según el grado de madurez asignado el 70% estaba inmaduro. De las 36 hembras solo a 5 se le asignó grado de madurez (Tabla 12). Los rangos de tallas en machos para los grados de madurez 1, 2 y 3 fueron 78-100 cm, 72-140 cm y 102-142 cm, respectivamente. Para hembras no fueron determinados.

Tabla 11. Rango tallas (LT), media, mediana, moda, desvío y coeficiente de variación (CV), número total y % de machos y hembras para *G. galeus*

	machos	hembras
Rango LT	72-142	60-135
LT Media	102,8	95,7
LT Mediana	101,0	96,0
LT Moda	118,0	96,0
Desvío	18,4	18,4
CV	17,9	19,2
No.T (%)	40 (52,6)	36 (47,4)

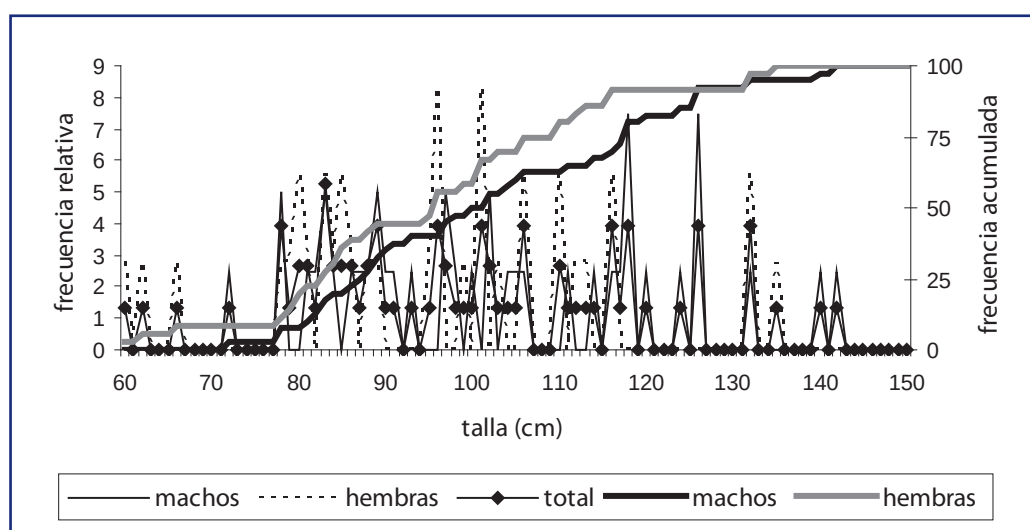


Fig.15. Composición de tallas por sexo y total para *G. galeus*.

Tabla 12. Número de machos y hembras por grado de madurez (GM) para cada lance, número total y % por grado de madurez en ambos sexos para el total de lances y para los lances dentro del área de veda propuesta (en negrita), para *G. galeus*. (sd = sin determinar)

lance	GM machos				GM hembras			sd	
	1	2	3		1	2	3		
18	1	1			1			2	
20								1	
22	4	2			2				
23	7	10	12		2			28	
24		1							
26	2								
T	14	14	12	40	5			31	36
%	35	35	30		13,9			86,1	

Squalus acanthias

El porcentaje de hembras fue superior al de machos. Las hembras alcanzaron tallas mayores que los machos (Tabla 13, Fig.16). De los 73 individuos muestreados ninguno se registró dentro del área de veda propuesta. Se registraron 15 machos y según el grado de madurez asignado el 26.7% estaba inmaduro. De las 58 hembras el 72.4% estaba inmadura (Tabla 14).

Tabla 13. Rango tallas (LT), media, mediana, moda, desvío y coeficiente de variación (CV), número total y % de machos y hembras para *S. acanthias*

	machos	hembras
Rango LT	51-74	37-88
LT Media	60,7	63,1
LT Mediana	60,0	63,5
LT Moda	56,0	61,0
Desvío	6,3	7,5
CV	10,3	11,9
No.T (%)	15 (20,5)	58 (79,5)

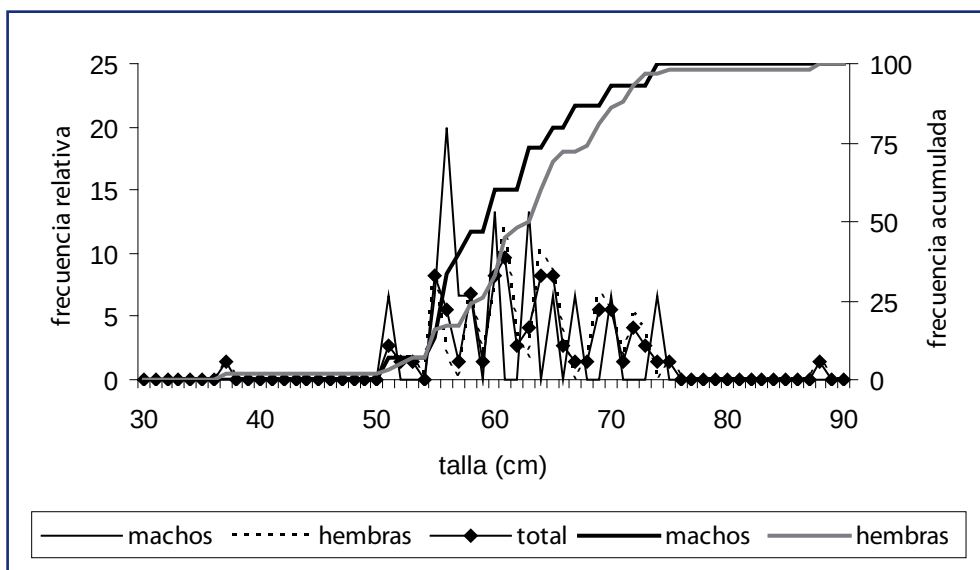


Fig.16. Composición de tallas por sexo y total para *S. acanthias*.

Tabla 14. Número de machos y hembras por grado de madurez (GM) para cada lance, número total y % por grado de madurez en ambos sexos para el total de lances, para *S. acanthias*.

lance	GM machos				lance	GM machos			
	1	2	3			1	2	3	
13		3	10		13	21	20	14	
14					14			1	
26	1		1		26		1	1	
T	1	3	11	15		21	21	16	58
%	6,7	20,0	73,3			36,2	36,2	27,6	

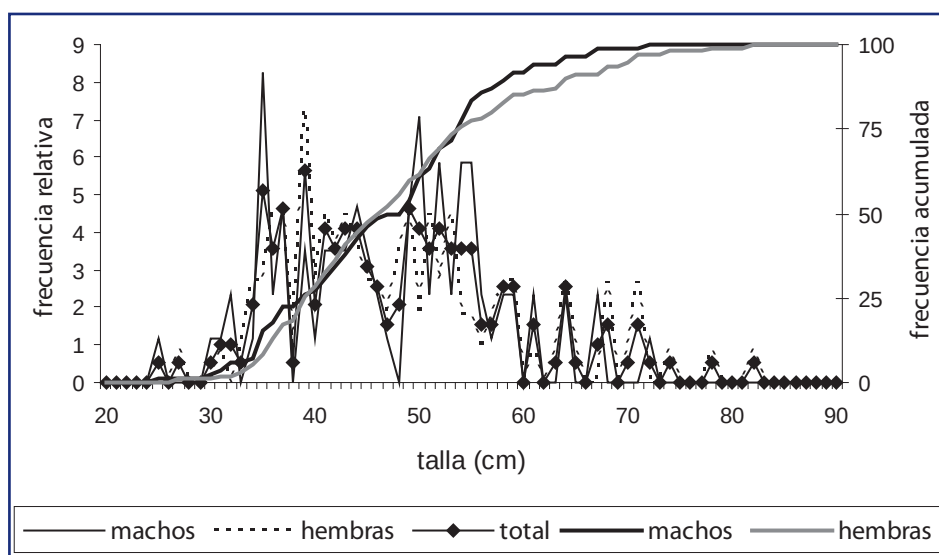
Sympterygia bonapartii

El porcentaje de hembras fue superior al de machos. Las hembras alcanzaron tallas mayores que los machos (Tabla 15, Fig.17). Considerando la talla de primera madurez sexual estimada en 52 cm para machos y 65 cm para hembras (Oddone & Velasco, 2004) en ambos sexos predominaron los individuos inmaduros (Tabla 15). La talla a la cual quedó retenido el 50% de los individuos estuvo por debajo de la talla de primera madurez tanto en machos como en hembras (Fig.17). En los lances realizados dentro del área de veda, se observó en los machos que en el total de individuos muestreados el 79.5 % estaban inmaduros. En el caso de las hembras, en el total de individuos muestreados el 95.7% estaban maduras (Tabla 16). Según los grados de madurez asignados se observó en la muestra total que el 90.6% de los machos y el 86.4% de las hembras estuvieron inmaduros y dentro del área de veda propuesta los porcentajes de individuos inmaduros fueron 97.7% y 94.2% (Tabla 17).

Los rangos de tallas en machos para los grado de madurez 1, 2 y 3 fueron 26-58 cm, 45-62 cm y 55-73 cm, respectivamente y para hembras 28-60 cm, 45-66 cm, y 59-83 cm.

Tabla 15. Rango tallas (LT, cm), media, mediana, moda, desvío y coeficiente de variación (CV, %), número total y % de machos y hembras, número y % de individuos inmaduros (I) y maduros (M), para *S. bonapartii*

	machos	hembras
Rango LT	26-73	28-83
LT Media	48,1	49,3
LT Mediana	50	47,5
LT Moda	36	40
Desvío	9,7	11,2
CV	20,1	22,7
No.T (%)	85 (43,6)	110 (56,4)
No. (%) I	52 (61,2)	96 (87,3)
No. (%) M	33 (38,8)	14 (12,7)

**Fig.17.** Composición de tallas por sexo y total para *S. bonapartii*.**Tabla 16.** Lances realizados dentro del área de veda: número de machos y hembras inmaduros (mi, hi), maduros (mm, hm) y total (mT, hT) por lance y total para *S. bonapartii*

lances	mi	mm	mT	hi	hm	hT
1	0	0	0	0	0	0
2	7	0	7	15	0	15
3	0	0	0	1	0	1
8	23	9	32	40	3	43
9	2	0	2	5	0	5
10	1	0	1	0	0	0
11	0	0	0	1	0	1
16	0	0	0	1	0	1
17	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0
20	2	0	2	3	0	3
	35	9	44	66	3	69
	79,5	20,5		95,7	4,3	

Tabla 17. Número de machos y hembras por grado de madurez (GM) para cada lance, número total y % por grado de madurez en ambos sexos para el total de lances y para los lances dentro del área de veda propuesta (en negrita), para *S. bonapartii*. (sd = sin determinar)

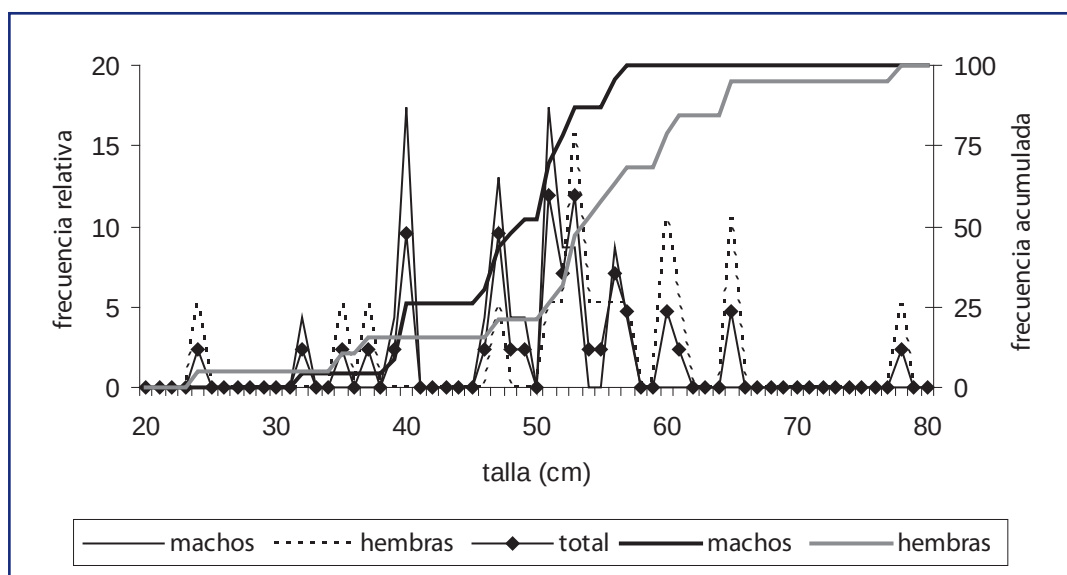
lance	GM machos				GM hembras			sd	
	1	2	3		1	2	3		
2	7				15				
3					1				
4					1				
5		1							
8	23	8	1		29	11	3		
9	2				5				
10	1								
11					1				
13	4	6	1		3	3			
14		1	2		3		4		
15							1		
16					1				
20	1	1			2		1		
21	1	2			2				
22	1	1	1		2	4	4		
23			2		1		1		
25	3				1				
26	6	8	1		3	7		1	
T	49	28	8	85	70	25	14	1	110
%	57,6	32,9	9,41		63,6	22,7	12,7	0,9	
veda	34	9	1	44	54	11	4	69	
%	77,3	20,5	2,3		78,3	15,9	5,8		

Rioraja agassizi

El porcentaje de machos fue superior al de hembras. Las hembras alcanzaron tallas mayores que los machos (Tabla 18, Fig.18). Según los grados de madurez asignados se observó en la muestra total que el 39.1% de los machos y el 31.6% de las hembras estuvieron inmaduros y dentro del área de veda propuesta los porcentajes de individuos inmaduros fueron 41.7% y 28.6% (Tabla 19). Los rangos de tallas en machos para los grado de madurez 1, 2 y 3 fueron 32-40 cm, 39-51 cm y 46-57 cm, respectivamente y para hembras 24-52 cm, 51 cm, y 53-78 cm.

Tabla 18. Rango tallas (LT), media, mediana, moda, desvío y coeficiente de variación (CV), número total y % de machos y hembras, para *R. agassizi*

	machos	hembras
Rango LT	32-57	24-78
LT Media	47,7	53,4
LT Mediana	49,0	54,0
LT Moda	51,0	53,0
Desvío	6,5	11,9
CV	13,7	22,3
No.T (%)	23 (54,8)	19 (45,2)

**Fig.18.** Composición de tallas por sexo y total para *R. agassizi*.**Tabla 19.** Número de machos y hembras por grado de madurez (GM) para cada lance, número total y % por grado de madurez en ambos sexos para el total de lances y para los lances dentro del área de veda propuesta (en negrita), para *R. agassizi*

lance	GM machos				GM hembras			
	1	2	3		1	2	3	
2	1	1	1		1		2	
4			1				2	
7			1				1	
9	1		1		1		3	
10			2		1		1	
13	1							
15			1			1		

Tabla 19 (cont.)

lance	GM machos				GM hembras			
	1	2	3		1	2	3	
16	1	1	3		1		3	
17		1	1					
20							1	
25		1	2					
26	1		1		1			
T	5	4	14	23	5	1	13	19
%	21,7	17,4	60,9		26,3	5,26	68,4	
veda	3	2	7	12	4	0	10	14
%	25,0	16,7	58,3		28,6	0	71,4	

Atlantoraja castelnaui

Fueron capturados solo 27 ejemplares, 13 machos y 14 hembras, 6 de ellos dentro del área de veda propuesta. Según el grado de madurez asignado 10 machos y las 14 hembras estaban inmaduros (Tabla 20).

Tabla 20. Número de machos y hembras por grado de madurez (GM) para cada lance, número total y % por grado de madurez en ambos sexos para el total de lances y para los lances dentro del área de veda propuesta (en negrita), para *A. castelnaui*

lance	GM machos				GM hembras			
	1	2	3		1	2	3	
2	1		1		3	1		
3					2			
7						1		
11	1				1			
12	1				1			
14	2		1					
16			1					
17					1	1		
19					2			
20	1							
21	2							
22					1			
24		1						
26		1						
T	8	2	3	13	11	3		14
%	61,5	15,4	23,1		78,6	21,4		

Atlantoraja cyclophora, *D. chilensis*, *S. acuta* y *Z. brevirostris* se registraron con menos de 10 individuos y *C. callorhynchus* se registró en un solo lance con 58 individuos.

CONCLUSIONES

Las especies con mayor frecuencia de ocurrencia por lance fueron *S. guggenheim*, *M. schmitti*, *S. bonapartii* y *Psammobatis* spp. De las especies de tiburones, *M. schmitti* y *G. galeus* presentaron los mayores rendimientos y dentro de los batoideos, los presentaron *S. bonapartii* y *D. tschudii*. Para *S. guggenheim* y *S. bonapartii*, especies que son explotadas comercialmente, se confirma la presencia de un mayor porcentaje de individuos juveniles dentro del área de veda de condrictios vigente.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Colonello, J., L. Lucifora & A. Massa. 2006. Reproduction of the angular shark (*Squatina guggenheim*): geographic differences, reproductive cycle, and sexual dimorphism. ICES Journal of Marine Science 64: 131-140
- Oddone, M. C. & G. Velasco. 2004. Size at maturity of the smallnose fanshake *Sympterygia bonapartii* (Muller & Henle, 1841) (Pisces, Elasmobranchii, Rajidae) in the SW Atlantic. ICES Journal of Marine Science, doi:10.1016/j.icesjms.2003.11.004
- Oddone, M.C., L. Paesch & W. Norbis. 2005. The reproductive biology and seasonal distribution of the patagonian smoothhound *Mustelus schmitti* (Chondrichthyes, Elasmobranchii, Triakidae) in the Rio de la Plata oceanic front, SW Atlantic. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 85: 1193-1198
- Paesch, L. 2008. Evaluación de la distribución y abundancia de condrictios: prospección del área comprendida entre los 37°00'-39°30'S y 50-80 m, primavera 2008. Informe Técnico Interno DINARA, noviembre 2008
- Paesch, L. 2009. Evaluación de la distribución y abundancia de condrictios: prospección del área comprendida entre los 36°00'-39°30'S hasta 50 m de profundidad, primavera 2009. Informe Técnico Interno DINARA, diciembre 2009

Proyecto FREPLATA – FFEM Modelado numérico y mediciones in-situ y remotas de las transferencias de sedimentos finos a través del Río de la Plata Parte a: Adquisición de datos

CLAUDIA SIMIONATO¹, DIEGO MOREIRA

¹claudias@cima.fcen.uba.ar

*Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA/UBA-CONICET)
y Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (DCAO),
FCEN, Universidad de Buenos Aires, Argentina*

ISMAEL PIEDRA-CUEVA, MÓNICA FOSSATI

*Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental (IMFIA),
Universidad de la República, Uruguay*

RAÚL GUERRERO

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Argentina

TABARÉ DE LOS CAMPOS

*Servicio de Oceanografía, Hidrografía
y Meteorología de la Armada (SOHMA),
Uruguay*

CARLOS BALESTRINI

Servicio de Hidrografía Naval (SHN), Argentina

FLORENCE CAYOCCA, FRANCIS GOHIN, MICHELE REPECAUD

Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER), Francia

RESUMEN: En el marco del proyecto “FREPLATA Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo: Prevención y Control de la Contaminación y Restauración de Hábitats” (PNUD/GEF/RLA/99/G31) y con financiamiento del Fondo Francés para el Medioambiente Global (FFEM), se realizaron mediciones en el Río de la Plata, con el fin de recabar información hidrodinámica y sedimentológica. Los trabajos fueron el resultado de una tarea cooperativa entre instituciones argentinas y uruguayas, con la colaboración del IFREMER de Francia. Dos estaciones fijas, que registran la presión (olas), la temperatura, la conductividad y la turbidez, fueron instaladas en el Pilote Norden y la Torre Oyarvide, mientras que una boya oceánica, que además mide oxígeno, fluorescencia, perfiles verticales de corrientes y variables meteorológicas, fue fondeada en la región del frente de salinidad/turbidez. Se realizaron siete campañas oceanográficas, para la instalación y mantenimiento de los equipos. Durante las campañas se tomaron muestras de agua y sedimentos de fondo, y se registraron perfiles de temperatura, salinidad, turbidez, y fluorescencia, en 26 puntos distribuidos a lo largo de las diferentes regiones del Río de la Plata. Se procesaron, además, imágenes satelitales MODIS y SeaWIFS diarias de sedimentos inorgánicos en suspensión y clorofila-a de alta resolución. En este trabajo se presenta la planificación y el desarrollo de las tareas de campo mencionadas y se muestran algunos de los resultados obtenidos a partir de los datos adquiridos.

PALABRAS CLAVE: Río de la Plata, sedimentos finos, mediciones *in situ*, corrientes, campañas oceanográficas, observaciones satelitales.

SUMMARY: FREPLATA – FFEM PROJECT NUMERICAL MODELING AND IN SITU MEASUREMENTS OF THE FINE SEDIMENT TRANSFERS THROUGH THE RÍO DE LA PLATA.

PART A: OCEANOGRAPHIC CRUISES: Within the framework of the project “FREPLATA Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo: Prevención y Control de la Contaminación y Restauración de Hábitats” (PNUD/GEF/RLA/99/G31) and founded by the French Fund for the Global Environment (FFEM), measurements were collected in the Río de la Plata with the aim of obtaining hydrodynamic and sedimentological data. These tasks were the result of a cooperative work between Argentinean and Uruguayan institutions, with the cooperation of IFREMER, from France. Two fixed stations were installed in Pilote Norden and Torre Oyarvide, which record pressure (waves), temperature, conductivity and turbidity, whereas an oceanic buoy, which also measures oxygen, fluorescence, vertical profiles of currents and meteorological variables, was moored in the salinity/turbidity front region. Seven oceanographic cruises were done for the installation and maintenance of the instruments. During the cruises samples of water and bottom sediments were collected, and profiles of temperature, salinity, turbidity and fluorescence were registered at 26 locations distributed along the different regions of the Río de la Plata. Also, high resolution daily satellite MODIS and SeaWIFS images of inorganic suspended matters and chlorophyll-a were processed. In this paper the planning and development of the mentioned field tasks is presented and some of the results obtained from the collected data are shown.

KEY WORDS: Río de la Plata, fine sediments, *in situ* measurements, currents, oceanographic cruise, satellite observations.

1. INTRODUCCIÓN

La gestión ambiental del Río de la Plata no puede atacarse sin comprender la dinámica de los sedimentos finos en el sistema, debido a que éstos intervienen en una gran cantidad de procesos. Entre los más significativos se encuentran:

- a. Las pesquerías: Las condiciones ambientales (salinidad, turbidez) tienen la mayor influencia sobre la distribución y estructura poblacional de las especies (Jaureguizar *et al.*, 2003b; 2006a, 2007, Jaureguizar y Guerrero, 2009), y sobre estructura de la ictiofauna de la Bahía Samborombón (Lasta, 1995) y del Río de la Plata (Jaureguizar *et al.*, 2003a, Jaureguizar *et al.*, 2004, Jaureguizar *et al.*, 2006b). La ictiofauna del Río de la Plata y la Bahía Samborombón es una combinación de especies dulceacuícolas y marinas, donde las especies tienen ciclos de vida íntimamente relacionados con la oceanografía. Es la principal área de cría y desove de muchas especies estuario dependientes (*Brevoortia aurea*, *Micropogonias furnieri*, *Macrodon ancylodon*) (Lasta, 1995, Acha *et al.*, 1999, Acha y Macchi, 2000, Macchi *et al.*, 2002, Jaureguizar *et al.*, 2003b; Militelli y Macchi, 2004; Jaureguizar *et al.*, 2008) que son explotadas comercialmente y soportan las pesquerías costeras de Argentina y Uruguay (Norbis, 1995, Lasta y Acha, 1996). Dentro de estas especies, la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) es el principal recurso pesquero del Río de la Plata, y los principales puertos de operación se encuentran en las costas del mismo (Puerto Lavalle, Puerto Boca de El Salado, Pajas Blancas, Montevideo). La respuesta de la corvina rubia a las condiciones ambientales, principalmente salinidad y turbidez (Jaureguizar *et al.*, 2003; 2008), define diferencias en el uso de hábitat por clases de edad (Jaureguizar *et al.*, 2003) y estados de maduración gonadal durante la época de reproducción (Mianzán *et al.*, 2001, Jaureguizar *et al.*, 2008) dentro del Río de la Plata. Los juveniles ocupan las aguas someras asociadas al frente salino de fondo, coincidente con la zona de máxima turbidez (ZMT), mientras que los adultos son comunes hacia las aguas de la plataforma costera durante el invierno, y realizan migraciones hacia el área de mayor gradiente horizontal de salinidad, coincidente con la ZMT, durante la temporada reproductiva (Jaureguizar *et al.*, 2003b; 2008). La relación de los individuos inmaduros con la ZMT podría estar asociada a beneficios para la alimentación a través del incremento en la abundancia de las presas (promueve la agregación) mientras que al mismo tiempo reduce el riesgo de predación aviar (refugio provisto por la condiciones de turbidez), además de conectar las dos áreas principales de cría del Río de la Plata, Bahía Samborombón y el Río Santa Lucía (ver referencias en Jaureguizar *et al.*, 2003b, 2008). Por otro lado, la asociación de los adultos a la ZMT durante la época reproductiva podría estar asociada a la prevención de la advección (exportación) de huevos y larvas a aguas marinas costeras adyacentes al Río de la Plata a través de mecanismos de retención horizontal del estuario (Simionato *et al.*, 2008; Jaureguizar *et al.*, 2008). Esta variación espacial

en la distribución, acorde a las características del ciclo de vida de corvina rubia, define una pesquería secuencial donde la corvina rubia es explotada en mar abierto por la flota industrial de Uruguay y Argentina, mientras que la flota artesanal y costera de ambos países explota principalmente pre-adultos (todo el año) y adultos (primavera-verano) en aguas del Río de la Plata (Lasta 1995, Norbis y Verocai, 2001; Retta *et al.*, 2006). Las variaciones espacio temporales de las condiciones ambientales (salinidad, turbidez) son de gran relevancia en la determinación del uso de hábitat de corvina rubia, y por consiguiente en la determinación de la interacción de los distintos estadios de corvina rubia con las pesquerías. Concordante con el comportamiento de esta especie de corvina, existe un conjunto de especies de recursos costeros de menor biomasa que soportan una pesquería constante a lo largo del año de los asentamientos de pescadores artesanales de la región. Entre ellos se puede mencionar lisa, corvina negra, pescadilla real y pejerrey cuyo comportamiento es menos conocido, y donde el aporte del conocimiento de procesos físicos en esta escala contribuiría en generar mejor predictibilidad en las capturas de este sector pesquero. La proximidad a la tierra de las áreas de desove y cría multi-específica (p.e. saraca, corvina rubia, etc.) asociada a la ZMT, permite fácil acceso y mayor vulnerabilidad a la explotación. Con el incremento de las poblaciones humanas en áreas costeras, es probable que la presión humana sobre los recursos costeros aumente potencialmente. Con la presión incrementándose, será progresivamente más importante entender la relación entre el ambiente y las pesquerías, a través del uso de hábitat de las especies, para la sugerencia de planes de protección y conservación dentro de un manejo ecosistémico. Por ello, determinar la relación entre la turbidez y las clases de talla de los principales recursos pesqueros (corvina rubia, saraca, lisa), así como entender los procesos que determinan la turbidez y sus cambios espacio-temporales, es de gran relevancia para la determinación de la variación espacio temporal de las áreas esenciales (desove, cría) a ser conservadas, favoreciendo el desarrollo regional, la conservación de la biodiversidad y una explotación sustentable de los recursos.

- b. La contaminación: Los sedimentos finos acarreados por el Río de la Plata son la principal fuente de transporte de diversos tipos de contaminantes, fundamentalmente metales pesados, hacia el ambiente fluvio-marítimo (Colombo *et al.*, 2005 y 2007). En la zona de la ZMT se produce la acumulación en el fondo de los sedimentos y, consecuentemente, de sus contaminantes, asociados por procesos físico-químicos de floculación. Estos sedimentos son resuspendidos por procesos turbulentos inducidos principalmente por las corrientes de marea, las olas y el viento, y entran en las diferentes cadenas tróficas de los organismos vivos, a través de un proceso conocido como biodisponibilidad (p.e., Marchovecchio *et al.*, 1989; Colombo *et al.*, 2000, 2007, Villar *et al.*, 2001; Muniz *et al.*, 2003; Burone *et al.*, 2006), con potencial impacto sobre la población humana que consume dichos animales.
- c. El dragado: El continuo dragado de los canales de acceso a los puertos de Buenos Aires y Montevideo ilustra uno de los aspectos de la gestión medioambiental vinculados con el transporte de los sedimentos finos (Cardini *et al.*, 2002). Un mejor conocimiento del transporte a través de la zona fluvio-marítima y de las áreas de deposición y erosión ayudaría a comprender

PROYECTO FREPLATA - FFEM MODELADO NUMÉRICO Y MEDICIONES IN-SITU Y REMOTAS...

Claudia Simionato, Diego Moreira / Ismael Piedra-Cueva, Mónica Fossati / Raúl Guerrero Tabaré de los Campos / Carlos Balestrini / Florence Cayocca, Francis Gohin, Michele Repecaud

cómo optimizar las operaciones de dragado en la cuenca y entender y gestionar el avance del delta. El dragado puede producir cambios en la dinámica de los sedimentos transportados por el agua, en ocasiones con impactos sobre la distribución de los contaminantes y, por lo tanto, sobre las pesquerías.

- d. La degradación de las costas y humedales: El Río de la Plata contiene en la Bahía Samborombón uno de los humedales de mayor importancia del cono sur de Sudamérica. El mismo alberga un rico ecosistema en el que conviven numerosas especies de peces, tortugas, cangrejos y aves migratorias. Proyectos en ejecución (Codignotto, comunicación personal)¹ muestran que se evidencian tasas erosivas en la costa de la bahía con guarismos nunca antes registrados. Esta región es zona de cría para numerosas especies pescadas comercialmente por las flotas pesqueras de Argentina y Uruguay tanto en el Río de la Plata como fuera del mismo. El transporte de los sedimentos se vincula directamente con el mantenimiento de estas zonas bajas. Asimismo, las costas bajas de la parte interior del Río de la Plata, en las que se ubica la ciudad de Buenos Aires están siendo sometidas a intensa erosión y presión ambiental por efecto antropogénico. El Frente del Delta del río Paraná avanza de manera persistente sobre el Río de la Plata. A las tasas actuales de crecimiento, estará muy próximo a los límites de la ciudad de Buenos al final de este siglo. Esta evolución morfológica causará, progresivamente, impactos significativos sobre los usos de esa zona del Río de la Plata, relacionados a la recepción de descargas, provisión de agua para consumo, navegación fluvial y de ultramar, recreación, etc. En particular, afectará el desarrollo del Canal Mitre, tramo fundamental de la vía navegable hacia el océano. Las consecuencias de tal cambio podrán ser mitigadas en la medida que exista una adecuada planificación, lo cual necesita, como dato primario, una comprensión y predicción confiable del proceso del transporte de sedimentos (<http://laboratorios.fi.uba.ar/lmm/pict1.htm>).

Poco se conoce acerca de la dinámica y los flujos de sedimentos a través del Río de la Plata. La descripción básica de la sedimentología de la región fue realizada, entre otros, por Parker *et al.* (1986 a y b, 1987), Cavallotto (1987), López Laborde (1987), Parker y López Laborde (1988, 1989), Guarga *et al.* (1992) y Cavallotto y Violante (2008). Los sedimentos que llegan al sistema provienen fundamentalmente del río Paraná de las Palmas y Paraná Guazú, que distribuyen sus aguas de modo no homogéneo a lo largo del Río (Simionato *et al.*, 2009), y del escurrimiento de los pequeños tributarios menores a lo largo de la costa bonaerense. El promedio de sedimentos aportados es de 79.800.000 toneladas anuales. De este total, el 10% corresponde a carga de fondo (arena y limo) y el 90% a material en suspensión (arcilla). Los depósitos van desde arenas en la parte interior y limos en el sector medio hasta limos arcillosos en la zona exterior. En la zona de la cuña salina, donde se produce el encuentro de las aguas de origen continental con las del mar, se produce el efecto de floculación de los sedimentos en suspensión. En esta región se observa, en consecuencia, una ZMT.

¹ Dr. Jorge Codignotto, Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires

Como resultado de la floculación, la proporción de sedimentos que llega efectivamente al mar es muy baja y es por eso que en el Río de la Plata los bancos se encuentran en constante proceso de crecimiento. La turbulencia sobre el fondo, generada por las corrientes de mareas, el oleaje y los vientos, puede ser suficiente para mezclar y homogeneizar la columna de agua y, además, resuspende el sedimento. Los materiales en suspensión (muy relacionados con la turbidez) oscilan alrededor de los 100 mg l^{-1} pero muestran concentraciones que fluctúan dependiendo principalmente de la variabilidad de los aportes del río Paraná. Concentraciones muy elevadas están relacionadas con la actividad de dragado.

Los principales antecedentes de trabajos sobre la sedimentología basados en observaciones son estudios de imágenes satelitales de la ZMT (Framiñán y Brown, 1996; Bava, 2004; Framiñán, 2005). Sin embargo, los altísimos niveles de turbidez observados en el Río de la Plata convierten en un desafío la determinación apropiada de los valores de sedimentos inorgánicos en suspensión y clorofila a partir de observaciones de turbidez. La calibración y validación de los modelos y de las imágenes satelitales requiere de gran cantidad de observaciones *in-situ*. Los modelos son herramientas muy útiles que reproducen procesos que de otro modo sólo serían conocidos de la teoría o de extensivas campañas experimentales. Sin embargo, mientras que la hidrodinámica obedece a leyes universales, los procesos sedimentológicos dependen específicamente del lugar. De esta manera, si no se dispone de buenos y abundantes datos de campo es imposible abordar la temática del transporte de los sedimentos finos. Algunos parámetros hidrodinámicos (por ejemplo, el nivel del mar y la salinidad) han sido monitoreados en el Río de la Plata durante varios años, pero otros parámetros (por ejemplo, las olas y la evolución temporal de los perfiles verticales de sedimentos en suspensión) han recibido poca atención.

La problemática de la dinámica hidrosedimentológica en el Río de la Plata a la escala de cuenca fue abordada por el Proyecto FREPLATA con la colaboración del IFREMER (Instituto Francés para la Investigación sobre la Explotación del Mar) y financiamiento del Fondo Francés para el Medioambiente Global (proyecto FREPLATA-FFEM). Las tareas de adquisición de datos iniciadas en 2009 constituyen un enorme y costoso esfuerzo, que involucra la instalación de estaciones fijas, de una boya oceanográfica, de siete campañas oceanográficas específicas, la adquisición y calibración de imágenes satelitales diarias de material en suspensión y clorofila-a de alta resolución y experimentos de laboratorio con la colaboración del CIMA (Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera, CONICET-UBA, Argentina), el INIDEP (Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Argentina), el SHN (Servicio de Hidrografía Naval, Argentina), el INA (Instituto Nacional del Agua, Argentina), el SOHMA (Servicio Oceanográfico, Hidrográfico y Meteorológico de la Armada, Uruguay) y el IMFIA (Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental, Universidad de la República, Uruguay). Este plan fue acompañado por la capacitación de recursos humanos, incorporando al proyecto jóvenes recién graduados y mediante el dictado de cursos en la Universidad de Buenos Aires por reconocidos especialistas franceses, propendiendo a resolver el problema de la escasez de recursos humanos formados en la temática. Se iniciaron, además, tareas de modelado

PROYECTO FREPLATA - FFEM MODELADO NUMÉRICO Y MEDICIONES IN-SITU Y REMOTAS...

Claudia Simionato, Diego Moreira / Ismael Piedra-Cueva, Mónica Fossati / Raúl Guerrero Tabaré de los Campos / Carlos Balestrini / Florence Cayocca, Francis Gohin, Michele Repecaud

numérico, incluyendo la instalación del modelo hidrosedimentológico MARS (Model for Applications at Regional Scale) de IFREMER en el CIMA, el INA y el IMFIA y el modelo SWAN (Simulating Waves Nearshore) de olas en el SHN.

En este trabajo se discuten las tareas de campo realizadas en el marco del proyecto: se presentan los equipos de medición adquiridos, su calibración, su instalación y su mantenimiento. En un trabajo acompañante, se discuten las tareas de modelación numérica encaradas hasta la fecha.

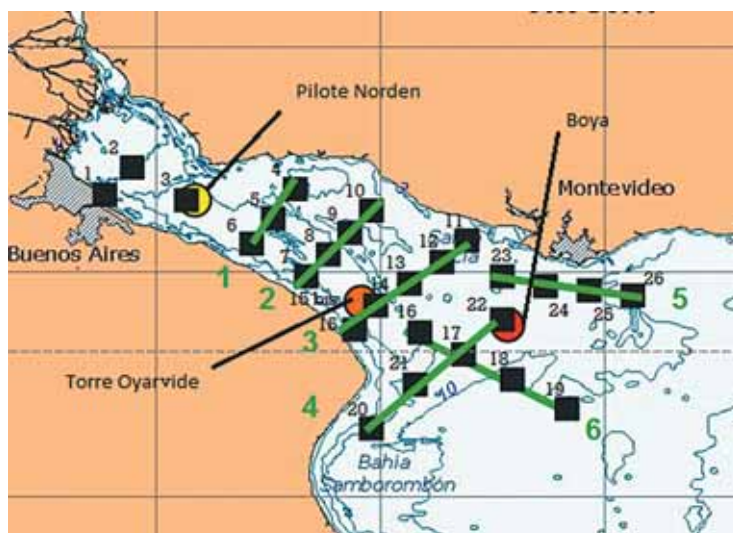


Figura 1. Ubicación de las estaciones fijas de muestreo (círculos) y de las estaciones oceanográficas (cuadrados). Las líneas verdes representan las transectas a lo largo de las cuales se programó realizar las observaciones durante los cruceros.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 DISEÑO DEL MUESTREO

La determinación de la dinámica sedimentológica del Río de la Plata y su variabilidad espacio-temporal requiere de diversos tipos de observaciones hidro-sedimentológicas: turbidez, fluorescencia, temperatura, salinidad, oxígeno, corrientes, olas, sedimentos de fondo, material en suspensión y variables meteorológicas. Equipos fijos montados en puntos geográficos específicos midiendo con alta frecuencia son útiles para proporcionar información acerca de las escalas temporales de variabilidad, mientras que campañas oceanográficas a lo largo del sistema sirven para complementar, aportando información acerca de la distribución espacial y conectando las observaciones en estaciones fijas entre sí. Al mismo tiempo, el sensoramiento remoto proporciona la oportunidad de observar el sistema con una frecuencia relativamente alta. Aunque las observaciones satelitales de temperatura superficial del mar y turbidez están altamente contaminadas por la presencia de

nubes, las mismas proveen observaciones con alta resolución espacial, que permiten complementar la vista sinóptica de las variables y analizar su variabilidad espacio-temporal. En este sentido, en el marco del Proyecto, se procesaron imágenes satelitales MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) y SeaWIFS (Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor) diarias de sedimentos en suspensión y clorofila-a de alta resolución, se instalaron estaciones fijas de observación en tres sitios del Río de la Plata y se realizaron siete campañas oceanográficas con muestreos en 26 puntos. Las campañas fueron realizadas con gran frecuencia a lo largo del año a fin de estimar la variabilidad espacial en escala estacional y durante las mismas se realizó la instalación y el mantenimiento de los instrumentos instalados en las estaciones fijas. La Figura 1 muestra los sitios de muestreo; los círculos corresponden a las estaciones fijas, mientras que los cuadrados indican las posiciones de las estaciones oceanográficas.

Tabla 1. Posición de las estaciones oceanográficas y profundidad en dichos sitios. Las mismas pueden observarse en la Fig. 1. El punto 15 fue reiterado en localidades próximas entre sí, una correspondiendo a la posición de la Torre Oyarvide (15 BIS) y otra al punto indicado como el cuadrado próximo a la misma en la Fig. 1

Estación	Latitud	Longitud	Profundidad (m)
1	34° 37'	58° 14'	3.7
2	34° 30'	58° 07'	3.7
3	34° 37'	57° 55'	5.7
4	34° 35'	57° 23'	2.4
5	34° 43'	57° 28'	5.4
6	34° 50'	57° 35'	6.2
7	34° 59'	57° 20'	6.2
8	34° 53'	57° 14'	6.2
9	34° 37'	57° 08'	5.1
10	34° 41'	57° 03'	5.4
11	34° 49'	56° 37'	7
12	34° 55'	56° 43'	5.7
13	35° 00'	56° 52'	5.3
14	35° 06'	57° 01'	4.8
15	35° 12'	57° 06'	5.2
15 BIS	35° 06'	57° 07'	5.2
16	35° 13'	56° 49'	5.2
17	35° 19'	56° 38'	6.2
18	35° 25'	56° 24'	11
19	35° 33'	56° 10'	10
20	35° 39'	57° 03'	4
21	35° 27'	56° 50'	5.5
22	35° 12'	56° 24'	6.8
23	34° 58'	56° 27'	6.1
24	35° 00'	56° 17'	7.5
25	35° 02'	56° 41'	9
26	35° 03'	55° 53'	12

PROYECTO FREPLATA - FFEM MODELADO NUMÉRICO Y MEDICIONES IN-SITU Y REMOTAS...

Claudia Simionato, Diego Moreira / Ismael Piedra-Cueva, Mónica Fossati / Raúl Guerrero Tabaré de los Campos / Carlos Balestrini / Florence Cayocca, Francis Gohin, Michele Repecaud

Los equipos fijos fueron instalados en Pilote Norden a $34^{\circ} 37' 40,01''$ S y $57^{\circ} 55' 10,56''$ W (círculo amarillo en la Fig. 1) y Torre Oyarvide a $35^{\circ} 6' 0,00''$ S y $57^{\circ} 7' 48,00''$ W (círculo naranja en la Fig. 1). Adicionalmente, se instaló una boya oceanográfica, que fue fondeada en la ZMT a $35^{\circ} 12' 0,00''$ S y $56^{\circ} 24' 0,00''$ W (círculo rojo en la Fig. 1). Las posiciones en las que se realizaron observaciones durante las campañas oceanográficas se muestran en la Tabla 1. Las mismas fueron seleccionadas a fin de proporcionar una adecuada cobertura del sistema fluvio-marítimo, especialmente de las regiones en las que se espera que la variabilidad maximice. Las observaciones inicialmente programadas en el punto 4 no pudieron realizarse en la práctica, debido a la baja profundidad real del sitio. Alternativamente, se duplicaron las observaciones en proximidades de la Torre Oyarvide (punto 15 y 15 bis).

2.2 ESTACIONES FIJAS

2.2.1 Estaciones Smatch

En la estación fija de Pilote Norden (círculo amarillo en la Fig. 1 y panel izquierdo de la Figura 2) se instaló un equipo SMATCH (Sonda Autónoma Multiparámetro con Transmisión y Cloración) fabricada por la empresa NKE Electronics (panel izquierdo de la Figura 3). La sonda posee sensores que miden la presión atmosférica, el nivel del agua, la temperatura y la conductividad a intervalos seleccionados por el usuario. Adicionalmente, se instaló un sensor de presión para olas (SP2T) junto al SMATCH y un sensor de turbidez en la estaca que ajusta los equipos a la columna del Pilote (Fig. 3). Los sensores del SMATCH y el de turbidez fueron programados para medir durante 15 minutos cada hora, mientras que el del SP2T que registra olas se programó para medir cada un segundo durante 10 minutos y se enciende cada 60 minutos. El sensor de turbidez posee un cepillo que barre la superficie del mismo una vez cada 10 minutos.



Figura 2. Pilote Norden (izquierda) y Torre Oyarvide (derecha) durante la instalación de los equipos.

En la Torre Oyarvide (círculo naranja en la Fig. 1 y panel derecho de la Fig. 2) se instalaron equipos similares a los del Pilote Norden. En este sitio funciona una estación meteorológica y mareológica mantenida por el SHN.

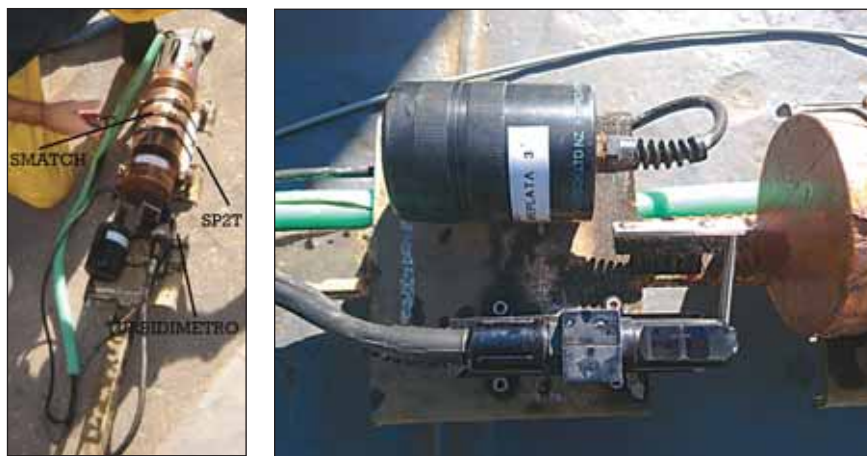


Figura 3. Equipo SMATCH de medición de temperatura, conductividad y presión, y SP2T (panel izquierdo) y equipo de medición de turbidez (panel derecho).

Se adquirió un conjunto adicional de instrumentos, de modo de permitir la calibración en tierra previa a la instalación, así como el intercambio de equipos, y como modo de garantizar las observaciones a lo largo del período del estudio en caso de falla de alguno de ellos.

En ambos sitios los instrumentos fueron ajustados a una estaca o barra de hierro que se enganchó mediante un mosquetón a otra barra previamente amurada a la columna. Por la parte superior, ambas barras se ajustaron con bulones. Para reemplazar los equipos es necesario destornillar los bulones, desenganchar el mosquetón (con la ayuda de un buzo) y levantar la barra donde están los instrumentos. Luego de recuperados los equipos y a bordo de una embarcación, se extraen los datos, se intercambian los instrumentos, se vuelve a ajustar a la barra y por último se la reinstala.

2.2.2 Boya oceanográfica

La boya oceanográfica (círculo rojo en la Fig. 1 y panel izquierdo de la Figura 4) monitorea variables atmosféricas (dirección e intensidad del viento, presión atmosférica, temperatura del aire, humedad y precipitación) mediante una estación automática Vaisälä y variables oceanográficas (temperatura, salinidad, presión, turbidez, oxígeno disuelto, fluorescencia, corrientes y olas) mediante un equipo SMATCH (panel central de la Fig. 4) y un Perfilador Acústico Vertical Doppler o ADCP (panel derecho de la Fig. 4). También cuenta con un panel solar para alimentación y dos baterías que aseguran la autonomía de la boya, así como con un GPS para registrar la posición geográfica del equipo, un compás magnético que observa su rumbo u orientación y una antena que trasmite los datos vía satélite a IFREMER, quien los distribuye mediante correo electrónico a los distintos centros de investigación que participan del proyecto.

PROYECTO FREPLATA - FFEM MODELADO NUMÉRICO Y MEDICIONES IN-SITU Y REMOTAS...

Claudia Simionato, Diego Moreira / Ismael Piedra-Cueva, Mónica Fossati / Raúl Guerrero Tabaré de los Campos / Carlos Balestrini / Florence Cayocca, Francis Gohin, Michele Repecaud



Figura 4. Boya oceanográfica con la estación meteorológica en la parte superior (panel izquierdo), equipo SMATCH de medición oceanográfica (panel central) y ADCP (panel derecho).

El equipo SMATCH, similar al instalado en las otras estaciones fijas, mide temperatura, salinidad, presión, turbidez, oxígeno disuelto y fluorescencia y fue adquirido por duplicado. El instrumento que alternativamente se encuentra en funcionamiento, está atornillado a una barra de acero que se coloca en un tubo dentro de la boya, y se asegura con dos cables de acero y mosquetones. Por esta razón, para su recambio y mantenimiento, se deben desprender los mosquetones, retirar la barra de acero con el equipo, llevarlo a bordo de la embarcación y reemplazarlo en la boya por el duplicado previamente calibrado.

Todos los instrumentos fueron previamente calibrados en laboratorio y recubiertos con cinta antifouling para prevenir la formación de colonias de organismos sobre ellos. El equipo instalado en la boya es el único de los tres que cuenta con una malla de protección en cada uno de los sensores, que también previene que se adhieran organismos.

La información de corrientes y olas es adquirida por el ADCP. Éste es un WorkHorse Sentinel (panel derecho de la Fig. 4) que trabaja a una frecuencia de 1200 KHz. El perfilador acústico fue programado para medir el campo de corrientes en la columna de agua bajo la boya cada 0,5 m (observando hacia abajo) y almacenar la información en dos memorias internas. Estos datos deben ser descargados manualmente durante las campañas. Este instrumento mide, además, la intensidad del eco recibido, la cual se puede calibrada para proporcionar una medida indirecta de la turbidez en la columna de agua. El ADCP fue atornillado, junto con su módulo adicional para las baterías, a una barra que se introduce dentro de un tubo en el piso de la boya.

La boya fue amarrada a dos muertos de 5 toneladas de peso que la mantienen en la zona de interés y evitan que la misma derive debido a la corriente (Figura 5). El uso de dos muertos en lugar de uno tiene como objetivo, además, evitar el excesivo ruido de los instrumentos. El ajuste final de la dirección de observación se realiza utilizando la información provista por el compás magnético.

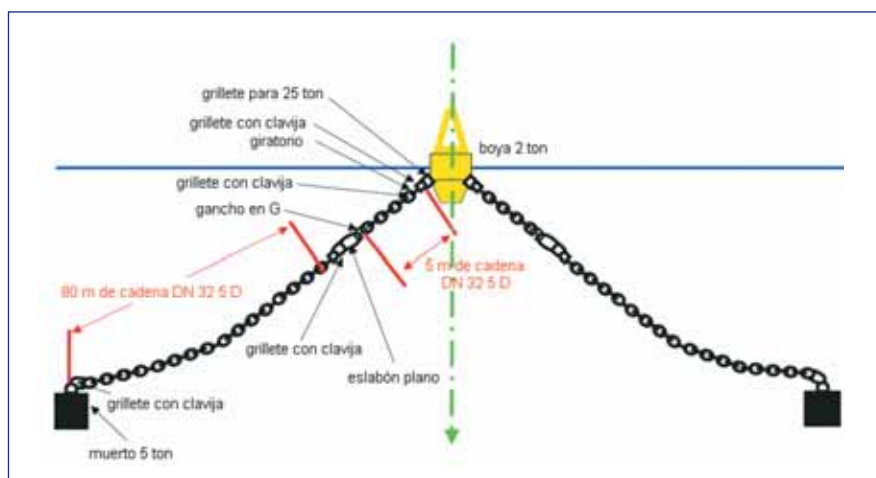


Figura 5. Esquema del fondeo de la boya oceanográfica

2.2.3 Calibración de los sensores SMATCH

Previo a la instalación de los equipos en las posiciones seleccionadas, se realizó en los laboratorios del SHN la calibración y ajuste de los sensores. Como primer paso se instaló el software WinMemo, herramienta que permite descargar los datos y modificar la configuración de los instrumentos. La calibración fue efectuada para los siguientes parámetros: temperatura, turbidez, fluorescencia, oxígeno disuelto y conductividad. La temperatura se calibró sumergiendo cada equipo en un baño a diferentes temperaturas (10°C y 25°C). Para la turbidez se realizó una curva de calibración partiendo de una solución estándar de formazina de 4000 NTU (1 NTU= 1 ppm de formazina estándar), diluyendo la misma hasta obtener tres soluciones de 150 NTU, 75 NTU y 25 NTU. Para la fluorescencia, la curva de calibración se construyó a partir de una solución estándar de fluoresceína de 10 mg l⁻¹, efectuando las diluciones correspondientes para obtener cuatro soluciones de 1000, 500, 250 y 50 µg l⁻¹. El contenido de oxígeno disuelto se valoró previamente en una muestra de agua corriente, siguiendo la metodología de Winkler (1888). Luego, el sensor se ajustó sumergiéndolo en un recipiente con dicha sustancia en agitación constante. Para la conductividad se utilizaron muestras de diferentes salinidades comparando las mediciones obtenidas con cada uno de los instrumentos con las registradas por un salinómetro marca Autosal Guidline 8400B.

2.3 CAMPAÑAS OCEANOGRÁFICAS

En cada uno de los 26 puntos seleccionados para la realización de estaciones oceanográficas (ver Fig. 1) se realizaron perfiles de conductividad, temperatura y presión (mediante CTD), y se extrajeron muestras de agua y sedimentos de fondo. Los perfiles CTD fueron realizados con un equipo Seabird 19 Plus (panel derecho de la Figura 6) que registra, además de la temperatura, la conductividad y la presión, la fluorescencia (a través de un instrumento Sea Point) y la turbidez (mediante un OBS3+).

PROYECTO FREPLATA - FFEM MODELADO NUMÉRICO Y MEDICIONES IN-SITU Y REMOTAS...

Claudia Simionato, Diego Moreira / Ismael Piedra-Cueva, Mónica Fossati / Raúl Guerrero Tabaré de los Campos / Carlos Balestrini / Florence Cayocca, Francis Gohin, Michele Repecaud

El equipo fue programado para medir con una frecuencia de 2 Hz. Las muestras de agua fueron extraídas con una bomba sumergible marca Flygt y los sedimentos de fondo con una draga tipo Van Veen (paneles central e izquierdo de la Fig.6, respectivamente).

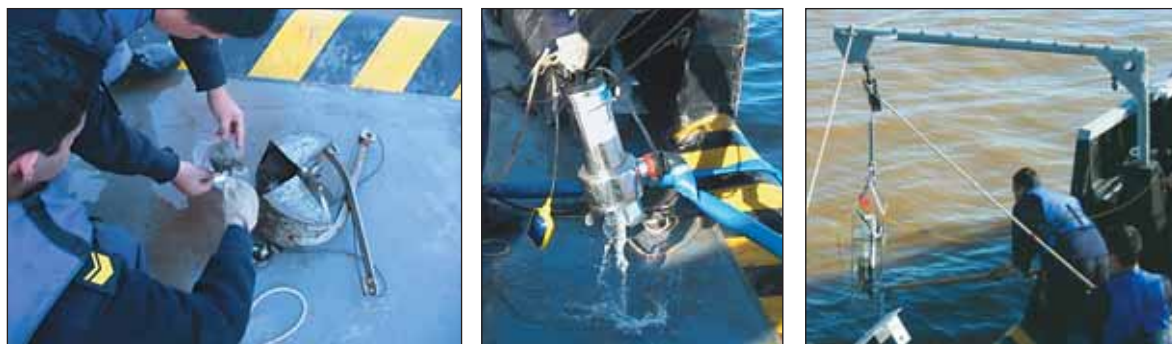


Figura 6. Draga Van Veen (izquierda), bomba de agua Fly (centro) y CTD con turbidímetro y fluorómetro (derecha).

Además se realizaron en cada uno de los puntos de muestreo análisis de turbidez con un equipo de mano marca Hach y se realizó el filtrado *in situ* de muestras de agua para la determinación del contenido de clorofila (Figura 7).



Figura 7. Análisis de turbidez con un equipo marca Hach (izquierda) y filtrado *in situ* de muestras de agua para el análisis del contenido de clorofila (derecha).

Entre los años 2009 y 2010 se realizaron las siguientes campañas, a bordo de los buques que se muestran en la Figura 8:

- Del 23 al 28 de noviembre de 2009 a bordo del “ARA Ciudad de Rosario” con el objetivo de instalar los instrumentos en las tres estaciones fijas. Se realizaron, además, las 26 estaciones programadas, incluyendo CTD y obtención de muestras de sedimentos y agua.
- Del 17 al 20 de marzo de 2010 y 8 de abril a bordo del “ARA Ciudad de Rosario” y “ARA Cormorán” respectivamente. Se realizaron las tareas de mantenimiento de los equipos instalados y las 26 estaciones CTD con las muestras de sedimento y agua.
- Del 23 al 26 de junio de 2010 a bordo del “ARA Ciudad de Rosario”. Se realizaron las tareas de mantenimiento de los equipos instalados en Torre Oyarvide y en la boya oceanográfica y las 26 estaciones CTD con las muestras de sedimento y agua.



Figura 8. Buques utilizados para la realización de las campañas oceanográficas.

- a. Del 23 al 25 y del 26 al 27 de agosto de 2010 a bordo del “ROU Maldonado” “ROU Sirius” respectivamente. Se realizaron las tareas de mantenimiento de los equipos instalados en Torre Oyarvide, Pilote Norden y en la boya oceanográfica. Se efectuaron 26 estaciones CTD con las muestras de sedimento y agua.
- b. Del 25 al 27 y el 28 de octubre de 2010 a bordo del “ROU Maldonado” y del “ROU Sirius” respectivamente. Se realizaron las tareas de mantenimiento de los equipos instalados en Torre Oyarvide y en la boya oceanográfica y 23 estaciones CTD con adquisición de muestras de sedimento y agua. El 11 de noviembre de 2010 a bordo del “ARA Cormorán” se realizó el mantenimiento del instrumento instalado en Pilote Norden.
- c. Del 15 al 17 de diciembre de 2010 a bordo del “ARA Ciudad de Rosario”. Se realizaron las tareas de mantenimiento de los equipos instalados en Pilote Norden, Torre Oyarvide y en la boya oceanográfica y 25 estaciones CTD con la adquisición de muestras de sedimento y agua.

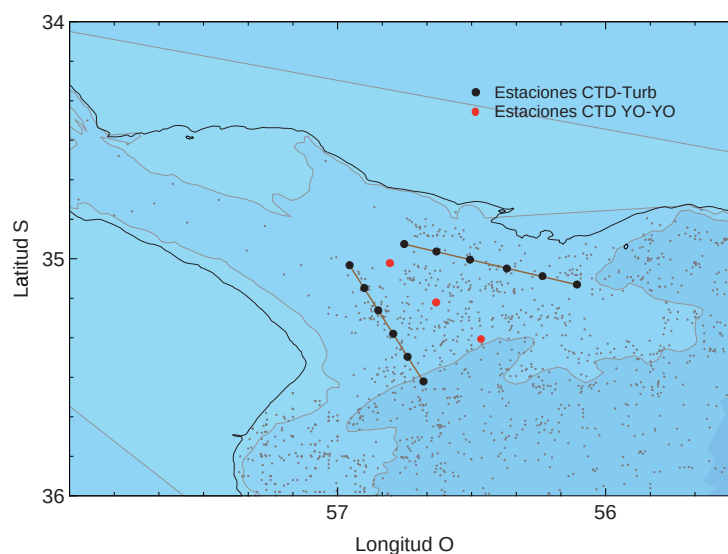


Figura 9. Estaciones de muestreo CTD, muestras de fondo y agua de la campaña realizada a bordo del Capitán Cánepa en septiembre/octubre de 2010.

Entre el 30 de septiembre y el 5 de octubre de 2010 se realizó una campaña adicional a bordo del B/I Capitán Cánepa del INDEP (panel superior derecho de la Fig. 8). Durante la misma se realizaron 18 estaciones CTD en dos transectas perpendiculares al frente de salinidad del Río de la Plata (puntos negros en la Figura 9). Además en 3 puntos intermedios (puntos rojos en la Fig. 9) se realizaron perfiles yoyó, con un período de 30 minutos a lo largo de 12 horas. El total de los perfiles realizados fue de 24 en cada uno de los puntos. Uno de los sitios mencionados fue elegido en las cercanías de la boya oceanográfica con el objetivo de fondear junto a la misma un CTD y el SMATCH de reemplazo para la boya, a fin de calibrar y comparar dichos equipos.

2.4 OBSERVACIONES REMOTAS

En el marco del Proyecto, IFREMER procesó y puso a disposición de las instituciones participantes imágenes SeaWifs y MODIS diarias de alta resolución espacial (250 m y 1 km) de material en suspensión y clorofila-a. Las imágenes fueron procesadas utilizando el algoritmo OC5 especialmente desarrollado por IFREMER, que permite separar la señal de turbidez original (medida por el satélite) de modo de obtener observaciones de clorofila-a y material inorgánico en suspensión (Gohin *et al.*, 2002, Gohin *et al.*, 2005). Hasta el momento la calibración de las imágenes se realizó utilizando los algoritmos desarrollados por IFREMER para aguas francesas, pero serán recalibradas con los datos *in situ* obtenidos de las campañas previamente mencionadas.

3. RESULTADOS

Los datos adquiridos en el marco del Proyecto FREPLATA-FFEM han permitido obtener una base sólida y única de observaciones *in situ* y remotas de variables hidrodinámicas, meteorológicas y sedimentológicas en el Río de la Plata para un año completo. La misma, en complementación con la implementación de un modelo numérico hidrosedimentológico, posibilitará un estudio integral de la temática del transporte de los sedimentos finos en la región.

Se espera, a partir de esta información, identificar y comprender los procesos que regulan la dinámica de los sedimentos finos en el Río de la Plata y su variabilidad, lograr su adecuada simulación y pronosticar los potenciales cambios ya sean estos de origen natural como antropogénico. Los datos generados por las campañas están siendo, en la actualidad, objeto de estudio e interpretación por parte de las instituciones participantes. A modo de ejemplo, en lo que sigue se muestran ejemplos de las observaciones adquiridas.

Las Figuras 10 a 13 muestran un ejemplo de los datos adquiridos en la boya oceanográfica durante el mes de mayo de 2010. En el panel izquierdo de la Fig. 10 se aprecia, de arriba abajo, la evolución de la presión atmosférica, la temperatura del aire, la humedad y la precipitación a lo largo del mes mencionado medidos por la estación Väisälä. El panel derecho muestra la dirección e intensidad del viento mediante vectores (arriba) y la frecuencia de ocurrencia de las diversas velocidades del viento (abajo).

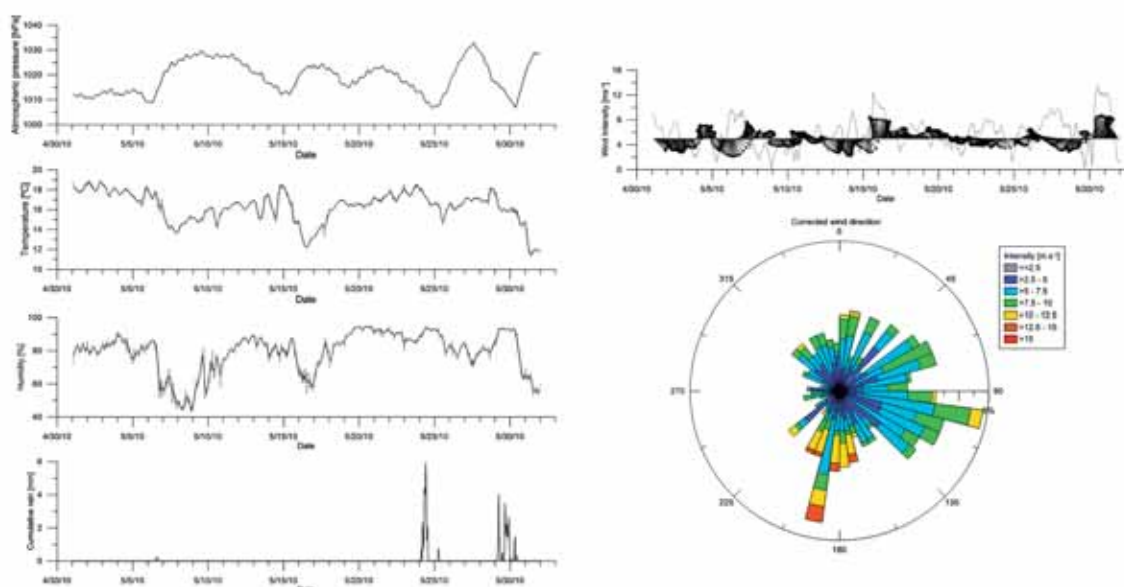


Figura 10. Datos atmosféricos adquiridos en la boya oceanográfica durante el mes de mayo de 2010.

PROYECTO FREPLATA - FFEM MODELADO NUMÉRICO Y MEDICIONES IN-SITU Y REMOTAS...

Claudia Simionato, Diego Moreira / Ismael Piedra-Cueva, Mónica Fossati / Raúl Guerrero Tabaré de los Campos / Carlos Balestrini / Florence Cayocca, Francis Gohin, Michele Repecaud

La Figura 11 muestra series de tiempo de la presión, la temperatura, la salinidad, la turbidez, el oxígeno disuelto y la fluorescencia observados por el SMATCH de la boya oceanográfica a lo largo del mes de mayo de 2010 en líneas de punto. Las líneas llenas muestran las mismas variables con un suavizado de promedios móviles.

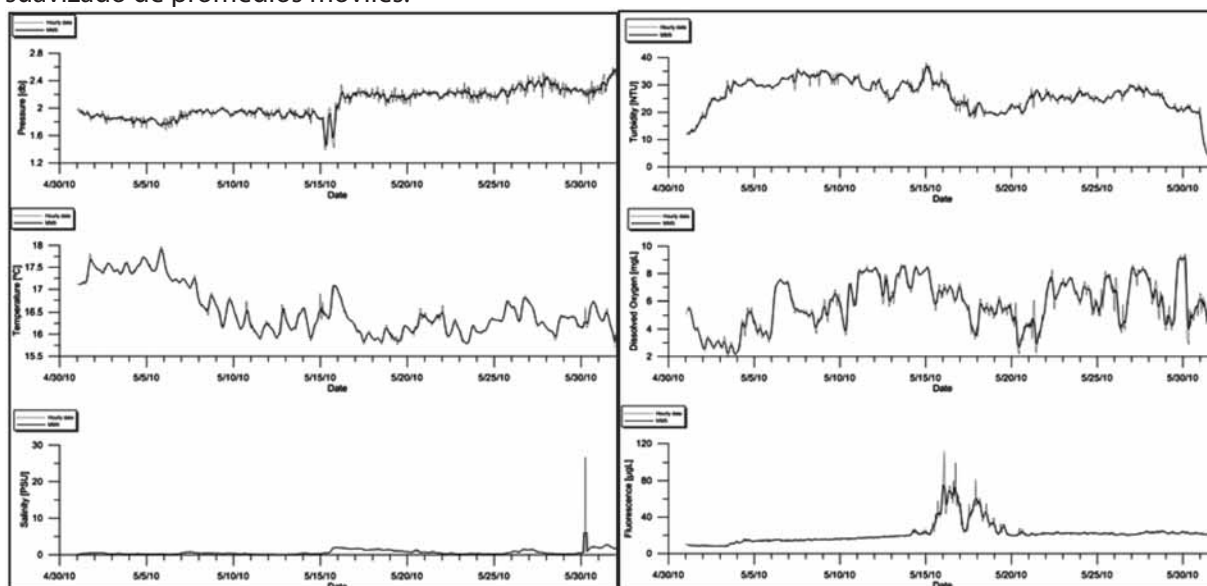


Figura 11. Datos oceanográficos adquiridos en la boya oceanográfica durante el mes de mayo de 2010.

La Figura 12 muestra la velocidad de la corriente (en m s^{-1}) medida por el ADCP instalado en la boya oceanográfica, para el período comprendido entre el 1 de diciembre de 2009 y el 16 de marzo de 2010. La Figura 13 muestra la altura significativa de ola (en m) medida por el mismo sensor y durante el mismo período.

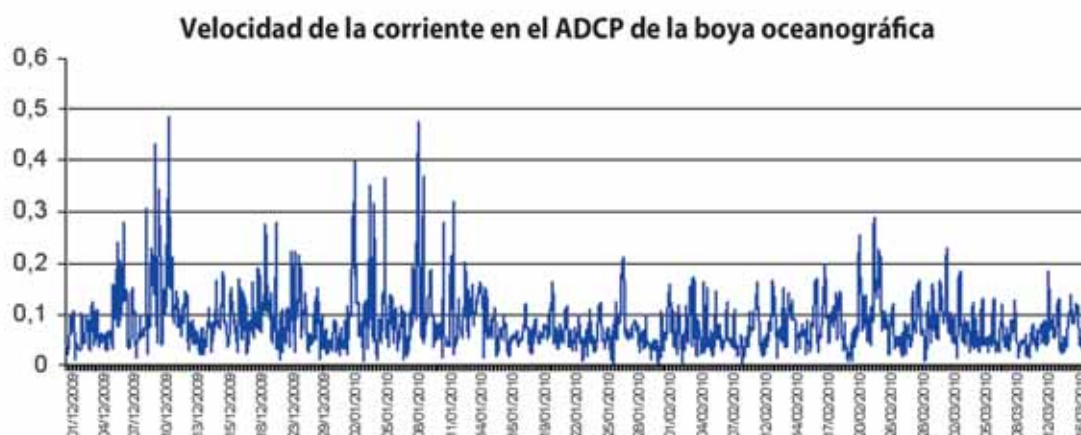


Figura 12. Velocidad de la corriente (en m s^{-1}) para el período 1 de diciembre de 2009 a 16 de marzo de 2010, observada por el ADCP instalado en la boya oceanográfica.

Como ejemplo de los datos adquiridos en las otras estaciones fijas, las Figuras 14 y 15 muestran el nivel de agua sobre el sensor, la temperatura, la salinidad y la turbidez durante el período comprendido entre el 24 de agosto y el 26 de octubre de 2010 observadas por los instrumentos instalados en Torre Oyarvide.



Figura 13. Altura significativa de ola (en m) para el período 1 de diciembre de 2009 a 16 de marzo de 2010, observada por el ADCP instalado en la boya oceanográfica.

Con los datos obtenidos de las estaciones CTD efectuadas durante las campañas es posible confeccionar mapas sinópticos de la distribución horizontal de la temperatura, la salinidad, la fluorescencia y la turbidez. Algunos ejemplos, contruidos con los datos adquiridos en la campaña de noviembre de 2009, se muestran en las Figuras 16 y 17.

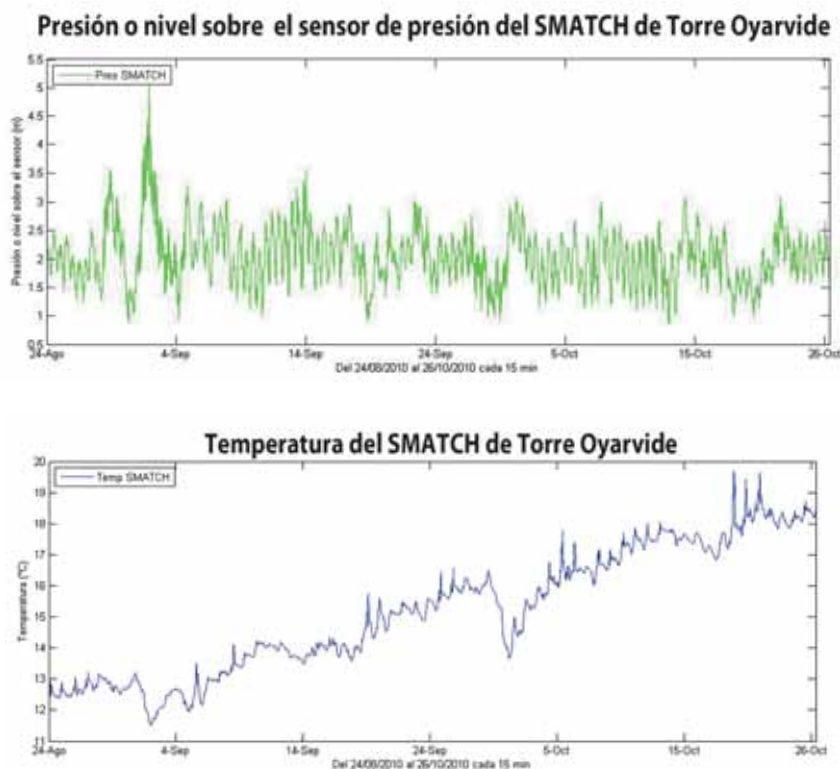


Figura 14. Profundidad en metros (panel superior) y la temperatura en °C (panel inferior) registrados en Torre Oyarvide en el período del 24/08/10 al 26/10/10.

PROYECTO FREPLATA - FFEM MODELADO NUMÉRICO Y MEDICIONES IN-SITU Y REMOTAS...

Claudia Simionato, Diego Moreira / Ismael Piedra-Cueva, Mónica Fossati / Raúl Guerrero Tabaré de los Campos / Carlos Balestrini / Florence Cayocca, Francis Gohin, Michele Repecaud

Los datos obtenidos a partir de las muestras de sedimentos de fondo, permiten realizar cartas de su distribución según la granulometría, así como mapear el contenido de materia orgánica del Río de la Plata. Un ejemplo, con los datos adquiridos durante la campaña de noviembre de 2009, se muestra en la Figura 18.

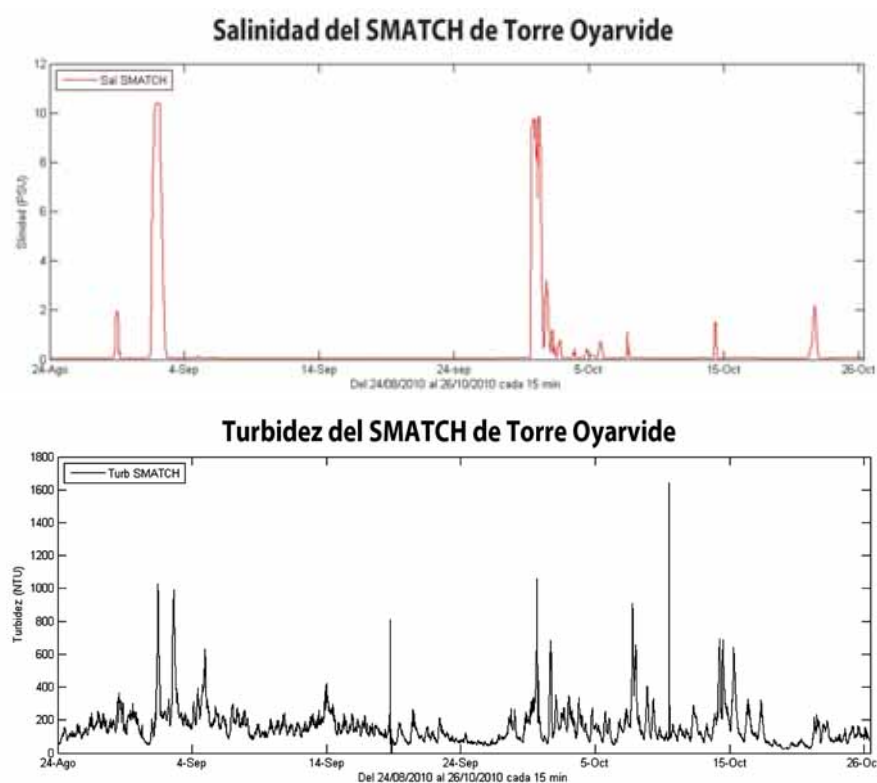


Figura 15. Salinidad en psu (panel superior) y turbidez en NTU (panel inferior) registrados en Torre Oyarvide en el período del 24/06/10 al 26/10/10.

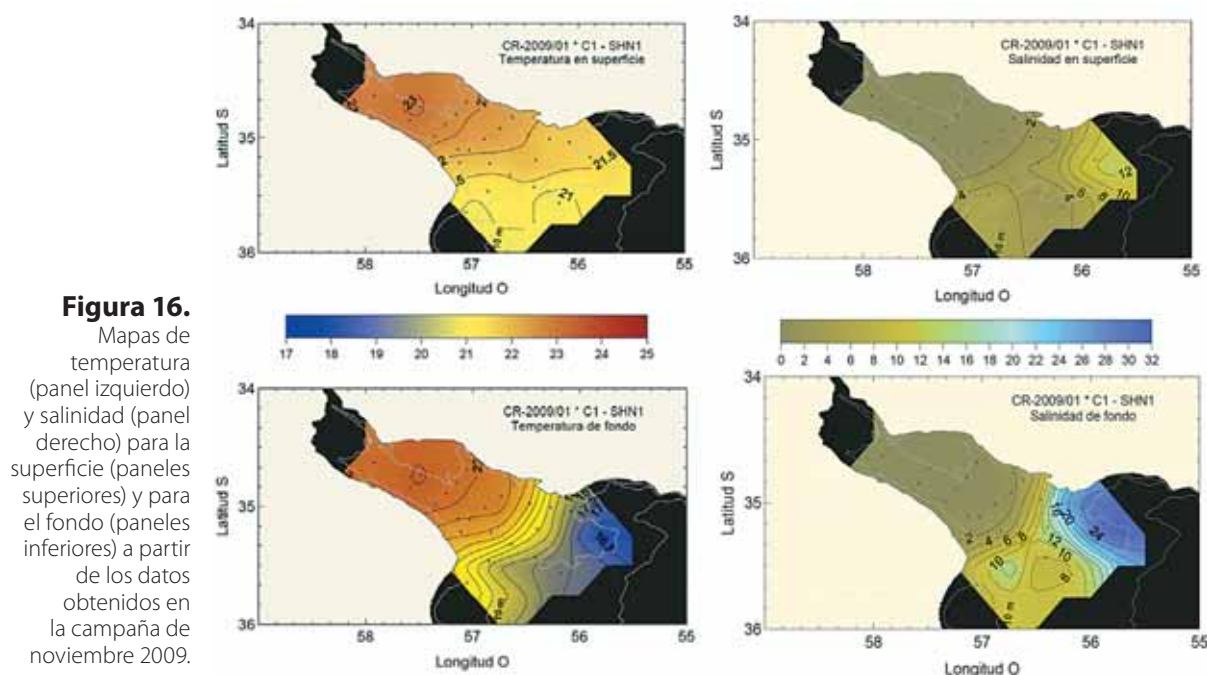


Figura 16.

Mapas de temperatura (panel izquierdo) y salinidad (panel derecho) para la superficie (paneles superiores) y para el fondo (paneles inferiores) a partir de los datos obtenidos en la campaña de noviembre 2009.

Las muestras de agua adquiridas durante las campañas permiten la observación directa de la distribución granulométrica del material en suspensión. Un ejemplo de los resultados obtenidos durante la campaña de noviembre de 2009 se muestra en la Figura 19.

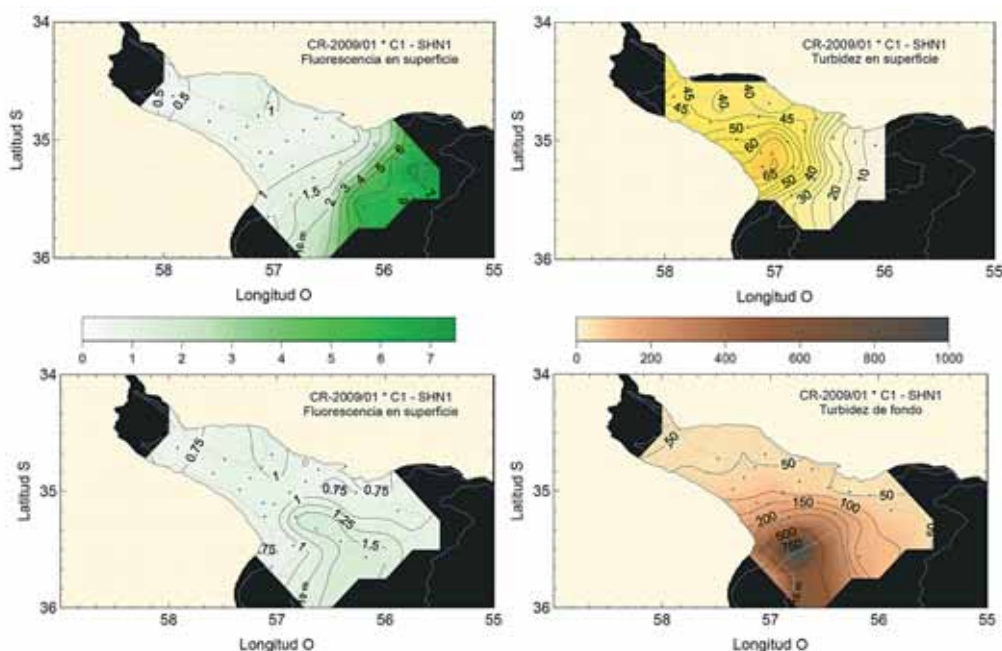


Figura 17. Mapas de fluorescencia (panel izquierdo) y turbidez (panel derecho) para la superficie (paneles superiores) y para el fondo (paneles inferiores) a partir de los datos obtenidos en la campaña de noviembre 2009.

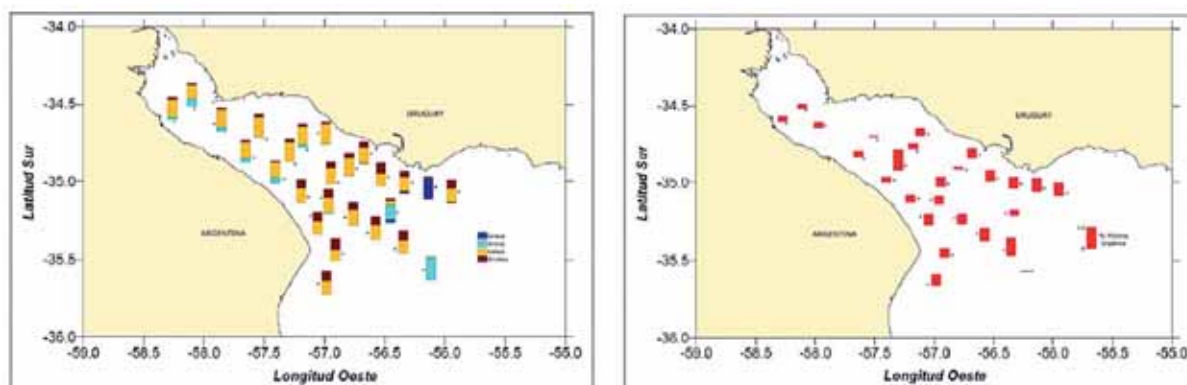


Figura 18. Mapas de los materiales que conforman el fondo (panel izquierdo) y contenido de material orgánico (panel derecho) de las muestras de fondo obtenidos en la campaña de noviembre 2009.

Finalmente, como ejemplo de las observaciones adquiridas con sensoramiento remoto, la Figura 20 muestra imágenes SeaWiFS de clorofila-a (paneles de la izquierda) y material inorgánico en suspensión (paneles de la derecha) con 1 km de resolución para tres días diferentes del mes de enero de 2003, mientras que la Figura 21 ilustra las imágenes MODIS de 250 m de resolución procesadas para mostrar la concentración de sedimentos inorgánicos en suspensión, en este caso para los días 1 y 2 de enero de 2003.

PROYECTO FREPLATA - FFEM MODELADO NUMÉRICO Y MEDICIONES IN-SITU Y REMOTAS...

Claudia Simionato, Diego Moreira / Ismael Piedra-Cueva, Mónica Fossati / Raúl Guerrero Tabaré de los Campos / Carlos Balestrini / Florence Cayocca, Francis Gohin, Michele Repecaud

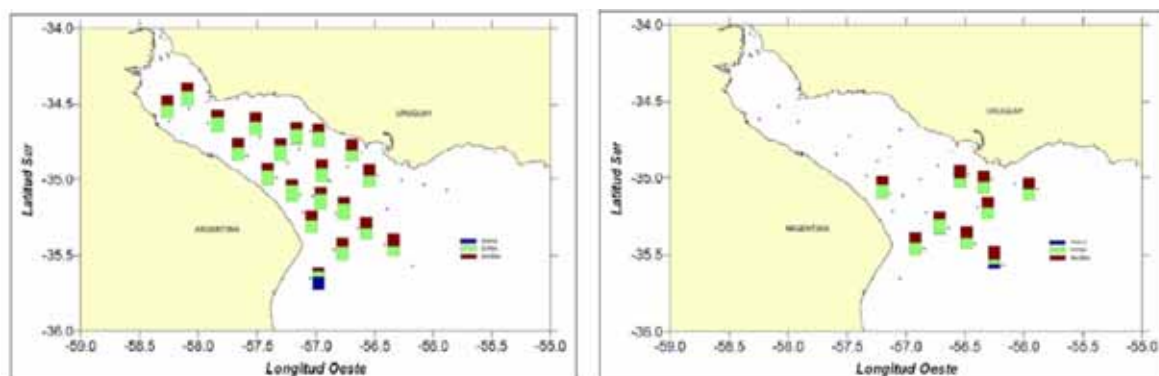


Figura 19. Mapas de distribución granulométrica del material en suspensión para las muestras próximas a la superficie (panel izquierdo) y próximas al fondo (panel derecho) de las muestras obtenidas en la campaña de noviembre 2009.

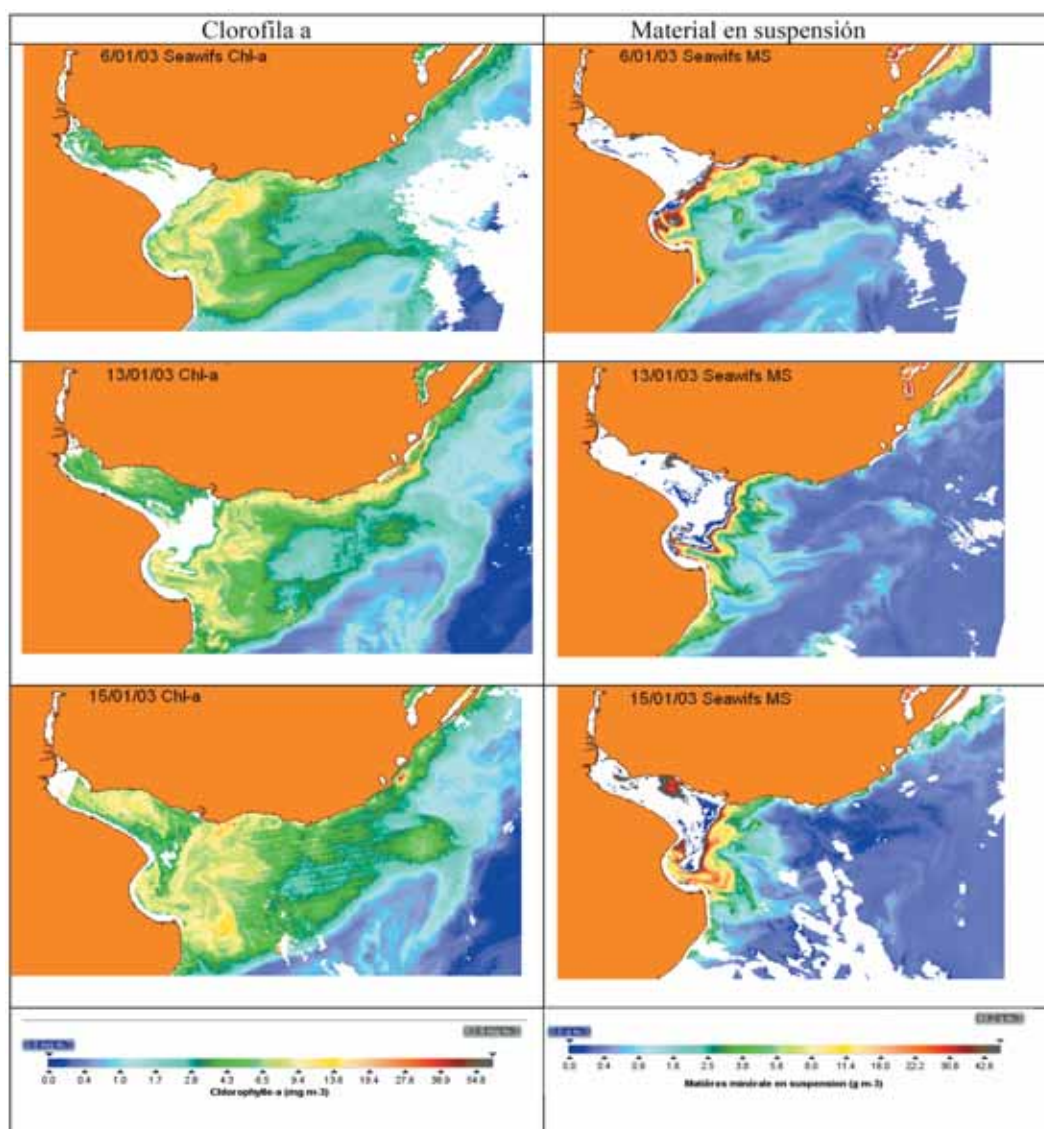


Figura 20. Imágenes satelitales de clorofila-a y material en suspensión, procesadas a partir de observaciones Seawifs de 1 km de resolución.

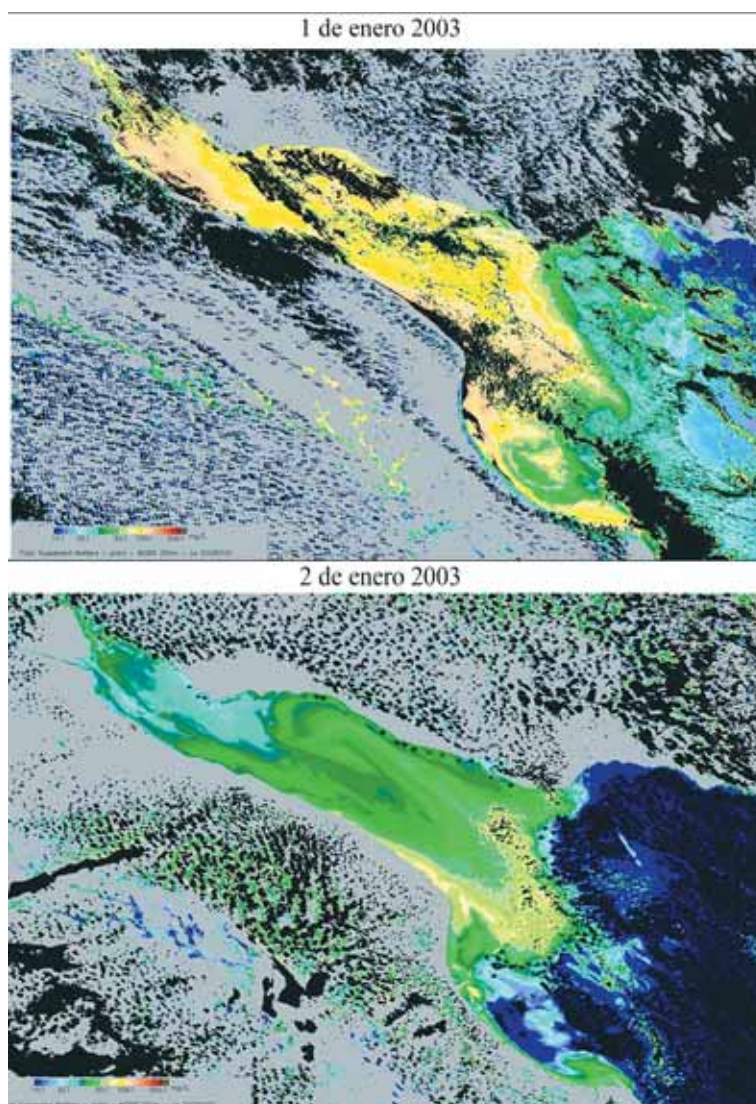


Figura 21. Imágenes satelitales de material en suspensión procesadas a partir de observaciones de MODIS con una resolución de 250 m.

4. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

La problemática de la dinámica hidrosedimentológica en el Río de la Plata a la escala de la cuenca fue abordada por el Proyecto FREPLATA con la colaboración del IFREMER y financiamiento del Fondo Francés para el Medioambiente Global (proyecto FREPLATA-FFEM). Participaron de este Proyecto el CIMA, el INA, el SHN y el INIDEP de Argentina y el IMFIA y el SOHMA de Uruguay. Las tareas de adquisición de datos realizadas durante el período 2009/2010 constituyen un enorme y costoso esfuerzo, que involucra la instalación de estaciones fijas de monitoreo, de una boya oceanográfica y de siete campañas oceanográficas específicas. Adicionalmente se adquirieron imágenes satelitales diarias de material en suspensión y clorofila-a de alta resolución que podrán ser adecuadamente calibradas con los datos *in situ* adquiridos en el marco del Proyecto con los instrumentos mencionados. Se iniciaron tareas de modelado numérico, incluyendo la instalación del modelo hidrosedimentológico MARS (Model for Applications at Regional Scale) de IFREMER en el CIMA, el INA y el IMFIA (ver trabajo acompañante) y el modelo SWAN (Simulating WAVes Nearshore) de olas en el SHN. La conjunción de todos estos desarrollos posibilitará, por primera vez, el estudio integral de la problemática del transporte de los sedimentos finos en el Río de la Plata.

La base de datos del Proyecto recién se encontrará completa y calibrada varios meses después de finalizado el mismo, por lo que su total aprovechamiento requiere de un esfuerzo continuo de investigación durante los próximos años. A futuro pueden avizorarse numerosos temas de interés científico-práctico para explorar, para los cuales estas tareas servirán de base. En particular, temas de gran importancia por su impacto socio-económico y ambiental son el modelado de los procesos biogeoquímicos (interrelaciones entre el sistema físico, químico y los organismos que habitan el mismo) y el modelado operacional.

No obstante, aunque estos datos proveerán valiosa información acerca de los procesos que ocurren en escalas de tiempo cortas (menores a una estación), los ciclos de variabilidad en escalas igual a mayor que la estacional y sus impactos no han sido observados durante este Proyecto, ya que las mediciones sólo cubrieron algo más de un año. En este sentido, el Río de la Plata está fuertemente condicionado por la variabilidad climática de escala interanual, especialmente por el fenómeno de El Niño/La Niña. Esta variabilidad regula los procesos sedimentológicos y los ciclos de vida de la ictiofauna, con grandes impactos en las pesquerías, cuya evaluación requiere de observaciones directas a lo largo de varios años.

A los ciclos de variabilidad natural se suma el cambio climático por efecto antropogénico, cuyo impacto en el sistema sólo puede determinarse mediante la adquisición continua de observaciones y el análisis científico correspondiente a lo largo de muchos años. Así, las limitaciones en los datos adquiridos (tanto en cantidad, como en calidad, como en período observado) limitarán de modo inexorable la calidad y profundidad de la investigación científica que puede realizarse con los mismos y el grado de impacto sobre los distintos sectores productivos y/o campos de aplicación. Por

dichas razones, el mantenimiento de estaciones de monitoreo hidrosedimentológico que acompañe la observación biológica a lo largo del tiempo y la investigación científica asociada es crucial para la gestión medioambiental del Río de la Plata para la evaluación de los múltiples impactos y para propender a la conservación del sistema, a la mitigación de los cambios negativos y a un uso racional de los recursos vinculados al mismo. Los esfuerzos binacionales en la adquisición de observaciones, el monitoreo del Río de la Plata y la investigación ilustran, además, la calidad de la convivencia entre las naciones involucradas.

5. AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue financiado por el Fondo Francés para el Medioambiente Global en el marco del Proyecto PNUD/GEF RLA/99/G31 "Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo: Prevención y Control de la Contaminación y Restauración de Hábitats" con la coordinación de la CARP y la CTMFM. Es también una contribución al ANPCyT PICT 2010-1831.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Acha, M.E.; Mianzán, H.; Lasta, C.A. y Guerrero, R.A., 1999. Estuarine spawning of the whitemouth croaker *Microponias furnieri* (Pisces: *Sciaenidae*), in the Río de la Plata, Argentina. *Marine and Freshwater Research* 50 (1), 57-65.
- Acha, E.M. y Macchi, G.J., 2000. Spawning of Brazilian menhaden, *Brevoortia aurea*, in the Río de la Plata estuary off Argentina and Uruguay. *Fishery Bulletin* 98, 227-235.
- Bava, J., 2004. Metodologías de Procesamiento de Imágenes NOAA-AVHRR y su utilización en aplicaciones oceanográficas y biológico-pesqueras en el Atlántico Sudoccidental. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.
- Burone, L.; Venturini, N.; Sprechmann, P.; Valente, P. y Nuniz, P., 2006. Foraminiferal responses to polluted sediments in the Montevideo coastal zone, Uruguay. *Marine pollution bulletin*, 52(1), 61-73.
- Cardini, J.C.; Garea, M. y Campos, M. R., 2002. Modelación del transporte de sedimentos puestos en suspensión por actividades de dragado en el Río de la Plata, para la generación en tiempo real de pronósticos de afectación de áreas costeras. *Anales del Congreso de Mecánica Computacional*, Santa Fé- Paraná, Argentina, Octubre de 2002. Publicado por Mecánica Computacional, 21, 2325-2342.
- Cavallotto, J. L., 1987. Dispersión, transporte, erosión y acumulación de sedimentos en el Río de la Plata. Informe final de Beca de Iniciación, Comisión de Investigaciones Científicas, La Plata - Argentina.
- Cavallotto, J.L. y Violante, R., 2008. Atlas Ambiental de Buenos Aires - <http://www.atlasdebuenosaires.gov.ar>
- Colombo, J. C.; Bilos, C.; Remes Lenicov, M.; Colautti, D.; Landoni, P. y Brochu, C., 2000.

PROYECTO FREPLATA - FFEM MODELADO NUMÉRICO Y MEDICIONES IN-SITU Y REMOTAS...

Claudia Simionato, Diego Moreira / Ismael Piedra-Cueva, Mónica Fossati / Raúl Guerrero Tabaré de los Campos / Carlos Balestrini / Florence Cayocca, Francis Gohin, Michele Repecaud

- Detritivorous fish contamination in the Río de la Plata estuary: a critical accumulation pathway in the cycle of anthropogenic compounds. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 57(6), 1139–1150.
- Colombo J. C., Cappelletti, N., Barreda, A., Migoya, M.C. and Skorupka, C., 2005. Vertical fluxes and accumulation of PCBs in coastal sediments of the Río de la Plata estuary, Argentina. *Chemosphere*, 61(9), 1345-1357.
- Colombo J. C., Cappelletti, N., Migoya, M.C. y Speranza, E., 2007. Bioaccumulation of anthropogenic contaminants by detritivorous fish in the Río de la Plata estuary: 2-Polychlorinated biphenyls. *Chemosphere*, 69(8), 1253-60
- Framiñán, M. B. y Brown, O.B., 1996. Study of the Río de la Plata turbidity front. Part I: spatial and temporal distribution. *Continental Shelf Research* 16:101259–1282.
- Framiñán, M., 2005. On the Physics, Circulation and Exchange Processes of the Río de la Plata Estuary and the Adjacent Shelf. Doctoral Dissertation. University of Miami, Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Sciences, Miami, Florida, USA, 486 p.
- Gohin F., Druon J.N., y Lampert, L., 2002. A five channel chlorophyll algorithm applied to SeaWiFS data processed by SeaDAS in coastal waters, *International Journal of Remote Sensing*, 23(8), 1639-1661.
- Gohin F., Loyer S., Lunven M., Labry C., Froidefond J.M., Delmas D., Huret M. y Herbland A., 2005. Satellite-derived parameters for biological modelling in coastal waters: Illustration over the eastern continental shelf of the Bay of Biscay. *Remote Sensing of Environment*, 95(1), 29-46.
- Guarga, R.; Vinzon, S.; Rodriguez, H.; Piedra-Cueva, I. y Kaplan, E., 1992. Corrientes y sedimentos en el Río de la Plata. Montevideo; CARP; 1992. 116 p.
- Jaureguizar, A.; Bava, J.; Carozza, C. y Lasta, C., 2003a. Distribution of the whitemouth croaker (*Micropogonias Furnieri*) in relation to environmental factors at the Río de la Plata Estuary, South America. *Marine Ecology Progress Series*. 255, 271-282.
- Jaureguizar, A.; Menni, R.; Bremec, C.; Mianzán, H. y Lasta, C., 2003b. Fish assemblage and environmental patterns in the Río de la Plata estuary. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 56 (5-6): 921-933.
- Jaureguizar A. J.; Menni, R.; Guerrero, R. y Lasta, C., 2004: Environmental factors structuring fish communities of the Río de la Plata estuary. *Fisheries Research*. 66: 195-211.
- Jaureguizar, A.; Ruarte, R. y Guerrero, R., 2006a. Distribution of age-classes of striped weakfish (*Cynoscion Guatucupa*) along an estuarine-marine gradient: Correlations with the environmental parameters. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 67: 82-92. 2006. doi:10.1016/j.ecss.2005.10.014.
- Jau reguizar, A.; Menni, R.; Lasta, C. y Guerrero, R., 2006b. Fish assemblages of the Northern Argentine Coastal System: Spatial Patterns and their temporal variations for ecosystem-based management. *Fisheries Oceanography*. 15:4, 326–344.
- Jaureguizar, A.; Waessle, J.; y Guerrero, R., 2007. Spatio-temporal distribution of Atlantic Searobins (*Prionotus* spp) in relation to estuarine dynamics, Río de la Plata , Southwestern Atlantic Coastal System. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 73: 30-42.

- Jaureguizar, A.; Militelli, M. y Guerrero, R., 2008. Distribution of *Micropogonias Furnieri* at different maturity stages along an estuarine gradient and in relation to environmental factors. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88(1):175-181.
- Jaureguizar, A. y Guerrero, R., 2009. Striped weakfish (*Cynoscion guatucupa*) population structure in waters adjacent to Rio de la Plata, environmental influence on its inter-annual variability. *ECSS* 85, 89-96
- Lasta, C., 1995: La Bahía Samborombón: zona de desove y cría de peces. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata. 304 pp.
- Lasta, C. A. y Acha, E. M., 1996. Cabo San Antonio: su importancia en el patrón reproductivo de peces marinos. *Frente Marítimo* 16 (Sec. A), 29-37.
- López Laborde, J., 1987. Distribución de sedimentos superficiales de fondo en el Río de la Plata Exterior y Plataforma adyacente. *Investigación en Oceanología*, 1, 19-30.
- Macchi, G.J.; Acha, E.M. y Lasta, C.A., 2002. Reproduction of black drum (*Pogonias cromis*) in the Río de la Plata estuary, Argentina. *Fisheries Research*, 59(1-2), 83-92
- Marcovecchio, J.E.; Moreno, V.J. y Pérez, A., 1989. Cadmium, zinc and total mercury distribution in organisms from Samborombón Bay (La Plata River estuary), in Argentina. In: *Heavy metals in the environment*, J.P.Vernet (ed.), Vol.I, CEP Cons. Ltd., Edinburgh (UK), pp.366-369.
- Mianzán, H. W.; Acha, E.; Guerrero, R.; Ramírez, F.; Sorroarán, D.; Simionato, C. y Borus, R., 2001. South Brazilian marine fauna in the Río de la Plata estuary: discussing the barrier hypothesis. *Colacmar IX* (Congreso Latinoamericano en Ciencias Marinas). Asociación Latinoamericana de Investigadores en Ciencias del Mar (ALICMAR). San Andrés Isla, Colombia, September 16th to 20th, 2001.
- Militelli, M.I. y Macchi, G.J., 2001. Preliminary estimate of spawning frequency and batch fecundity of Brazilian flathead, *Percophis brasiliensis*, in coastal waters off Buenos Aires Province. *Scientia Marina*, 65(2), 169-172.
- Muniz P.; Danulat, E.; Yannicelli, B.; García-Alonso, J.; Medina, G. y Bicegob, M., 2003. Assessment of contamination by heavy metals and petroleum hydrocarbons in sediments of Montevideo Harbour (Uruguay). *Environment International*, 29(8), 1019-1028.
- Norbis, W., 1995. Influence of wind, behaviour and characteristics of the croaker (*Micropogonias furnieri*) artisanal fishery in the Río de la Plata. *Fisheries Research* 22(1-2), 43-58.
- Norbis W. y Verocai, J., 2001. Analysis of the population structure of croaker captured by the artisanal fishery of Pajas Blancas. In: Vizziano D, Puig P, Mesones C, Nagy GJ (eds) *El Río de la Plata: Investigación para la gestión del ambiente, los recursos pesqueros y la pesquería en el frente salino*. Contribution N° 13. Programa Ecoplata, Montevideo, Uruguay, pp. 175-187
- Parker, G.; Cavalloto, J. L.; Marcolini, S. y Violante, R., 1986a. Los registros acústicos en la diferenciación de sedimentos subacúeos actuales (Río de la Plata). 1er Reunión de Sedimentología Argentina, 32-44.
- Parker, G.; Cavalloto, J. L.; Marcolini, S. y Violante, R., 1986b. Transporte y dispersión de los

PROYECTO FREPLATA - FFEM MODELADO NUMÉRICO Y MEDICIONES IN-SITU Y REMOTAS...

Claudia Simionato, Diego Moreira / Ismael Piedra-Cueva, Mónica Fossati / Raúl Guerrero Tabaré de los Campos / Carlos Balestrini / Florence Cayocca, Francis Gohin, Michele Repecaud

- sedimentos actuales del Río de la Plata (análisis de texturas). 1er Reunión de Sedimentología Argentina, 38-41.
- Parker, G.; Marcolini, S.; Cavallo, J. y Violante, R., 1987. Modelo esquemático de dispersión de sedimentos en el Río de La Plata. *Ciencia y Tecnología del Agua*, 1(4), 68-80.
- Parker, G. y López Laborde, J., 1988. Morfología y variaciones morfológicas del lecho del Río de la Plata. En: SHIN - SOHMA. (Divs. Geología Marina) "Estudio para la Evaluación de la Contaminación en el Río de la Plata", Inf. Téc. No. 4, Tarea 2.1.3.
- Parker, G. y López Laborde, J., 1989. Aspectos geológicos. En: CARP-SHIN-SOHMA (Ed.) "Estudio para la Evaluación de la Contaminación en el Río de la Plata", Informe de Avance a la Comisión Administradora del Río de La Plata, págs. 1 - 72 y Separata, Planos 1 - 6.
- Retta S.; Martínez, G. y Errea, A., 2006. Áreas de cría de peces de la costa uruguaya. In: Bases para la conservación y manejo de la costa uruguaya. Menafrá R, Rodríguez-Gallego L, Scarabino F, Conde D (eds), pp 211-217
- Simionato, C.; Berasategui, A.; Meccia, V.; Acha, M. y Mianzán, H., 2008. Short time-scale wind forced variability in the Río de la Plata Estuary and its role on ichthyoplankton retention. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 76(2), 211-226.
- Simionato, C.; Meccia, V. y Dragani, W., 2009. On the path of plumes of the Río de la Plata estuary main tributaries and their mixing scales. *GEOACTA*, 34, 87-116.
- Villar C.; Stripeikis, J.; Colautti, C.; Dhuicque, L.; Tudino, M. y Bonetto, C., 2001. Metals contents in two fishes of different feeding behaviour in the Lower Paraná River and Río de la Plata Estuary. *Hydrobiologia*, 457, 225 - 233.
- Winkler L., 1888. DES de Bestimmung del dado en Wasser Gelösten Sauerstoffes. *Gesellschaft de Deutschen Chemischen del der de Berichte* 21: 2843 – 2855.

Proyecto FREPLATA – FFEM Modelado numérico y mediciones in situ y remotas de las transferencias de sedimentos finos a través del Río de la Plata

Parte b: Simulaciones numéricas

CLAUDIA SIMIONATO¹, DIEGO MOREIRA

¹claudias@cima.fcen.uba.ar

Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA/UBA-CONICET) y Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (DCAO), FCEN, Universidad de Buenos Aires, Argentina

ISMAEL PIEDRA-CUEVA, MÓNICA FOSSATI

*Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental (IMFIA),
Universidad de la República, Uruguay*

MARIANO RE, MARTÍN SABAROTS GERBET, ANGEL MENENDEZ

Instituto Nacional del Agua (INA), Argentina

FLORENCE CAYOCCA

Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER), Francia

RESUMEN: El modelo hidrodinámico y sedimentológico MARS, desarrollado en IFREMER, está siendo implementado para estudiar la dinámica de los sedimentos finos en el Río de la Plata, en el marco del Proyecto "Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo: Prevención y Control de la Contaminación y Restauración de Hábitats" (PNUD/GEF/RLA/99/G31) y con financiamiento del Fondo Francés para el Medioambiente Global (FFEM). En este Proyecto cooperan instituciones uruguayas, argentinas y francesas. Se procedió a la generación de grillas anidadas que conduzcan a un modelo de alta resolución para el sistema, así como de condiciones de contorno apropiadas. Se implementaron tres dominios anidados, de resolución progresivamente mayor, con diez niveles verticales sigma, para permitir la libre propagación de la marea astronómica y meteorológica desde la Plataforma Patagónica hasta el Río. Los dos dominios de mayor resolución se rotaron siguiendo la geometría del Río de la Plata para simplificar la aplicación de las condiciones de borde y mejorar la descripción de la zona de interés minimizando el costo computacional. Se realizaron estudios de sensibilidad a las parametrizaciones del modelo: fricción de fondo, coeficiente de arrastre del viento y turbulencia horizontal y vertical. Se validaron los resultados para las amplitudes y fases de la marea, la elevación producida por el viento, las corrientes y el campo de salinidad con observaciones históricas disponibles para la región. Los resultados obtenidos muestran una buena representación de las principales características hidrodinámicas de la zona. Se muestran también las primeras simulaciones de la dinámica de los sedimentos finos, en las que se consideran dos tipos de sedimentos (arenas finas y limos) y se analiza la sensibilidad a distintos parámetros (velocidad de caída, caudal sólido de los tributarios y coeficiente de erosión). Pese

a que estas primeras simulaciones no incorporan el efecto de los vientos ni las olas, los resultados reproducen satisfactoriamente las características observadas fundamentales. Los resultados sugieren que la incorporación de únicamente dos tipos de sedimentos es suficiente para una exitosa modelación en el Río de la Plata. Se continuará trabajando en el ajuste del modelo sedimentológico con la nueva información de campo obtenida en las campañas de medición realizadas en el marco del Proyecto.

PALABRAS CLAVE: Río de la Plata, sedimentos, modelación hidrodinámica, MARS.

SUMMARY: FREPLATA – FFEM PROJECT NUMERICAL MODELING AND IN SITU MEASUREMENTS OF THE FINE SEDIMENT TRANSFERS THROUGH THE RÍO DE LA PLATA.

PART B: NUMERICAL MODELING: The numerical hydrodynamic and sedimentological model MARS developed by IFREMER was implemented to the study of the fine sediments dynamics in the Rio de la Plata within the international Project: "Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo: Prevención y Control de la Contaminación y Restauración de Hábitats" (PNUD/GEF/RLA/99/G31) and funded by the French Fund for the Global Environment (FFEM). In this Project, institutions from Argentina, Uruguay and France cooperate. A nested modeling strategy was applied to achieve a high resolution grid for the upper Rio de la Plata with appropriate boundary conditions. Three nested grids were implemented with ten sigma vertical layers, to allow for the free propagation of the astronomic and meteorological tide from the Patagonian Continental Shelf to the upper Río. The two higher resolution grids were rotated following the Rio de la Plata geometry in order to simplify the boundary conditions application and to improve the representation of area of

interest minimizing the computational cost. Sensitivity studies to the model parameterization were done, including the bottom drag, the wind drag coefficient and the horizontal and vertical turbulence. Results for the amplitude and phase of the tidal constituents, the surface elevation due to the wind forcing, the currents and the salinity field were validated through a comparison between the simulations and historical observations for the region. Results reveal a good representation of the main hydrodynamical processes. The first simulations of the fine sediments dynamics are also shown. In them, two kinds of sediments (fine sand and mud) are considered, and the sensitivity

to different parameters (solid discharge of the tributaries, erosion coefficient and fall velocity) is analyzed. In spite of the fact that these first simulations do not include the effect of wind and wind waves, results satisfactorily reproduce the main observed features. Results suggest that the incorporation of only two kinds of sediments is enough for a successful modeling in the Río de la Plata. The calibration of the sedimentological model is undergoing and includes the incorporation of new observations collected in the frame of the Project.

KEY WORDS: Río de la Plata, sediments, hydrodynamical modeling, MARS.

1. INTRODUCCIÓN

En el marco del proyecto “Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo: Prevención y Control de la Contaminación y Restauración de Hábitats” (PNUD/GEF/RLA/99/G31) y con financiamiento del Fondo Francés para el Medioambiente Global se está desarrollando un proyecto internacional entre instituciones argentinas, uruguayas y francesas (Proyecto FREPLATA-FFEM), que tiene por finalidad la aplicación de un modelo hidrosedimentológico para el Río de la Plata, que permita mejorar el conocimiento sobre la dinámica de los aportes sedimentarios en su cauce y provea información necesaria para optimizar la gestión en la región. El grupo de trabajo está conformado por investigadores del Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera – CIMA (Argentina), el Servicio de Hidrografía Naval – SHN (Argentina), el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero - INIDEP (Argentina), el Instituto Nacional del Agua - INA (Argentina), el Servicio de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología de la Armada – SOHMA (Uruguay), el Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental de la Universidad de la Republica - IMFIA (Uruguay) y el Instituto Francés de Investigación para la Explotación del Mar – IFREMER.

El Proyecto comprende dos grandes componentes, la adquisición de datos remotos e in situ para observar las principales variables vinculadas con la hidrosedimentología del Río de la Plata (ver trabajo acompañante) y la aplicación del modelo numérico MARS (Model for Applications at Regional Scale) desarrollado por IFREMER. En la implementación y calibración del modelo están trabajando en forma conjunta y coordinada investigadores de Uruguay (IMFIA) y Argentina (CIMA e INA), en conjunto con expertos del IFREMER. Actualmente la implementación del módulo sedimentológico del modelo está en plena etapa de desarrollo.

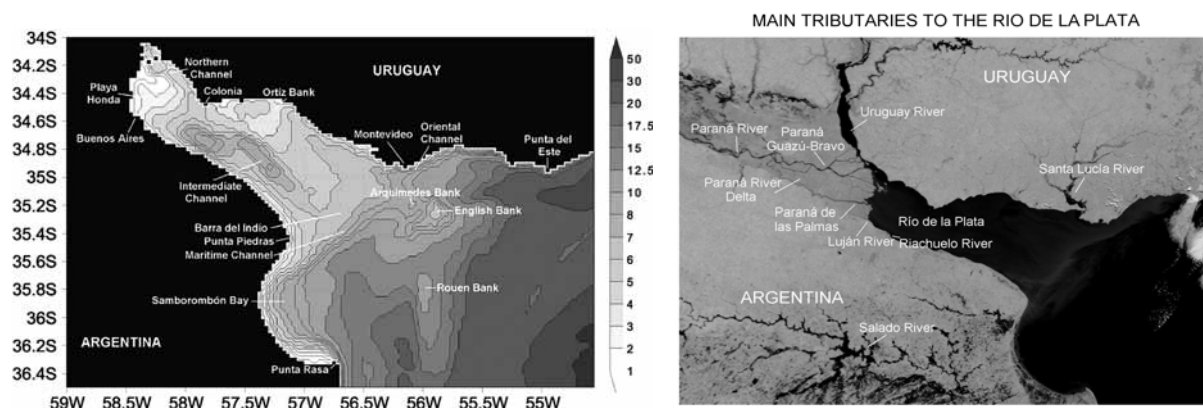


Figura 1: A la izquierda, características batimétricas del Río de la Plata (Simionato *et al.*, 2004a) y a la derecha imagen satelital MODIS mostrando los tributarios al sistema fluvio-marítimo (Simionato *et al.*, 2009).

Poco se conoce acerca de la dinámica y los flujos de sedimentos a través del Río de la Plata, aunque se cree que la misma está fuertemente condicionada por la geometría del lugar, y forzada por los aportes de los tributarios, la marea, las olas y el viento. La limitación en las observaciones ha condicionado hasta el momento los trabajos de modelado numérico del transporte de sedimentos en la región. Los principales esfuerzos previos fueron realizados por el IMFIA de Uruguay (p.e., Piedra-Cueva *et al.*, 2005) y el INA de Argentina (p.e., Castellano, 1992, 1993; Bombardelli *et al.*, 1995; Castellano *et al.*, 2002) y corresponden a áreas pequeñas asociadas a puertos o construcciones costeras. Otros trabajos se han referido a problemas específicos del dragado (p.e., Cardini *et al.*, 2002). En el marco del Proyecto FREPLATA-FFEM esta temática es abordada por primera vez a la escala de la cuenca.

El Río de la Plata tiene una geometría y batimetría complejas (Figura 1, panel izquierdo). Una descripción completa de su morfología puede encontrarse en Ottman y Urien (1966), Urien (1972), Depetris y Griffin (1968), Parker *et al.* (1986a y b), López Laborde (1987) y referencias en dichos trabajos. Sobre la base de la morfología y de lo que se conoce o se ha inferido de su dinámica, el sistema ha sido dividido clásicamente en dos regiones, separadas por la Barra del Indio, una barra sumergida de forma convexa y con profundidades de 6,5 a 7 m, que cruza el Río entre Punta Piedras y Montevideo. La región superior está ocupada mayormente por agua dulce y está caracterizada por bancos someros con profundidades de entre 1 y 4 m (Playa Honda y Banco Ortiz), que se encuentran separados de las costas por canales más profundos, con profundidades que varían entre los 5 y los 8 m (canales Norte, Oriental e Intermedio) y limitados al sur por la Barra del Indio. Al este de la Barra, el Canal Marítimo, una depresión ancha con profundidades de 12 a 14 m al norte y 20 m al sur, separa la Bahía Samborombón (al oeste) de una región de bancos conocida como Alto Marítimo (al este). El Alto Marítimo está formado por los bancos Arquímedes e Inglés, con profundidades de entre 6 y 8 m, y el Banco Rouen, con una profundidad de 10-12 m. Al norte de estos bancos, el Canal Oriental, el más profundo del sistema con profundidades de hasta 25 m, se extiende a lo largo de la costa uruguaya.

El agua dulce alcanza el Río de la Plata a través de un número de tributarios (Fig.1 panel derecho), siendo los dos más importantes los ríos Paraná y Uruguay, con descargas medias históricas de 16,000

PROYECTO FREPLATA - FFEM MODELADO NUMÉRICO Y MEDICIONES IN-SITU Y REMOTAS...

Claudia Simionato, Diego Moreira / Ismael Piedra-Cueva, Mónica Fossati / Mariano Re, Martín Sabarots Gerbet, Angel Menendez / Florence Cayocca

y $6,000 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ (Jaime *et al.*, 2002) lo que pone a este sistema en 5° y 4° lugar en el mundo en descarga fluvial y área de drenaje, respectivamente (Framiñán *et al.*, 1999). El río Paraná confluye al Río de la Plata formando un gran delta; los dos brazos principales son el Paraná Guazú, que transporta aproximadamente el 77% de la descarga, y el Paraná de las Palmas, que transporta el 23% restante (Jaime *et al.*, 2002). El transporte de los tributarios menores es varios órdenes de magnitud menor y, por lo tanto, la descarga continental media del sistema puede ser evaluada como el resultado del transporte de los dos tributarios mayores (Framiñán *et al.*, 1999).

El río Paraná muestra una marcada estacionalidad, con descarga máxima en marzo/abril y mínima en septiembre. La estacionalidad del río Uruguay es menos importante, mostrando dos máximos, en octubre y entre mayo y julio, y un mínimo en enero (Jaime *et al.*, 2002). El régimen de flujo mostró gran variabilidad inter-anual durante el último siglo. Se observó gran variabilidad inter-decádica, con un ciclo de descarga normal entre 1931 y 1943, un período seco en 1944-1970 y un período húmedo que comenzó en 1971. La variabilidad en escala inter-anual fue estudiada por Mechoso y Perez-Iribarren (1992), Robertson y Mechoso (1998) y Jaime *et al.* (2002). La descarga muestra una componente cuasi-decádica y picos de variabilidad inter-anual en las escalas temporales asociadas al fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). La componente cuasi-decádica, en la cual se asocia una alta descarga con temperaturas superficiales del mar anómalamente frías sobre el Atlántico Norte tropical es más marcada en el Paraná. En cambio, la variabilidad en las escalas del ENOS (con picos en bandas centradas a aproximadamente 2,5 y 3,5 años) es más pronunciada en el río Uruguay, con El Niño (La Niña) asociado con mayor (menor) descarga. Adicionalmente, otro pico de variabilidad, centrado en 6,5 años, fue registrado para este río, relacionado con un patrón de grandes anomalías de la temperatura superficial del mar sobre el Pacífico tropical. Picos tan grandes como $80.000 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ y tan bajos como $8.000 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ se han registrado en asociación con los ciclos mencionados.

El Río de la Plata es un sistema micromareal, es decir, la marea presenta amplitudes bajas, generalmente menores a 1 m. Las ondas de marea asociadas con los anfídomos del Atlántico Sur alcanzan la plataforma continental mientras se propagan hacia el norte (Glorioso and Flather, 1995, 1997; Simionato *et al.*, 2004b). A medida que avanzan a lo largo de la plataforma, las condiciones geográficas modifican la propagación, de modo que la energía ingresa al sistema principalmente por el sudeste (Simionato *et al.*, 2004b) y la onda propaga por el Río de la Plata como una onda de Kelvin forzada en su boca. La baja profundidad acorta la longitud de onda después de que la marea ingresa al Río de la Plata; debido a este efecto y a la considerable longitud de este sistema fluvio-marítimo, las componentes semidiurnas tienen la inusual característica de presentar casi una longitud de onda completa dentro del sistema todo el tiempo (CARP, 1989; Simionato *et al.*, 2004b). Las amplitudes de marea generalmente no se amplifican hacia la parte superior. El Río de la Plata es largo y converge sólo en su parte más interna, donde es extremadamente somero y la fricción juega un rol fundamental en el control de la amplitud de la onda (Framiñán *et al.*, 1999; Simionato *et al.*, 2004b). Como consecuencia de la fricción, la amplitud de la marea decae en la costa uruguaya comparada con la costa argentina. El régimen de marea es mixto, predominantemente semidiurno, siendo la componente lunar semidiurna

principal M_2 la más significativa (M_2 tiene una amplitud de 0,27 m en Buenos Aires); no obstante, hay desigualdades diurnas significativas, principalmente causadas por la componente diurna O_1 , con una amplitud de 0,15 m (D'Onofrio *et al.*, 1999). Las máximas velocidades de las corrientes de marea ocurren en los límites norte y sur de la Bahía Samborombón (Punta Piedras y Punta Rasa), mientras que en el interior sus valores son mucho menores. La bahía muestra características rotacionales, pero en el estuario superior y medio y a lo largo de la costa uruguaya las corrientes de marea tienden a ser más unidireccionales (Simionato *et al.*, 2004b).

Durante los últimos años, se hicieron importantes avances en el conocimiento de la circulación forzada por el viento en el Río de la Plata. Trabajos basados en simulaciones (Simionato *et al.*, 2001, 2004a y b, 2008, 2009, 2006a; Meccia, 2008; Meccia *et al.*, 2009; Fossati, 2006; Piedra-Cueva *et al.*, 2008) y datos (Simionato *et al.*, 2005a, 2006b, 2007, 2010) han mostrado que el estuario no sigue el patrón sencillo de flujo que clásicamente se había postulado, fundamentalmente regulado por una fuerte señal estacional, sino que es altamente variable y dominado por los vientos. Estos trabajos demostraron que cambios en el caudal, en general asociados a variabilidad de escala temporal relativamente larga (Jaime *et al.*, 2002), pueden afectar la intensidad media de las corrientes (y, por lo tanto, el transporte de sedimentos) y la posición y estructura de la cuña salina (y la zona de máxima turbidez), aunque en escalas más cortas la variabilidad del estuario tiende a replicar la de la atmósfera y, más aún, la respuesta del transporte a cambios en la dirección del viento es muy rápida (aproximadamente 6 horas). Como resultado, el Río de la Plata es un sistema altamente variable dado que la circulación atmosférica sobre la región está caracterizada por gran variabilidad. En efecto, aunque el ciclo estacional medio de los vientos explica aproximadamente el 35% de su varianza en la región, el 5% es debida a variabilidad inter-anual y el 60% restante a variabilidad intra-anual (Simionato *et al.*, 2005b), por lo cual el sistema está dominado fundamentalmente por variabilidad de escala corta. Es de esperar, entonces, que la dinámica de los sedimentos finos en el estuario se encuentre fuertemente influenciada por la variabilidad atmosférica.

Por las razones mencionadas, si interesa una adecuada simulación de las variables sedimentológicas, es clave que el modelo que se utilice sea capaz de representar de manera correcta la hidrodinámica asociada tanto a la descarga continental, como a la marea y el forzante meteorológico. En este sentido, el primer objetivo de este trabajo es presentar los principales avances logrados en la implementación del modelo numérico MARS para representar los efectos de la descarga, la marea y los vientos en la circulación en el Río de la Plata. Luego, se presentan los primeros avances en la simulación de los flujos de sedimentos en este sistema fluvio-marítimo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 DESCRIPCIÓN DEL MODELO NUMÉRICO

MARS-3D (Garnier *et al.*, 2008; Lazure *et al.*, 2008) es un modelo hidrosedimentológico costero desarrollado en IFREMER, ampliamente utilizado para resolver aplicaciones con distintas escalas temporales y espaciales (por ejemplo, Muller *et al.*, 2007; Plus *et al.*, 2009; Lazure *et al.*, 2009). A continuación se describen brevemente las principales características del modelo.

2.1.1. HIDRODINÁMICA

El modelo utiliza el método de diferencias finitas para discretizar las ecuaciones de conservación de cantidad de movimiento, masa, calor y sal. Las variables se definen en una grilla escalonada tipo Arakawa C en la dirección horizontal y, en la vertical, con un esquema de resolución espacial centrado. Para resolver el flujo tridimensional en el cuerpo de agua, MARS resuelve las ecuaciones de movimiento de Reynolds con las aproximaciones de Bousinesq e hidrostática, junto con las ecuaciones termodinámicas para la temperatura y la salinidad y la ecuación de estado. Así, el sistema de ecuaciones que se integra en cada paso de tiempo es:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} - fv = -g \frac{\partial \zeta}{\partial x} - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial Pa}{\partial x} + \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p'}{\partial x} + \frac{\partial(nz \frac{\partial u}{\partial z})}{\partial z} + F_x$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} + fu = -g \frac{\partial \zeta}{\partial y} - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial Pa}{\partial y} + \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p'}{\partial y} + \frac{\partial(nz \frac{\partial v}{\partial z})}{\partial z} + F_y$$

$$\frac{\partial p'}{\partial z} = \rho_0 b \quad \text{con} \quad b = -g(\rho - \rho_0) / \rho_0$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial \left(uT - k_x \frac{\partial T}{\partial x} \right)}{\partial x} + \frac{\partial \left(vT - k_y \frac{\partial T}{\partial y} \right)}{\partial y} + \frac{\partial \left(wT - k_z \frac{\partial T}{\partial z} \right)}{\partial z} = \text{fuentes} - \text{salidas}$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial \left(uS - k_x \frac{\partial S}{\partial x} \right)}{\partial x} + \frac{\partial \left(vS - k_y \frac{\partial S}{\partial y} \right)}{\partial y} + \frac{\partial \left(wS - k_z \frac{\partial S}{\partial z} \right)}{\partial z} = \text{fuentes} - \text{salidas}$$

más una ecuación de estado; en las ecuaciones:

x, y, z es el sistema de coordenadas,
 u, v, w son las componentes del campo de velocidad,
 ζ es la elevación de la superficie libre,
 P_a es la presión atmosférica en la superficie,
 f es el parámetro Coriolis,
 g es la aceleración de la gravedad,
 ρ es la densidad del agua,
 p' es la anomalía de la presión,
 ρ_0 es la densidad de referencia,
 ν_z es la viscosidad turbulenta vertical,
 $F_x F_y$ es la fricción turbulenta horizontal,
 T es la temperatura,
 S es la salinidad,
 k_z es la difusividad vertical turbulenta,
 k_x, k_y son los coeficientes de difusividad turbulenta horizontal.

En la dirección vertical se utiliza una coordenada sigma, lo que permite una mejor representación de la topografía del fondo. En este sistema, mediante la relación $\sigma = [z+H]/[\zeta+H]$ (donde H es la profundidad) se transforman las ecuaciones gobernantes a un conjunto de ecuaciones en el sistema de coordenadas (x, y, σ) . El modelo incluye ecuaciones para trazadores pasivos, lo que permite estudiar distintos procesos de transporte, e incluye todos los procesos vinculados con los flujos de sedimentos finos.

El modelo permite optar entre diversos esquemas numéricos para la resolución de los términos advectivos, tanto en las ecuaciones de conservación de la cantidad de movimiento, como en las correspondientes a la salinidad, la temperatura y otros trazadores. También tiene implementadas diversas parametrizaciones de la turbulencia y del coeficiente de arrastre del viento, con distintos grados de complejidad.

La integración de las ecuaciones de movimiento se realiza utilizando un algoritmo de "splitting", en el que se separa la resolución del modo rápido externo de movimiento de la del modo lento interno. La componente barotrópica (o externa) del flujo se obtiene resolviendo una versión integrada en la vertical de las ecuaciones de movimiento, a través de la cual se resuelven las ondas externas de mayor celeridad. El modo interno se resuelve luego, integrando las ecuaciones tridimensionales. Al aplicar este método, las ecuaciones deben integrarse en dos etapas. Primero se resuelve el problema bidimensional (externo y más rápido) avanzando con pasos temporales cortos. El problema tridimensional (interno y más lento) se resuelve con pasos temporales más largos, y de esta manera se obtiene la distribución vertical de la velocidad y la densidad. Para resolver el modo barotrópico, un sistema de ecuaciones bidimensional cuyas incógnitas son la elevación de la superficie libre y la componente barotrópica o integrada en la vertical de la velocidad, se utiliza una discretización

PROYECTO FREPLATA - FFEM MODELADO NUMÉRICO Y MEDICIONES IN-SITU Y REMOTAS...

Claudia Simionato, Diego Moreira / Ismael Piedra-Cueva, Mónica Fossati / Mariano Re, Martín Sabarots Gerbet, Angel Menendez / Florence Cayocca

temporal. En la misma, la elevación de la superficie libre se calcula cada medio paso de tiempo mientras que la componente barotrópica de la velocidad se calcula alternativamente.

El paradigma de programación empleado en el modelo MARS es el estructurado mediante módulos implementados en Fortran 90. Utiliza una estrategia de repositorio para los códigos fuentes originales, los cuales no deben ser modificados por los usuarios. Alternativamente se permite a los distintos usuarios modificar copias propias de las rutinas. Además, se emplea la inclusión condicional de archivos para brindar diferentes funcionalidades, simulando así la funcionalidad de módulos interfaz de Fortran 90. Está implementado para correr en sistema operativo Linux y posee dependencia de varias bibliotecas (Blas y Lapack, entre otras). Puede trabajar con paralelización mediante OpenMP, y actualmente se está desarrollando la paralelización MPI.

En la superficie libre se incluyen el efecto de la tensión del viento y el intercambio de calor y agua dulce con la atmósfera. En el fondo se incluye la fricción de corte. El modelo contempla además la opción de incluir aportes, tanto líquidos como sólidos, de tributarios. MARS permite trabajar fácilmente con aplicaciones anidadas.

2.1.2 MODELO SEDIMENTOLÓGICO

El modelo sedimentológico incluido en el Sistema de Modelación MARS, cuyo antecedente es el modelo SiAM-3D (Le Hir, 2001; Brenon, 1997; Cugier y Le Hir, 2000, 2002 y Waeles, 2005), se compone de un modelo de múltiples capas de sedimentos (erosión, deposición y consolidación) y un modelo de transporte tridimensional de material particulado.

Los sedimentos en suspensión son advectados y dispersados según el siguiente modelo de transporte:

$$\frac{\partial hC}{\partial t} + \frac{\partial h \left(uC - K_x \frac{\partial C}{\partial x} \right)}{\partial x} + \frac{\partial h \left(vC - K_y \frac{\partial C}{\partial y} \right)}{\partial y} + \frac{\partial h \left((w^* - W_s)C - \frac{K_z}{D^2} \frac{\partial C}{\partial \sigma} \right)}{\partial \sigma} = ERO - DEP$$

donde C es la concentración de la variable estudiada, W_s la velocidad de caída para el caso de variables particuladas y ERO y DEP los términos correspondientes a los flujos de erosión y deposición en la capa del fondo.

La formulación multivariable implementada de la ecuación de advección-dispersión, permite tener en cuenta el transporte de distintas variables particuladas, diferenciadas por sus diferentes velocidades de caída.

Los procesos de erosión y deposición son considerados mediante formulaciones comúnmente utilizadas en la dinámica de sedimentos finos (Metha y McAnally, 2008). La tasa de sedimentación, DEP [$\text{kg m}^{-2} \text{s}^{-1}$], se calcula a partir de la expresión generalizada de Krone (1962) en donde, para

partículas finas en un cuerpo de agua en movimiento, se considera una función probabilidad de deposición ψ

$$DEP = C \cdot W_s \cdot \psi$$

donde

$$\psi = \begin{cases} \left(1 - \frac{\tau}{\tau_{cr,d}}\right) & \text{si } \tau < \tau_{cr,d} \\ 0 & \text{si } \tau \geq \tau_{cr,d} \end{cases}$$

donde τ es la tensión de corte del escurrimiento y $\tau_{cr,d}$ la tensión de corte crítica de deposición.

Para el cálculo de la tasa de erosión, ERO [$\text{kg m}^{-2} \text{s}^{-1}$], MARS presenta dos formulaciones: la de Parthenaides (1962) y una ley lineal en función del exceso de tensión de corte. La primera considera una función de probabilidad de erosión:

$$ERO = E_0 \left(\frac{\tau}{\tau_{cr,e}} - 1 \right) \quad \text{si } \tau \geq \tau_{cr,e}$$

$$ERO = 0 \quad \text{si } \tau < \tau_{cr,e}$$

donde τ es la tensión de corte del escurrimiento, $\tau_{cr,e}$ la tensión de corte crítica de erosión, y E_0 una constante de erosión ($\text{kg m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Estos últimos dos parámetros dependen del estado de consolidación del sedimento de fondo, pero en este trabajo son considerados constantes. La segunda opción es

$$E = E_1 (\tau - \tau_{cr,e}) \quad \text{si } \tau \geq \tau_{cr,e}$$

$$E = 0 \quad \text{si } \tau < \tau_{cr,e}$$

donde E_1 es una constante de erosión (en m s^{-1}). Se considera que la capacidad de erosión es la misma para todo tipo de sedimento que componga el fondo.

La velocidad de caída (W_s) de los sedimentos es la que permite distinguir las distintas variables sedimentarias entre sí. La formulación implementada en MARS para el cálculo de la velocidad de caída de los sedimentos cohesivos es la planteada por Le Hir *et al.* (2001), y resulta función de la concentración de los mismos:

$$C \leq C_{w_{\min}} \quad W_s = W_{\min} (1 + \alpha_1 \cdot C + \alpha_2 \cdot C^2)$$

$$C_{w_{\min}} < C \leq C_{cr} \quad W_s = (1 - \beta_1 \cdot C^{\beta_2})^{4.65 R}$$

$$R = \frac{W_{\min} (1 + \alpha_1 \cdot C_{w_{\min}} + \alpha_2 \cdot C_{w_{\min}}^2)}{(1 - \beta_1 \cdot C_{w_{\min}}^{\beta_2})^{4.65}}$$

siendo $C_{w_{\max}}$ la concentración para la cual la velocidad de caída es máxima, α_1 y α_2 son parámetros que son función de $C_{w_{\max}}$, y $C_{cr}=60 \text{ g l}^{-1}$, $\beta_1=0,085$ y $\beta_2=0,5$. La Figura 2 presenta la relación utilizada con $W_{\min}=0,05 \text{ mm s}^{-1}$ y $W_{\max}=0,15 \text{ mm s}^{-1}$.

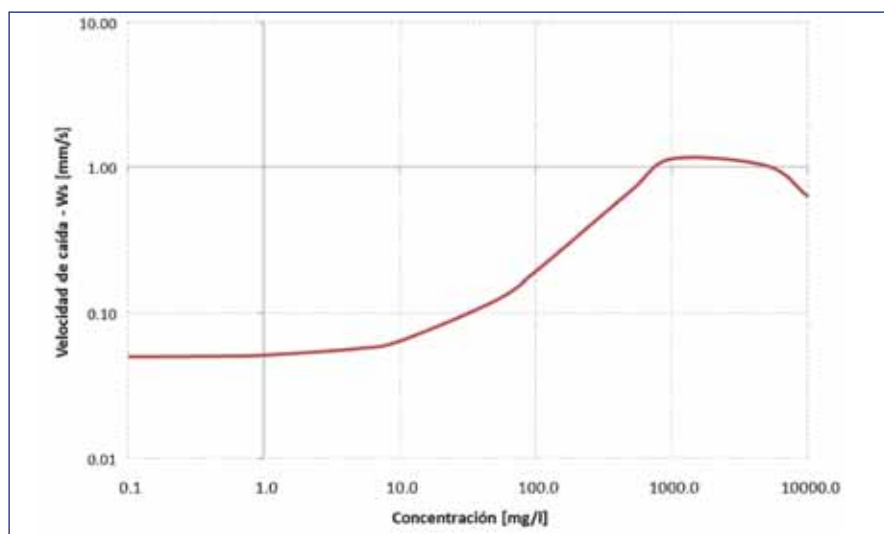


Figura 2. Velocidad de caída en función de la concentración

En MARS las capas sedimentarias formadas por la deposición son administradas por un modelo multicapa unidimensional en la vertical, que resuelve una ecuación de conservación de masa para cada variable sedimentaria y en cada celda del modelo 3D. Al considerarse consolidación se tienen en cuenta los movimientos verticales del sedimento, simulando una sedimentación lenta de las partículas compensada por un movimiento ascendente de la fase líquida (expulsión del agua intersticial). En este trabajo, los procesos de consolidación (tassement) no son tomados en cuenta: el material particulado se deposita en una o más capas de sedimentos cuya concentración se mantiene constante. La composición de los sedimentos del fondo puede ser modificada en sus porcentajes de acuerdo a la sucesión de erosiones o deposiciones de cada una de las componentes.

2.2 IMPLEMENTACION DEL MODELO AL RÍO DE LA PLATA

2.2.1 IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO HIDRODINÁMICO

Los forzantes que determinan la hidrodinámica en el Río de la Plata y su Frente Marítimo, y que en consecuencia tienen una gran incidencia sobre la dinámica de los sedimentos finos, son su geometría y batimetría (Simionato *et al.*, 2004a), el ingreso del caudal fluvial continental, que interactúa con el agua de origen oceánico, la onda de marea astronómica y meteorológica que ingresa desde la Plataforma Continental y el viento local. La circulación gravitacional es prácticamente despreciable (Simionato *et al.*, 2007) y los flujos de calor y agua dulce juegan un rol varios órdenes de magnitud menor que los factores previamente citados. Es una hipótesis de este trabajo que las corrientes en la plataforma y el talud no juegan un rol significativo en determinar la dinámica del Río de la Plata, por lo menos a los efectos de la dinámica sedimentológica.

Los campos de velocidad y salinidad tienen una incidencia directa sobre la dinámica de los sedimentos. El campo de corrientes, su estructura vertical y la turbulencia influyen sobre la interacción del fondo y la columna de agua (dinámica de deposición-erosión), mientras que la salinidad y la estratificación influyen sobre la floculación y sobre la velocidad de caída de las partículas en suspensión. Debido a esto se deben representar correctamente estos procesos en el modelo hidrodinámico para la región. Esto implica que deben incorporarse de manera realista en la simulación los forzantes externos más significativos: marea, viento, descarga continental y forzante meteorológico remoto. En la práctica, esto requiere que el dominio de modelado se extienda a lo largo de toda la plataforma continental, para representar apropiadamente la propagación de la marea astronómica y la onda de tormenta (Simionato *et al.*, 2006b; Santoro *et al.*, 2011). Además, la topografía de fondo debe ser correctamente incorporada, dado que la circulación está dominada en gran medida por la misma (Simionato *et al.*, 2004a, 2006a y b, 2007, 2009, 2010). Por la gran complejidad de la batimetría, en consecuencia, la resolución de las aplicaciones numéricas en la región del Río de la Plata debe ser muy alta. La conjunción del gran dominio y alta resolución requeridos, trae aparejado un costo computacional muy alto, que puede reducirse significativamente por medio de la aplicación de un conjunto de aplicaciones anidadas. En la implementación del modelo MARS que se discute en este trabajo se utilizó, en consecuencia, un sistema de modelos anidados unidireccionalmente de resolución progresivamente mayor, que representan zonas cuyos aspectos dinámicos interesan de modo diferente a los efectos de la aplicación al Río de la Plata. Hasta el momento se ha trabajado con dos dominios anidados, previéndose la implementación futura de un tercero, específico para el estudio de la dinámica de sedimentos finos en el Río de la Plata superior. Los dos dominios de mayor resolución se rotaron, siguiendo la geometría del Río de la Plata, para simplificar la aplicación de las condiciones de borde y mejorar la descripción de la zona de interés minimizando el costo computacional.

El primer dominio, denominado Rank0 (Figura 3), cubre completamente las plataformas continentales argentina y uruguaya, y parte de la brasileña. Se lo utiliza para proporcionar al modelo anidado subsiguiente (Rank1) la elevación de la superficie libre debida a la marea astronómica y meteorológica que ingresa al Río de la Plata desde la plataforma continental. Dado que la elevación de la superficie libre es la variable de interés que se busca obtener con este dominio, la aplicación es bidimensional y homogénea. Los forzantes considerados son la marea astronómica, que ingresa por los bordes abiertos, y los campos de viento y presión atmosférica sobre la superficie libre. La grilla elegida es regular de $0,10^\circ$ en latitud y $0,12^\circ$ en longitud, lo que representa una resolución de aproximadamente 10 km. Esta resolución es suficiente para representar los procesos de propagación de las ondas y su interacción y transformación en la plataforma.

La marea astronómica introducida en los bordes abiertos del Rank0 proviene de un modelo global de marea conocido como FES 2004 (Lyard *et al.*, 2006), cuya resolución es de $0,1^\circ$. Se incluyeron las 14 componentes principales de marea: M_2 , K_1 , K_2 , $2N_2$, M_4 , MF, MM, MSQM, MTM, N_2 , O_1 , P_1 , Q_1 , S_2 . Los campos de viento y presión atmosférica utilizados para forzar el modelo provienen de los reanálisis

PROYECTO FREPLATA - FFEM MODELADO NUMÉRICO Y MEDICIONES *IN-SITU* Y REMOTAS...

Claudia Simionato, Diego Moreira / Ismael Piedra-Cueva, Mónica Fossati / Mariano Re, Martín Sabarots Gerbet, Angel Menendez / Florence Cayocca

del NCEP/NCAR (National Center for Environmental Prediction / Nacional Center for Atmospheric Research, Kalnay *et al.*, 1996), con una resolución temporal de 6 horas y una resolución espacial de 2,5°. MARS interpola automáticamente los forzantes a la resolución espacial y temporal del modelo. El paso de tiempo es variable, entre 100 y 600 s, y es ajustado por el automáticamente en función de la estabilidad numérica, de modo de minimizar el costo computacional.

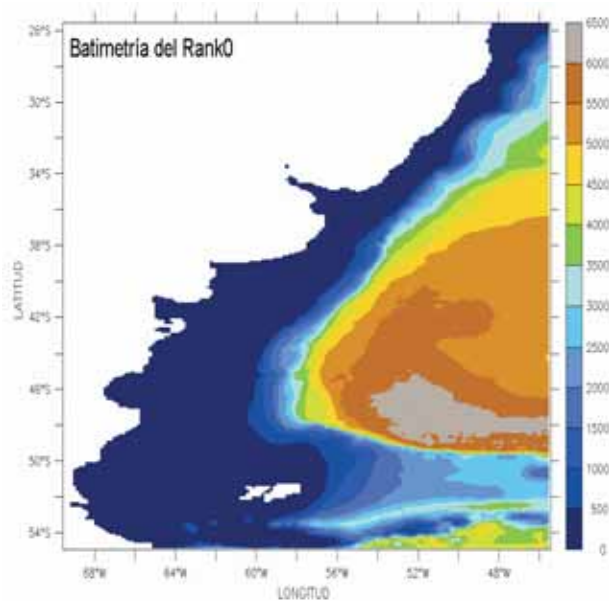


Figura 3. Dominio de cálculo del Rank0 y batimetría (m).

El segundo dominio (Rank1, Figura 4) tiene por objetivo simular el flujo tridimensional y la dinámica de los sedimentos finos en todo el Río de la Plata y en su interacción con la plataforma. En este caso, debe añadirse a los forzantes incluidos en el Rank0 el aporte de los ríos Uruguay y Paraná (en sus dos brazos Paraná Guazú y Paraná de Las Palmas, Fig. 1).

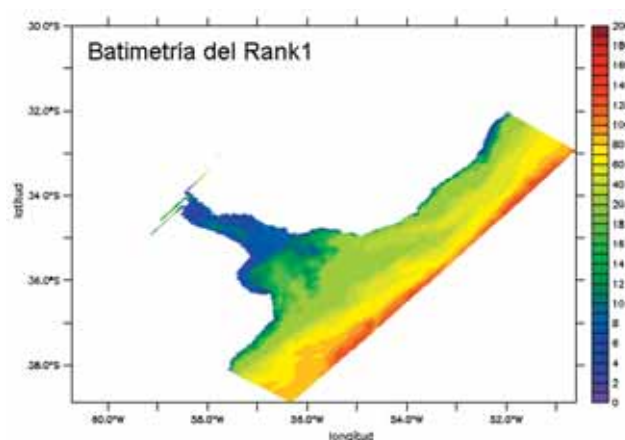


Figura 4. Dominio de cálculo del Rank1 y batimetría (m).

Adicionalmente, el dominio debe ser lo suficientemente grande como para que la extensión de la pluma de agua dulce hacia la plataforma no introduzca problemas numéricos en los bordes. Se optó por extender el dominio de modelado hasta la Laguna de los Patos por el norte y hasta Mar del Plata por el sur. Los límites del dominio de cálculo en la frontera oceánica se ubicaron normales a la costa. De esta forma el borde abierto al este se sitúa aproximadamente en forma paralela a la línea Punta Rasa – Punta del Este y el límite sur se posiciona de tal manera que la principal componente de marea M_2 ingresa al dominio de cálculo prácticamente con su frente de onda paralelo a la frontera (Simionato *et al.*, 2004a). Esta condición de ingreso de la onda es favorable para la modelación según muestran estudios anteriores (Simionato *et al.*, 2004a; Fossati, 2006). Adicionalmente, el dominio de cálculo se extendió hasta el borde de la plataforma continental (no más allá de los 200 m de profundidad). Esto permite reducir significativamente el paso de tiempo, haciendo el cómputo sensiblemente más eficiente al evitar la propagación de ondas externas en aguas muy profundas, las cuales son extremadamente rápidas.

La grilla definida para representar el dominio de cálculo es regular de $0,027^\circ$ en latitud y longitud, lo que corresponde, aproximadamente, a una resolución de 3.000 m. Esta resolución es suficiente para representar las principales variaciones topográficas del Río de la Plata, que determinan el movimiento a mayor escala.

Dado que el Rank1 debe representar los procesos que ocurren en la zona de interacción entre el ambiente fluvial y el marítimo, o región del frente de salinidad, la aplicación es en este caso tridimensional con 10 niveles sigma en la dirección vertical. Las 10 capas verticales sigma están centradas a 0,05; 0,20; 0,35; 0,50; 0,65; 0,75; 0,85; 0,90; 0,95 y 0,97 de la profundidad total en cada punto de grilla. El paso de tiempo es variable entre 50 y 300 s, y el modelo lo determina automáticamente en función de la estabilidad numérica.

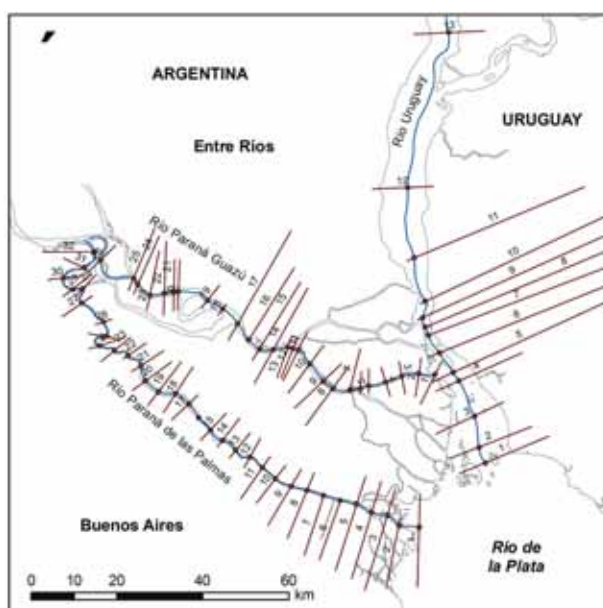


Figura 5. Posición y extensión de las secciones transversales de los ríos Uruguay y Paraná.

PROYECTO FREPLATA - FFEM MODELADO NUMÉRICO Y MEDICIONES IN-SITU Y REMOTAS...

Claudia Simionato, Diego Moreira / Ismael Piedra-Cueva, Mónica Fossati / Mariano Re, Martín Sabarots Gerbet, Angel Menendez / Florence Cayocca

Los datos de caudal de los ríos Paraná y Uruguay que se utilizaron para las simulaciones fueron provistos por el INA y corresponden a observaciones diarias realizadas en la ciudad de Rosario para el río Paraná y la ciudad de Concordia para el río Uruguay. Para que la configuración de los ríos tributarios resulte realista en las simulaciones, los puntos de grilla correspondientes a los mismos en el Rank1 fueron definidos de manera diferente a los demás puntos del dominio de cálculo, de modo de tener en cuenta las secciones equivalentes. Para ello se recopiló información correspondiente a las secciones transversales de los tributarios, que incluyen al río Uruguay y los dos brazos principales del Paraná (Guazú y Palmas). Dichos datos corresponden a relevamientos de la Dirección de Vías Navegables. Para el río Paraná de las Palmas se contó con 32 secciones comprendidas entre la localidad de Baradero (bifurcación con el Guazú) y la desembocadura, cubriendo así una extensión de 128 km. Por su parte, para el río Paraná Guazú se obtuvieron 26 secciones distribuidas desde la localidad de Ibicuy (bifurcación con el Palmas) hasta la desembocadura (94 km). Para el río Uruguay se contó con 28 secciones que van desde la localidad de Concordia hasta su desembocadura en el Río de la Plata (370 km). Toda la información topográfica fue procesada y georeferenciada para poder incorporarse dentro un Sistema de Información Geográfica (GIS). En la Figura 5 se muestran las secciones volcadas en el GIS.

Del análisis de los datos recabados surge que para el río Paraná de las Palmas el ancho del cauce principal varía entre los 300 y los 800 m siendo el promedio de 450 m. Los mayores valores se observan en la desembocadura (progresiva cero) para ir disminuyendo en forma gradual cauce arriba. Respecto a la profundidad, los valores máximos en cada sección varían entre los 10 y 30 m, con un promedio de 20 m. Las mayores profundidades se dan entre las progresivas 40 y 80 km (tramo medio). En cuanto al río Paraná Guazú, el ancho del cauce principal varía entre los 500 y los 2.000 m siendo el promedio de aproximadamente 900 m. Al igual que el Paraná de las Palmas, los valores máximos de profundidad en cada sección varían entre los 10 y 30 m, con un promedio de 20 m. Las mayores profundidades se dan a partir de la progresiva 35 km. Para el río Uruguay, el ancho del cauce principal varía entre los 1.500 y los 14.000 m siendo el promedio de aproximadamente 5.500 m. Respecto a la profundidad, los valores máximos en cada sección varían entre los 10 y 40 m, con un promedio de 20 m. Las mayores profundidades se dan a partir de la progresiva 140 km.

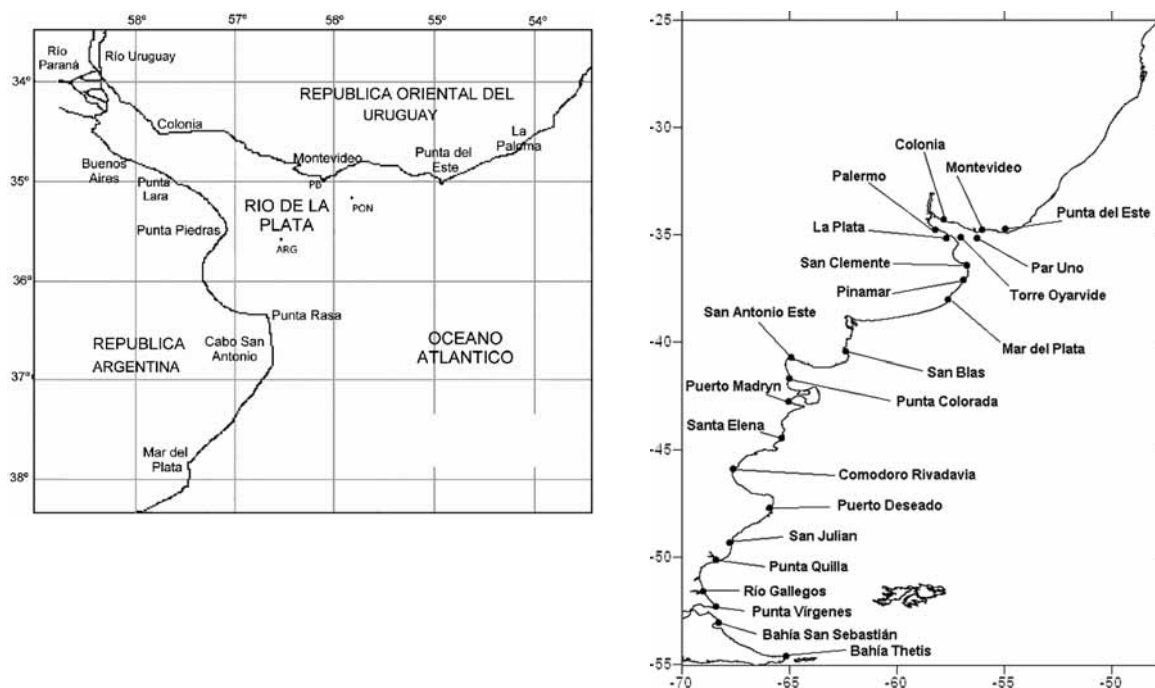


Figura 6. Referencias geográficas y puntos de control de los niveles y las corrientes de las simulaciones con el Rank1 (izquierda) y el Rank0 (derecha). ARG, PON y PB muestran los sitios en los que se dispone de observaciones de corrientes ADCP.

Para las simulaciones con MARS (tanto el Rank0 como el Rank1) se generó una línea de costa en escala 1:250.000, a partir de datos provistos por el National Geophysical Data Center (NGDC-NOAA) (<http://www.ngdc.noaa.gov/>). Esta línea de costa de alta resolución, permite tener una buena descripción de la complicada geometría de la región estudiada, permitiendo resolver de modo adecuado las características del Río de la Plata y de los golfos y bahías que se encuentran a lo largo de la Plataforma Continental.

La batimetría (ver Figs. 3 y 4) se generó en base a datos de distintas fuentes. Para el Río de la Plata y la Plataforma Continental se utilizaron datos del SHN y el INA, provenientes de digitalización de cartas batimétricas. Estos datos se completaron con información de las bases globales ETOPO (<http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/global.html>) y GEBCO (<http://www.gebco.net/>) en regiones más profundas o en regiones como la plataforma brasileña, donde no se dispone de observaciones de otra fuente. El objetivo fue obtener una batimetría de la región de alta resolución, adaptada a los requerimientos del modelo MARS en este Proyecto. Los datos batimétricos fueron interpolados a una resolución de 500 m dentro del dominio limitado por la región comprendida entre 25° 30' S y 55° 30' S y 70° 0' W y 45° 0' W. Los resultados fueron suavizados para evitar grandes gradientes batimétricos en el talud y la Plataforma Continental que podrían inestabilizar el modelo, sin dejar de reproducir el fondo del modo lo más realista posible, especialmente en las regiones costeras de interés.

2.2.2 DATOS PARA LA CALIBRACIÓN HIDRODINÁMICA

El conjunto de modelos hidrodinámicos anidados descrito fue calibrado para representar las amplitudes y fases de las principales componentes de marea astronómica y la marea meteorológica u onda de tormenta, las corrientes y el campo de salinidad. El ajuste de los niveles se realizó comparando los resultados del modelo con observaciones provenientes de las estaciones mareográficas de Argentina y Uruguay. El panel izquierdo Figura 6 muestra los puntos de validación del Rank1; el Rank0 fue validado adicionalmente con todas las estaciones mareográficas de la plataforma (panel derecho de la Fig. 6). Para validar la capacidad del modelo de reproducir las corrientes observadas se utilizaron observaciones adquiridas con un Perfilador Vertical Acústico Doppler (ADCP) en el período 2003-2004 en dos puntos de la región del frente de salinidad (ARG y PON en la Fig. 6) y en un punto ubicado aproximadamente a 3000 m de la costa de Montevideo (PB en la Fig. 6). Por esa razón, las simulaciones que se discutirán corresponden al período 2003-2004. Los resultados del Rank1, baroclínico, fueron comparados además con perfiles CTD de salinidad observados durante el año 2003 derivados de la base de datos BARDO del INIDEP. Los puntos en los que se dispone de observaciones de este tipo para el período de interés se muestran en la Figura 7.

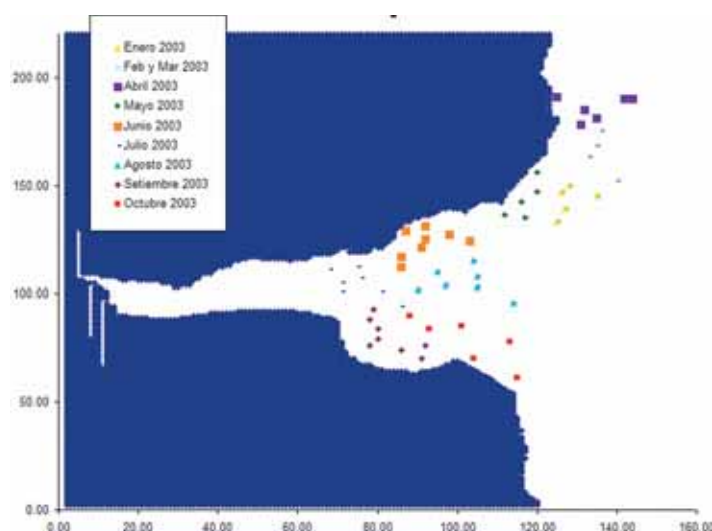


Figura 7. Puntos en los que se dispone de perfiles de salinidad observados para comparación de las simulaciones durante el año 2003.

2.2.3 IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO SEDIMENTOLÓGICO

En la primera implementación del módulo sedimentológico de MARS discutida en este trabajo se tuvieron en cuenta, como primera aproximación, sólo dos tipos de variables sedimentarias: 1) Arenas Finas (Sables Fins – Sedimentos Gruesos) y 2) Limos (Vases – Sedimentos Finos).

El modelo requiere condiciones iniciales para la composición del material de fondo. Para esto, a cada celda de agua del modelo se debe asignar una proporción de cada una de las variables sedimentarias

consideradas. Esta asignación se realiza a partir de una codificación preestablecida en el código de MARS según se muestra en la Figura 8.

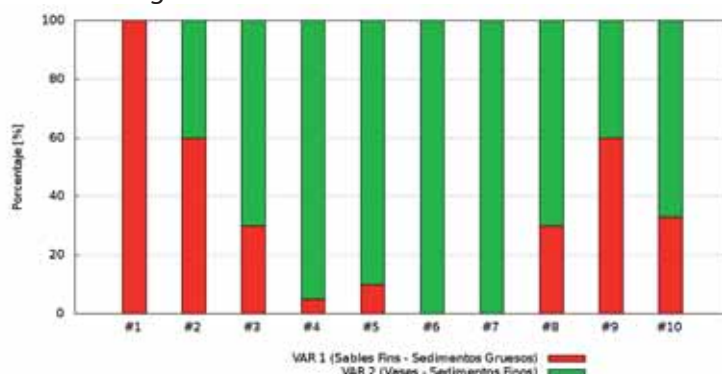
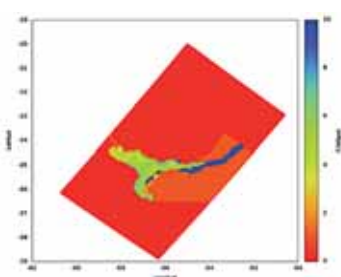


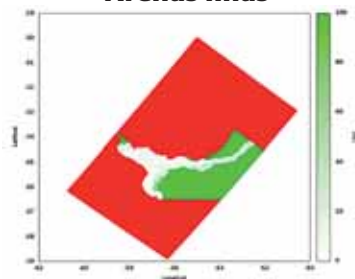
Figura 8. Codificación de las variables sedimentarias en el sedimento de fondo en MARS.

La inicialización 'base' que aquí se considera proviene de la distribución de sedimentos de fondo presentada por López Laborde y Nagy (1999), siguiendo el Triángulo Textural (Shepard, 1954). En el panel izquierdo de la Figura 9 se presenta esta codificación y en los paneles central y derecho de la misma figura se muestran las proporciones entre variables sedimentarias elegidas para la simulación, arenas finas y limos, respectivamente.

Inicialización base del fondo



Arenas finas



Limos

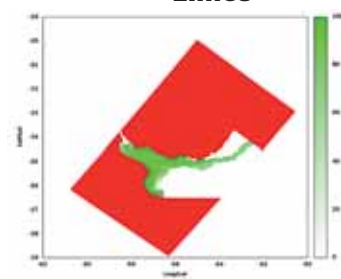


Figura 9. Izquierda: Inicialización base del fondo según López Laborde y Nagy (1999). Codificación. Centro y derecha: Proporciones en la inicialización del fondo.

En este trabajo sólo se tuvieron en cuenta las descargas de sedimentos finos al Río de la Plata. Las series de descargas sólidas fueron generadas a partir de la metodología desarrollada en Menéndez y Re (2009) y Re *et al.* (2009). Para cada una de las descargas que componen al forzante Paraná (Paraná de las Palmas y Paraná Guazú), se consideró la misma serie de concentraciones. En la Figura 10 se muestran, como ejemplo, las series correspondientes al año 2002, año para el cual se realizaron las simulaciones que se discuten en este trabajo. Se destaca la diferencia en un orden de magnitud entre ambas descargas, siendo la descarga del Paraná mucho mayor que la del Uruguay. Las dos series que se presentan para el río Paraná corresponden a distintos abordajes metodológicos (Menéndez y Re, 2009; Re *et al.*, 2009).

PROYECTO FREPLATA - FFEM MODELADO NUMÉRICO Y MEDICIONES *IN-SITU* Y REMOTAS...

Claudia Simionato, Diego Moreira / Ismael Piedra-Cueva, Mónica Fossati / Mariano Re, Martín Sabarots Gerbet, Angel Menendez / Florence Cayocca

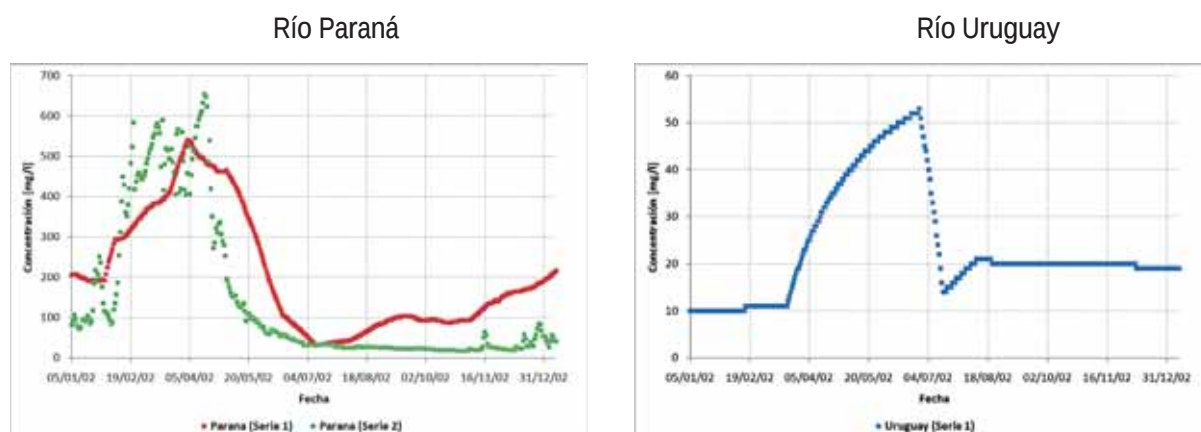


Figura 10. Serie de concentración de sedimentos finos del Río Paraná (izquierda) y del Río Uruguay (derecha) utilizadas como caudales sólidos en las simulaciones. Nótese que las escalas correspondientes a ambas figuras son diferentes.

Los parámetros sedimentológicos que debieron ser especificados para las simulaciones son los siguientes:

- Velocidad de caída del sedimento en suspensión: Se utilizaron dos opciones: la formulación en función de la concentración (anteriormente detallada) y un valor constante ($0,075 \text{ mm s}^{-1}$).
- Constante de erosión: Se utilizó el valor medio de $0,00002 \text{ [kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}]$. Para la simulación sin erosión este parámetro se consideró nulo.
- Tensiones críticas de deposición y erosión: Para ambos casos se propuso el mismo valor ($0,1 \text{ N m}^{-2}$).
- Capa inicial de sedimentos: La discretización de la capa de sedimentos de fondo, debido a que no se considera consolidación, consta de una sola capa de $0,15 \text{ m}$ de espesor.

3. RESULTADOS

3.1 CALIBRACIÓN DE LA HIDRODINÁMICA

3.1.1. Ranko

Dado que el Rank0 es una aplicación bidimensional, la rugosidad de fondo y el coeficiente de viscosidad turbulenta (f_{visc}) son en este caso los parámetros de ajuste. En su versión bidimensional MARS utiliza la formulación de Strickler para determinar la rugosidad del fondo. Se realizaron, en consecuencia, estudios de sensibilidad al coeficiente de Strickler y al coeficiente de viscosidad turbulenta horizontal. Para ello, se llevó a cabo una serie de simulaciones de un año y medio de duración que sólo incluyeron el forzante astronómico a través del acople con el modelo global de mareas FES2004. Las constantes armónicas obtenidas por análisis armónico (Foreman, 1977) de las soluciones para el último año fueron comparadas con las observadas, derivadas del análisis armónico de series anuales de niveles registrados con frecuencia horaria en estaciones costeras de la Plataforma

Continental. Las estaciones consideradas fueron: Colonia, Buenos Aires, La Plata, Montevideo, Punta del Este, La Paloma, Torre Oyarvide, Par Uno, San Clemente, Pinamar, Mar del Plata, San Blas, San Antonio, Punta Colorada, Puerto Madryn, Santa Elena, Comodoro Rivadavia, Puerto Deseado, San Julián, Punta Quilla, Río Gallegos, Punta Vírgenes, Río Grande y Bahía Thetis (Fig. 6).

El coeficiente de Strickler fue variado entre 25 y 45. Los resultados de la comparación de la amplitud y fase de la componente M_2 de marea observada y simulada para algunos valores del coeficiente se muestran en la Figura 11. El valor final óptimo fue fijado en base a estos estudios de sensibilidad en 36. La ecuación utilizada por el modelo para el cálculo de la viscosidad horizontal (v) depende del tamaño de grilla (Δx) y de un coeficiente f_{visc} de modo que $v = f_{\text{visc}} \times 0,01 \times \Delta x^{1,15}$. Los resultados del análisis de sensibilidad para este parámetro para la componente M_2 se muestran en la Figura 12; el valor final óptimo fue fijado en un valor de 5.

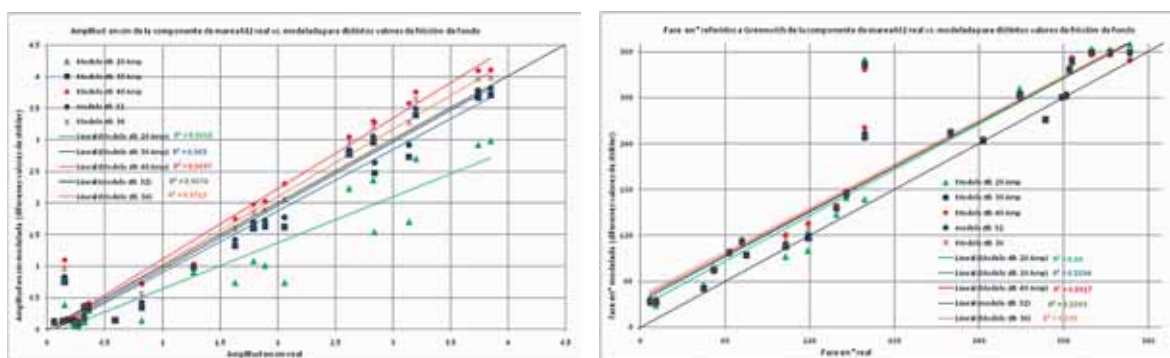


Figura 11. Amplitud (m, izquierda) y fase (° referidos al meridiano de Greenwich, derecha) de la componente de marea M_2 en estaciones costeras de la Plataforma Continental derivados de las simulaciones numéricas para distintos valores del coeficiente de Strickler vs. los resultantes de observaciones directas. Las estaciones consideradas son: Colonia, Buenos Aires, La Plata, Montevideo, Punta del Este, La Paloma, Torre Oyarvide, Par Uno, San Clemente, Pinamar, Mar del Plata, San Blas, San Antonio, Punta Colorada, Puerto Madryn, Santa Elena, Comodoro Rivadavia, Puerto Deseado, San Julián, Punta Quilla, Río Gallegos, Punta Vírgenes, Río Grande y Bahía Thetis.

Como el Rank0 se corre con el fin específico de proporcionar condiciones de contorno adecuadas al Rank1, los puntos de control más importantes son los más próximos a la frontera del dominio de mayor resolución. Las estaciones mareográficas más próximas a los bordes abiertos del Rank1 son, Mar del Plata y La Paloma (Fig. 6), ubicadas en la parte exterior del Río de la Plata. Una vez seleccionados los valores de los parámetros, se verificó particularmente el desempeño del modelo tanto para la marea astronómica como para la meteorológica en estos puntos.

PROYECTO FREPLATA - FEM MODELADO NUMÉRICO Y MEDICIONES IN-SITU Y REMOTAS...

Claudia Simionato, Diego Moreira / Ismael Piedra-Cueva, Mónica Fossati / Mariano Re, Martín Sabarots Gerbet, Angel Menendez / Florence Cayocca

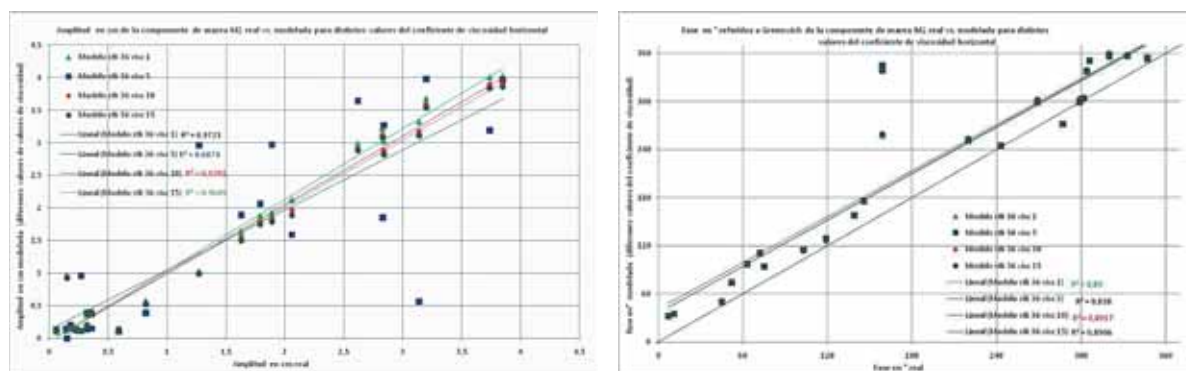


Figura 12. Amplitud (m, izquierda) y fase (° referidos al meridiano de Greenwich, derecha) de la componente de marea M_2 en estaciones costeras de la Plataforma Continental derivados de las simulaciones numéricas para distintos valores del coeficiente de viscosidad horizontal vs. los derivados de observaciones directas. Las estaciones consideradas son: Colonia, Buenos Aires, La Plata, Montevideo, Punta del Este, La Paloma, Torre Oyarvide, Par Uno, San Clemente, Pinamar, Mar del Plata, San Blas, San Antonio, Punta Colorada, Puerto Madryn, Santa Elena, Comodoro Rivadavia, Puerto Deseado, San Julián, Punta Quilla, Río Gallegos, Punta Vírgenes, Río Grande y Bahía Thetis.

En las Figuras 13 y 14 se muestra una comparación de observaciones directas con los resultados la simulación de la propagación de la marea para los valores óptimos, correspondiente a la estación Mar del Plata. La primera figura muestra el nivel del mar calculado por el modelo (en negro) comparado con el nivel observado (en rojo), calculado como la superposición de las componentes armónicas principales incluidas en la simulación. En la Figura 15 se presenta una comparación de los principales mónicos calculados con los observados.

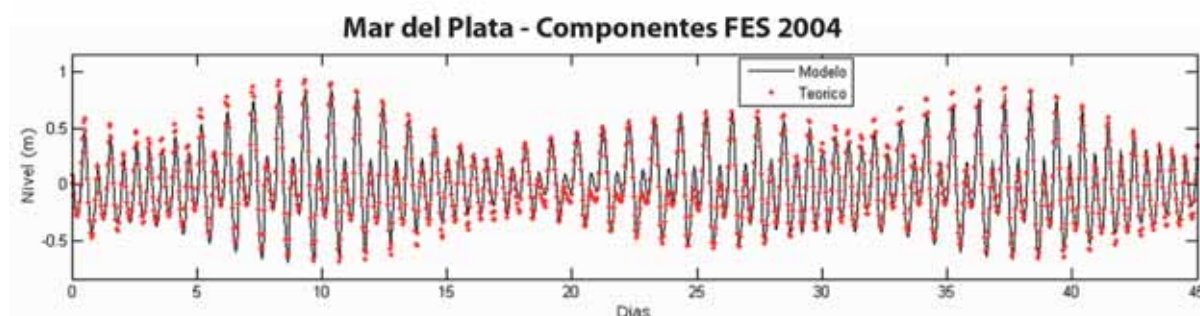


Figura 13. Comparación de la serie temporal de marea astronómica observada (puntos rojos) con la obtenida de la simulación con el Rank0 (línea negra) en Mar del Plata.

Los resultados revelan que el modelo representa satisfactoriamente las características de la marea en la zona de Mar del Plata, con una ligera tendencia a la subestimación. Las componentes M_2 , O_1 , N_2 , Q_1 y K_2 son bien representadas tanto en amplitud como en fase. La componente S_2 es la más sobrestimada y la componente K_1 la más subestimada. El mayor desfase se observa en la componente de alta frecuencia M_4 generada en el dominio de cálculo por la combinación no lineal de las ondas astronómicas más largas.

La Tabla 1 muestra las amplitudes y fases de las componentes armónicas de marea obtenidas de las observaciones y las simulaciones para Mar del Plata, conjuntamente con el error cuadrático

medio (rmse) correspondiente a la comparación de ambas series y la relación (%) entre ese error y la amplitud observada. En el caso de M_4 el error resulta grande pese a que la amplitud es correctamente representada, como consecuencia de una deficiencia de la simulación en la representación de la fase de esta componente; sin embargo, la amplitud de la misma es muy pequeña, por lo que el error que esto introduce es mínimo. En otros casos el error es más importante por diferencias en la amplitud (K_1 y S_2 por ejemplo), aunque, nuevamente, la amplitud de estas componentes es pequeña comparadas con las más significativas (M_2 y O_1) que son bien representadas en la simulación. Como consecuencia, el rmse es bajo: el obtenido al comparar la superposición de todas las componentes armónicas consideradas es 0,095 m y el porcentaje relativo obtenido al considerar la máxima amplitud (0,85 m) es 11%.

Tabla 1. | Amplitudes y fases de las componentes armónicas principales (observadas y simuladas) y errores asociados en Mar del Plata

Componente	Frecuencia	Amplitud Medida (m)	Fase Medida (°)	Amplitud Modelo (m)	Fase Modelo (°)	Rmse (m)	rmse/ampl (%)
M_2	0,0805114	0,3466	212,7	0,3533	228,0	0,066	19,0
K_1	0,0417807	0,1615	124,1	0,1163	116,2	0,036	22,1
S_2	0,0833333	0,0553	281,8	0,0836	276,5	0,021	37,1
O_1	0,0387307	0,1812	33,7	0,1647	37,4	0,015	8,2
M_4	0,1610228	0,036	358,5	0,0365	63,9	0,027	75,8
N_2	0,0789992	0,1004	174,5	0,0860	190,6	0,021	20,8
Q_1	0,0372185	0,0388	357,1	0,0358	3,3	0,004	9,5
P_1	0,0415526	0,0442	105,5	0,0372	112,2	0,006	13,6
K_2	0,0835615	0,0206	293,7	0,0218	274,5	0,005	26,2

Como se mencionó anteriormente, la marea astronómica ingresa al Río de la Plata principalmente por el sur y propaga en su interior como una onda de Kelvin. Dentro del Río se produce abundante disipación energética por fricción de fondo (Simionato *et al.*, 2004a). En consecuencia, la oscilación astronómica en La Paloma es mucho más pequeña que en Mar del Plata, ya que la onda alcanza dicho punto después de haber bordeado el Río de la Plata. En general los resultados de la comparación (no mostrados) conducen a conclusiones similares a las derivadas de la comparación para Mar del Plata, con errores cuadráticos medios del mismo orden. En efecto, el rmse correspondiente a la totalidad de las componentes consideradas es igual a 0,09 m. La amplitud máxima de la envolvente observada es 0,33 m por lo que la relación del error respecto a la amplitud de la onda es 27%. El hecho de que el error porcentual sea relativamente grande es meramente una consecuencia de la menor amplitud de la marea en este sitio.

PROYECTO FREPLATA - FFEM MODELADO NUMÉRICO Y MEDICIONES *IN-SITU* Y REMOTAS...

Claudia Simionato, Diego Moreira / Ismael Piedra-Cueva, Mónica Fossati / Mariano Re, Martín Sabarots Gerbet, Angel Menendez / Florence Cayocca

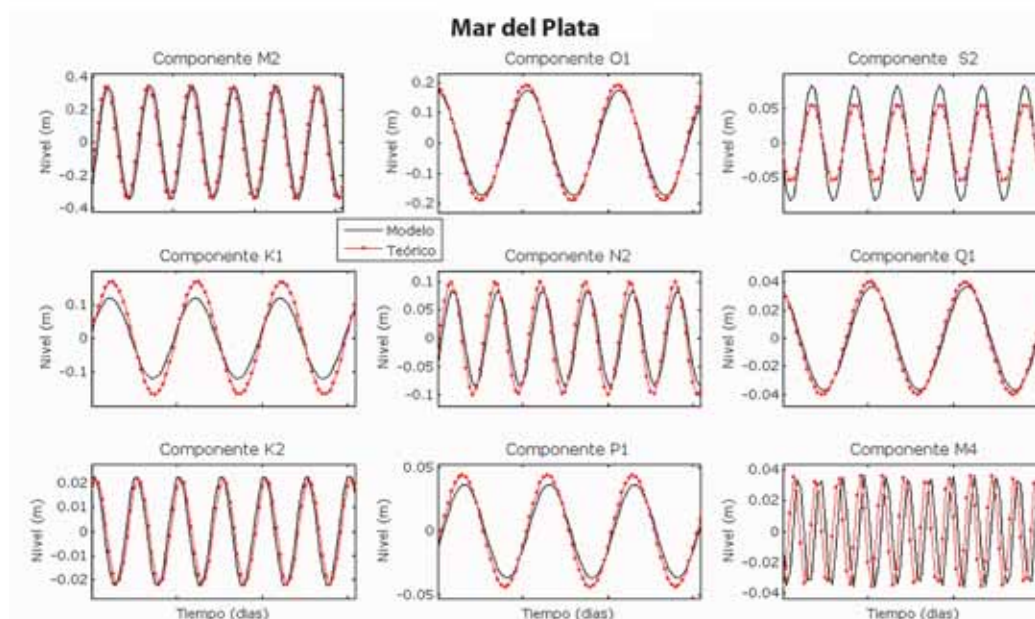


Figura 14. Comparación de los principales armónicos de marea observados (rojo) y simulados con el Rank0 (negro) en Mar del Plata.

Una vez ajustada la propagación de la marea astronómica se realizó una simulación para los años 2003 y 2004 incorporando en la misma el efecto del viento y de la presión atmosférica observados (reanálisis de NCEP/NCAR). Los resultados fueron analizados comparando los niveles simulados con los medidos en las diversas estaciones costeras de la Plataforma Continental. En lo que sigue se discutirán los resultados correspondientes a Mar del Plata y La Paloma. Las Figuras 15 y 16 muestran comparaciones de los niveles del mar observados y derivados de la simulación con el Rank0 para enero de 2003 para esas dos estaciones, respectivamente.

Se observa que el modelo en general reproduce satisfactoriamente las fluctuaciones observadas de la superficie libre. Las diferencias son probablemente más atribuibles a limitaciones en el forzante utilizado, de resolución espacio-temporal relativamente baja, que a la capacidad del modelo de representar la naturaleza.

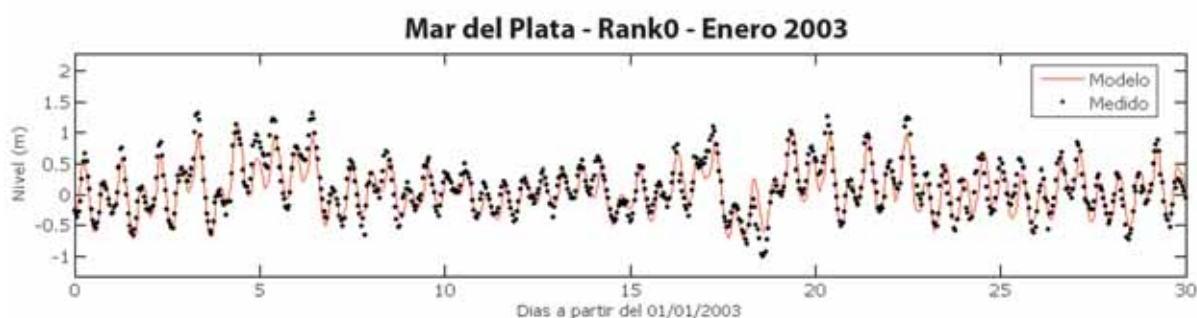


Figura 15. Comparación de las series de nivel del mar observada y simulada para Mar del Plata. Los resultados corresponden al mes de enero del año 2003.

Para realizar una evaluación estadística de la capacidad de representación del modelo se calcularon estadísticos sobre los meses del período simulado para los que se cuenta con registros de niveles (enero a marzo 2003, y diciembre 2003 a diciembre 2004). El error medio cuadrático resultó de 0,17 m para Mar del Plata y 0,20 m para La Paloma. Se calcularon las desviaciones estándar de las series medidas y modeladas con el objetivo de comparar la magnitud de las oscilaciones. Los valores obtenidos fueron, respectivamente, de 0,36 m y 0,42 m para Mar del Plata y 0,22 m y 0,29 m para La Paloma, lo cual es satisfactorio a los objetivos de la simulación.

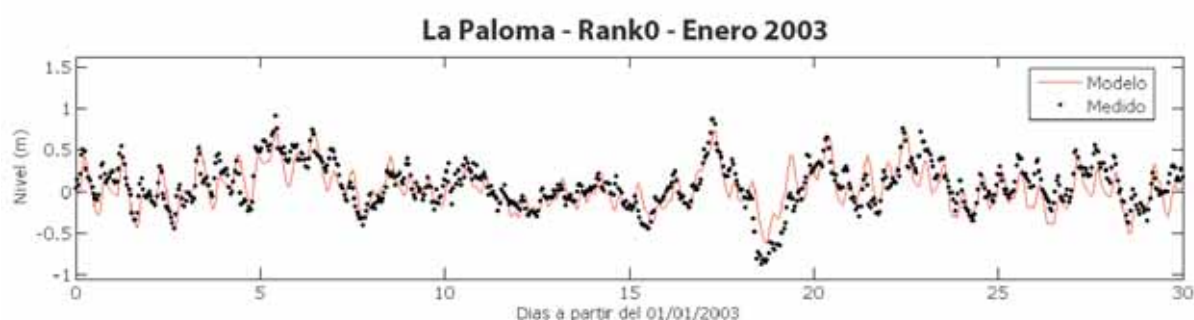


Figura 16. Comparación de las series de nivel del mar observada y simulada para La Paloma. Los resultados corresponden al mes de enero del año 2003.

3.1.2. Rank1

La calibración del modelo hidrodinámico tridimensional Rank1 requiere el ajuste de un número mayor de parámetros: la rugosidad del fondo, la parametrización de la turbulencia horizontal y vertical y la tensión de corte del viento (a través del coeficiente de arrastre). Para evaluar la sensibilidad de la solución numérica a la configuración elegida, se realizaron diversas simulaciones variando dichos parámetros. Las características de cada una de las simulaciones se muestran en la Tabla 2, conjuntamente con el nombre código correspondiente. Para determinar la capacidad de representación de cada una de las configuraciones, se realizaron comparaciones entre los niveles y las corrientes observadas y simuladas en los sitios donde se dispone de datos (Fig. 6). En este caso, también se compararon las soluciones numéricas con perfiles de salinidad observados para el período simulado (Fig. 7).

PROYECTO FREPLATA - FFEM MODELADO NUMÉRICO Y MEDICIONES *IN-SITU* Y REMOTAS...

Claudia Simionato, Diego Moreira / Ismael Piedra-Cueva, Mónica Fossati / Mariano Re,
Martín Sabarots Gerbet, Angel Menendez / Florence Cayocca

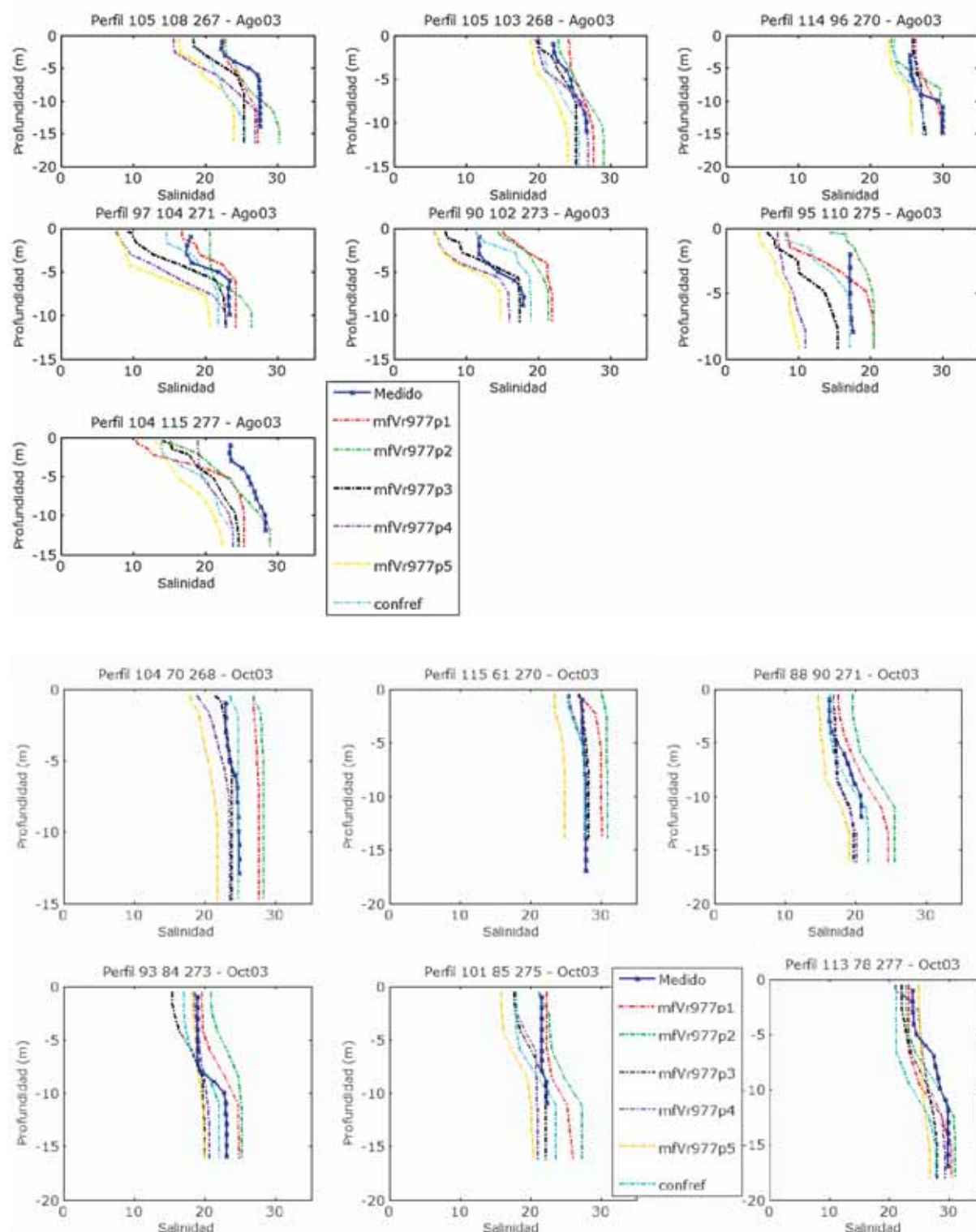


Figura 17. Comparación de perfiles de salinidad observados (azul) con los resultantes de las simulaciones para diversas configuraciones de los parámetros. El panel superior corresponde a las observaciones realizadas durante el mes de agosto de 2003 y el inferior a octubre de 2003 (ver Fig. 7).

Los primeros estudios de sensibilidad fueron a la tensión de corte del viento. Para ello se consideró como caso control (Conf ref) un coeficiente de arrastre constante de 0,0016. En los casos mfVr977p1 y mfVr977p2, éste fue aumentado a 0,0020 y considerado variable según la formulación propuesta por Large y Pond (1981), respectivamente. A continuación se realizaron estudios de sensibilidad a la rugosidad del fondo, representada por el parámetro Z_0 . Este fue variado de 0,0010 a 0,0001 en las simulaciones mfVr977p4 y mfVr977p5, respectivamente. La sensibilidad a la viscosidad horizontal en la formulación de Smagorinsky (1963) fue estudiada reduciendo el coeficiente de 0,27 (caso mfVr977p5) a 0,10 (caso mfVr977p6). En general se observa muy baja sensibilidad de las soluciones numéricas a los parámetros mencionados.

Tabla 2. Configuración de las diferentes simulaciones realizadas con el Rank1. 'Conf ref' representa la configuración de referencia, respecto de la cual se comparó en los estudios de sensibilidad

Código	Coeficiente de arrastre	Formulación de la turbulencia vertical	Formulación de la turbulencia horizontal	Z_0
Conf ref	Uniforme 0,0016	Gaspard	Smagorinsky (0,27)	0,001
mfVr977p1	Uniforme 0,0020	Gaspard	Smagorinsky (0,27)	0,001
mfVr977p2	Variable según Large and Pond	Gaspard	Smagorinsky (0,27)	0,001
mfVr977p3	Uniforme 0,0016	Mellor y Yamada k-kl	Smagorinsky (0,27)	0,001
mfVr977p4	Uniforme 0,0016	Mellor y Yamada k-epsilon	Smagorinsky (0,27)	0,001
mfVr977p5	Uniforme 0,0016	Mellor y Yamada k-epsilon	Smagorinsky (0,27)	0,0001
mfVr977p6	Uniforme 0,0010	Mellor y Yamada k-epsilon	Smagorinsky (0,10)	0,0001
mfVr977p7	Uniforme 0,0016	Mellor y Yamada k-epsilon	Smagorinsky (0,10)	0,0001

Finalmente se hicieron estudios de sensibilidad a la parametrización de la turbulencia vertical. Para ello, se cambió del esquema de una ecuación de Gaspard *et al.* (1990) (Conf ref) al esquema de dos ecuaciones de Mellor y Yamada (1982) con una formulación tipo k-kl (mfVr977p3) y con una formulación tipo k-epsilon (mfVr977p4). Los resultados revelan que para los niveles y las corrientes el efecto es menor, pero para la salinidad es importante, generando respecto a la configuración de referencia una disminución de los gradientes y un mejor ajuste general a las observaciones disponibles. Los resultados de la comparación punto a punto de perfiles de salinidad muestran que los dos esquemas de Mellor y Yamada aplicados conducen a resultados similares. Como ejemplo, la Figura 13 muestra comparaciones de perfiles de salinidad observados con simulados para diversas configuraciones del modelo para los meses de agosto (panel superior) y octubre (panel inferior) de 2003. Teniendo en cuenta la dificultad de comparar directamente una solución numérica con perfiles observados, obtenidos en puntos específicos, puede decirse que el desempeño del modelo es satisfactorio.

Un resumen de estadísticos que caracterizan el desempeño global del modelo respecto de los niveles para cada una de las simulaciones realizadas se presenta en la Figura 18, que muestra el error cuadrático medio (panel superior) y la correlación (panel central) entre las observaciones del nivel del mar y las simulaciones correspondientes, para diversas localidades del Río de la Plata. El panel inferior de la Fig. 18 muestra el desvío estándar de las observaciones comparado con el obtenido de las simulaciones para los mismos sitios. Más allá del hecho evidente de que la correlación disminuye a medida que se

PROYECTO FREPLATA - FFEM MODELADO NUMÉRICO Y MEDICIONES *IN-SITU* Y REMOTAS...

Claudia Simionato, Diego Moreira / Ismael Piedra-Cueva, Mónica Fossati / Mariano Re, Martín Sabarots Gerbet, Angel Menendez / Florence Cayocca

consideran sitios localizados progresivamente más hacia el interior del Río, se percibe que la elección de los parámetros afecta relativamente poco los resultados y que los cambios están mayormente limitados al Río superior (Colonia y Buenos Aires). La configuración de control (azul en la Fig. 18) es la que muestra, simultáneamente, la mayor correlación y el menor rmse con las observaciones, aunque los cambios de una a otra configuración son pequeños. La comparación de los desvíos estándar de las observaciones con las simulaciones (panel inferior de la Fig. 18) muestra que el modelo tiene una tendencia sistemática a subestimar la variabilidad natural de los niveles en el Río de la Plata, aunque ésta es pequeña, de sólo unos pocos centímetros. Los resultados son, por lo tanto, en general satisfactorios.

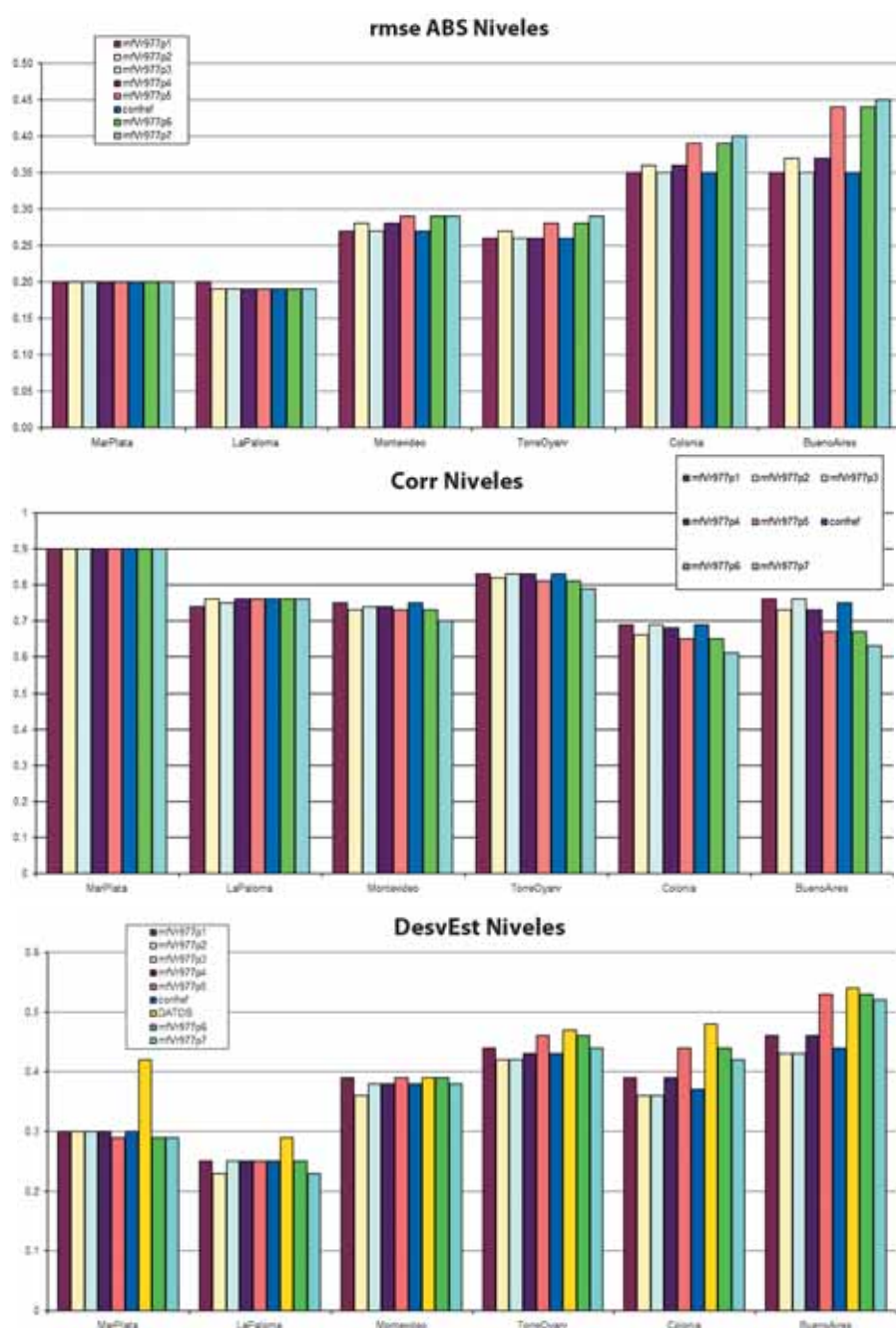


Figura 18. Comparación de los estadísticos de comparación de las simulaciones con las observaciones para cada una de las configuraciones consideradas (Tabla 2) en diferentes localidades costeras del Río de la Plata: Mar del Plata, La Paloma, Montevideo, Torre Oyarvide, Colonia y Buenos Aires (Fig. 6). El panel superior muestra el error cuadrático medio, el central la correlación y el inferior el desvío estándar de las series simuladas comparado con el de las observadas.

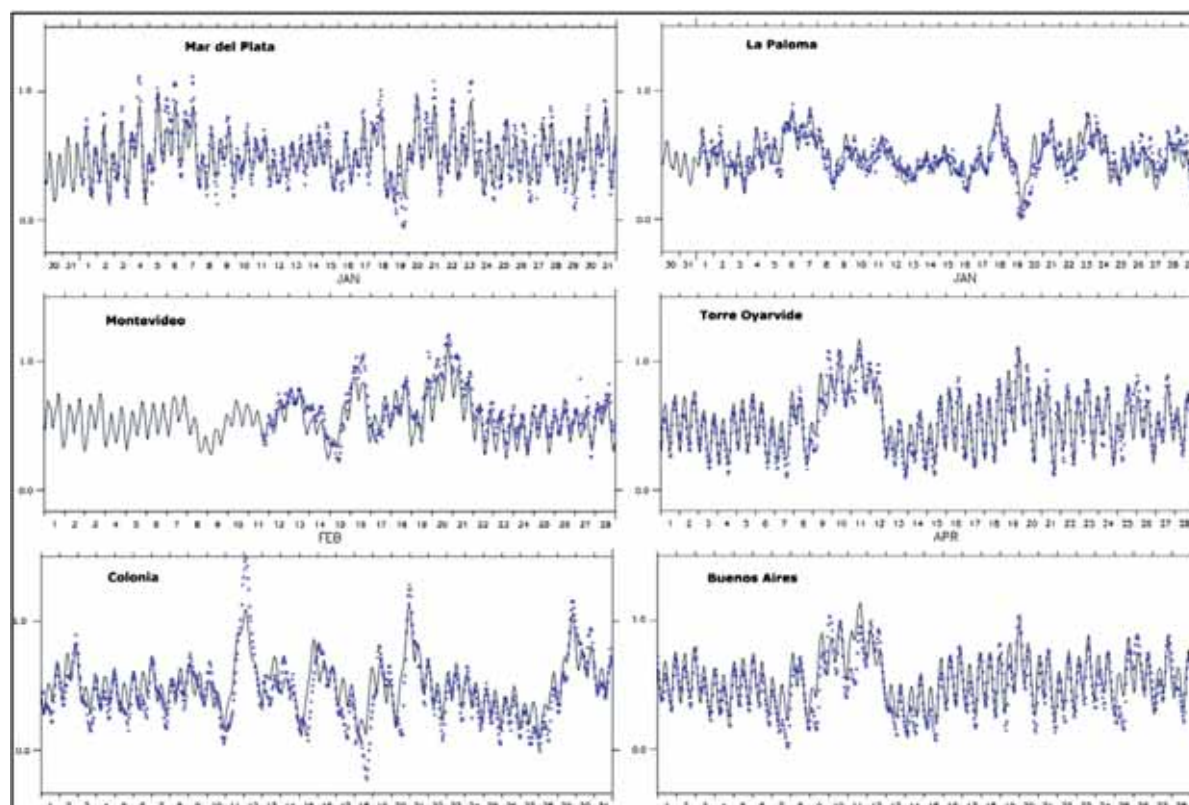


Figura 19. Niveles observados (azul) y simulados (negro) en varias estaciones del Río de la Plata durante diversos períodos del año 2003. Elevaciones en m.

La Figura 19 muestra una comparación de los niveles observados y simulados para la configuración de control en las estaciones mareográficas Mar del Plata, La Paloma, Montevideo, Torre Oyarvide, Colonia y Buenos Aires. Se observa que el modelo representa, en general, adecuadamente las principales oscilaciones en todo el dominio de cálculo. Las principales discrepancias se vinculan con eventos de tormenta y probablemente sean más atribuibles a limitaciones en el forzante meteorológico utilizado (de baja resolución espacio-temporal) que en la física del modelo.

PROYECTO FREPLATA - FFEM MODELADO NUMÉRICO Y MEDICIONES *IN-SITU* Y REMOTAS...

Claudia Simionato, Diego Moreira / Ismael Piedra-Cueva, Mónica Fossati / Mariano Re, Martín Sabarots Gerbet, Angel Menendez / Florence Cayocca

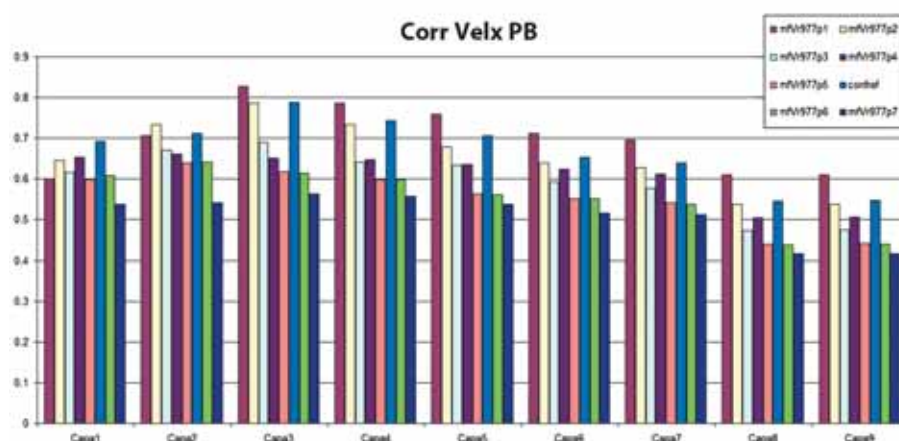


Figura 20. Correlación entre la serie observada de la componente zonal (este-oeste) de la corriente en el puerto de Montevideo y las series derivadas de las simulaciones con las diversas configuraciones, para las diferentes capas del modelo.

La Figura 20 muestra, como ejemplo, la correlación entre la serie observada de la componente zonal (este-oeste) de la corriente en PB (Fig. 6) y las series derivadas de las simulaciones con las diversas configuraciones (Tabla 2), para las diferentes capas del modelo. Al comparar debe tenerse en cuenta que la velocidad no es una variable integral, a diferencia de los niveles y que, por lo tanto, es esperable que el modelo presente mayores dificultades en una comparación punto a punto. Para este caso particular, la configuración más apropiada parece ser la mfVr977p1, aunque ese resultado fue diferente para las comparaciones realizadas en ARG y PON (no mostradas), donde la configuración mfVr977p5 proporciona resultados algo más precisos. No obstante, en general, se observa que las corrientes no son mayormente sensibles a la configuración utilizada.

La Figura 21 muestra un diagrama espacial de las corrientes observadas (azul) y simuladas (rojo) para PB, ARG y PON (paneles superior, central e inferior), respectivamente, durante subperíodos de tiempo de pocos días. El eje horizontal corresponde a la componente zonal de la velocidad, mientras que el vertical corresponde a la componente meridional. De este modo, cada punto representa el extremo del vector velocidad en un instante determinado. Los resultados de las simulaciones para cada una de las capas fueron comparados con el bin más próximo de las observaciones ADCP.

Las observaciones muestran, en general, un aumento de la dispersión a medida que la profundidad disminuye (y el número de capa del modelo aumenta). Esto refleja el efecto del viento en las corrientes. Aunque esto se observa también en las simulaciones, la dispersión resulta menor que la observada. No obstante, el modelo reproduce adecuadamente el rango de la velocidad y su dirección. Nuevamente, debe tenerse en cuenta que la velocidad en un punto no es una medida integrada y que, por lo tanto, la comparación realizada es muy exigente. Se concluye que, en general, los resultados son satisfactorios y la calidad de las simulaciones suficiente como para proporcionar forzantes adecuados a los flujos de sedimentos finos, que son el objetivo primordial del estudio encarado en este Proyecto.

3.2 PRIMEROS RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DE LOS FLUJOS DE SEDIMENTOS FINOS

Como primer paso hacia la correcta simulación de la dinámica de los sedimentos finos, se realizaron una serie de simulaciones iniciales con el Rank1. Se realizaron cinco ensayos denominados LC_1, LC_2, LC_3, LC_noERO y LC_WS, cuyas características se describen en la Tabla 3. En ellos, se modificó, una a una, las tres de las variables del problema, respecto del ensayo control (LC_1), con el objetivo de estudiar la sensibilidad en los resultados. El período de tiempo de simulación correspondió al año 2002, comenzando de una situación sin sedimentos en suspensión en el dominio. La simulación hidrodinámica no incluye el accionar del viento. Como herramienta de validación se utilizaron datos históricos de observaciones de sedimentos en suspensión en el Río de la Plata y una curva de interpretación del decaimiento de las concentraciones de sedimento en suspensión en el Río de la Plata Interior (Menéndez *et al.*, 2009).

Tabla 3. Ensayos realizados en las simulaciones iniciales de sedimentos en el modelo MARS				
Ensayo	Descarga Sólida	Velocidad de Caída	Constante de erosión [kg/m²/s]	
LC_1	Serie 1 (PAR)	Variable	0,00002	
LC_2	Constante	Variable	0,00002	
LC_3	Series 2 (PAR)	Variable	0,00002	
LC_noERO	Series 1 (PAR)	Variable	0,00000	
LC_WS	Series 1 (PAR)	Constante	0,00002	

PROYECTO FREPLATA - FEM MODELADO NUMÉRICO Y MEDICIONES *IN-SITU* Y REMOTAS...

Claudia Simionato, Diego Moreira / Ismael Piedra-Cueva, Mónica Fossati / Mariano Re, Martín Sabarots Gerbet, Angel Menendez / Florence Cayocca

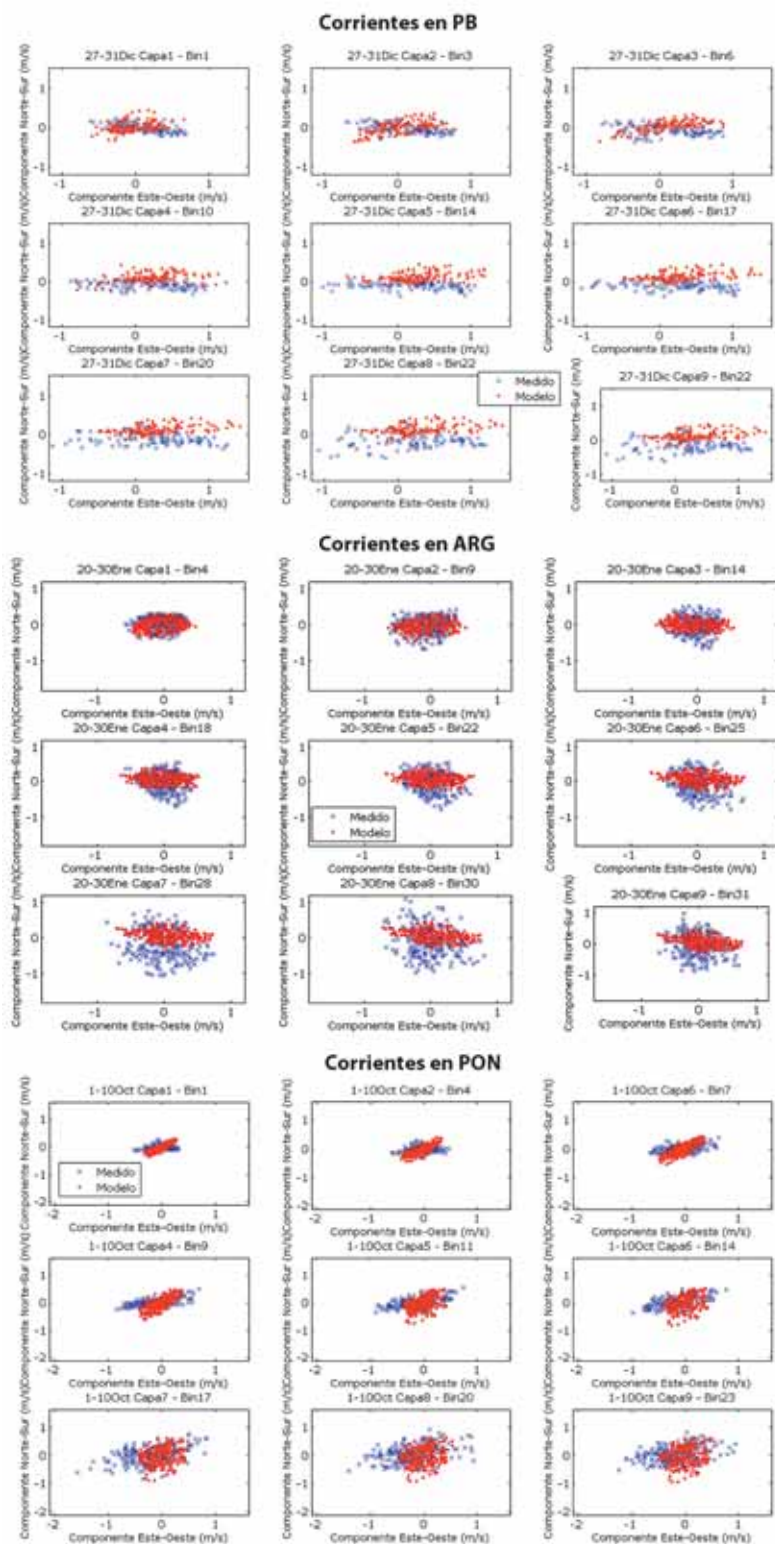


Figura 21. Comparación de las corrientes observadas (azul) y modeladas (rojo) en PB (panel superior), ARG (panel central) y PON (panel inferior). La ubicación de los puntos se muestra en la Fig. 6.

La Figura 22 presenta el estado final del espesor de la capa de fondo de sedimentos (después de un año de simulación). Para los casos de los ensayos LC_1, LC_2 y LC_3 se observan las mismas características de erosión/deposición en el Río de la Plata intermedio y exterior. Esto significa en esas regiones se deposita material en suspensión. Esta conclusión es confirmada por los resultados del ensayo sin erosión (LC_noERO). También se observa en los primeros tres ensayos una mayor cantidad de sedimentos depositados en el Río de la Plata superior, consistente con el mayor volumen descargado (el forzante del río Paraná fue mayor para el caso LC_1, luego para el LC_3 y finalmente para el LC_2). Una menor velocidad de caída (LC_WS) provoca una mayor permanencia en suspensión del sedimento, pero no lo suficientemente significativa.

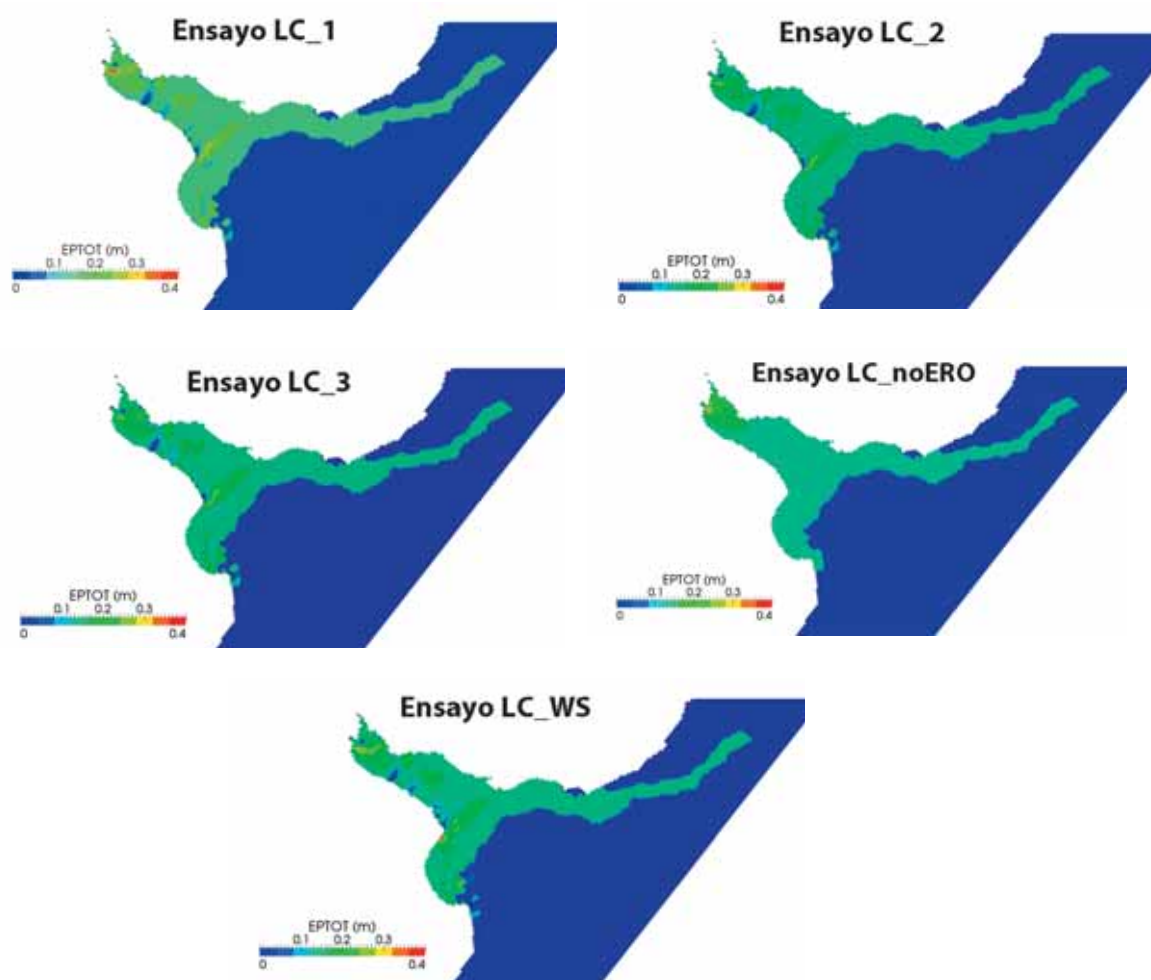


Figura 22. Espesor final de la capa de sedimentos de fondo para cada uno de los ensayos realizados (ver Tabla 3).

El patrón de transporte de sedimentos en suspensión a lo largo del tiempo muestra que en todos los casos excepto el LC_noERO el transporte de limos en suspensión en el Río de la Plata Superior ocurre entre los meses de febrero y junio, como respuesta del forzante del río Paraná (Fig. 10). Las zonas con mayor concentración de sedimentos en suspensión corresponden al Río de la Plata superior y las

PROYECTO FREPLATA - FFEM MODELADO NUMÉRICO Y MEDICIONES *IN-SITU* Y REMOTAS...

Claudia Simionato, Diego Moreira / Ismael Piedra-Cueva, Mónica Fossati / Mariano Re, Martín Sabarots Gerbet, Angel Menendez / Florence Cayocca

porciones norte y sur de la Bahía Samborombón, donde maximizan las corrientes de marea (Simionato *et al.*, 2004b). Como ejemplo, la Figura 23 muestra un instante significativo por cada mes de simulación del año 2002 para el caso LC_2. En el ensayo sin erosión LC_noERO (no mostrado), se distingue que el transporte por resuspensión sedimentos finos permanece prácticamente durante todo el año.

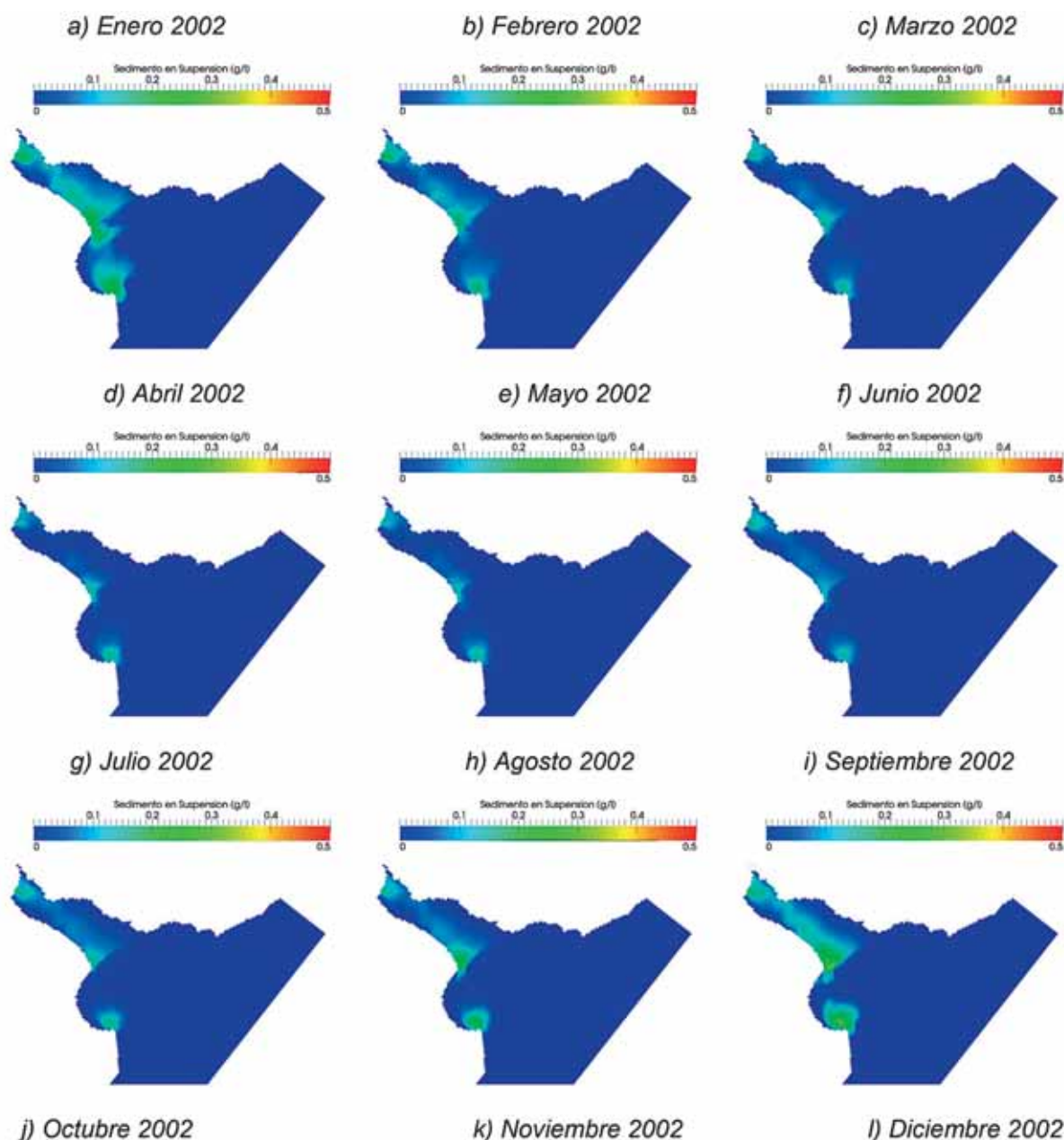


Figura 23. Material en suspensión en un instante significativo por cada mes en la simulación de la totalidad del año 2002 para el caso LC_2.

Una primera aproximación a una validación se muestra en la Figura 24, que presenta la envolvente de concentraciones simuladas en el eje del Río de la Plata versus datos observados y la curva de

interpretación anteriormente mencionada. Se destaca el buen acuerdo, sobre todo en el ensayo LC_1, en la simulación de esta variable mostrando consistencia en la hipótesis de los dos patrones del transporte de limos. En el ensayo de menor velocidad de caída (LC_WS), la mayor permanencia de los sedimentos en suspensión explica la amplitud mayor en la envolvente de concentración así como mayores concentraciones en la zona de erosión.

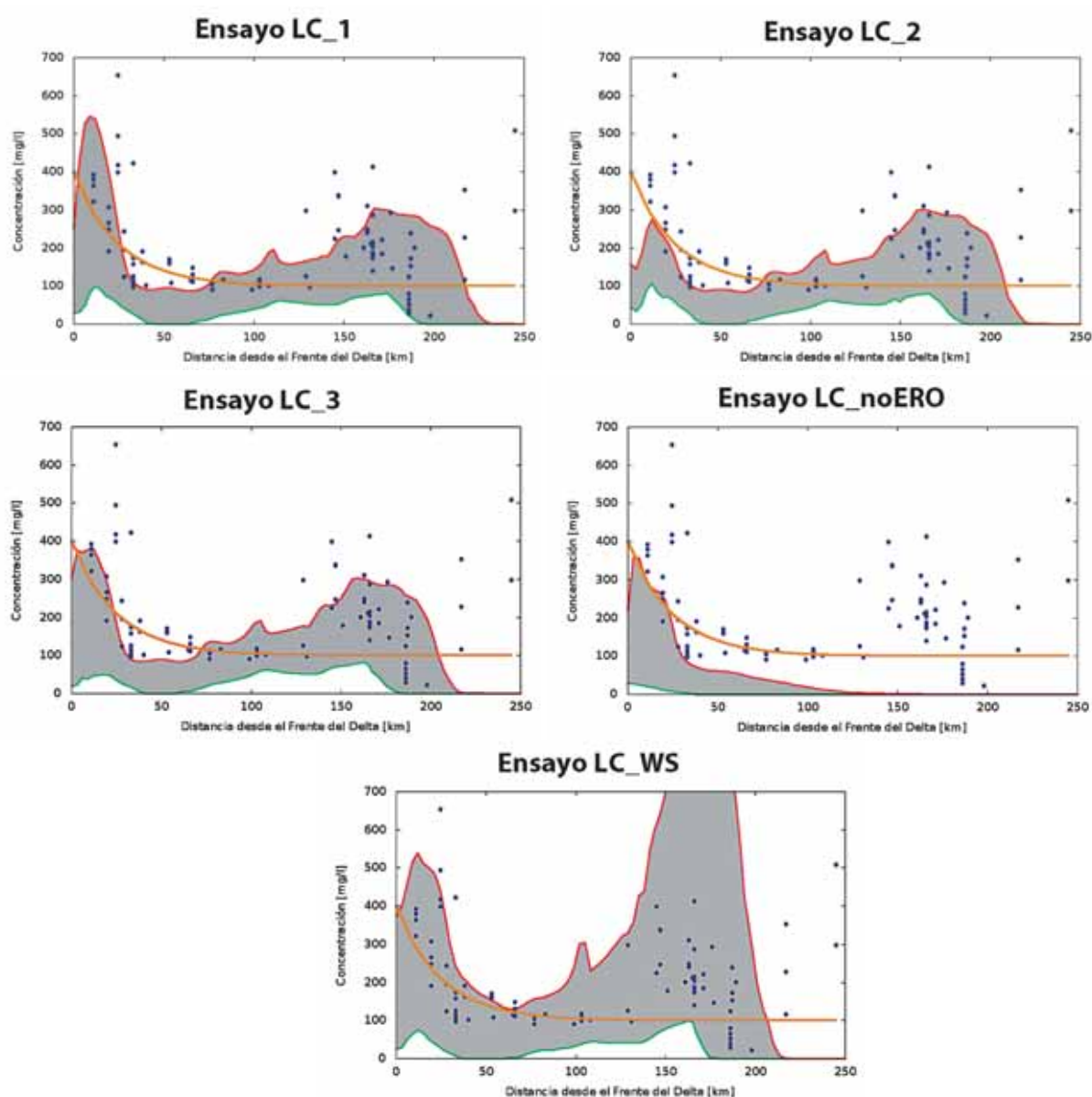


Figura 24. Corte longitudinal en el eje del Río de la Plata de la concentración de sedimentos en suspensión para cada uno de los ensayos realizados.

4. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

En el marco del proyecto “Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo: Prevención y Control de la Contaminación y Restauración de Hábitats” (PNUD/GEF/RLA/99/G31) y con financiamiento del Fondo Francés para el Medioambiente Global se está desarrollando un Proyecto entre instituciones argentinas, uruguayas y francesas, que tiene por finalidad la aplicación del modelo hidro-sedimentológico MARS de IFREMER para el Río de la Plata.

En este trabajo se discutió la implementación del modelo a la región y la calibración de su hidrodinámica (asociada a la descarga continental, las mareas y el viento) en base a las observaciones históricas disponibles. Este aspecto es central a los efectos de una adecuada simulación de la dinámica de los sedimentos finos en la región. Este trabajo requirió una cuidadosa definición de la batimetría, la línea de costa y las secciones equivalentes de los tributarios. Los resultados de las simulaciones, llevadas a cabo en una jerarquía de modelos anidados unidireccionalmente, fueron comparados con observaciones mareológicas, de corrientes y de salinidad y se realizaron análisis de sensibilidad a las parametrizaciones del modelo (fricción de fondo, coeficiente de arrastre del viento y turbulencia). Las comparaciones indican que los campos de altura y corrientes son poco sensibles a cambios en los parámetros, mientras que los campos de salinidad son sensibles a la parametrización de la turbulencia vertical. Los resultados obtenidos son satisfactorios, mostrando que el modelo es capaz de reproducir con el grado necesario de realismo los campos hidrodinámicos observados.

En este trabajo se discutieron, además, las primeras simulaciones de la concentración de sedimentos en el modelo, en las que se definieron dos variables de diferentes características según su velocidad de caída para representar el sedimento en la zona de estudio, arenas finas y arcilla. Para inicializar el fondo se consideró en cada celda un porcentaje de cada una de las componentes, determinado a partir de mediciones de campo de la composición del fondo en el Río de la Plata interior y medio. El aporte de caudal sólido por los principales tributarios (ríos Paraná y Uruguay) se definió en función de observaciones. Estos datos muestran que el principal aporte sólido ingresa al Río de la Plata por el Paraná Guazú, seguido por el aporte del Paraná de las Palmas. El aporte del río Uruguay es sustancialmente menor. Se realizaron cinco ensayos en los que se modificaron, una a una, las tres de las variables del problema (descarga sólida, velocidad de caída y constante de erosión), con el objetivo de estudiar la sensibilidad de la solución numérica. La simulación hidrodinámica no incluyó el accionar del viento, el que será incorporado en simulaciones futuras. Como herramienta de validación se utilizaron datos históricos de observación de sedimentos en suspensión en el Río de la Plata y una curva de interpretación del decaimiento de las concentraciones de sedimento en suspensión en el Río de la Plata Interior. Los resultados permiten distinguir dos patrones de transporte de sedimentos finos en suspensión en el Río de la Plata: la respuesta a las descargas en el Río de la Plata superior y el provocado por la resuspensión en el Río de la Plata intermedio y exterior. Se observó una concordancia razonable entre las concentraciones y las observadas para

el escenario control, aunque es indispensable realizar comparaciones con bases de observaciones directas. Además, debe aún incluirse el efecto del viento el cual, a través de las corrientes y las olas, juega sin duda un importante rol en la dinámica sedimentológica del Río de la Plata. Los resultados indican que es posible obtener una buena representación de la dinámica de sedimentos de gran escala considerando únicamente arenas finas y arcilla. Los resultados podrían tal vez mejorarse con la inclusión de una componente que represente los limos, ya que según los primeros resultados de las campañas de medición la fracción limo de los sedimentos en suspensión que se encuentran en el Río también sería relevante.

El enorme esfuerzo realizado en obtener nueva información de campo de variables hidrosedimentológicas (ver trabajo acompañante) permitirá avanzar en la modelación de la dinámica de sedimentos implementada en el modelo MARS. Actualmente se está comenzando a trabajar en este aspecto. Para la etapa de calibración final del modelo sedimentológico se utilizarán los datos obtenidos en las campañas de medición realizadas en el marco del Proyecto, que incluyen análisis granulométrico de muestras de fondo, series temporales de concentración de sedimentos en tres puntos del Río de la Plata interior y mediciones puntuales de perfiles de concentración de sedimento en suspensión en 26 estaciones distribuidas en la zona de interés. Además, serán utilizadas imágenes satelitales capturadas por el sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) que serán calibradas específicamente para la zona de interés. Además, es importante mencionar que será incorporado al sistema de modelación el campo de corrientes y de tensiones generadas por el oleaje. El mismo juega un rol importante en la resuspensión de los sedimentos, que debe considerarse en la modelación para lograr representar la naturaleza.

Dado el profundo impacto que los flujos de sedimentos y sus cambios tienen tanto para los habitantes de la región como para el ecosistema en general, los resultados de este Proyecto, además de contribuir a mejorar nuestro conocimiento de este importante sistema costero, serán de gran utilidad para otros investigadores y profesionales no sólo de la oceanografía sino de otras disciplinas (geólogos, biólogos, ambientalistas, ecólogos, ingenieros, etc.) para la evaluación de los múltiples impactos y para tomadores de decisión para propender a la conservación del sistema, a la mitigación de los cambios negativos y a un uso racional de los recursos vinculados al mismo.

5. AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue financiado por el Fondo Francés para el Medioambiente Global en el marco del Proyecto PNUD/GEF RLA/99/G31 "Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo: Prevención y Control de la Contaminación y Restauración de Hábitats" con la coordinación de la CARP y la CTMFM. Es también una contribución al ANPCyT PICT 2010-1831.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Bombardelli, F., Menéndez, A., Lapetina, M. y Montalvo, J., 1995. Estudio del impacto hidráulico del puente Buenos Aires-Colonia: informe n° 1, Ezeiza, LHA, 1995, LHA-141-01-95, 25pp.
- Brenon, I., 1997. Modelisation de la dynamique des sediments fins dans estuaire de la Seine. These de doctorat, Universite de Bretagne Occidentale.
- Cardini, J.C., Garea, M. y Campos, M.R., 2002. Modelación del transporte de sedimentos puestos en suspensión por actividades de dragado en el Río de la Plata, para la generación en tiempo real de pronósticos de afectación de áreas costeras. Anales del Congreso de Mecánica Computacional, Santa Fé-Paraná, Argentina, Octubre de 2002. Publicado por Mecánica Computacional, 21, 2325-2342.
- CARP, 1989. Estudio para la evaluación de la contaminación en el Río de la Plata. Comisión Administradora del Río de la Plata - ISBN N° 950-99583-0-1.
- Castellano, R., 1992. Estudio de las condiciones hidráulicas y sedimentológicas en las proximidades de Puerto Norte. Ezeiza, Laboratorio de Hidráulica Aplicada, 1992, LHA-S4-036-92, 19 pp.
- Castellano, R., 1993. Estudio de las condiciones hidráulicas y sedimentológicas en las proximidades de la ex-ciudad deportiva de Boca Juniors, Ezeiza, Laboratorio de Hidráulica Aplicada, 1993, LHA-S4-037-92, 22pp.
- Castellano, R., Grande, A., Haspert, C. y Moreno, B., 2002. Análisis de desplazamiento de materiales en la costa de Punta Carrasco (Ciudad de Buenos Aires): Informe técnico de asesoramiento, Ezeiza, Laboratorio de Hidráulica, LHA-220-01-02, 44pp.
- Cugier, P. y Le Hir, P., 2000. Modelisation 3D des matieres en suspension en Baie de Seine orientale (Manche, France). C. R. Acad. Sci. Paris, 331, 287-294.
- Cugier, P. y Le Hir, P., 2002. Development of a 3D hydrodynamic model for coastal ecosystem modelling, application to the plume of the Seine river (France), Estuarine Coastal and Shelf Science, 55, 673-695.
- Depetris, P. J. y Griffin J. J., 1968. Suspended load in the Río de la Plata drainage basin. Sedimentology 11: 53-60.
- D'Onofrio, E., Fiore, M. y Romero, S., 1999. Return periods of extreme water levels estimated for some vulnerable areas of Buenos Aires. Continental Shelf Research 19: 1681-1693.
- Framiñán, M. B., Etala, M. P., Acha, E. M., Guerrero, R. A., Lasta, C. A. y Brown, O. B., 1999. Physical characteristics and processes of the Río de la Plata Estuary, in Estuaries of South America: Their morphology and dynamics. Edited by Perillo, G.M.E, M.C. Piccolo and M. Pino Quivira. Springer. Berlín, 161-194.
- Foreman, M.G.G., 1977. Manual for Tidal Heights Analysis and Prediction. Patricia Bay, Sidney, B.C., Canada: Institute of Ocean Science, Pacific Marine Science Report 77-10, 97p.

- Le Hir, P., Bassoullet, P. y Jestin, H., 2001. Application of the continuous modeling concept to simulate high-concentration suspended sediment in a macrotidal estuary, Coastal and estuarine fine sediment transport processes, W.H. McAnally and Metha A.J. Eds., Elsevier, Amsterdam, 229-247.
- Fossati, M. y Piedra-Cueva, I., 2006. Modelación tridimensional de la circulación en el Río de la Plata. XXII Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Ciudad Guayana, Venezuela.
- Garnier, V. y Tessier, C., 2008. Mars_Agrif2_V6.22 MARS Manual.
- Gaspar, P., Gregoris, Y. y Lefevre, J.M., 1990, A simple eddy kinetic energy model for simulations of the oceanic vertical mixing: tests at station papa and long-term upper oceanic vertical mixing, J.Geophys.Res., C95(c9), 16179-16193.
- Glorioso, P.D. y Flather, R.A., 1995. A barotropic model of the currents off SE South America. Journal of Geophysical Research, 100, 13427-13440.
- Glorioso, P.D. y Flather, R.A., 1997. The Patagonian Shelf tides. Progress in Oceanography, 40, 263-283.
- Jaime, P., Menéndez, A., Uriburu Quirno, M. y Torchio, J., 2002. Análisis del régimen hidrológico de los ríos Paraná y Uruguay. Informe LHA 05-216-02.
- Kalnay, E., Kanamitsu, M., Kistler, R., Collins, W., Deaven, D., Gandin, L., Iredell, M., Saha, S., Walt, G., Woollen, J., Zhu, Y., Chelliah, M., Ebisuzaki, W., Higgins, W., Janowiak, J., Mo, K.C., Ropelewski, C., Wang, J., Leetmaa, A., Reynolds, R., Jenne, R. y Joseph, D., 1996: The NCEP/NCAR 40-Year reanalysis project. Bulletin of the American Meteorological Society 77, 437-471.
- Krone, R.B., 1962. Flume studies of the transport of sediment in estuarial shoaling processes, Final Report, Hydraulic Engineering Laboratory and Sanitary Engineering Research Laboratory, University of California.
- Piedra-Cueva, I., Fosatti, M. y Ezzatti, P., 2005. Modelación hidrosedimentológica del Río de la Plata, con énfasis en el frente de turbidez máxima que se ubica en la zona de Montevideo. Proyecto DINACYT/DICYT/ CONICYT, 2005.
- Large, W.G. y Pond, S., 1981, Open ocean momentum flux measurements in moderate to strong winds, J. Phys. Oceanogr., 11, 324-336.
- Lazure, P. y Dumas, F., 2008. An external-internal mode coupling for a 3D hydrodynamical model for applications at regional scale (MARS). Advances in Water Resources 31, 233-250.
- Lazure, P., Garnier, V., Dumas, F., Herry, C. y Chifflet, M., 2009. Development of a hydrodynamic model of the Bay of Biscay. Validation of hydrology. Continental Shelf Research, 29(8), 985-997.
- López Laborde, J.; 1987. Distribución de sedimentos superficiales de fondo en el Río de la Plata Exterior y Plataforma adyacente. Investigación en Oceanología, 1, 19-30.
- Lyard, F., Lefèvre, F., Letellier, T. y Francis, O., 2006. Modelling the global ocean tides: modern insights from FES2004. Ocean Dynamics, 56, 394-415.
- Meccia, V. L., 2008. Estudios de la circulación forzada por el viento en el estuario del Río de la Plata y sus implicancias en la estratificación: resultados del análisis de datos y simulaciones numéricas. Tesis

PROYECTO FREPLATA - FFEM MODELADO NUMÉRICO Y MEDICIONES *IN-SITU* Y REMOTAS...

Claudia Simionato, Diego Moreira / Ismael Piedra-Cueva, Mónica Fossati / Mariano Re, Martín Sabarots Gerbet, Angel Menendez / Florence Cayocca

- Doctoral, Universidad de Buenos Aires, Argentina, 151 pp.
- Meccia, V.L., Simionato, C.G., Fiore, M.M.E. D'Onofrio, E. y Dragani, W.C., 2009. Sea surface height variability in the Río de la Plata estuary from synoptic to inter-annual scales: results of numerical simulations. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 85(2), 327-343.
- Mechoso, C. R., y Perez-Iribarren, G., 1992: Streamflow in south- eastern South America and the Southern Oscillation. *J. Climate*, 5, 1535–1539.
- Mellor, G. L. y Yamada, T., 1982: Developement of a turbulence closure model for geophysical fluid problems, *Rev. Geophys. Space Phys.*, 20, 851-875.
- Menéndez, A.N. y Re, M., 2009. Modelación Hidro-Sedimentológica del Río de la Plata: Modelo Conceptual y Forzantes, Informe LHA 03-296-09, Agosto.
- Metha, A.J., McAnally, W.H., 2008, Fine-Grained Sediment Transport, in *Sedimentation Engineering: Processes, Measurements, Modeling, and Practice*, Garcia, M.H. Ed., Chapter 4, pp. 253-306.
- Muller, H., Dumas, F., Blanke, B y Mariette, V., 2007. High-resolution atmospheric forcing for regional oceanic model: the Iroise Sea. *Ocean Dynamics*, 57, 4-5.
- Ottman, F. y Urien, C.M., 1966. Sur quelques problemes sedimentologiques dans le Río de la Plata. *Revue de Géographie Physique et Géologie Dynamique* 8 : 209-224.
- Parker, G., Cavalloto, J. L., Marcolini, S. y Violante, R., 1986a. Los registros acústicos en la diferenciación de sedimentos subácueos actuales (Río de la Plata). 1er Reunión de Sedimentología Argentina, 32-44.
- Parker, G., Cavalloto, J. L., Marcolini, S. y Violante, R., 1986b. Transporte y dispersión de los sedimentos actuales del Río de la Plata (análisis de texturas). 1er Reunión de Sedimentología Argentina, 38-41.
- Parthenaides, E., 1962. A study of erosion and deposition of cohesive soils in salt water, PhD thesis, University of California.
- Piedra-Cueva, I., Terra, R., Cazes, G., Fossati, M., Fernández, M., Santoro, P., 2008. Modelo Preoperacional del Río de la Plata Río Uruguay . Informe final del proyecto PDT S/C/OP/70/01.
- Plus, M., Dumas, F., Stanisiere, J-Y y Maurer, D., 2009. Hydrodynamic characterization of the Arcachon Bay, using model-derived descriptors. *Continental Shelf Research*, 29 (8), 1008-1013.
- Re, M., Menéndez, A.N., Amsler, M.L., 2009, Metodología para la generación de series temporales de descarga sólida de los ríos Paraná de las Palmas y Paraná Guazú. Cuarto Simposio Regional sobre Hidráulica de Ríos, RIOS 2009, Salta, Argentina, Noviembre.
- Robertson, A.W. y Mechoso, C.R., 1998. Interannual and decadal cycles in river flows of southeastern South America. *Journal of Climate* 11, 2570-2581.
- Shepard, F.P., 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios: *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 24, p. 151-158.
- Simionato, C. G., Nuñez, M. N. y Engel, M. 2001. The Salinity Front of the Río de la Plata – a numerical case study for winter and summer conditions. *Geophysical Research Letters* 28(13): 2641-2644.
- Simionato, C. G., Dragani, W., Meccia, V. y Nuñez, M. N., 2004a. A numerical study of the

- barotropic circulation of the Río de La Plata Estuary: sensitivity to bathymetry, earth rotation and low frequency wind variability. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 61: 261-273.
- Simionato, C. G., W. Dragani, M. N. Nuñez y M. Engel. 2004b. A set of 3-D nested models for tidal propagation from the Argentinean Continental Shelf to the Río de la Plata Estuary -Part I M2. *Journal of Coastal Research* 20: 893-912.
- Simionato, C.G., Meccia, V.L., Dragani, W.C. y Nuñez, M.N., 2005a. Barotropic tide and baroclinic waves observations in the Río de la Plata Estuary. *Journal of Geophysical Research* 110, C06008.
- Simionato, C.G., Vera, C. y Siegmund, F., 2005b. Surface wind variability on seasonal and interannual scales over Río de la Plata area. *Journal of Coastal Research* 21(4), 770-783.
- Simionato, C.G., Meccia, V.L., Dragani, W.C., Guerrero, R.A. y Nuñez, M.N., 2006a. The Río de la Plata estuary response to wind variability in synoptic to intra-seasonal scales: Barotropic response. *Journal of Geophysical Research* 111, C09031.
- Simionato, C.G., Meccia, V., Dragani, W. y Nuñez, M.N., 2006b. On the use of the NCEP/NCAR surface winds for modeling barotropic circulation in the Río de la Plata estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. (70), 195-206.
- Simionato, C.G., Meccia, V.L., Guerrero, R.A., Dragani, W.C. y Nuñez, M.N., 2007. Río de la Plata estuary response to wind variability in synoptic to intraseasonal scales: 2. Currents' vertical structure and its implications for the salt wedge structure. *Journal of Geophysical Research* 112.
- Simionato, C.G., Berastegui, A., Meccia, V., Acha, M. y Mianzán, H., 2008. Short time-scale wind forced variability in the Río de la Plata Estuary and its role on ichthyoplankton retention. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 76(2), 211-226.
- Simionato, C.; Meccia, V. y Dragani, W.; 2009. On the path of plumes of the Río de la Plata estuary main tributaries and their mixing scales. *GEOACTA*, 34, 87-116.
- Simionato, C.G., Luz Clara Tejedor, M., Campetella, C., Guerrero, R. y Moreira, D., 2010. Patterns of sea surface temperature variability on seasonal to sub-annual scales at and offshore the Río de la Plata estuary. *Continental Shelf Research*, 30, 1983-1997, doi:10.1016/j.csr.2010.09.012
- Smagorinsky, J., 1963, General circulation experiments with the primitive equations: I – The basic experiment, *Mon. Weather Rev.*, 91, 99-164.
- Urien, C. M. 1972. Río de la Plata Estuary environments. *Geol. Soc. of Amer. Memoirs* 133: 213-234.
- Waeles, B., 2005. Modelisation morphodynamique de l'embouchure de la Seine. These de doctorat, Université de Caen/Basse-Normandie.

Proyecto FREPLATA – FFEM Modelado numérico y mediciones *in situ* y remotas de las transferencias de sedimentos finos a través del Río de la Plata

Parte c: Análisis de observaciones satelitales MODIS de sedimentos en suspensión y clorofila-a

CLAUDIA SIMIONATO¹, DIEGO MOREIRA

¹claudias@cima.fcen.uba.ar

Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA/UBA-CONICET) y Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (DCAO), FCEN, Universidad de Buenos Aires, Argentina

FLORENCE CAYOCCA, FRANCIS GOHIN

Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER), Francia

RESUMEN: En el marco del proyecto "Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo: Prevención y Control de la Contaminación y Restauración de Hábitats" (PNUD/GEF/RLA/99/G31) y con financiamiento del Fondo Francés para el Medioambiente Global, instituciones argentinas, uruguayas y francesas, están colaborando en un estudio que tiene por finalidad la observación, comprensión y modelado de la dinámica de los sedimentos finos en el Río de la Plata. En este contexto, IFREMER puso a disponibilidad del Proyecto observaciones MODIS calibradas a Materiales Minerales o Inorgánicos en Suspensión y Clorofila-a mediante el algoritmo OC5 desarrollado especialmente para aguas altamente turbias, como las del Río de la Plata. Aunque las observaciones satelitales de color están fuertemente contaminadas por la

presencia de nubes, las mismas proveen datos con alta resolución espacial (1 km), que permiten obtener una visión sinóptica de las variables y analizar su variabilidad espacio-temporal. En este trabajo se realiza un análisis estadístico de los datos mencionados para concentración de sedimentos inorgánicos en suspensión y clorofila-a en el Río de la Plata para el período 10 de julio de 2002 a 16 de junio de 2010, se describen los patrones característicos en la escala estacional y se discuten sus potenciales forzantes.

PALABRAS CLAVE: Río de la Plata, sedimentos, clorofila-a, observación remota, MODIS, OC5.

SUMMARY: FREPLATA – FFEM PROJECT NUMERICAL MODELING AND *IN SITU* MEASUREMENTS OF THE FINE SEDIMENT

**TRANSFERS THROUGH THE RÍO DE LA PLATA.
PART C: ANALYSIS OF MODIS SATELLITE
OBSERVATIONS OF SUSPENDED SEDIMENTS
AND CHLOROPHYLL-A:**

In the frame of the Project: "Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo: Prevención y Control de la Contaminación y Restauración de Hábitats" (PNUD/GEF/RLA/99/G31) and funded by the French Fund for the Global Environment (FFEM), institutions from Argentina, Uruguay and France cooperate in a study which aim is the observation, understanding and modeling of the fine sediments dynamics in the Río de la Plata. In this context, IFREMER provided to the Project, MODIS observations calibrated to Inorganic Suspended Matters and Chlorophyll-a

with the OC5 algorithm, especially formulated for highly turbid waters, as those of the Río de la Plata. Even though color satellite observations are highly contaminated by clouds, they provide high spatial resolution data (1 km), what permits a synoptic view of the variables and the analysis of their spatial-temporal variability. In this paper, a statistical analysis of the above mentioned inorganic sediments and chlorophyll-a observations is done for the period July 10th 2002 to June 16th 2010, the characteristic patterns in the seasonal scale are described and their potential forcings are discussed.

KEY WORDS: Río de la Plata, sediments, chlorophyll-a, remote observations, MODIS, OC5.

1. INTRODUCCIÓN

Es posible observar muchos parámetros de la capa superficial del océano desde el espacio. Algunos de ellos son el contenido de clorofila-a y la concentración de material inorgánico en suspensión. El fitoplancton contiene pigmentos de clorofila que absorben la luz preferentemente en el azul. El material inorgánico en suspensión refleja y absorbe la luz, modificando las propiedades ópticas del agua. Utilizando esas propiedades, instrumentos a bordo de diversos satélites, como SeaWiFS (Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor), MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) y MERIS (Medium Resolution Imaging Spectrometer), han realizado durante muchos años mediciones de color que pueden ser calibradas a las variables mencionadas. El sensoramiento remoto proporciona la oportunidad de observar estas variables con una frecuencia relativamente alta. Aunque las observaciones satelitales de color están altamente contaminadas por la presencia de nubes, las mismas proveen datos con alta resolución espacial, que permiten obtener una visión sinóptica de las variables y analizar su variabilidad espacio-temporal.

PROYECTO FREPLATA - FFEM MODELADO NUMÉRICO Y MEDICIONES IN-SITU Y REMOTAS...

Claudia Simionato, Diego Moreira / Florence Cayocca, Francis Gohin

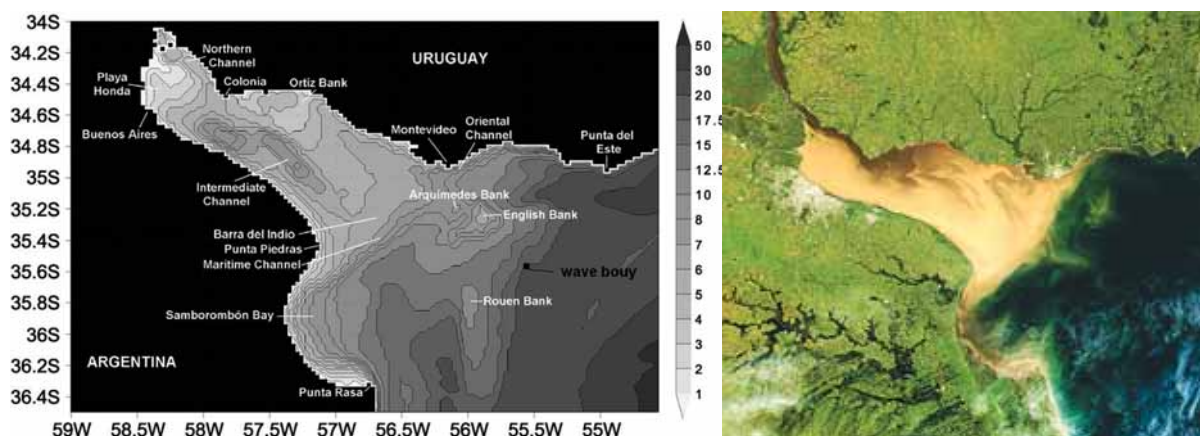


Figura 1. Izquierda: características batimétricas del Río de la Plata y referencias geográficas (adaptado de Simionato *et al*, 2004a). El punto negro indica la posición de la boya de Hidrovía que mide olas. Derecha: imagen MODIS del Río de la Plata para el 27 de abril de 2002, mostrando la alta turbidez del sistema.

En regiones altamente turbias, como el Río de la Plata (Figura 1), la calibración de las imágenes satelitales de color se convierte en un desafío, dado que los algoritmos convencionales que se utilizan en aguas claras tienden a fallar. IFREMER (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer) desarrolló el algoritmo OC5 (Gohin *et al*, 2002) que pone particular atención al efecto del material inorgánico en suspensión en las estimaciones del contenido de clorofila-a a partir de observaciones satelitales. Definido para dar resultados similares al algoritmo estándar OC4 en aguas claras, el OC5 ha probado ser eficiente en más de 10 años de datos de SeaWiFS, MODIS y MERIS en la mayor parte de las condiciones observadas en la Bahía de Biscaya, el Canal Inglés, el sur del Mar del Norte y el Mar Mediterráneo Occidental. El desempeño del algoritmo es evaluado de modo continuo a través de datos *in situ*.

En el marco del proyecto "FREPLATA Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo: Prevención y Control de la Contaminación y Restauración de Hábitats" (PNUD/GEF/RLA/99/G31) y con financiamiento del Fondo Francés para el Medioambiente Global (FFEM), instituciones argentinas, francesas y uruguayas colaboran en un proyecto internacional que tiene por objetivo comprender y modelar las transferencias de sedimentos finos en el Río de la Plata. En este contexto, IFREMER puso a disposición de las instituciones participantes datos diarios de concentración de sedimentos en suspensión y clorofila-a para el Río de la Plata, calibrados con el algoritmo OC5. Estos datos tienen una resolución espacial de 1 km y cubren un período de tiempo largo, de 2002 al presente. En el marco del proyecto FREPLATA-FFEM se están adquiriendo, además, observaciones *in situ* de variables hidrosedimentológicas (ver trabajo acompañante) que permitirán a futuro una recalibración local de las observaciones remotas mencionadas.

En este trabajo se realiza un análisis estadístico de los datos mencionados para concentración de sedimentos inorgánicos en suspensión y clorofila-a en el Río de la Plata para el período 10 de julio

de 2002 a 16 de junio de 2010, se describen los patrones característicos en la escala estacional y se discuten sus potenciales forzantes.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

A los efectos del color del océano, los sensores miden la radianza en el tope de la atmósfera en diferentes longitudes de onda en el espectro visible, entre 400 y 700 nm (Saulquin *et al*, 2010). La contribución de la atmósfera se remueve primero de la radianza en el tope de la atmósfera a través de un proceso conocido como corrección atmosférica (Gordon y Wang, 1994) para obtener la radianza saliente (L_w). Luego las L_w s son expresadas en condiciones estándar respecto del Sol (Sol en el cenit) en ausencia de la atmósfera y corregidas por efectos bidireccionales (dependencia del ángulo de observación y efectos de anisotropía del agua de mar, Morel *et al*, 2002), para obtener las radianzas salientes normalizadas ($nLws$). Desde el punto de vista óptico, además del agua pura, el espectro de las $nLws$ está determinado por la concentración de otros tres componentes (IOCCG, 2000): pigmentos, tales como la clorofila-a, sustancias amarillas disueltas (conocidas en la bibliografía especializada como CDOM o gelbstoff) y material inorgánico en suspensión. Para derivar la concentración de clorofila-a a partir de $nLws$ se utilizan algoritmos empíricos y/o analíticos. En el océano abierto y aguas claras (o aguas Tipo 1), hoy en día se considera que los algoritmos son precisos. En áreas costeras, donde la concentración del material en suspensión y las sustancias amarillas puede ser grande (definidas como aguas Tipo 2), la inversión que se utiliza para calcular las concentraciones a partir de las $nLws$ es más compleja. Una de las cuestiones más importantes en las aguas Tipo 2 proviene de la corrección atmosférica, que puede conducir a $nLws$ negativas. IFREMER ha definido el algoritmo OC5 dedicado a aguas Tipo 2 (Gohin *et al*, 2008), basado en tablas simples pero robustas que proporcionan una correspondencia empírica entre las $nLws$ y la concentración de clorofila (Gohin *et al*, 2002). Una vez que se determina la concentración de clorofila, el material inorgánico en suspensión, que se define como el material en suspensión no relacionado con fitoplancton vivo ni muerto, se estima a partir de la radianza a 555 nm mediante la inversión de un modelo semi-analítico (Gohin *et al*, 2005).

En este trabajo se analizan productos MODIS OC5 con una resolución de 1 km correspondientes al período 10 de julio de 2002 a 16 de junio de 2010 provistas al Proyecto FREPLATA-FFEM por IFREMER a través del Servidor <http://www.ifremer.fr/nausicaa2/rioplata>. Debe notarse, consecuentemente, que el primero y último años de observaciones no están completos.

La Figura 2 muestra el número de observaciones disponibles para la concentración de sedimentos inorgánicos en suspensión (izquierda) y clorofila-a (derecha) durante el período mencionado. Debe tenerse en cuenta que, por su naturaleza, el sensor MODIS es incapaz de realizar observaciones en presencia de nubes y que los algoritmos de calibración desarrollados por IFREMER son válidos dentro de cierto rango de valores. Cuando la turbidez (o color observado por el satélite) excede un valor límite

no puede ser, por lo tanto, convertida a concentraciones y es procesada como dato ausente. Como consecuencia, el número de observaciones válidas en las regiones media y superior del Río de la Plata (altamente turbias) tiende a ser pequeño, mientras que maximiza en su parte externa y la Plataforma Continental. En general, el número de observaciones válidas en las porciones media e interior del Río es inferior a 300, mientras que se dispone de aproximadamente el triple para la parte externa.

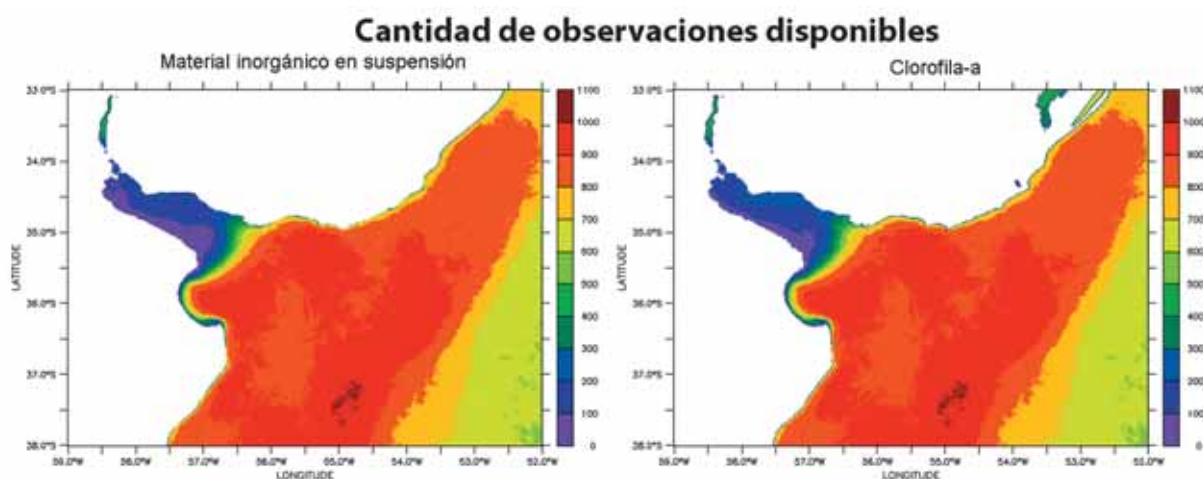


Figura 2. Cantidad de observaciones MODIS disponibles de material inorgánico en suspensión (izquierda) y clorofila-a (derecha) para el período 10 de julio de 2002 a 16 de junio de 2010

2. RESULTADOS

2.1 SEDIMENTOS EN SUSPENSIÓN

La Figura 3 muestra, para el total de observaciones, el valor medio (izquierda) y el desvío estándar (derecha) de la concentración de sedimentos inorgánicos en suspensión (en unidades de $10^{-3} \text{ kg m}^{-3}$). Los siguientes patrones emergen claramente de la figura:

- La concentración media de materiales en suspensión maximiza en la parte media e interior del Río de la Plata, particularmente a lo largo de su costa sur, mientras que a lo largo de la costa norte los valores son sensiblemente menores. Así, en la porción media e interior del Río hay un marcado gradiente norte-sur de la concentración de sedimentos, con valores que superan los $70 \times 10^{-3} \text{ kg m}^{-3}$ a lo largo de la costa Argentina y menores que $50 \times 10^{-3} \text{ kg m}^{-3}$ a lo largo de la costa uruguaya.
- Un máximo secundario de concentración parece asociarse a la porción sur de la Bahía Samborombón, al norte de Punta Rasa y el mismo presenta gran variabilidad (altos valores de desvío estándar).
- En la región que se encuentra aguas abajo de la Barra del Indio (aproximadamente siguiendo la línea Punta Piedras-Montevideo) se observa un marcado gradiente de concentración. A lo

largo de esta región los valores caen de máximos que superan los $100 \times 10^{-3} \text{ kg m}^{-3}$ a cero en pocos kilómetros.

- La mayor variabilidad (mayor desvío estándar) se asocia a la región ubicada al norte de Punta Piedras.

La zona de máxima concentración media de sedimentos en suspensión a lo largo de la costa argentina (panel izquierdo de la Fig. 3) coincide en gran medida con la región en la que se dispone de menor cantidad de observaciones (panel izquierdo de la Fig. 2). Esto puede llevar a pensar que el patrón hallado no es real, sino una consecuencia de promediar un número de observaciones mucho menor. No obstante, el hecho de que la variabilidad (panel derecho de la Fig. 3) no maximiza en la misma región sugiere que el patrón probablemente sea real.

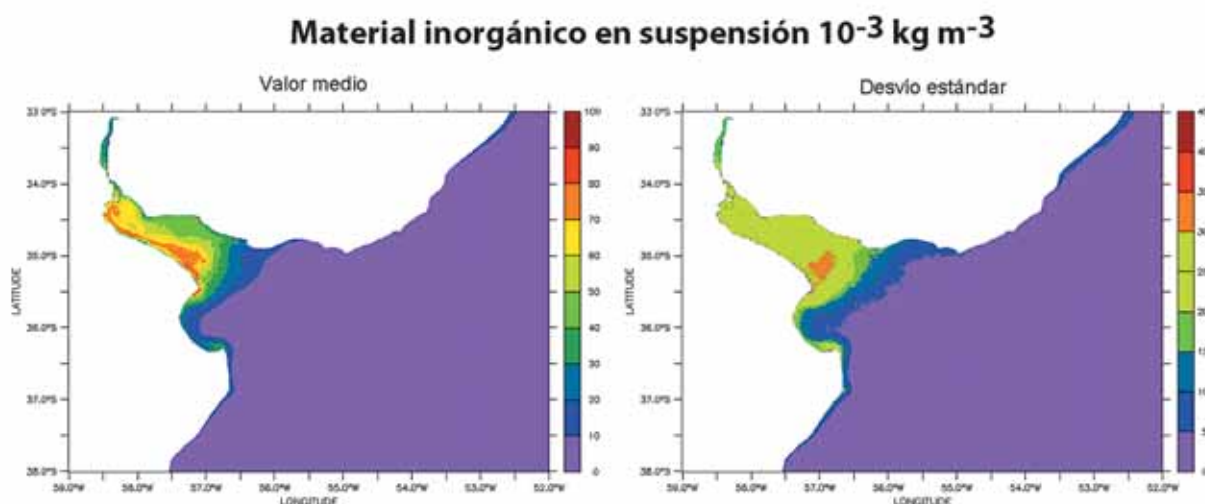


Figura 3. Valor medio (izquierda) y desvío estándar (derecha) de la concentración de material inorgánico en suspensión para el período 10 de julio de 2002 a 16 de junio de 2010. Nótese que las escalas de las figuras son diferentes.

La máxima concentración de sedimentos en suspensión que se observa a lo largo de la costa Argentina y en proximidades de Punta Rasa parece asociarse con mayores corrientes de marea y no con la descarga sólida de los ríos. El mayor aporte de material inorgánico al Río de la Plata (descarga sólida) ingresa a través del Río Paraná, aproximadamente $160 \times 10^6 \text{ ton año}^{-1}$ de sedimentos, de los cuales 45 millones (25%) corresponden a arcillas, 90 millones (60%) a limos y 25 millones (15%) a arenas (Menéndez y Sarubbi, 2007). El aporte del Río Uruguay es significativamente menor. Las aguas del Río Paraná ingresan al Río de la Plata a través de dos regiones principales: el Paraná de las Palmas, en la parte sur del Río superior, en proximidades de Buenos Aires, y el Paraná Guazú, más al norte, cerca de la desembocadura del Río Uruguay. Por este último afluente ingresa aproximadamente el 70% de la descarga líquida del Paraná y, consecuentemente, de descarga sólida (Bombardelli *et al* 1995).

Simionato *et al* (2009) muestran que las plumas asociadas a los tres tributarios principales (Uruguay, Guazú y Palmas) tienden a mantenerse aproximadamente separadas a lo largo del curso de las aguas

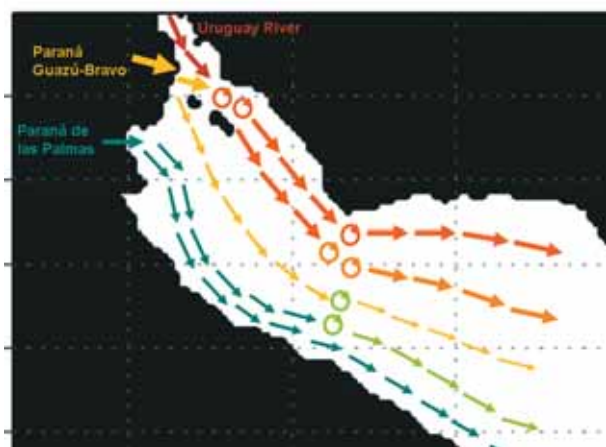


Figura 4. Representación esquemática del camino de las plumas de los principales tributarios al Río de la Plata. Mientras que las aguas del Paraná de las Palmas fluyen por el sur, siguiendo la costa sur, las aguas del Paraná Guazú-Bravo y Uruguay se mezclan en parte después de la confluencia y fluyen a lo largo de la costa norte. Parte de las aguas del Paraná Guazú-Bravo fluyen entre las otras dos masas, particularmente cuando la descarga del Uruguay es alta. Adaptado de Simionato et al (2009).

en el Río de la Plata superior (Figura 4). Así, la costa sur del Río superior y medio está fundamentalmente afectada por aguas del Paraná de las Palmas y la costa norte por aguas del Uruguay. Las aguas del principal aportante de material sólido al sistema (Paraná Guazú) tienden a ocupar la porción central del canal. Por lo tanto, no parece haber una relación directa entre el ingreso de material sólido en suspensión al sistema y la concentración media en superficie que muestra la Figura 3.

La Figura 5, reproducida de Simionato *et al* (2004) muestra las elipses de marea (panel superior), el flujo de energía (panel inferior izquierdo) y la disipación energética por fricción de fondo (panel inferior derecho) en el Río de la Plata, para la componente Lunar Principal Semidiurna (M_2), derivadas de simulaciones numéricas.

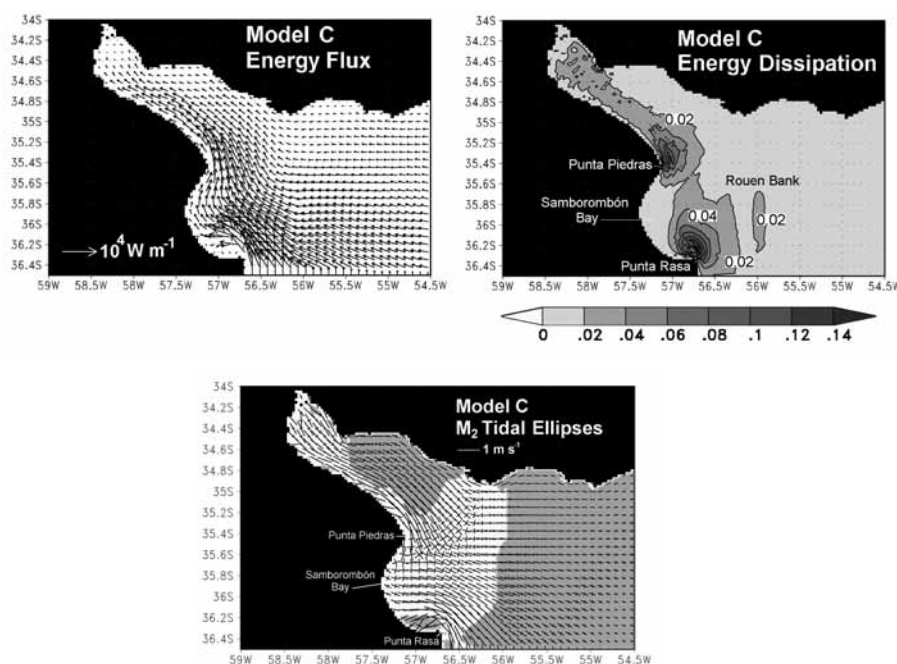


Figura 5. Arriba, elipses de marea para la componente M_2 , derivadas de observaciones numéricas. Abajo: vectores flujo de energía de la componente de marea M_2 en $W m^{-1}$ (panel izquierdo) y contornos de la tasa de disipación energética de la componente M_2 de marea por fricción de fondo en $W m^{-2}$ (panel derecho). Reproducido de Simionato *et al* (2004).

Como en el Río de la Plata la marea no es forzada astronómicamente, sino que propaga libremente como una onda de Kelvin forzada en su boca, ésta tiene máxima amplitud a lo largo de la costa sur y mínima a lo largo de la costa norte. Consecuentemente a lo largo de la costa sur las corrientes de marea son mayores (panel superior de la Fig. 5) y podrían ser las responsables de resuspender el sedimento en mayor medida dando lugar al patrón de concentración medio observado en la Fig. 3. Nótese la marcada similitud de las regiones con concentración máxima que muestra la Fig. 3 y la distribución geográfica de las zonas de mayor disipación energética de marea por fricción de fondo que se observa en el panel inferior derecho de la Fig. 5. Estas no sólo se extienden a lo largo de la costa sur del Río de la Plata medio y superior, sino que las máximas corrientes de marea se asocian a las regiones próximas a Punta Piedras y Punta Rasa, que son aquellas donde la concentración de sedimentos también es máxima (Fig. 3).

El gran gradiente de concentración en dirección paralela al eje del canal observado en proximidades de la Barra del Indio (Fig. 3) se asocia geográficamente con la región del frente de salinidad de fondo (ver por ejemplo, Guerrero *et al*, 1997; FREPLATA 2005). Aquí, la reducción en la concentración media de sedimentos parece asociarse con la deposición por efectos de floculación. Nótese que ésta es la región donde la variabilidad en la concentración de sedimentos en superficie es máxima (panel derecho de la Fig. 3). Esto es probablemente un resultado del efecto del viento, que produce desplazamientos de la pluma de agua dulce (y por lo tanto del frente de salinidad de fondo) en la escala sinóptica del viento (Simionato *et al*, 2006, 2007; Meccia *et al*, 2008) y, en consecuencia, migraciones frecuentes de la región donde se produce la floculación y decantación.

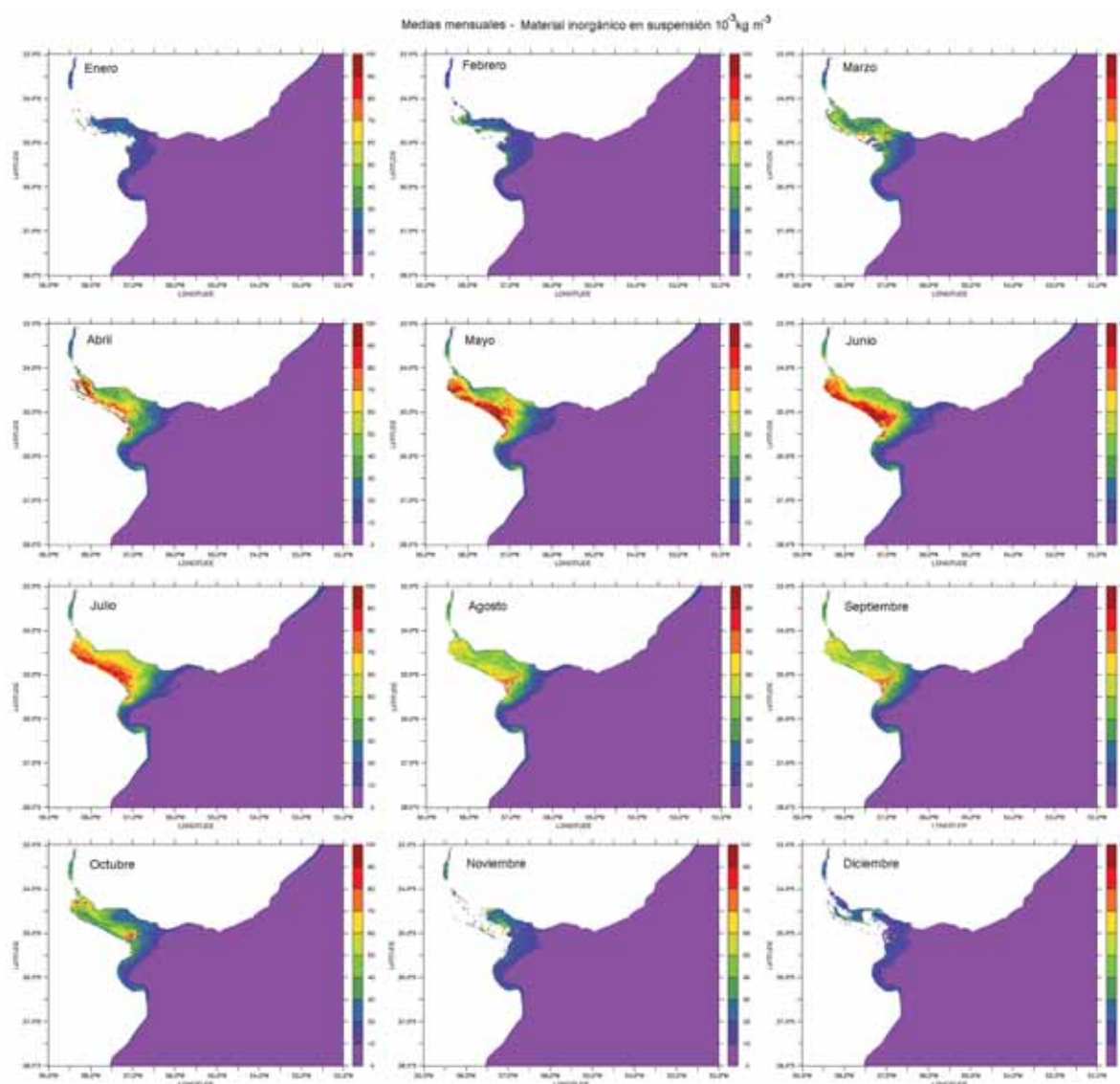


Figura 6. Valor medio de la concentración de sedimentos inorgánicos en suspensión en el Río de la Plata para cada mes del año, estimados sobre los datos MODIS disponibles para el período 2002-2010.

La Figura 6 muestra el valor medio de la concentración de sedimentos inorgánicos en suspensión en el Río de la Plata para cada mes del año, estimados sobre los datos MODIS disponibles para la totalidad del período 2002-2010. Se desprende de la figura, que durante los meses de verano (diciembre a febrero especialmente) el número de observaciones válidas es menor que durante el resto del año. No obstante, los datos parecen mostrar la ocurrencia de un ciclo estacional, con un máximo de la concentración de sedimentos a lo largo de la costa argentina del Río de la Plata hacia fines del otoño y comienzos del invierno.

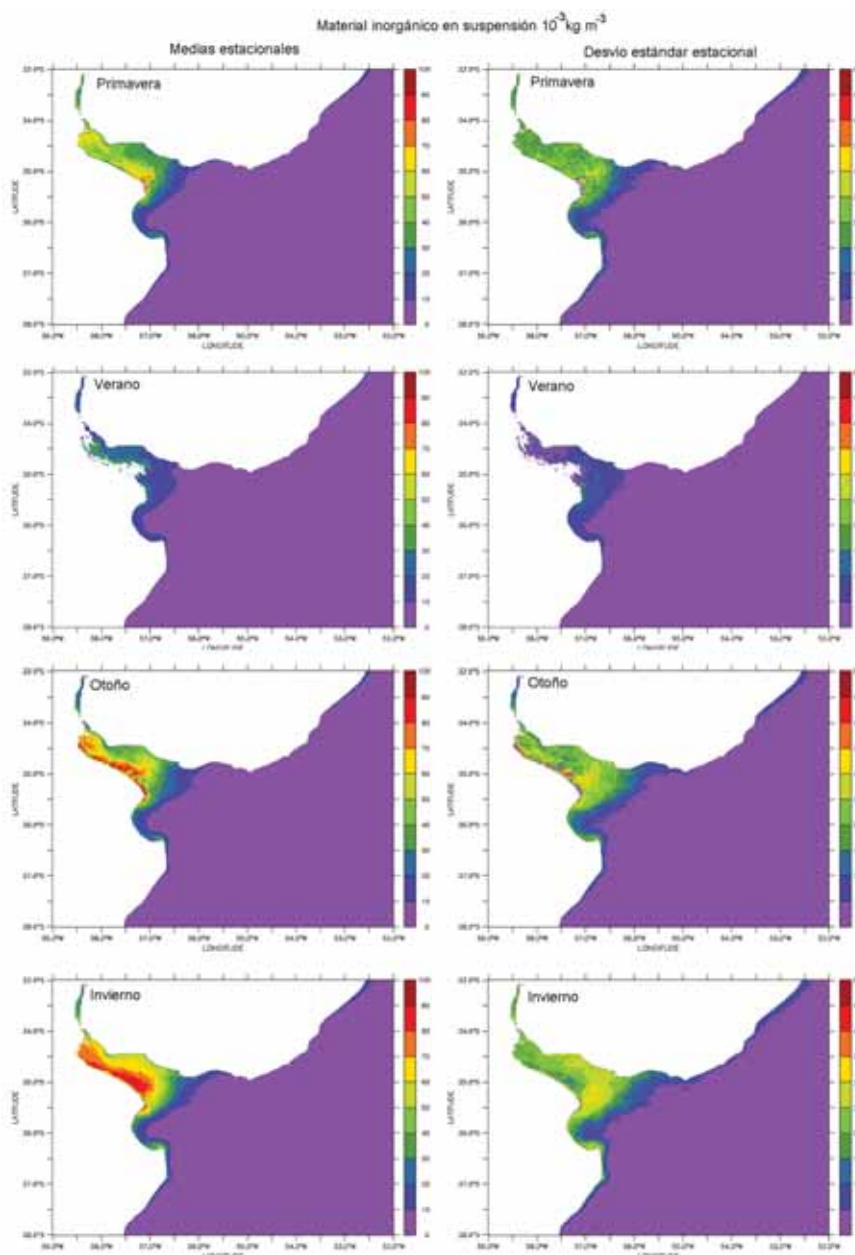


Figura 7. Valor medio (izquierda) y desvío estándar (derecha) de la concentración de sedimentos inorgánicos en suspensión en el Río de la Plata para cada estación del año, estimados sobre los datos MODIS disponibles para el período 2002-2010. Nótese que las escalas de las figuras son diferentes.

A lo largo de todos los meses del año los resultados indican que la variabilidad, o desvío estándar (no mostrado), tiende a ser mayor en la región del frente de salinidad de fondo. Aguas afuera de esta región se observa cómo las aguas con concentraciones entre 10 y $20 \times 10^{-3} \text{ kg m}^{-3}$ (azul en la figura) pivotan de la costa norte a la sur de invierno a verano. Este desplazamiento parece ser consecuencia de la variación estacional de la posición media del frente de salinidad forzada por el viento (Guerrero et

al, 1997; Simionato *et al*, 2001). En primavera y verano, los vientos son predominantemente del este y noreste (Simionato *et al*, 2005) y, por lo tanto, el frente de salinidad se retrae en promedio hacia la costa argentina; a lo largo de la costa norte, se produce en consecuencia penetración de aguas más salinas de origen oceánico. Esto se refleja en la Fig. 6, como una disminución durante los meses cálidos de la concentración de sedimentos en suspensión en la región próxima a Montevideo y un aumento del área turbia al sur, particularmente en la Bahía Samborombón. En otoño e invierno los vientos son mucho más variable y la media tiene una ligera componente del sudoeste (Simionato *et al*, 2005). Durante estas estaciones, entonces, el frente de salinidad se extiende en promedio hacia la costa uruguaya. A lo largo de la costa sur se produce, por lo tanto, una mayor influencia de aguas más salinas, de origen oceánico. Esto se refleja en la Fig. 6 como un aumento durante los meses fríos de la concentración de sedimentos en suspensión en la región próxima a Montevideo y una disminución del área turbia al sur.

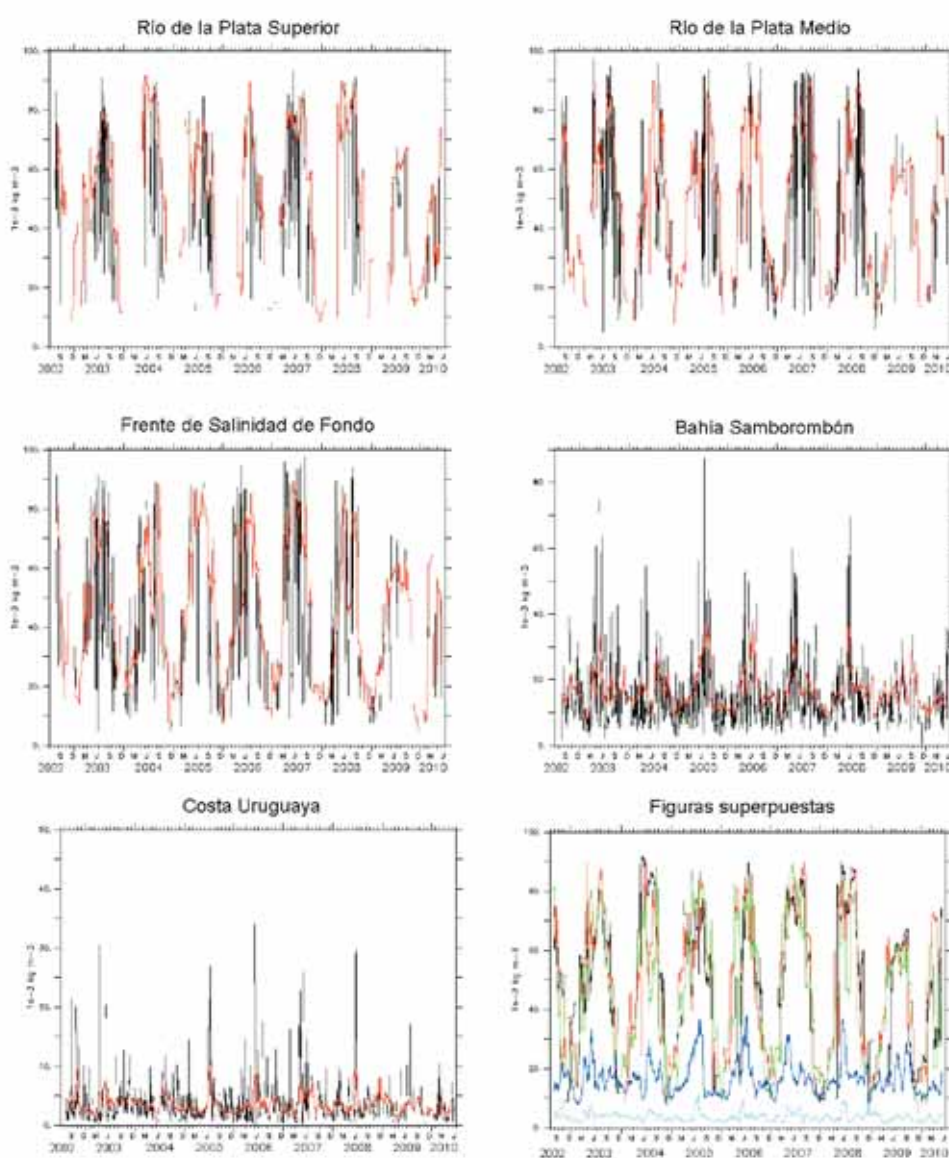


Figura 8. Valor medio diario de la concentración de sedimentos inorgánicos en suspensión (negro) computado sobre distintas regiones características del Río de la Plata. Las líneas rojas muestran un promedio móvil de 30 días. Nótese que las escalas de las figuras son diferentes. El panel inferior derecho muestra las curvas suavizadas correspondientes a las 5 regiones superpuestas.

Dado el bajo número de observaciones disponibles, se decidió recalcular los promedios y desvíos estándar sobre las estaciones del año, definidas como primavera (septiembre-octubre-noviembre), verano (diciembre-enero-febrero), otoño (marzo-abril-mayo) e invierno (junio-julio-agosto). Los resultados se muestran en la Figura 7. Aunque el número de observaciones sigue siendo insuficiente para determinar la media de verano, la ocurrencia de un ciclo estacional en la concentración de sedimentos a lo largo de la costa sur del Río y el pivote de las regiones de baja concentración de la costa sur a la norte entre el verano y el invierno son más claros. Asimismo, esta figura muestra con claridad la asociación entre la concentración de sedimentos inorgánicos en el Río de la Plata superior, y su fuente principal a través de los diversos brazos del Río Paraná. En particular, la concentración de sedimentos a lo largo de la costa norte del Río superior es muy baja, en correspondencia con la región de influencia de las aguas relativamente menos turbias del Río Uruguay (Fig. 4).

Para verificar y observar más claramente los posibles ciclos estacionales detectados en las figuras 6 y 7, se calcularon medias espaciales de los valores diarios para cinco regiones diferentes del Río de la Plata:

- Región 1: Río de la Plata superior, región comprendida entre 58.5° W - 58.° W y 34.7° S - 34.2° S
- Región 2: Río de la Plata intermedio, región comprendida entre 57.4° W - 56.9° W y 35.2° S - 34.7° S
- Región 3: Frente de salinidad de fondo, región comprendida entre 57.2° W - 56.8° W y 35.4° S - 35.° S
- Región 4: Bahía Samborombón, región comprendida entre 57.4° W - 57.° W y 36.1° S - 35.7° S
- Región 5: Costa uruguaya, región comprendida entre 55.2° W - 54.8° W y 35.2° S - 34.8° S

Los resultados se muestran en la Figura 8, en la que las líneas negras muestran los valores calculados para cada día de observación, mientras que las líneas rojas muestran un promedio móvil sobre 30 días. El panel inferior derecho de la figura muestra los valores suavizados computados para las cinco regiones mencionadas superpuestos. Surge de la Fig. 8 que el ciclo estacional está presente en cada región y en fase en todos los casos. Es una señal sumamente robusta en todas las regiones analizadas con excepción de la costa uruguaya, donde el mismo es débil.

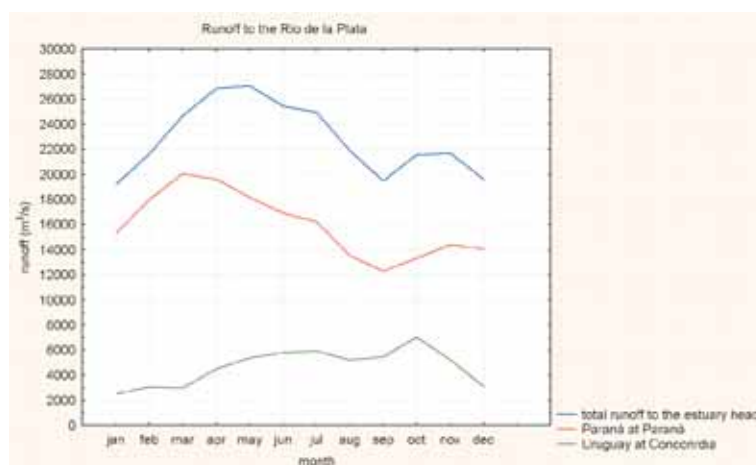


Figura 9. Caudales medios mensuales de los ríos Paraná (en rojo) y Uruguay (en verde). La curva azul muestra el aporte líquido total de estos dos ríos al Río de la Plata.

Una pregunta que no tiene una respuesta evidente es qué produce el ciclo estacional en la concentración de los sedimentos inorgánicos en suspensión que se observa en las figuras 7 y 8 a lo largo de la costa argentina en el Río de la Plata medio y superior. Un simple análisis de la descarga continental muestra que los ciclos mencionados en los sedimentos no parecen correlacionarse con dicha variable. En efecto, la Figura 9 muestra las medias mensuales de los caudales de los ríos Paraná en rojo y Uruguay en verde; la curva azul muestra el aporte líquido total de estos dos ríos al Río de la Plata. Se observa en la figura que ni el caudal total ni el de ninguno de los dos principales tributarios muestran un ciclo en fase con el observado en la descarga.

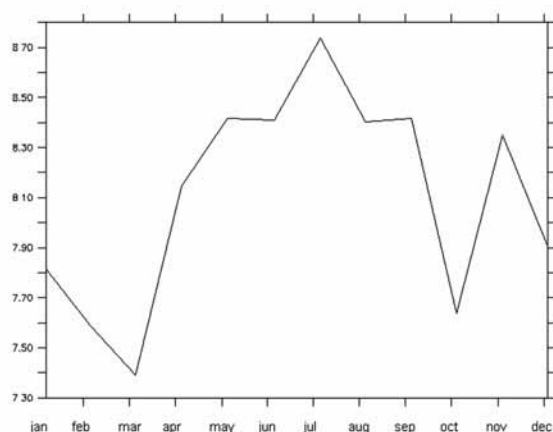


Figura 10. Intensidad media del viento a 10 metros para cada mes del año sobre el Río de la Plata.

Con el fin de analizar otros potenciales forzantes del ciclo estacional observado en el Río de la Plata superior y medio a lo largo de la costa argentina, se exploraron los vientos de los reanálisis del National Center for Environmental Prediction / National Center for Atmospheric Research (NCEP/NCAR) (Kalnay *et al*, 1996). Se calculó la velocidad media del viento a 10 metros de altura para cada mes del año para el período 2003-2009 sobre los puntos de agua de los reanálisis sobre la zona comprendida entre 52.5° W a 60° W y 37° S a 32.5° S. En este caso se decidió trabajar sobre los años completos del período de observaciones de sedimentos en suspensión, con el fin de evitar posibles sesgos sobre los resultados asociados con la estacionalidad de los vientos. Se computó la velocidad media del viento y no el promedio de vectores, a fin de evitar que la situación propia de invierno de alta variabilidad en la dirección del viento sesgue los resultados a valores irrealmente menores de intensidad media del viento durante esa estación. Los resultados se muestran en la Figura 10. Esta indica la ocurrencia de un ciclo en la velocidad media del viento, que parece aumentar sus valores en invierno y reducirlos en verano. La intensidad del viento podría tener un impacto en los sedimentos en suspensión a través de las olas, cuya altura sería mayor en invierno, produciendo mayor resuspensión y, por lo tanto, una mayor concentración de sedimentos suspendidos en superficie a lo largo de esa estación.

Con el fin de analizar a partir de observaciones la posibilidad de que el régimen de olas experimente cambios a lo largo del año, se analizó la serie de datos de ola de Hidrovía. Estos son los únicos datos

de largo período de olas direccionales para la región y fueron colectados durante 1996 y 2009 con un registrador de datos Datawell Waverider fondeado en el Río de la Plata Exterior a 35°40' S y 55°50' W (Fig. 1), aproximadamente 90 km al este de la Bahía Samborombón. El instrumento fue programado para medir registros de 20 minutos del nivel del mar con un intervalo de muestreo de 0.5 s cada 2 horas y 40 minutos. El registro tiene numerosos faltantes, uno de ellos de más de un año (de octubre de 2003 a noviembre de 2004), tres de ellos de ocho meses de longitud (marzo 1998 a octubre de 1998; noviembre de 1998 a junio de 1999; noviembre de 2008 a junio de 2009) y otros seis de diferente duración (dos de ellos de siete meses). Los períodos de adquisición de datos y faltantes se muestran en la Figura 11.

En el análisis debe tenerse en cuenta que los datos disponibles corresponden al Río de la Plata exterior y, por lo tanto, podrían no ser representativos de la variabilidad de las olas en las regiones media e interior del estuario. No obstante, por el momento, son los únicos datos de largo período disponible y el análisis podría proporcionar pistas acerca de los procesos que ocurren en la región, por lo que se decidió llevarlo a cabo. La Figura 12 muestra la frecuencia de ocurrencia de olas de las diferentes direcciones para cada mes del año, determinada a partir de la totalidad de los datos disponibles.

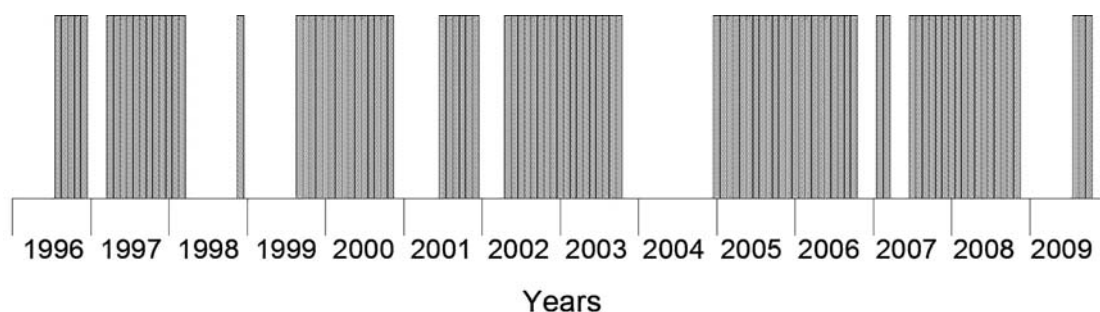


Figura 11. Períodos de adquisición de datos de olas con la boya Datawell. Las barras grises indican meses en los que se adquirieron más del 90% de los datos en ese mes. De Dragani *et al* (2010).

Un análisis de la figura revela que:

- Las olas en el Río de la Plata exterior son principalmente del sur, sudeste y este, probablemente debido a la geometría de la costa.
- Las olas de todas las otras direcciones son poco frecuentes y su frecuencia es similar a lo largo del año.
- Las olas del este reducen su frecuencia en otoño/invierno, mientras que las olas del sudeste aumentan su frecuencia durante ese período.
- La frecuencia de las olas del sur se mantiene aproximadamente constante a lo largo del año.

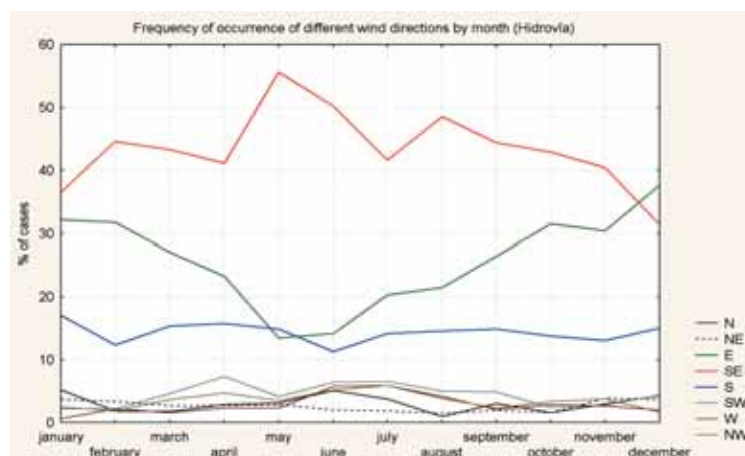


Figura 12. Frecuencia de ocurrencia de olas de las diferentes direcciones para cada mes del año. Los datos analizados son observaciones *in situ* colectadas en el Río de la Plata exterior (el sitio está indicado en la Fig. 1).

Se calculó, además, la altura significativa y el período de las olas a lo largo de los diferentes meses del año en función de su dirección. Los resultados (no mostrados) indican que:

- El período de las olas con direcciones entre el este y el sur es significativamente mayor que el de las olas que propagan desde otras direcciones; esto se vincula con la geometría de la costa.
- La altura significativa de las olas, especialmente las que propagan de direcciones entre el este y el sur es mayor que el de las olas de otras direcciones.
- Las olas provenientes del sudoeste y el oeste aumentan su altura significativa durante la estación fría.
- La altura significativa de las olas aumenta en general en el otoño y el invierno y se reduce en la primavera y el verano.

Así, los resultados indican que durante el invierno hay un aumento de la altura significativa de las olas y que éstas son más frecuentemente del sudeste, dirección para la cual el período es máximo. Si se asume que las olas del sudeste probablemente sean las más efectivas en alcanzar el estuario superior, el aumento de su frecuencia y altura durante el invierno podría explicar el aumento de la concentración de sedimentos inorgánicos en suspensión observada durante esta estación. Para probar esta hipótesis o descartarla es necesario disponer de datos de largo período en el interior del estuario y proceder a su análisis.

3.2 CLOROFILA-A

La Figura 13 muestra el valor medio de la concentración de clorofila-a (panel izquierdo) y su desvío estándar (panel derecho) computado sobre el total de las observaciones MODIS disponibles para el período 2002-2010. Los siguientes patrones emergen claramente de la figura 13.

- La concentración media de clorofila-a maximiza aguas afuera de la Barra del Indio y a lo largo de la costa uruguaya, mientras que es sensiblemente menor en el estuario medio y superior.
- La concentración es mayor en la región de influencia del Río de la Plata y se reduce a valores de muy bajos a nulos en aguas oceánicas.
- La variabilidad (desvío estándar) es máxima a lo largo de la costa uruguaya.

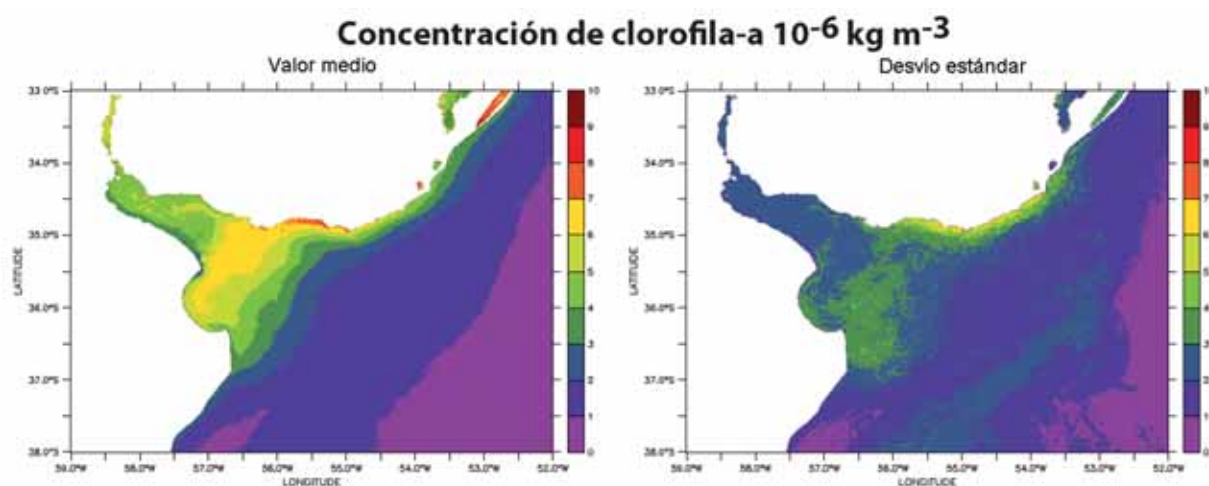


Figura 13. Valor medio (izquierda) y desvío estándar (derecha) de la concentración de clorofila-a para el período 10 de julio de 2002 a 16 de junio de 2010.

Desde el punto de vista físico hay varias razones que pueden justificar las observaciones mencionadas. A saber:

- La clorofila-a probablemente maximice en el área de influencia del Río de la Plata debido a que las mismas contienen un alto aporte de nutrientes de origen continental.
- La clorofila-a parece aumentar su concentración justamente en la región donde disminuye rápidamente la concentración de sedimentos inorgánicos, aguas afuera de la Barra del Indio (ver Fig. 3). Esto puede estar estrechamente vinculado con la disponibilidad de luz. Esto a su vez probablemente explique los bajos valores de turbidez observados en el Río de la Plata superior.
- La máxima variabilidad en la concentración de clorofila-a se observa a lo largo de la costa uruguaya, donde los estudios hidrodinámicos (ver por ejemplo, Simionato *et al*, 2006, 2007; Meccia *et al*, 2008) indican que la variabilidad de la circulación es máxima. En este sentido, es probable que la concentración de clorofila-a aumente en la región mencionada cuando las aguas altamente ricas en nutrientes de origen continental impactan las mismas y se reduzca cuando las aguas oceánicas avanzan sobre la región, dando lugar a la alta variabilidad observada en la Figura 13.

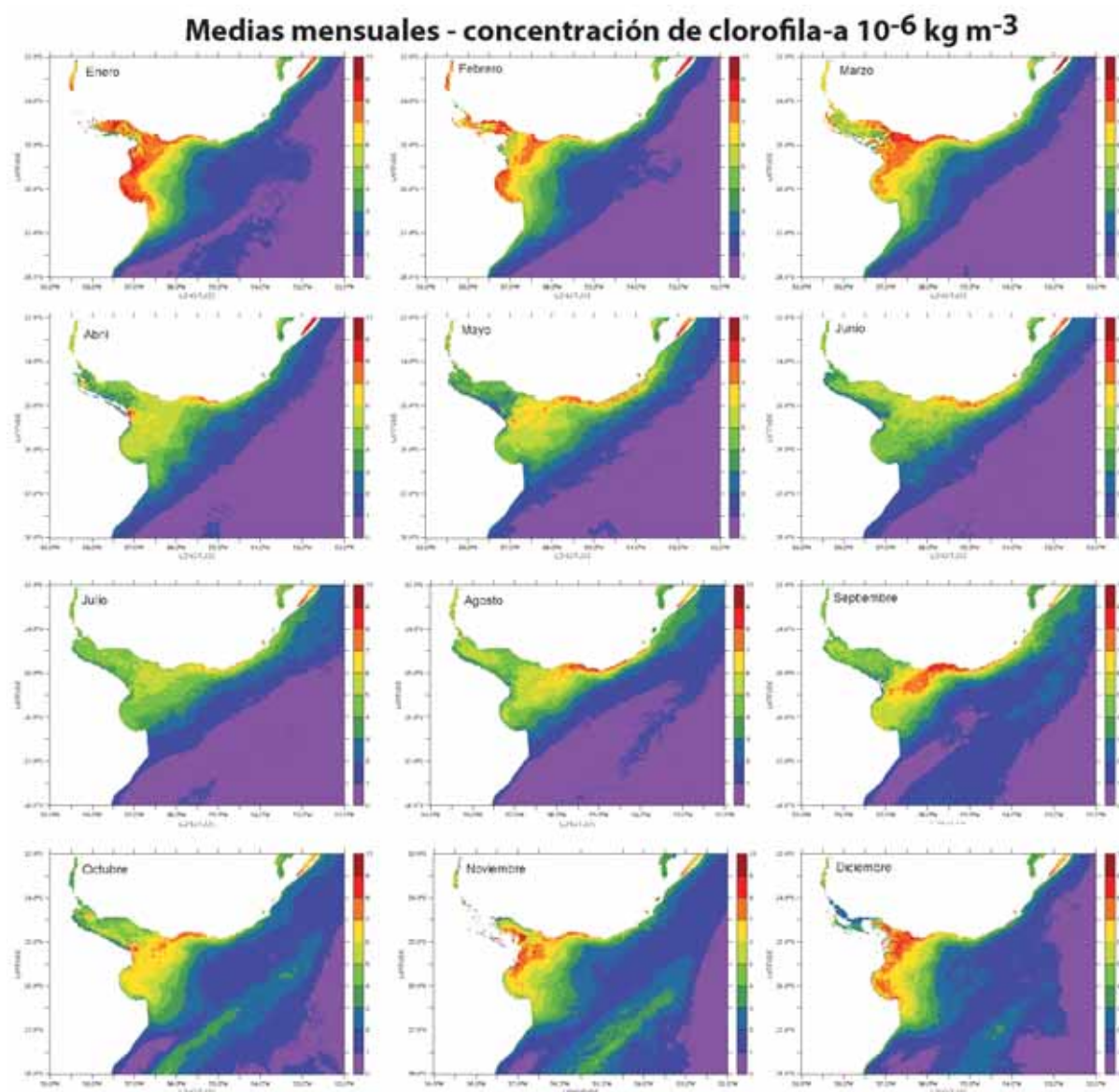


Figura 14. Valor medio de la concentración de clorofila-a en el Río de la Plata para cada mes del año, estimado sobre los datos disponibles para el período 2002-2010. Las unidades son $10^{-6} \text{ kg m}^{-3}$.

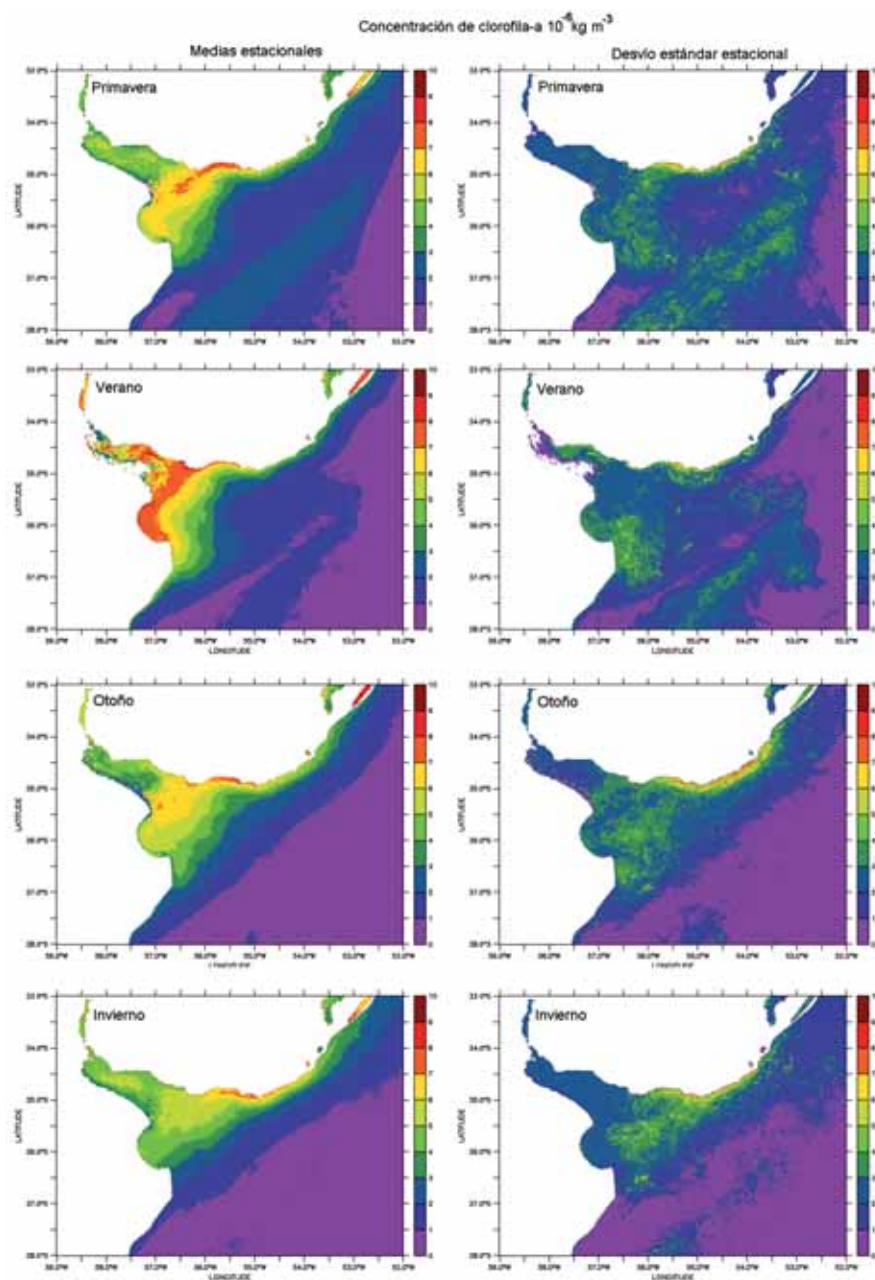


Figura 15. Valor medio (izquierda) y desvío estándar (derecha) de la concentración de clorofila-a en el Río de la Plata para cada estación del año, estimados sobre los datos MODIS disponibles para el período 2002-2010.

Con el fin de estudiar la posibilidad de ocurrencia de un ciclo estacional en la concentración de clorofila-a en el Río de la Plata, se computaron las medias mensuales de las concentraciones sobre la totalidad de las observaciones disponibles para el período 2002-2010. Los resultados se muestran en la Figura 14. Se desprende de la figura, que durante los meses de verano (diciembre a febrero especialmente) el número de observaciones válidas es menor que durante el resto del año. No obstante, los datos parecen mostrar la ocurrencia de un ciclo estacional, con un máximo de la concentración de clorofila-a aguas afuera de la Barra del Indio hacia enero y un mínimo en la

concentración en el Río en julio. A lo largo de todos los meses del año, los resultados (no mostrados) indican que la variabilidad tiende a maximizar a lo largo de la costa uruguaya. Se observa en la Fig. 14 cómo las aguas con mayores concentraciones de clorofila-a pivotan de la costa norte a la sur de invierno a verano, siguiendo el movimiento estacional de las aguas superficiales. Este desplazamiento parece ser consecuencia de la variación estacional de la posición media del frente de salinidad (Guerrero *et al*, 1997; Simionato *et al*, 2001) forzada por el viento. En primavera y verano, los vientos son predominantemente del este y noreste (Simionato *et al*, 2005) y, por lo tanto, el frente de salinidad se retrae en promedio hacia la costa argentina; a lo largo de la costa norte, se produce

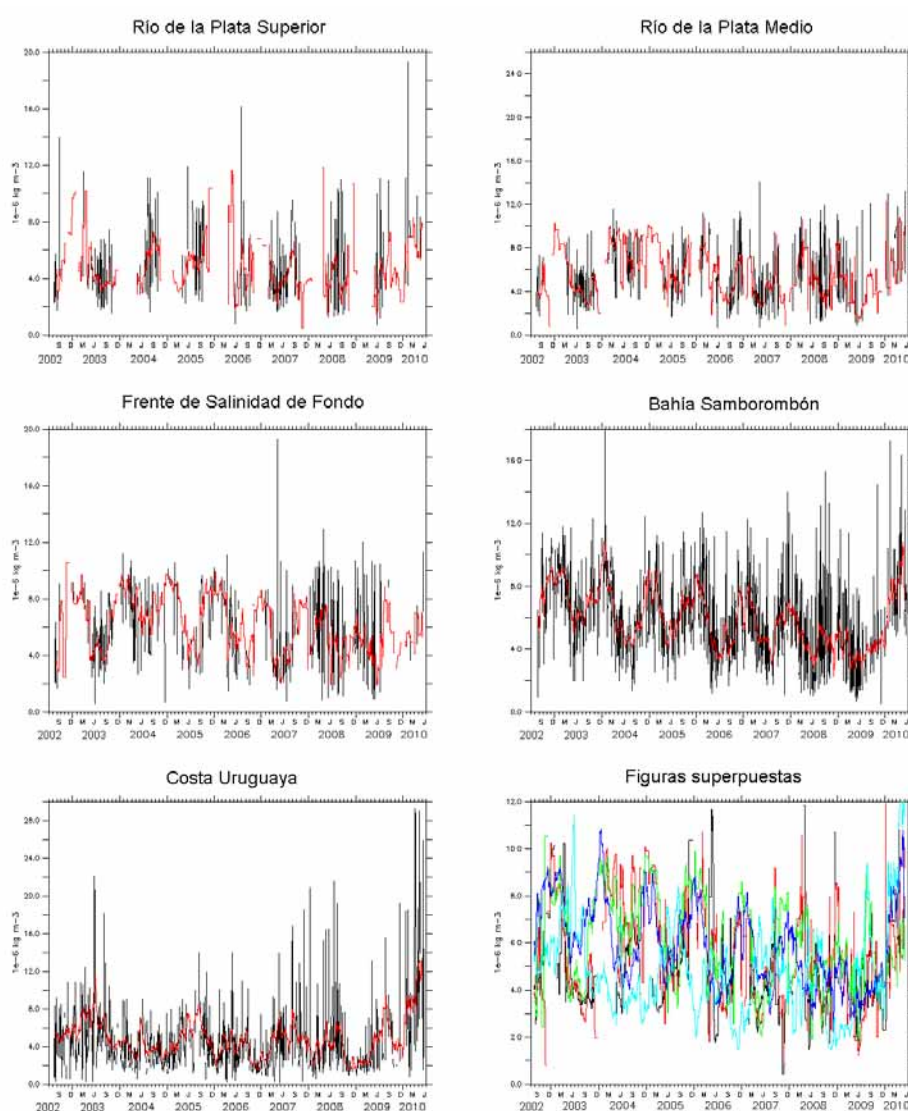


Figura 16. Valor medio diario de la concentración de clorofila-a (negro) computado sobre distintas regiones características del Río de la Plata. Las líneas rojas muestran un promedio móvil de 30 días. Nótese que las escalas de las figuras son diferentes. El panel inferior derecho muestra las curvas suavizadas correspondientes a las 5 regiones superpuestas.

en consecuencia penetración de aguas más salinas de origen oceánico. Esto se refleja en la Fig. 14, como una disminución durante los meses cálidos de la concentración de clorofila-a en la región próxima a Montevideo y un aumento del área de alta concentración al sur, particularmente en la Bahía Samborombón. En otoño e invierno los vientos son mucho más variables y la media tiene una ligera componente del sudoeste (Simionato *et al*, 2005). Como consecuencia, durante estas estaciones el frente de salinidad se extiende en promedio hacia la costa uruguaya. A lo largo de la costa sur se produce, por lo tanto, una mayor influencia de aguas más salinas de origen oceánico y a lo largo de la costa norte, un mayor impacto de las aguas dulces del Río de la Plata. Esto se refleja en la Fig. 14 como un aumento durante los meses fríos de la concentración de clorofila-a en la región próxima a Montevideo y una disminución del área turbia al sur.

Es interesante notar, también, que el máximo de clorofila-a en el Río de la Plata no parece ocurrir en simultáneo con el máximo de la Plataforma Continental; en efecto, como muestra la Fig. 14, aunque la concentración de clorofila-a en la plataforma maximiza en primavera, en el estuario lo hace a comienzos del verano. Las conclusiones mencionadas se observan más claramente en la Figura 15, que muestra los promedios y desvíos estándar de la concentración de clorofila-a sobre las estaciones del año, definidas como primavera (septiembre-octubre-noviembre), verano (diciembre-enero-febrero), otoño (marzo-abril-mayo) e invierno (junio-julio-agosto). Esta figura muestra también que, en el Río de la Plata, la variabilidad siempre es máxima a lo largo de la costa uruguaya, entre Montevideo y Punta del Este. En la plataforma se observa mayor variabilidad durante los meses cálidos de la primavera y el verano.

Para verificar y observar más claramente los posibles ciclos estacionales observados en las figuras 14 y 15, se computaron medias espaciales de los valores diarios para las cinco regiones del Río de la Plata definidas en la sección anterior. Los resultados se muestran en la Figura 16, donde las líneas negras muestran los valores medios diarios sobre las regiones mencionadas, mientras que las líneas rojas corresponden a un promedio móvil de los mismos sobre 30 días. El panel inferior derecho de la figura muestra una superposición de las curvas suavizadas computadas para las cinco regiones mencionadas. Los resultados indican que el ciclo estacional en la concentración de clorofila-a es una señal muy robusta a lo largo del Río de la Plata. La variabilidad estacional en la región 5 (costa uruguaya) ocurre claramente en fase opuesta a la de las otras regiones. Nuestra hipótesis es que esto estaría vinculado con la circulación, que advecta la pluma de agua dulce (y los nutrientes que la acompañan) hacia la costa uruguaya en invierno y los retira de la misma en verano. Durante el último año, se observa un gran incremento de la concentración de clorofila-a en prácticamente todos los puntos analizados, mientras que para el período 2002-2009 es evidente una tendencia negativa.

Una pregunta interesante es por qué razón la concentración de clorofila-a en el Río de la Plata es mayor en verano que en primavera, como ocurre en general en el océano. En aguas oceánicas habitualmente la concentración de clorofila alcanza su máximo en primavera, cuando los nutrientes son agotados por el bloom de plancton y no pueden ser repuestos desde aguas más profundas como consecuencia de la intensa estratificación asociada a la estación cálida. Una posible respuesta

para la demora en la ocurrencia del máximo en el Río de la Plata es que en el mismo los nutrientes no constituyen un limitante al crecimiento de algas, dado que existe un aporte constante de éstos desde el continente a través de los ríos. En contraste, la disponibilidad de luz si puede ser un limitante serio. Precisamente, nuestro análisis muestra que la concentración de clorofila-a aumenta rápidamente en el Río de la Plata aguas afuera de la Barra del Indio (ver Fig. 14), donde la concentración de sedimentos inorgánicos disminuye (ver Fig. 6). En este sentido, en verano no solamente aumenta el número de horas de luz, sino que la concentración de sedimentos inorgánicos en suspensión tiende a disminuir (ver Fig. 7). Ambos aspectos serían favorables al desarrollo de algas durante esa estación.

4. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

En el marco del proyecto “Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo: Prevención y Control de la Contaminación y Restauración de Hábitats” (PNUD/GEF/RLA/99/G31) y con financiamiento del Fondo Francés para el Medioambiente Global se está desarrollando un Proyecto entre instituciones argentinas, uruguayas y francesas, que tiene por finalidad la observación y el estudio de la dinámica de los sedimentos finos en el Río de la Plata. En este contexto, IFREMER puso a disponibilidad del Proyecto observaciones MODIS a través del servidor <http://www.ifremer.fr/nausicaa2/rioplata>. Las observaciones MODIS fueron calibradas a Materiales Minerales o Inorgánicos en Suspensión y Clorofila-a mediante algoritmos (OC5) desarrollados por la institución mencionada para aguas francesas. La verificación de la validez de la calibración para las aguas altamente turbias del Río de la Plata está pendiente de la obtención y análisis del conjunto de muestras *in situ* de sedimentos en el marco del Proyecto (ver trabajo acompañante). En ese sentido, los resultados presentados en este trabajo son preliminares y las conclusiones finales quedan pendientes de la validación de los datos y verificación de las mismas con el conjunto de datos final del Proyecto.

Los resultados del análisis de las imágenes satelitales de material inorgánico en suspensión y clorofila-a en el Río de la Plata sugieren que ambas variables se encuentran estrechamente ligadas entre sí en este estuario y fuertemente vinculadas con la hidrodinámica. La concentración de sedimentos inorgánicos en suspensión en superficie es máxima a lo largo de la costa argentina del estuario superior y medio y en los extremos de la Bahía Samborombón. Esto podría estar vinculado con las mayores descarga sólida del Río Paraná respecto del Uruguay y las mayores corrientes de marea en la región, que actuarían resuspendiendo los sedimentos y aumentando, consecuentemente, su concentración en superficie. La concentración de sedimentos en esta región exhibe un máximo en invierno y un mínimo en verano, que podrían relacionarse con un aumento de la intensidad media del viento y, consecuentemente, de la altura y frecuencia de las olas, que resuspenden el sedimento. La concentración de sedimentos inorgánicos suspendidos se reduce drásticamente aguas afuera de la Barra del Indio, en asociación con la región del frente de salinidad, probablemente como consecuencia

de los procesos de floculación y posterior decantación que ocurren en esa región. Acompañando esta reducción en la concentración de sedimentos inorgánicos, se observa un marcado incremento de la concentración de clorofila-a en esta región, lo cual parece vincularse con la mayor disponibilidad de luz. Las concentraciones de clorofila-a y sedimentos inorgánicos aumentan a lo largo de la costa uruguaya del Río exterior en invierno y disminuyen en verano, mientras que lo recíproco ocurre a lo largo de la costa argentina del Río exterior. Esto parece vincularse con el desplazamiento medio de la pluma de agua dulce a lo largo de esas estaciones, que se mueven hacia el sur en verano y hacia el norte en invierno, en respuesta a la variabilidad del viento. Finalmente, la concentración de clorofila-a en el Río de la Plata, maximiza en verano, mientras que en la Plataforma Continental lo hace en primavera. Una explicación posible es que en este sistema los nutrientes no constituyen un limitante al desarrollo de algas, sino que más probablemente la temperatura y la cantidad de horas de luz sean los condicionantes principales. En verano, la temperatura es alta, favoreciendo el desarrollo de la vida y la cantidad de horas de luz aumenta por efectos astronómicos. Concomitantemente, durante esta estación y en todo el Río de la Plata, la concentración de sedimentos inorgánicos también disminuye, constituyendo un factor favorable adicional.

En la medida que el desarrollo de los modelos numéricos progrese en el marco del Proyecto (ver trabajo acompañante) y futuras cooperaciones, el mismo debería ser utilizado para validar las conclusiones extraídas en este trabajo.

5. AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue financiado por el Fondo Francés para el Medioambiente Global en el marco del Proyecto PNUD/GEF RLA/99/G31 "Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo: Prevención y Control de la Contaminación y Restauración de Hábitats" con la coordinación de la CARP y la CTMFM. Es también una contribución al ANPCyT PICT 2010-1831.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Bombardelli, F., Menéndez, A., Lapetina, M. y Montalvo, J., 1995. Estudio del impacto hidráulico del puente Buenos Aires-Colonia: informe nº 1, Ezeiza, LHA, 1995, LHA-141-01-95, 25pp.
- Dragani, W. C., Martín, P., Campos, M. I. y Simionato, C., 2010. Are wind wave heights increasing in south-eastern south American continental shelf between 32S and 40S? *Continental Shelf Research*, 2010.01.002.
- Brazeiro, A.; Carsen, A.; Gómez Erache, M.; Himschoot, P.; Lasta, C.; Oribe Stemmer, J.; Perdomo, A. y Roche, M., 2005. Análisis Diagnóstico Transfronterizo del Río de la Plata y su Frente Marítimo.
- Guerrero, R.A., Acha, E.M., Framiñán, M.B. y Lasta, C.A., 1997. Physical oceanography of the Río de la Plata Estuary, Argentina. *Continental Shelf Research*, 17(7), 727-742.
- Gohin F., Druon J.N., y Lampert, L., 2002. A five channel chlorophyll algorithm applied to SeaWiFS data processed by SeaDAS in coastal waters, *International Journal of Remote Sensing*, 23(8), 1639-1661.
- Gohin F., Loyer S., Lunven M., Labry C., Froidefond J.M., Delmas D., Huret M. y Herbland A., 2005. Satellite-derived parameters for biological modelling in coastal waters: Illustration over the eastern continental shelf of the Bay of Biscay. *Remote Sensing of Environment*, 95(1), 29-46.
- Gohin, F., Saulquin, B., Oger-Jeanneret, H., Lozac'h L., Lampert, L., Lefebvre, A., Riou, P., Bruchon F., 2008. Towards a better assessment of the ecological status of coastal waters using satellite-derived chlorophyll-a concentrations. *Remote Sensing of Environment*, 112(8), 3329-3340.
- Gordon, H. y Wang, M., 1994. Retrieval of water-leaving radiance and aerosol optical thickness over the oceans with SeaWiFS: a preliminary algorithm. *Applied Optics*, 33(3), 443-452.
- International Ocean-Color Coordinating Group, 2000. <http://www.iocccg.org/index.html>
- Kalnay, E., Kanamitsu, M., Kistler, R., Collins, W., Deaven, D., Gandin, L., Iredell, M., Saha, S., Walt, G., Woollen, J., Zhu, Y., Chelliah, M., Ebisuzaki, W., Higgins, W., Janowiak, J., Mo, K.C., Ropelewski, C., Wang, J., Leetmaa, A., Reynolds, R., Jenne, R. y Joseph, D., 1996: The NCEP/NCAR 40-Year reanalysis project. *Bulletin of the American Meteorological Society* 77, 437-471.
- Meccia, V. L., 2008. Estudios de la circulación forzada por el viento en el estuario del Río de la Plata y sus implicancias en la estratificación: resultados del análisis de datos y simulaciones numéricas. Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires, Argentina, 151 pp.
- Menéndez, A.N., Sarubbi, A., 2007. A Model to Predict the Paraná Delta Front Advancement, Workshop on Morphodynamic Processes in Large Lowland Rivers, Santa Fe, Argentina.
- Morel, A., Antoine, D., y Gentili, B., 2002, Bidirectional reflectance of oceanic waters: Accounting for Raman emission and varying particle scattering phase function, *Applied Optics*, 41, 6289 – 6306.

- Saulquin, B. y Gohin, F., 2010. Mean seasonal cycle and evolution of the sea surface temperature from satellite and *in situ* data in the English Channel for the period 1986-2006. *International Journal Of Remote Sensing*, 31(15), 4069-4093.
- Simionato, C. G., Nuñez, M. N. y Engel, M. 2001. The Salinity Front of the Río de la Plata – a numerical case study for winter and summer conditions. *Geophysical Research Letters* 28(13), 2641-2644.
- Simionato, C. G., W. Dragani, M. N. Nuñez y M. Engel. 2004. A set of 3-D nested models for tidal propagation from the Argentinean Continental Shelf to the Río de la Plata Estuary -Part I M2. *Journal of Coastal Research* 20, 893-912.
- Simionato, C.G., Vera, C. y Siegismund, F., 2005. Surface wind variability on seasonal and interannual scales over Río de la Plata area. *Journal of Coastal Research* 21(4), 770–783.
- Simionato, C.G., Meccia, V.L., Dragani, W.C., Guerrero, R.A. y Nuñez, M.N., 2006a. The Río de la Plata estuary response to wind variability in synoptic to intra-seasonal scales: Barotropic response. *Journal of Geophysical Research* 111, C09031.

Variables ambientales y su influencia en los recursos pesqueros: aplicaciones al manejo

LEONARDO ORTEGA

Dirección Nacional de Recursos Acuáticos
lortega@dinara.gub.uy

RESUMEN. Datos hidrográficos y biológicos de otoño de la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay, entre las isóbatas de 50 y 200 metros son utilizados para determinar las preferencias ambientales de la merluza (*Merluccius hubbsi* Marini, 1933) en la zona y predecir áreas de potenciales máximos rendimientos. Teniendo en cuenta que factores climáticos influyen en la distribución espacial de los recursos pesqueros en particular aquellos estenotermos como la merluza. La significativa asociación entre la captura y la temperatura superficial y de fondo ha permitido desarrollar modelos (Modelos Aditivos Generalizados) simples que incluyen la estimación de temperatura de fondo en base a la temperatura superficial y su aplicación para determinar zonas potenciales de máximos rendimientos pesqueros. El perfeccionamiento de estas técnicas y el uso de otros modelos

complementarios serán de utilidad para el manejo del recurso.

ABSTRACT: Environmental variables and their influence on fisheries resources, management applications. Hydrographic and biological data from fall of the Argentine-Uruguayan Common Fishing Zone, between the isobaths of 50 and 200 meters are used to determine the environmental preferences of hake (*Merluccius hubbsi* Marini, 1933) in the area, and predict potential areas of maximum yields. Given that climate factors influence the spatial distribution of fishery resources in particular those stenothermic as hake, the significant association between catch, bottom and surface temperature permit developing models (Generalized Additive Models) including bottom temperature estimation based on

surface temperature and its application to use of other complementary models will be identify potential areas of maximum fish yields. useful for resource management. The development of these techniques and the

INTRODUCCIÓN

Los factores climáticos influyen directamente sobre la distribución espacial y abundancia de la fauna, afectando diferentes niveles organizacionales, incluyendo poblaciones, comunidades y ecosistemas (Hughes, 2000). Las fluctuaciones climáticas afectan la abundancia y biogeografía de los organismos (Stenseth *et al.*, 2002), operando tanto directamente a través de procesos fisiológicos (metabolismo o reproducción) o indirectamente a través de alteraciones en la estructura del ecosistema y los procesos relacionados a éste (e.g., relaciones presa-predador y competencia) (Stenseth *et al.*, 2002). Los cambios inducidos por el clima pueden ser agravados por otras variables antropogénicas, esto ocurre particularmente con la presión pesquera (Harley *et al.*, 2006). Han sido documentados cambios en la distribución de especies marinas, los cuales en general consisten en una expansión hacia los polos en las especies de aguas cálidas y una contracción hacia los polos de las especies de aguas frías (FAO, 2008), los cuales han sido observados en el Atlántico Sudoccidental, (Demicheli *et al.*, 2006; Segura *et al.*, 2009; Izzo *et al.*, 2010). Si bien se viene observando una tendencia clara al aumento de la temperatura de los océanos existe cierta variabilidad que determina períodos fríos o cálidos. Esta variabilidad influye en la distribución de los recursos principalmente aquellos que están restringidos a un rango estrecho de temperatura. En particular la merluza (*Merluccius hubbsi* Marini, 1933) efectúa migraciones latitudinales estacionales (Arena *et al.*, 1986; Ubal, 1986; Ubal *et al.*, 1987a) y la flota pesquera acompaña estos movimientos (Otero, 1986) los cuales están determinados por factores abióticos y bióticos (Ubal *et al.*, 1987b). Este trabajo pretende modelar la abundancia de la merluza en la Zona Común de Pesca Argentino Uruguaya (ZCPAU) en función de variables ambientales. Estos modelos serán de utilidad para implementar herramientas alternativas de manejo de esta importante

pesquería y brindará una opción ante la falta de información o la imposibilidad de llevar a cabo las indispensables campañas de evaluación para establecer zonas de veda.

MÉTODOS

El área de estudio corresponde a la ZCPAU (Figura 1); se utilizaron cinco campañas de evaluación de merluza de otoño (1994, 1995, 1998, 2007 y 2009) a bordo del B/I Aldebarán. El diseño de muestreo fue estratificado al azar por latitud y profundidad; los arrastres pesqueros fueron de media hora con red de fondo tipo Engel.

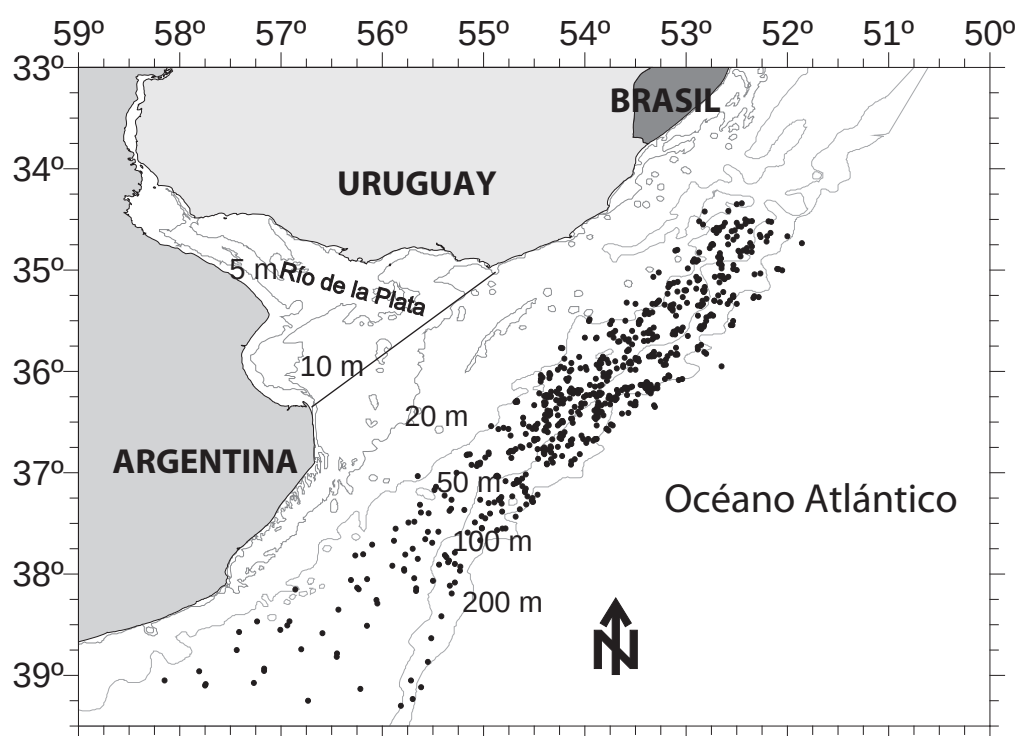


Figura 1. Lances de pesca y oceanográficos llevados a cabo en las evaluaciones de merluza de otoño (1994, 1995, 1998, 2007 y 2009) en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya.

Para modelar las capturas (kg/1/2 hora) de merluza en función de la temperatura (superficie y fondo), las coordenadas así como la estimación de la temperatura de fondo a partir de datos superficiales de temperatura se utilizaron Modelos Aditivos Generalizados (GAM) y Modelos Lineales Generalizados (Hastie & Tibshirani, 1990). Los GAM son una extensión de los tradicionales modelos lineales generalizados, esta técnica de modelado no paramétrica estima la relación funcional de cada término predictor en un modelo aditivo; se usaron GAM bivariados para el ajuste de los modelos (Wood,

2006). Para llevar a cabo los análisis estadísticos y modelado de las capturas y temperaturas de fondo se usaron los paquetes GAM y mgcv (función para estimar los parámetros de suavizado) del software de libre distribución R (R Development Core Team; 2008). Se evaluó la capacidad de predicción de los modelos seleccionados utilizando la función generica "predict" del software R, en base a una tabla con los predictores utilizados, provenientes de una campaña de investigación llevada a cabo en la zona de estudio. Los datos de temperatura se obtuvieron con una sonda CTD SBE-19 de Seabird Electronics.

RESULTADOS

La temperatura (de fondo y superficie) y las coordenadas (latitud y longitud) mostraron ser predictores significativos ($p < 0.01$) de la captura de merluza. De los modelos evaluados (Tabla 1), el GLM fue descartado debido a que presentó el mayor criterio de Akaike (AIC) y un porcentaje de desviación explicada muy bajo.

Los GAM restantes mostraron un porcentaje de desviación explicada similar al igual que el AIC (Tabla 1) por lo cual se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar diferencias en las desviaciones residuales. El ANOVA mostró diferencias significativas entre los modelos ($p < 0.001$) por lo que cual se escogió el modelo (GAM2) que presentó la menor desviación residual.

El diagrama de contornos (Fig. 2) muestra los residuales parciales de los rendimientos en función de la latitud y longitud, pudiéndose observar mayores rendimientos al sur del 35°30'S de latitud y al este del 54°W (Fig. 2a).

VARIABLES AMBIENTALES Y SU INFLUENCIA EN LOS RECURSOS PESQUEROS: APLICACIONES...

Leonardo Ortega

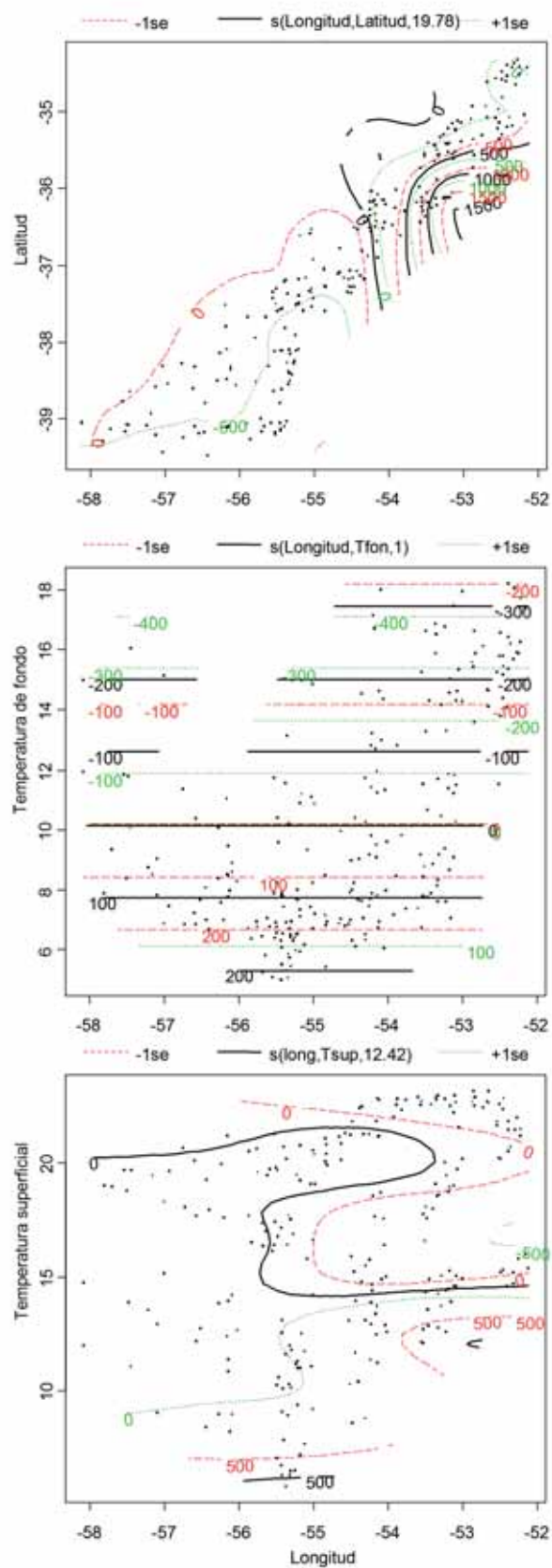


Figura 2. Resultados del modelo aditivo generalizado (GAM), mostrando la captura en función de: (a) latitud y longitud; (b) temperatura del fondo (Tfon) y longitud; (c) temperatura de superficie (Tsup) y longitud.

Los rendimientos en función de Tfon y la longitud (Fig. 2b) mostraron un aumento a temperaturas menores de 10°C al oeste de 54°W y el rendimiento en función de Tsup y la longitud fue mayor a temperaturas menores que 15°C (Fig. 2c).

Tabla 1. Selección de modelos para estimar captura en función de la latitud (lat), longitud (long) y la temperatura de fondo (Tfon) y superficial (Tsup) y temperatura de fondo en función de la latitud, longitud, temperatura superficial y profundidad (z); los términos que tienen * no dieron significativos

Modelo	Fórmula	Desviación explicada (%)	N	AIC
GAM1	$\text{captura} \sim s(\text{long}, \text{lat}) + s(\text{lat}, \text{Tfon}) + s(\text{lat}, \text{Tsup})$	65.9	242	3534
GAM2	$\text{captura} \sim s(\text{long}, \text{lat}) + s(\text{long}, \text{Tfon}) + s(\text{long}, \text{Tsup})$	66.6	242	3530
GAM3	$\text{captura} \sim s(\text{long}, \text{lat}) + s(\text{Tfon}) + s(\text{Tsup})$	63	242	3544
GLM	$\text{captura} \sim (\text{long}, \text{lat}) + (\text{Tfon}) + s(\text{Tsup})$	19	242	3683
GLM	$\text{Tfon} \sim \text{lat} + \text{long} + z + \text{Tsup}^*$	67	243	1229
GAM	$\text{Tfon} \sim s(\text{lat}) + s(\text{long}) + s(z) + s(\text{Tsup})^*$	86	243	1079
GAM	$\text{Tfon} \sim s(z) + s(\text{long}, \text{lat}) + s(\text{lat}, \text{Tsup})$	90	243	1012

Al modelo GAM2 (Tabla 1) se le introdujeron valores de entrada de una campaña otoño de 2009 y mostró una relativa buena capacidad de predicción tanto de los máximos rendimientos como de su ubicación geográfica (Fig. 3).

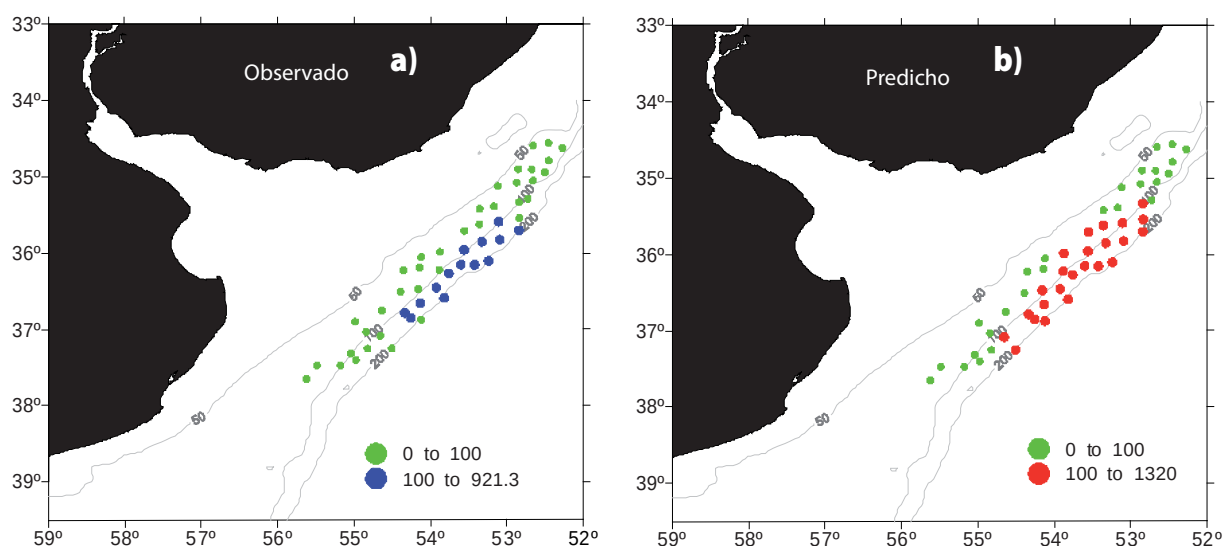


Figura 3. Rendimientos (kg/1/2hora) observados (a) durante la campaña de otoño de 2009 y los predichos por el modelo utilizado (b).

De los modelos utilizados para determinar la Tfon a partir de la Tsup, las coordenadas y la profundidad, el GAM bivariado fue el único en el que todas las variables independientes dieron significativas, este modelo explicó el 90% de la desviación (Tabla 1). La Tfon muestra una disminución no lineal a medida que aumenta la profundidad y un aumento del error estándar (sombreado gris), determinado por la

notoria disminución de puntos de muestreo a profundidades mayores de ~150m (Fig. 4a). Mientras que los contornos de Tfon en función de las coordenadas se asemejan claramente a las isotermas de fondo para la zona y época del año (Fig. 4b). La Tfon en función de la de superficie y la latitud no mostraron un patrón claro (Fig. 4c).

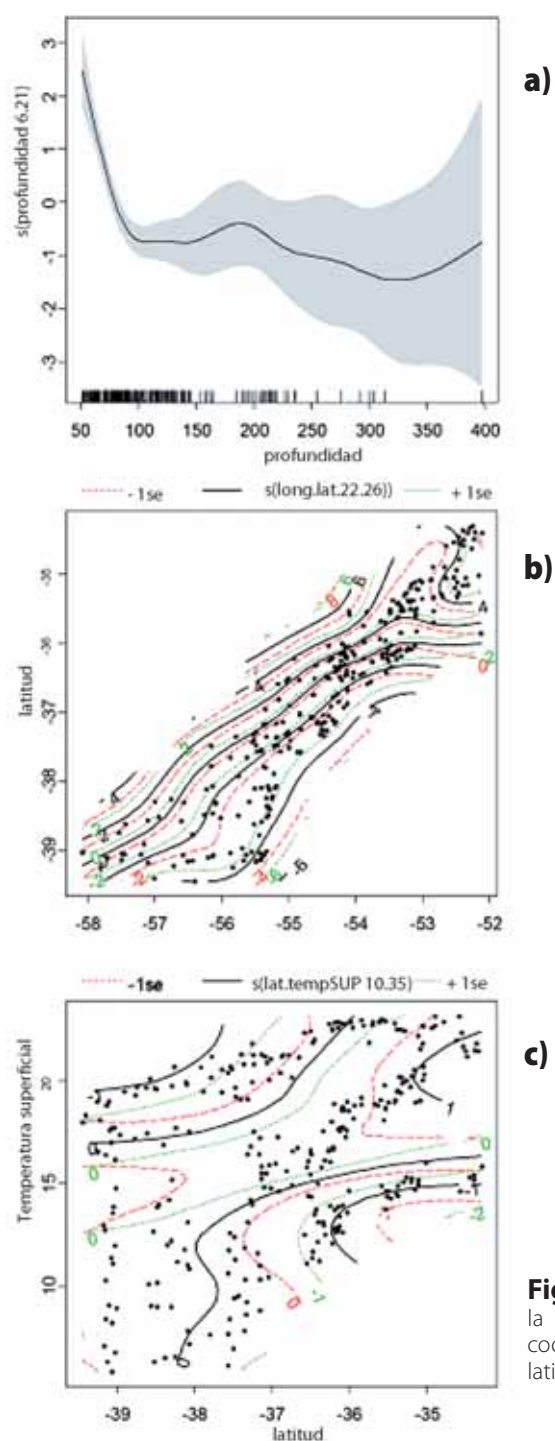


Figura 4. Resultados del modelo aditivo generalizado mostrando la temperatura de fondo en función de la profundidad (a); las coordenadas (latitud y longitud) (b) y la temperatura superficial y la latitud (c).

La predicción de la T_{fon} basada en datos superficiales (de la misma campaña que en el modelo anterior) evidencia un buen ajuste, explicando el 88% de la varianza (Fig. 5)

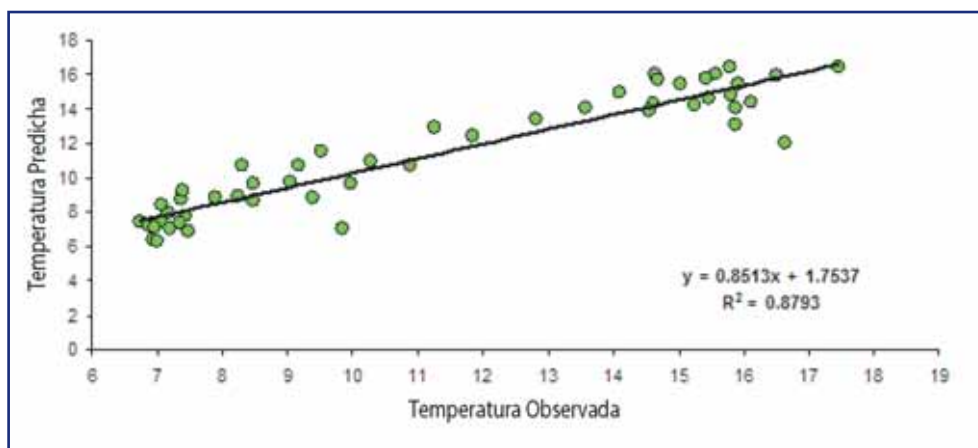


Figura 5. Relación lineal entre los valores de temperatura (°C) predichos por el modelo para otoño de 2009 y los valores observados para esta época.

DISCUSIÓN

En los últimos años han proliferando las herramientas matemáticas para evaluar Áreas Marinas Protegidas (AMP); esto ha determinado que los supuestos de cada modelo pasen a ser paradigmas aceptados (Willis et al., 2003). Sin embargo es recomendable que la ubicación del AMP este dada por un conjunto de modelos holísticos que integren distintas variables y con diferentes características y complejidad, de manera de ser contrastados sus resultados y no depender del resultado de uno solo (Pelletier & Mahévas, 2005).

El proceso que subyace en la distribución espacial de las poblaciones de peces es ecológicamente complejo, operando a diferentes escalas (Ciannelli et al., 2008). Es por esta razón que este trabajo presenta de manera preliminar un modelo estadístico simple que será la base para elaborar otros, más complejos, que incluyan otras variables de importancia ambiental (e.g. estrés del viento), biológica (e.g. distribución por tallas) y pesquera (e.g. esfuerzo pesquero, movimiento de la flota). Dada la marcada estacionalidad que se puede observar en la hidrografía del área de estudio (Ortega & Martínez, 2007; Guerrero et al., 2010) y las migraciones estacionales relacionadas con aspectos biológicos (alimentación, reproducción) que efectúa la merluza (Otero et al., 1986; Ubal, 1987) es conveniente generar modelos para cada estación del año. Así estará contemplada la variabilidad ambiental, biológica y pesquera y se lograrán resultados con menor incertidumbre. El procesamiento de imágenes satelitales de temperatura superficial del mar y la inclusión de estos datos en los

modelos recurriendo a los diseños utilizados en las evaluaciones permitirán considerar la variabilidad superficial y estimar la temperatura de fondo. El perfeccionamiento de estos modelos y el desarrollo de otros (ver Horta en este volumen.), así como el aumento del esfuerzo de muestreo en zonas más profundas (entre los 150 y 400 metros) generarán herramientas predictivas que se sumarán a otras para un mejor manejo de la pesquería.

Teniendo en cuenta que en la ZCPAU existe un predominio de juveniles de merluza (Grünwaldt, 1986; Mantero & Errea, 1999; Velazco *et al.*, 2007), este tipo de modelo podría usarse de manera precautoria para establecer áreas de veda cuando no es posible hacer la campaña científica o esta se retrasa. Cabe resaltar que de ningún modo este tipo de metodología sirve para sustituir las campañas científicas; entendiendo que en estas se recopila información (ambiental y biológica) imprescindible para una adecuada administración de los recursos pesqueros.

CONCLUSIONES

Dada la relación existente entre la temperatura y la distribución de merluza es posible estimar la ubicación de los rendimientos potenciales máximos; estas estimaciones mejorarán con la inclusión de más campañas y variables bióticas y abióticas. Teniendo en cuenta la dominancia de juveniles en la zona de estudio esta información es crítica para el manejo de áreas de veda.

La predicción de la temperatura de fondo en base a la temperatura superficial, las coordenadas y profundidad es factible, mejorando la base de datos y agregando otras variables de importancia como el estrés del viento puede ser de utilidad para investigaciones futuras.

Se recomienda generar una base de datos, ambiental y biológica estandarizada, accesible y efectuar monitoreos oceanográficos y biológicos estacionales. Así como el desarrollo de modelos alternativos complementarios que mejoren los ya propuestos.

BIBLIOGRAFÍA

- Arena, W., Ubal, W., Grunwaldt, P. & Fernández, A., 1986. Distribución latitudinal y batimétrica de la merluza (*Merluccius hubbsi*) y otros organismos demarsales de su fauna acompañante dentro de la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya. Publ. Com. Téc. Mix. Fr. Mar. Vol.1 (2): 253-279.
- Ciannelli, L., Fauchald, P., Chan, K. S. & Agostini, V. N., 2008. Spatial fisheries ecology: Recent progress and future prospects. *Journal of Marine Systems*, 71, 223 - 236. doi: 10.1016/j.jmarsys.2007.02.031.
- Demicheli, M., Martínez A., Ortega L., Scarabino F., Maytía S. & Demicheli. A., 2006. Mass stranding of *Argonauta nodosa* Lightfoot, 1786 (Cephalopoda, Argonautidae) along the Uruguayan coast (southwestern Atlantic). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 41(2), pp.1-7.
- FAO, 2008. Climate change and fisheries and aquaculture. High Level Conference on World Food Security - Background Paper HLC/08/BAK/6. FAO. (available at <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/013/ai787e.pdf>.)
- Grünwaldt, P., 1986. Contribución al conocimiento de la fecundidad y el carácter del desove de la merluza (*Merluccius hubbsi*). Publ. Com. Téc. Mix. Fr. Mar. Vol. 1(1): 66-74.
- Guerrero, R.A., Piola, A.R., Molinari, G.N., Osiroff, A.P. & Jáuregui, S.I., 2010. Climatología de la temperatura y salinidad en el Río de la Plata y su Frente Marítimo. Argentina-Uruguay. Mar del Plata: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero INIDEP. 95 p.
- Harley, C., D., Randall Hughes, A., Hultgren, K.M., Miner, B.G., Sorte, C.J., Thornber, C.S., Rodriguez, L.F., Tomanek, L. & Williams, S.L., 2006. The impacts of climate change in coastal marine systems. *Ecol. Lett.* 9:228-41.
- Hastie, T.J. & Tibshirani, R.J., 1990. Generalized Additive Models. Chapman and Hall/ CRC, Boca Raton, FL.
- Izzo, P., Milessi, A. C., Ortega, L., & Segura, A. M., 2010. First record of *Aluterus scriptus* (Monacanthidae) in Mar del Plata, Argentina. *Marine Biodiversity Records*, 3, 1-2. doi: 10.1017/S1755267210000369.
- Mantero, G. & Errea, A., 1999. Delimitación de áreas de veda para la protección de juveniles de merluza durante los años 1997-1998. In: Rey, M. y Arena, G. (Ed.). *Merluza (Merluccius hubbsi)*. Estudios realizados dentro de la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya en el marco del Plan de Investigación Pesquera. Proyecto URU/92/003. INAPE-MGAP-PNUD. p.144-152.
- Ortega, L., & Martínez, A., 2007. Multiannual and seasonal variability of water masses and fronts over the Uruguayan shelf. *Journal of Coastal Research*, 23(3), 618-629.
- Otero, H.O., 1986. Determinación del ciclo migratorio de la Merluza común (*Merluccius hubbsi*) mediante el análisis de índices de densidad poblacional y concentración del esfuerzo de pesca. Publ. Com. Téc. Mix. Fr. Mar. Vol. 1(1): 75-92.

- Pelletier, D., & Mahévas, S., 2005. Spatially explicit fisheries simulation models for policy evaluation. *Fish and Fisheries* 16(2): 307-349, NP. doi:10.1093/deafed/enr010.
- R Development Core Team, 2008. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- Segura A.M., Carranza A., Rubio L.E., Ortega L. & García M., 2009. *Stellifer rastrifer* (Pisces: Sciaenidae): first Uruguayan records and a 1200 km range extension. *Marine Biodiversity Records*, 2, e67.
- Stenseth, N.S., Mysterd, A., Ottersen, G., Hurrell, J.W., Chan, K.S. & Lima, M., 2002. Ecological effects of climate fluctuations. *Sci* 297: 1292-1295.
- Ubal, W., 1986. Análisis cualitativo y cuantitativo de la alimentación de la Merluza (*Merluccius hubbsi*) en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya. Publ. Com. Téc. Mix. Fr. Mar. Vol. 1(2): 281-297.
- Ubal, W., Norbis, W., Bosch, B. & Pagano, D., 1987a. Principales factores determinantes de la abundancia de merluza (*Merluccius hubbsi*) en otoño en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya. Publ. Com. Téc. Mix. Fr. Mar. Vol. 3: 7-13.
- Ubal, W., Norbis, W., Bosch, B., Parietti, M. & Pagano, D., 1987b. Migración de la merluza (*Merluccius hubbsi*) por seguimiento de rangos de longitud en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya. Publ. Com. Téc. Mix. Fr. Mar. Vol. 2: 15-24.
- Velasco, G., González, S. B., Oddone, C., & Fernández, A., 2007. Determinación y análisis histórico de las áreas de concentración de juveniles de merluza, *Merluccius hubbsi* Marini, 1933, (Teleostei, Gadiformes), en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya, entre otoño de 1986 y el invierno de 1991. *B. Inst. Pesca, São Paulo*, 33(2): 253-263.
- Willis, T. J., Millar, R. B., Babcock, R. C. & Tolimieri, N., 2003. Burdens of evidence and the benefits of marine reserves: putting Descartes before des horse? *Environmental Conservation*, 30, 97-103.
- Wood, S. N. Generalized Additive Models: An Introduction with R. Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, FL, 2006. ISBN 1-584-88474-6.

Desarrollo de métodos alternativos para la estimación del área de veda de merluza (*Merluccius hubbsi*) a partir de eventos ambientales históricos

SEBASTIÁN HORTA Y HÉBERT NION

*Secretaría Técnica
Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo*

RESUMEN: En este trabajo se presentan aspectos metodológicos del desarrollo de una herramienta para asistir en la toma de decisiones, con bases biológicas y ambientales, que brinde una alternativa al problema que se le presenta a la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo (CTMFM) ante la necesidad de establecer un área de protección de juveniles de merluza, en el caso de no disponer en tiempo de campañas de evaluación para tal fin. El método desarrollado surge a partir de las relaciones entre la distribución de las temperaturas marinas superficiales y de fondo, con la distribución de los juveniles de merluza en la Zona Común de Pesca. Se utilizaron herramientas de análisis espacial para conjuntar indicadores de eventos históricos de fenómenos ENOS (El Niño o La Niña) con las áreas de veda implementadas por la CTMFM. Se generó una rutina de análisis espacial por medio de Sistemas de Información Geográfica que permitió definir un área de veda para la primavera de 2010, en base a criterios biológicos, con elevado potencial de

implementación. Esta herramienta se encuentra en proceso de validación, y con la conjunción de los resultados obtenidos por otras herramientas que integren más variables del ecosistema, será posible la predicción con una mejor precisión. No obstante, la información procedente de las campañas de evaluación es la mejor aproximación que podemos tener de la distribución de nuestros recursos marinos, por lo que se debe brindar la mayor prioridad a la implementación de las mismas.

Palabras clave: Análisis espacial, veda, SIG, ENOS.

SUMMARY: **Development of alternative methods for estimating fishing closed areas for the Argentine hake (*Merluccius hubbsi*), from historical environmental events.** In this paper is presented a methodology to develop an alternative tool, with biological and environmental basis, to assist decision making to solve the problem presented to the

Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo (CTMFM) to establish an Argentine hake juvenile protection area, whenever evaluation research cruises can't be made. The developed method arises from the relationship between sea surface distribution and deep temperatures, with the distribution of hake juveniles in the Common Fishing Zone between Argentina and Uruguay. We used spatial analysis tools to integrate indicators of ENSO events (El Niño or La Niña), with the historical fishing closed areas implemented by the CTMFM. A spatial analysis routine was generated using Geographic Information Systems

to determine, based on biological criteria, a potential closed area for Spring 2010 with high potential of implementation. This tool is still being validated and the combination of these results with other tools that integrate more ecosystem variables, will allow more accurate predictions. However, research cruises information is the most appropriate way to know the distribution of our marine resources; therefore highest priority should be given to its implementation.

Keywords: Spatial analysis, closed areas, GIS, ENSO.

INTRODUCCIÓN

La Zona Común de Pesca Argentino - Uruguay (ZCPAU) definida en el Tratado del Río de la Plata (1973) es un sistema donde se presentan fenómenos oceánicos muy particulares debido a la existencia de un régimen frontal de las corrientes cálida del Brasil y subantártica de Malvinas. Como consecuencia, la ZCPAU alberga una elevada riqueza de especies ícticas de gran valor comercial que son explotadas de manera conjunta por los países involucrados (ca. 50 recursos pesqueros). Asimismo en el área del Tratado, ha sido bien fundamentada la elevada abundancia histórica de merluza (*Merluccius hubbsi*), la alta concentración de sus juveniles, y la presencia de un área de concentración en otoño para su reproducción; lo que ha conllevado a una fuerte presión pesquera sobre este recurso desde los inicios de su explotación (Otero y Verazay, 1988; Villarino *et al.*, 2000). De esta manera urge la necesidad de implementar en la ZCPAU áreas de protección de juveniles de esta especie, de manera de reducir a un mínimo su mortalidad por pesca (Rey y Grünwaldt, 1982; Velasco *et al.*, 2007). Así es que en 1988 surge la primera veda de la pesca para la protección de juveniles, de manera unilateral implementada por Uruguay. Asimismo, la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo (CTMFM) resuelve en 1991 (Res. 1/91) el protocolo para establecer el área de protección conjunta (Uruguay-Argentina) de concentraciones de juveniles en la ZCPAU. Este protocolo implica la realización de campañas de evaluación del recurso y de reconocimiento de áreas de concentración de juveniles definidas en base al rendimiento (i.e. mayores a 200 kg/h) y la frecuencia de tallas menores a 35 cm de LT (Grupo de Trabajo Director Info. N° 2/92). En este sentido, en base a la fuerte asociación que existe en la dinámica y distribución de esta especie con las condiciones hidrográficas del área, la CTMFM establece la necesidad de implementar estas campañas anualmente a principio de cada estación (i.e. en diciembre para el verano; marzo para el otoño; y en septiembre para la primavera).

DESARROLLO DE MÉTODOS ALTERNATIVOS.....

Sebastián Horta / Hébert Nion

Esta dinámica se encuentra sujeta a la distribución de las masas de agua de diferentes temperaturas con fuertes variaciones estacionales e interanuales (Arena *et al.*, 1986; Ubal *et al.*, 1987 a y b; Bezzi *et al.*, 2000; Martínez y Ortega 2007; Rodríguez y Macchi, 2010), y a la propia dinámica migratoria de la especie tras su principal alimento (Arena *et al.*, 1986; Otero, 1986; Ubal *et al.*, 1987 a y b; Severov y Korobochka, 1991; Viñas *et al.*, 1992; Arena *et al.*, 2005; Velazco *et al.*, 2007). Se considera asimismo, una fuerte relación en las variaciones del régimen hidrológico con eventos ambientales globales. La Oscilación Sur de El Niño (ENOS), es de los fenómenos ambientales más importantes que provocan variaciones a escalas interanuales en el clima global (Sverdrup *et al.*, 2005). La principal causa de este fenómeno se da por una conjunción de eventos oceánicos y atmosféricos anómalos desarrollados en el Océano Pacífico ecuatorial central. Se caracteriza por presentar una fase cálida conocida como El Niño manifestada principalmente por un aumento de la Temperatura Superficial del Mar (SST, por sus siglas en inglés) y una disminución de los vientos alisios provenientes del lado Este del Océano Pacífico. Estas condiciones anómalas generan principalmente fuertes precipitaciones y cambios en las condiciones climáticas, tanto a nivel local como en otras partes del mundo. La fase inversa o fría de ENOS, conocida como La Niña, se caracteriza por presentar SST más frías que lo normal, aumento en la intensidad de los vientos alisios y genera principalmente períodos de escasez de precipitaciones. Estos eventos suceden de manera alternada gestándose principalmente durante los meses de abril a junio, alcanzando su máxima influencia entre los meses de diciembre y febrero, ocurriendo cada 2 a 7 años (Sverdrup *et al.*, 2005), no obstante en los últimos años su frecuencia ha sido mayor. Se han realizado numerosos estudios en relación al efecto de estos eventos sobre la circulación media de corrientes oceánicas y la estructura de los ecosistemas marinos en las distintas partes del mundo (Paine *et al.*, 1986; Glantz, 2000). Estas anomalías, a su vez tienen su impacto en la productividad de los ecosistemas marinos, así como también en la distribución y abundancia de organismos a distintos niveles tróficos (Barber y Chavez, 1983). En la ZCPAU estos efectos también han sido registrados. Importantes variaciones en las descargas de los afluentes del Río de la Plata, como consecuencia de cambios en la precipitación, con implicancias sobre los ensambles de comunidades de peces costeros (Jaureguizar *et al.*, 2006; Segura *et al.*, 2008; Izzo *et al.*, 2010), y en cambios en la dinámica y productividad de las masas de agua en la plataforma continental (Martínez y Ortega, 2007).

Actualmente la merluza se encuentra con evidentes signos de plena explotación, una marcada disminución en densidades y tallas medias poblacionales, y con una crítica situación de riesgo para la sustentabilidad biológica de la población (Grupo de Trabajo Merluza 2010 *com. pers.*). Desde la primera implementación de las áreas de veda conjuntas para la protección de juveniles de merluza¹, los países involucrados han tenido dificultades, en muchas ocasiones, para cumplir con los cronogramas anuales de las respectivas campañas de evaluación. Estas dificultades generalmente correspondieron a falta de disponibilidad, en el momento preciso, de los buques de investigación destinados a estos fines ya sea por problemas mecánicos u otros diversos. Asimismo,

¹ Área de veda de otoño de 1993, Resolución 01/93 de la CTMFM.

ante la necesidad de implementar las áreas de protección de juveniles de merluza y la falta de la información biológica requerida para esto, la CTMFM basa su designación bajo distintos criterios arbitrarios, ya que se ven imposibilitados a hacerlo de otra manera, como designar la misma área que fuera implementada en el año previo.

Es evidente que las medidas de protección de esta especie deben ser determinadas por medio de métodos con un sustento científico adecuado. En este sentido, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son ampliamente utilizados como herramientas de apoyo en la gestión de pesquerías, ya que permiten integrar y analizar las diferentes variables que integran la complejidad del ecosistema marino (Carocci *et al.*, 2009), así como poder predecir la distribución potencial de los organismos en base a éstas. Los SIG son un conjunto de herramientas informáticas que permiten coleccionar, almacenar, recuperar, transformar, visualizar y analizar información georreferenciada (Burrough, 1986; Carocci *et al.*, 2009). Debido a la compleja dinámica y movilidad de los recursos pesqueros, es que esta herramienta se convierte en un elemento de utilidad para una correcta planificación y toma de decisiones en el manejo de los mismos.

Este trabajo propone desarrollar una metodología alternativa, ante la falta forzosa de campañas de evaluación del recurso, para detectar sitios potenciales de concentración de juveniles de merluza a tiempo. Se desarrolló un SIG y se utilizaron herramientas tradicionales de análisis de información espacial para integrar y analizar las áreas de veda, implementadas históricamente a partir de las respectivas campañas de evaluación, con eventos ENOS. Asimismo, se presenta el análisis realizado para la primavera de 2010, cuyo resultado fue tenido en cuenta para su implementación. Los resultados obtenidos son un aporte al desarrollo de herramientas de apoyo a la toma de decisiones en caso de imposibilidad técnica para realizar las campañas científicas de evaluación.

METODOLOGÍA

Área de estudio y campañas de evaluación

Las campañas de investigación dirigidas a la evaluación de los sitios de concentración de juveniles de merluza se realizan en la ZCPAU en estaciones de muestreo desde los 34°00'S hasta los 39°30'S, a partir de los 60 m de profundidad y hasta la mayor profundidad donde puede arrastrar el buque de investigación (aproximadamente 400 m) (Rey *et al.*, 1996). En estas estaciones de muestreo se realizan lances exploratorios (60 aprox.) calando y arrastrando durante 30 minutos una red de arrastre de fondo de tipo Engel 472/160, abierta por medio de 2 portones polivalentes de 750 kg cada uno. En el área de exploración del recurso merluza dentro de la ZCPAU es que se centra este estudio (Fig. 1).



Figura 1. Área de estudio (oscurecida), definida dentro de la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya (ZCPAU) y delimitada por las isobatas de 50 y 400 m.

Sistema de Información Geográfica

Se integró en un SIG la cartografía base de la ZCPAU, compuesta por las delimitaciones generadas por el Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo (19 de noviembre de 1973), las isobatas y las zonas costeras de influencia de ambos países involucrados, a partir de la información espacial digitalizada por el Proyecto FREPLATA modificada y la Dirección Nacional de Topografía (MTOP, disponibles en el Proyecto de IDEuy, AGESIC).

Se actualizó y completó la base de datos espacial de las áreas de veda históricamente implementadas, digitalizando e incorporando los polígonos implementados (desde 1993 al 2009) en el SIG. A cada polígono se le incorporó información referente a los criterios utilizados para su designación (i.e. si se realizó o no campaña de investigación), además de toda la información básica de relevancia referente a la capa (i.e. año, fecha y estación climática de implementación).

Evaluación espacial histórica

Se calculó y contrastaron las superficies (km²) de los polígonos implementados desde 1993 al 2009, sus latitudes máximas y mínimas, y se analizó su variabilidad espacial entre los diferentes años. Se calcularon las medias estacionales de la superficie y valores extremos de latitud para evaluar patrones que estén asociados a la distribución del recurso. Análisis de varianzas de las medias de

una vía (ANOVA Tipo II, Zar, 1999) fueron realizados para evaluar las diferencias entre los rangos de latitud entre estaciones.

Análisis y evaluación de eventos ENOS

Existen varios indicadores para monitorear y predecir la ocurrencia de fenómenos ENOS, entre estos los índices SST (Índice de Temperatura Superficial del Mar, por sus siglas en inglés, Reynolds *et al.*, 2002) y MEI (Índice Multivariado de ENOS, por sus siglas en inglés) son los más utilizados (Wolter y Timlin, 1993; NOAA, 2011). El MEI es un buen indicador de los eventos ENOS (Wolter y Timlin, 1998), ya que combina 6 variables físicas en una serie de datos de los últimos 60 años, entre éstas el SST, la presión atmosférica a nivel del mar, 2 indicadores de vientos superficiales, temperatura de la superficie del aire y la fracción total de cobertura de nubes. En consecuencia, valores positivos del MEI representan una fase de El Niño o cálida y valores negativos representan la fase de La Niña o fría, y un valor de cero reflejaría condiciones neutrales. A partir de la tabla del MEI bimestral, calculada desde 1950 al presente (disponible en: <http://www.esrl.noaa.gov/psd/people/klaus.wolter/MEI/>), se filtró anualmente y se categorizaron los bimestres por estación y por evento ENOS (Tabla 1).

Tabla 1. Evolución bimestral del MEI entre los años 1993 y 2010. La escala de colores indica la categorización de eventos ENOS, siendo: amarillo, naranja y rojo diferentes niveles de El Niño y tonos de verde hacia el azul diferentes niveles de La Niña.
Modificado de <http://www.esrl.noaa.gov/psd/people/klaus.wolter/MEI/table.html>

Año	Dic-Ene	Ene-Feb	Feb-Mar	Mar-Abril	Abril-May	May-Jun	Jun-Jul	Jul-Ag	Ag-Sep	Sep-Oct	Oct-Nov	Nov-Dic
1993	0.667	0.97	0.956	1.38	1.983	1.531	1.142	1.054	1.001	1.081	0.846	0.597
1994	0.38	0.198	0.126	0.449	0.618	0.612	0.876	0.632	0.649	1.346	1.245	1.189
1995	1.19	0.897	0.805	0.342	0.456	0.481	0.291	0.065	-0.361	-0.442	-0.492	-0.502
1996	-0.591	-0.605	-0.263	-0.524	-0.234	-0.026	-0.151	-0.233	-0.318	-0.378	-0.091	-0.36
1997	-0.403	-0.469	-0.195	0.479	1.107	2.314	2.673	2.882	2.831	2.184	2.327	2.24
1998	2.424	2.677	2.635	2.553	1.964	1.11	0.4	-0.172	-0.577	-0.807	-1.1	-0.967
1999	-1.05	-1.113	-0.997	-0.978	-0.67	-0.384	-0.518	-0.737	-0.893	-0.947	-1.048	-1.205
2000	-1.129	-1.177	-1.04	-0.435	0.016	-0.267	-0.211	-0.145	-0.229	-0.324	-0.725	-0.625
2001	-0.525	-0.667	-0.61	-0.154	0.151	-0.005	0.194	0.321	-0.21	-0.33	-0.248	-0.048
2002	-0.015	-0.153	-0.135	0.378	0.885	0.838	0.588	0.886	0.782	0.901	0.984	1.152
2003	1.253	0.931	0.794	0.356	0.037	0.009	0.028	0.277	0.47	0.562	0.536	0.361
2004	0.336	0.373	-0.131	0.243	0.44	0.24	0.471	0.622	0.568	0.52	0.816	0.684
2005	0.325	0.762	0.924	0.538	0.708	0.46	0.429	0.432	0.206	-0.254	-0.397	-0.532
2006	-0.383	-0.464	-0.611	-0.646	-0.02	0.496	0.648	0.752	0.868	1.014	1.288	0.963
2007	0.986	0.501	0.097	0.041	0.165	-0.307	-0.264	-0.411	-1.106	-1.119	-1.134	-1.144
2008	-0.965	-1.355	-1.566	-0.903	-0.389	0.069	0.041	-0.174	-0.554	-0.728	-0.547	-0.626
2009	-0.703	-0.716	-0.737	-0.191	0.344	0.855	0.897	0.978	0.754	0.999	1.039	1.084
2010	1.157	1.502	1.383	0.875	0.539	-0.412	-1.166	-1.81	-1.99	-1.911	-1.606	-1.519

Predicción de área de concentración de juveniles

En base a la información recolectada se diseñó una rutina de análisis espacial para detectar sitios potenciales de concentración de juveniles, para las distintas estaciones, a partir de las áreas históricamente detectadas por medio de campañas de evaluación del recurso realizadas en eventos ambientales ENOS similares. Para tal fin, primero se analizan y evalúan las condiciones ambientales que prevalecen en la zona de estudio y se seleccionan los años con condiciones similares a partir de los valores categorizados en la Tabla 1. Posteriormente se seleccionan los polígonos implementados a partir de campañas de investigación para la estación en estudio con condiciones similares de ENOS, y se calcula la superficie media (km²) de los mismos. Consecuentemente se calcula el centroide de cada polígono definido como el punto central o de intersección de todos los planos que dividen al polígono en 2. A partir de los centroides, se estima un área de influencia circular de cada uno, de un radio calculado a partir del área de un círculo de igual superficie que la media geométrica de la superficie de los polígonos seleccionados ($(r=\sqrt{A/n})$). El polígono obtenido se “recorta” a partir de los límites máximos y mínimos de latitud y longitud (estrechamente relacionado a la profundidad) de las áreas de veda implementadas. De esta manera el resultado presenta los extremos latitudinales y de profundidad y se excluyen así las zonas donde nunca se hayan implementado vedas bajo las condiciones ambientales en estudio. Finalmente se extienden y definen los vértices del polígono generado, seleccionando los puntos que determinan el área que abarque toda la zona de influencia resultante de este análisis. Consecuentemente en septiembre de 2010 se realizó esta rutina para identificar el área potencial para ser implementada en la primavera del mismo año, y su resultado se comparó con el área implementada el año anterior para la misma estación, ya que éste sería el polígono alternativo a implementar por la CTMFM.

RESULTADOS

Evaluación espacial histórica

Cincuenta áreas conjuntas fueron implementadas en los últimos 16 años (1993-2009) por la CTMFM: 17 en otoño, 17 en primavera y 16 en verano. El 58% de éstas fueron implementadas en base a una campaña de investigación y de éstas el 75% correspondieron a las estaciones de primavera y otoño.

Se encontró una clara variación espacial entre años y entre estaciones, así como zonas de mayor superposición espacial de áreas vedadas (Fig. 2). En este sentido, se observó en primavera una mayor tendencia de protección hacia la zona norte del área de estudio, ocurriendo lo opuesto en otoño, encontrándose diferencias significativas entre las latitudes medias extremas (ANOVA $F_{(1,88)}=4.89$; $p<<0.05$). Esto se corresponde con los valores extremos de latitud observados (Fig. 2, Tabla 2). Los polígonos implementados para el verano no fueron incluidos en este análisis ya que el número de

áreas determinadas por medio de campañas en esta estación fue muy bajo. En cuanto a la superficie protegida, la menor se observó en el otoño (i.e. año 1994), no obstante en promedio la menor área fue registrada para la primavera. El mayor valor medio de superficie implementada, así como la mayor área protegida (i.e. año 2003) se observó en el otoño.

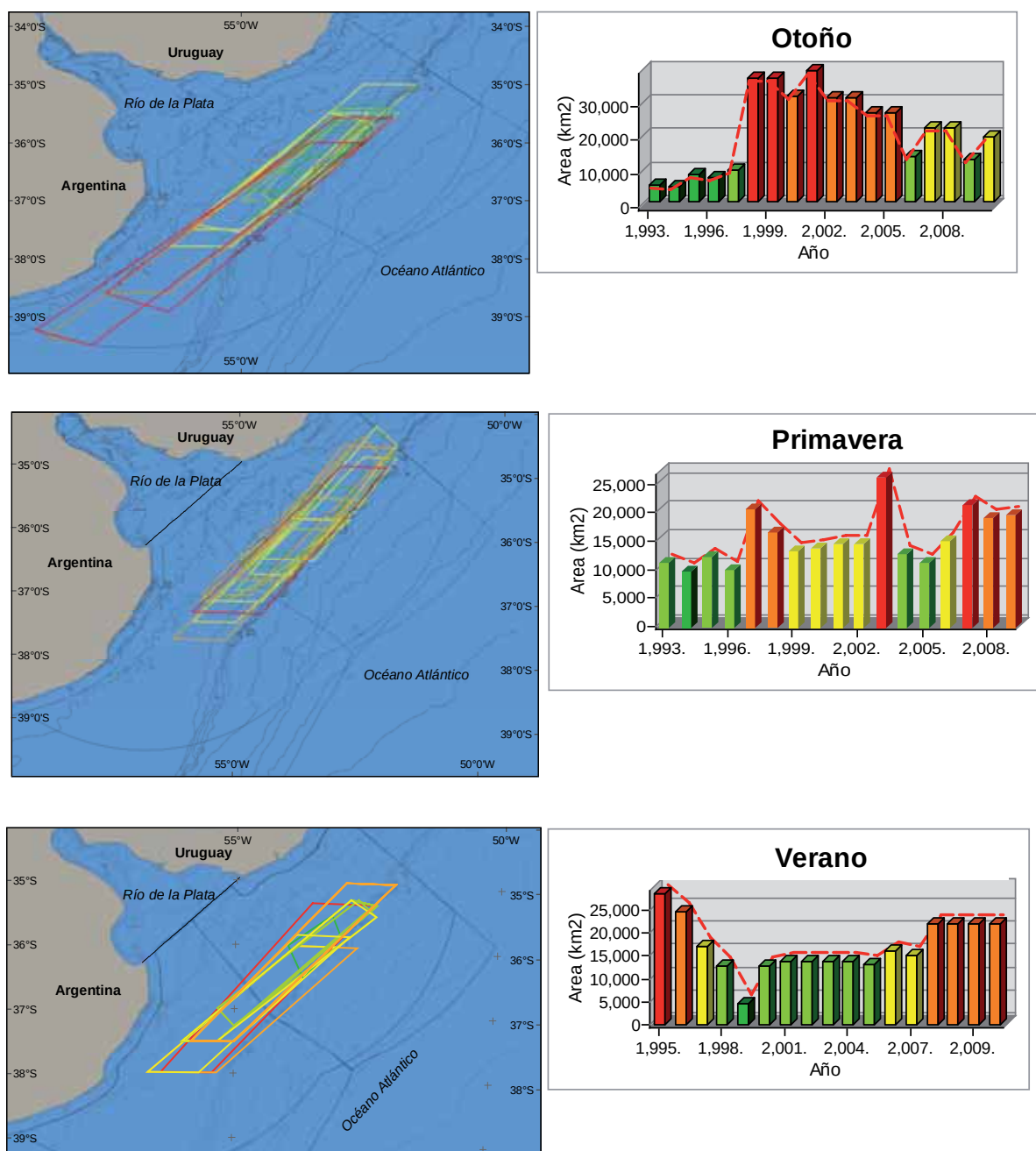


Figura 2. Evaluación espacial histórica de las áreas de veda de merluza para las tres estaciones entre los años 1993 al 2009. Los valores de superficie (km²) se representan en una escala de colores del verde (menores), amarillo y naranja (valores intermedios) y rojo (mayores).

Tabla 2. Valores estadísticos generales históricos estacionales de los polígonos de veda de merluza entre los años 1993 y 2009. Se muestra el número de vedas implementadas (N); las áreas (A.) mínimas (mín.), máximas (máx), y medias (med.) en km²; y los extremos de las Latitudes Sur (Lat.) y Longitudes Oeste (Long.) respectivamente

Estación	N	A.mín.	A.máx.	A.med.	Lat.mín.	Lat.máx.	Long.mín.	Long.máx.
Otoño	17	4,390	38,955	22,209	35°20'	39°29'	52°00'	58°32'
Primavera	17	9,662	26,163	15,327	34°23'	37°47'	52°00'	56°13'
Verano	16	45,87	28,657	16,676	35°00'	38°00'	52°40'	56°41'

Predicción de área potencial de concentración de juveniles para primavera de 2010

El análisis llevado a cabo para la primavera de 2010 se realizó durante el mes de septiembre, para el área de veda a ser implementada desde 1 de octubre hasta el 31 de diciembre. En este sentido las condiciones ambientales denotaron condiciones frías (MEI=-1.99) y se observó una tendencia hacia el acenso del mismo (ver Tabla 1). De las 17 áreas implementadas durante la primavera desde 1993 al 2009, 12 fueron realizadas por medio de una campaña de evaluación, y seis de ellas fueron implementadas en condiciones ambientales similares (i.e. 1995-1996-1999-2000-2001-2007; Fig. 3a). El área media de superficie protegida bajo estas condiciones ambientales fue de 14,106 km², por lo que el área de influencia de los centroides fue calculada con un radio de 67 km (Fig. 3b). En las Figs. 3c y d se muestra el procedimiento realizado para determinar el área de veda resultante (Fig. 3e), la cual presentó una superficie de 22,568 km². Este resultado comparado con el área implementada para la primavera del 2009 bajo condiciones ambientales cálidas (MEI=0.75, Tabla 1), resultó 14% (i.e. 3,000 km²) mayor y notoriamente más hacia el norte (Fig. 4).

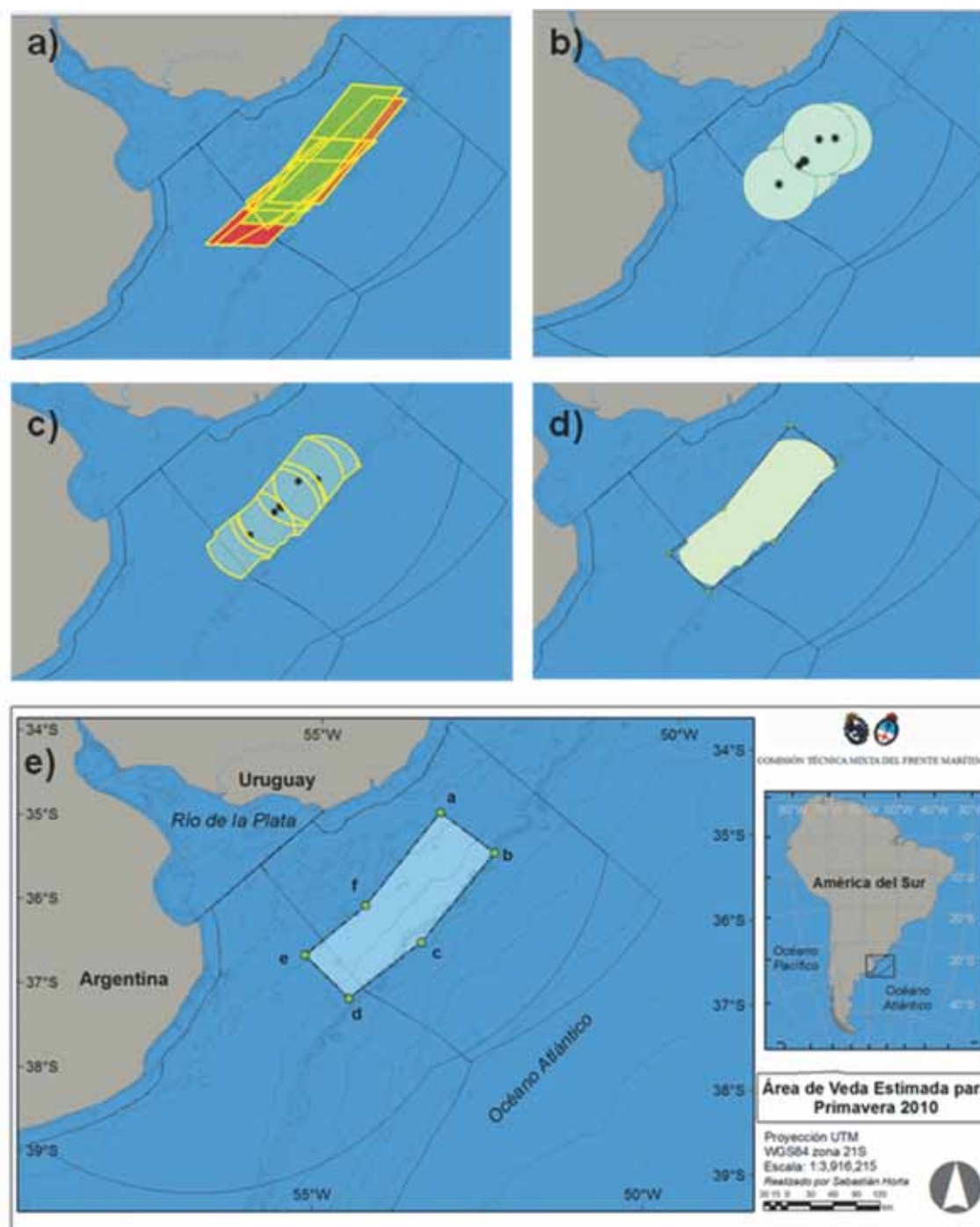


Figura 3. Rutina de análisis espacial desarrollada para determinar sitios potenciales de concentración de juveniles de merluza a partir de áreas históricamente implementadas. a) Selección de las 6 áreas que cumplen las condiciones ambientales ENOS similares a las de primavera de 2010; b) centroides de los polígonos seleccionados y cálculo de áreas de influencia a partir del radio calculado de 67 km; c) área de influencia recortada a partir de los límites extremos; d) definición de los lados y vértices que incluyen el área de influencia calculada; e) área de veda propuesta e implementada por la CTMFM para primavera de 2010.

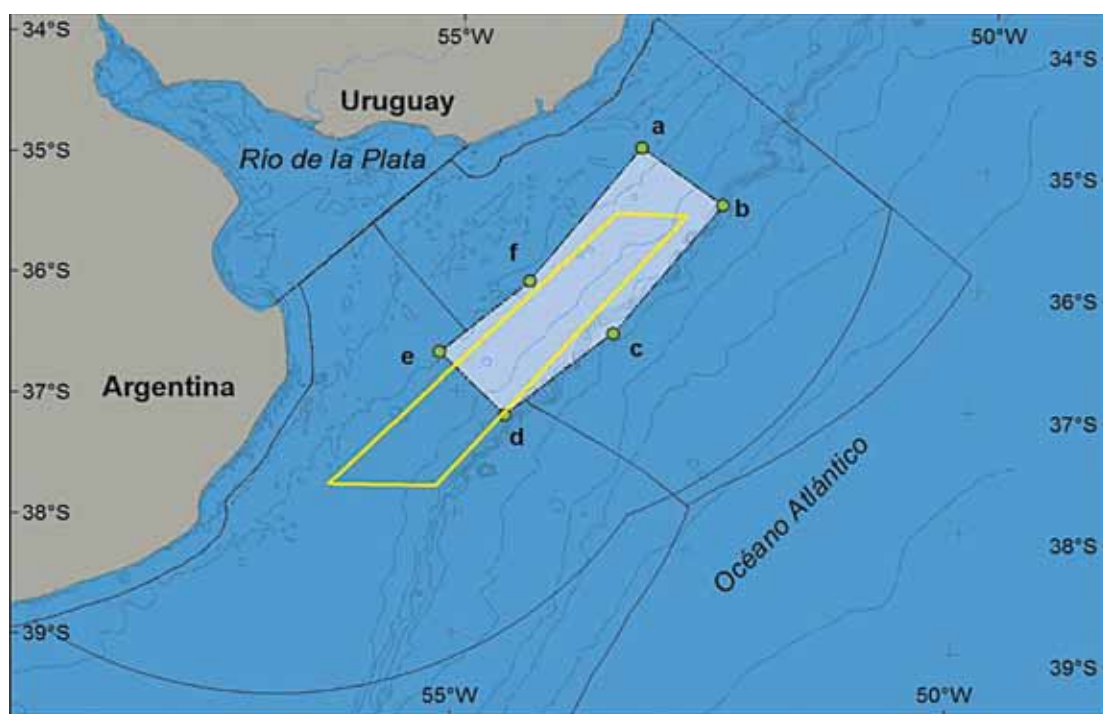


Figura 4. Comparación del área resultante del análisis espacial realizado para primavera de 2010 (polígono celeste y borde punteado), comparado con polígono implementado en la misma estación de 2009 (polígono amarillo vacío).

DISCUSIÓN

Más del 40% (i.e. 25 áreas) de las áreas designadas en los últimos 16 años carecieron de campaña de investigación y fueron implementadas de manera arbitraria (sin aplicar un criterio biológico). En estos casos se aplicó, en su mayoría, el área designada para la misma estación del año anterior, es por esta razón que existe la necesidad inmediata de desarrollar métodos que incorporen aspectos biológicos de la distribución de la especie. En este trabajo se desarrolló una herramienta efectiva que incorpora criterios biológicos para encontrar sitios con potencial para su implementación.

El análisis espacial histórico de las áreas de veda de merluza permitió visualizar la variación espacial entre los 16 años de implementación y entre las estaciones. En consecuencia este análisis permitió detectar zonas de mayor superposición de las mismas, por lo que podrían definirse como áreas de gran factibilidad de ocurrencia de altas concentraciones de juveniles de esta especie. Asimismo, el patrón latitudinal observado entre estaciones, se podría relacionar a la distribución de las masas de agua y de la propia dinámica migratoria de la especie (Ubal *et al.*, 1987a y b; Rey *et al.*, 1996; Arena *et al.*, 2005), las cuales se ven modificadas por eventos ambientales ENOS (Ortega y Martínez, 2007).

La rutina de análisis espacial para detectar sitios potenciales de concentración de juveniles a partir de eventos ambientales ENOS (Fig. 3), permitió definir eficientemente un área factible de ser aplicada por la CTMFM. La misma conferiría una protección hacia el sector norte del área de estudio, correspondiéndose con la ubicación espacial del frente de plataforma, formado al converger las masas de agua cálidas dirigidas hacia el sur y las frías hacia el norte, prevista para la condición ambiental que prevalece en el período estudiado (ENOS fría, Ortega y Martínez, 2007). En este sentido, el polígono así definido tendría mayor validez que el área implementada en el 2009 (año anterior) en otras condiciones ambientales (ENOS cálidas).

Si bien los resultados de este análisis fueron satisfactorios para el objetivo planteado, presentan una incertidumbre asociada a la variabilidad natural del recurso, su dinámica y el tiempo de respuesta de las condiciones ambientales frente a fenómenos ENOS. Asimismo, se encuentra limitado al número de campañas y áreas de veda implementadas, por lo que no todas las combinaciones de presencia de eventos ENOS/estación se encuentran igualmente representadas por las mismas. Para disminuir el error asociado a este análisis, habría que validarlo con las respectivas campañas de evaluación. Además, incorporar o comparar con los resultados de otros modelos realizados para el mismo fin, que incluyan los rendimientos obtenidos a partir de las campañas históricamente implementadas, relacionadas a las condiciones ambientales, la profundidad, entre otras variables (ver Ortega en este volumen). Cabe destacar que estas herramientas deben utilizarse como apoyo a la toma de decisiones en caso de carecer forzosamente de campañas de evaluación *in situ*.

CONCLUSIONES

El resultado de este trabajo propone una alternativa, en caso de no disponer de campañas en tiempo, a la selección de áreas potenciales de concentración de juveniles a partir de datos históricos y ambientales. El análisis histórico de la distribución espacial de las áreas implementadas para la protección de los juveniles de merluza, permitió visualizar patrones asociados a la dinámica migratoria del recurso estudiado. Este trabajo es parte de un proceso de desarrollo de herramientas de apoyo a la toma de decisiones, que permitan el uso responsable de los recursos pesqueros en la ZCPAU. Este proceso se encuentra en vías de validación por medio de campañas de evaluación *in situ* y con otros modelos que están siendo desarrollados para el mismo fin que incluyen variables físicas y biológicas (ver Ortega en este volumen). Asimismo, estos modelos se elaboran por medio de series de datos oceanográficos y biológicos procedentes de las propias campañas de evaluación, por lo que se requiere dar prioridad al desarrollo de las mismas, y que sean unificadas en criterios de toma de datos y de difusión de sus resultados.

BIBLIOGRAFÍA

- Arena, G.; Paesch, L.; Lorenzo, M.I. (2005). Análisis de la información procedente de 27 campañas estacionales de evaluación de merluza, discriminadamente por sector de la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay (período 1980-1999). *Com.Téc. Mix.Fr.Mar.*, Vol. 20 (Sec.A):11-25.
- Arena, W.; Ubal, W.; Grunwaldt, P.; Fernández, A. (1986). Distribución latitudinal y batimétrica de la merluza (*Merluccius hubbsi*) y otros organismos demarsales de su fauna acompañante dentro de la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay. *Publ.Com. Téc.Mix.Fr.Mar.*, Vol.1 (2): 253-279.
- Barber, R.T.; Chavez F.P. (1983). Biological Consequences of El Niño. *Science*, Vol. 222 no. 4629:1203-1210.
- Bezzi S.; Irusta, G.; Simonazzi, M.; Castrucci, R.; Ibañez, P. (2000). Sucesos biológicos y pesqueros del efectivo pesquero norte de merluza (*Merluccius hubbsi*) entre 39° y 41°S. *Publ.Com.Téc.Mix.Fr.Mar.* Vol. 18 (Sec.A):25-30.
- Burrough, P.A. (1986). Principles of geographical information systems for land resource assessment. Monographs on soil and resources survey. Clarendon Press, Oxford:194 pp.
- Carocci, F.; Bianchi, G.; Eastwood, P.; Meaden, G. (2009). Geographic Information Systems to support the ecosystem approach to fisheries: status, opportunities and challenges. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, Roma, Italia: 101pp.
- Glantz, M. H. (2000), Currents of change. Cambridge University Press, Cambridge. 266pp.
- Izzo, P.; Milessi, A.C.; Ortega, L.; Segura, A. (2010). First record of *Aluterus scriptus* (Monacanthidae) in Mar del Plata, Argentina Marine Biodiversity Records, Vol. 3, doi:10.1017/S1755267210000369.
- Jaureguizar, A.J.; Menni, R.; Lasta, C.; Guerrero R. (2006). Fish assemblages of the northern Argentine coastal system: spatial patterns and their temporal variations, *Fish. Oceanogr.* 15:4, 326-344.
- Martínez, A.; Ortega, L. (2007). Seasonal trends in phytoplankton biomass over the Uruguayan Shelf. *Continental Shelf Research*. 27(12), 1747-1758.
- NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration (2008) Methodology, Product Description, and Data Availability of NOAA Coral Reef Watch (CRW) Operational and Experimental Satellite Coral Bleaching Monitoring Products. NOAA Coral Reef Watch <http://coralreefwatch.noaa.gov/>
- Ortega, L. and Martinez, A., (2007). Multiannual and seasonal variability of water masses and fronts over the Uruguayan shelf. *Journal of Coastal Research*, 23(3): 618-629.
- Otero, H.O., (1986). Determinación del ciclo migratorio de la merluza común (*Merluccius hubbsi*) mediante el análisis de índices de densidad poblacional y concentración del esfuerzo de pesca. *Publ.Com.Téc.Mix. Fr.Mar.* Vol. 1(1): 75-92.
- Otero, H.O.; Verazay, G.A. (1988). El estado actual del recurso merluza común (*Merluccius hubbsi*) y Pautas para su manejo pesquero. *Publ.Com.Téc.Mix.Fr.Mar.*, Vol. 4: 7-24.
- Paine, R.T.(1986). Benthic community-water column coupling during the 1982-1983 El

- Niño: are community changes at high latitudes attributable to cause or coincidence? *Limmology and Oceanography* 31:351-360.
- Rey, M.; Bezzi, S.; Verazay, G.; Oribe Stemmer, J. (1996). Áreas de veda para la protección de los juveniles de merluza (*Merluccius hubbsi*) en la Zona Común de Pesca, hasta diciembre de 1993. *Publ.Com.Téc.Mix. Fr.Mar. Vol. 16 (Sec.A): 7-28.*
- Reynolds, R.W.; Rayner, N.A.; Smith, T.M.; Stokes, D.C.; Wang, W.(2002). An Improved *in situ* and Satellite SST Analysis for Climate. *J. Climate*, 15: 1609-1625.
- Rodriguez K.A.; Macchi G.G. (2010). Spawning and reproductive potential of the Northern stock of Argentine hake (*Merluccius hubbsi*). *Fish.Res.* 106:560-566.
- Segura A.M., Carranza, A., Rubio, L.E., Ortega, L. &García, M. (2008) *Stellifer rastrifer* (Pisces: Scienidae): first Uruguayan records and a 1200 km range extension. *JMBA2 - Biodiversity Records published online* <http://www.mba.ac.uk/jmba/>
- SeverovD.N. y Korobochka A.A. (1991). Variabilidad de las condiciones oceanológicas en el sistema de la Corriente de las Malvinas y El Niño en el período 1987-1992. *Publ. Com.Téc.Mix.Fr.Mar. Vol. 17(Sec.A): 7-16.*
- Sverdrup, K. A.; Duxbury, A. C. and Duxbury, A. B. (2005). An introduction to the world's oceans, McGraw-Hill, New York: 521pp.
- Ubal, W.; Norbis, W.; Bosch, B.; Pagano, D. (1987a). Principales factores determinantes de la abundancia de merluza (*Merluccius hubbsi*) en otoño en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya. *Publ.Com. Téc.Mix.Fr.Mar. Vol. 3: 7-13.*
- Ubal, W.; Norbis, W.; Bosch, B.; Parietti, M.; Pagano, D. (1987b). Migración de la merluza (*Merluccius hubbsi*) por seguimiento de rangos de longitud en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya. *Com.Téc. Mix.Fr.Mar. Vol. 3: 15-23.*
- Velasco, G.; González, S.B.; Oddone, M.C.; Fernández A. (2007). Determinación y análisis histórico de las áreas de concentración de juveniles de merluza, *Merluccius hubbsi* Marini, 1933 (Teleostei, Gadiformes), en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya, entre el otoño de 1986 y el invierno de 1991, 1 B.Inst. Pesca, São Paulo 33(2): 253-263.
- Villarino, M.F.; Simonazzi, M.;Bambill, G.; Ibáñez, P.; Castrucci, R.; Reta, R. (2000).Evaluación de la merluza en Julio y Agosto de 1994, entre los 34° y 46° S del Atlántico Sudoccidental. Contribución INIDEP N°1122, SAGPYA, Mar del Plata, Argentina, 46pp.
- Viñas, M.D.; Ramírez, F.C.; Santos, B.A.; Pérez Seijas, G.M. (1992). Zooplankton distribuido en el área de desove y de crianza norpatagónica de la merluza (*Merluccius hubbsi*). *Publ. Com.Téc.Mix.Fr.Mar. Vol. 11: 105-113.*
- Wolter, K.; M.S. Timlin, (1993): Monitoring ENSO in COADS with a seasonally adjusted principal component index. *Proc. of the 17th Climate Diagnostics Workshop*, Norman, OK, NOAA/NMC/CAC, NSSL, Oklahoma Clim. Survey, CIMMS and the School of Meteor., Univ. of Oklahoma, 52-57.
- Wolter, K.; Timlin, M. (1998). Measuring the strength of ENSO - how does 1997/98 rank?. *Weather*, 53, 315-324.
- Zar, J.H. (1999) Biostatistical analysis. Fourth Edition Prentice-Hall, Englewood Cliffs. New jersey: 620pp.

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

Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo
Juncal 1355 p. 6 esc. 604
11000 Montevideo, URUGUAY