



**INIDEP**

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN  
Y DESARROLLO PESQUERO

# INFORME TÉCNICO OFICIAL

Número <b>10 16</b>	Páginas <b>30</b>	Dirección Dirección de Pesquerías Demersales
Fecha de aprobación <b>120 MAY 2010</b>	Programa / Gabinete Pesquerías de Merluza y Fauna Acompañante	Actividad

**Simulación del efecto de áreas de veda, esfuerzo pesquero y selectividad de dos flotas (flota arrastrera merluquera y flota tangonera langostinera) sobre la merluza (Merluccius hubbsi) al sur del 41° S, e indicadores de sustentabilidad biológica**

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

**SOLICITADO POR**

Institución Consejo Federal Pesquero	Cargo
---	-------

**PREPARADO POR**

Firma:
Nombre: Anibal Aubone
Firma:
Nombre: Fernanda Villarino
Firma:
Nombre: Betina Santos
Firma:
Nombre: Marta Renzi
Firma:
Nombre:

**APROBADO POR**

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

# **Simulación del efecto de áreas de veda, esfuerzo pesquero y selectividad de dos flotas (flota arrastrera merlucera y flota tangonera langostinera) sobre la merluza (*Merluccius hubbsi*) al sur del 41° S, e indicadores de sustentabilidad biológica**

Por

Aníbal Aubone, Maria Fernanda Villarino, Betina Santos y Marta Renzi

---

## **Resumen**

En este Informe se presenta una simulación realizada con la planilla de cálculo denominada “SIMULDOSFLOTAS.xls“, generada para evaluar el efecto de distintas áreas de veda, esfuerzo pesquero normalizado y artes de pesca, de dos flotas pesqueras (arrastrera merlucera y tangonera) operando sobre el recurso merluza al sur de 41°S, en el corto plazo y un análisis de estabilidad poblacional mediante indicadores de sustentabilidad biológica. Se espera que este trabajo sea de utilidad para la toma de decisiones para un manejo sustentable de la merluza al sur de 41°S

## **1. Introducción**

En este Informe se presentan algunos escenarios de combinaciones de áreas de veda-esfuerzo pesquero-artes de pesca (desde la accesibilidad-vulnerabilidad-selectividad), de dos flotas: la flota arrastrera (merlucera propiamente dicha) y la flota tangonera langostinera operando sobre el recurso merluza (*Merluccius hubbsi*) al sur de 41°S, en el corto plazo y un análisis de estabilidad poblacional mediante indicadores ergódicos de sustentabilidad biológica (Aubone, 2004 a y b; 2009, 2008-10). La flota tangonera captura merluza de manera incidental.

El objetivo de la simulación es poder brindar al Consejo Federal Pesquero, herramientas para la toma de decisiones para el manejo de la merluza al sur de 41° S. Mediante esta simulación se realizaron los cálculos para estimar el impacto de diferentes artes de pesca tanto de la flota arrastrera (actual: selectividad similar en retención a la de la red de malla romboidal de 80 mm de luz; DEJUPA 35/120; FLEXIGRID 35/120; 120 (malla romboidal de 120 mm de luz de malla), como de la flota tangonera (red actual (sin selectividad); DISELA II; HARGRIL), bajo ciertas accesibilidades y vulnerabilidades. Las proyecciones se realizaron de forma determinista. Se

calcularon los valores de los indicadores ergódicos (no dependen del estado poblacional actual) de sustentabilidad biológica y se compararon los valores obtenidos con los límites de referencia estimados para la merluza al sur de 41°S por Aubone (2009) (Análisis de Estabilidad Poblacional a largo plazo). Los indicadores ergódicos de sustentabilidad biológica son indicadores que permiten evaluar a largo plazo si un determinado vector de probabilidades de supervivencia por edad mantenido en el tiempo puede ser biológicamente sustentable (Aubone, 2004 a y b; 2008-10; 2009 b).

En Aubone *et al.* (2009) y en Renzi *et al.* (2010) se analizó el efecto sobre la población a mediano plazo del uso de diferentes artes de pesca de la flota merlucera, teniendo en cuenta el área de veda actual al sur del 41° S, mientras que en este trabajo se consideraron tanto la flota merlucera y como la tangonera, y se usó la planilla SIMULDOSFLOTAS.xls (Aubone, 2010) que permite realizar infinitas combinaciones de accesibilidad, vulnerabilidad y selectividad.

El día 5 de mayo de 2010 el INIDEP concurrió al Consejo Federal Pesquero para mostrar resultados preliminares de aplicación de la planilla SIMULDOSFLOTAS.xls, v040510. Los consejeros propusieron diferentes escenarios, para los cuales se estimó *in situ* el efecto de los mismos en la dinámica poblacional tanto a corto plazo como a largo plazo. Los escenarios planteados requirieron, para su análisis de corto plazo, de supuestos sobre reclutamiento en el año 2009 y siguientes, además de suponer un determinado patrón de explotación en el año 2009 y una captura total. Estos supuestos fueron *a priori* considerados válidos, pero sujetos a revisión posterior.

Ante el requerimiento del Consejo Federal Pesquero de un informe escrito sobre los diferentes escenarios presentados, los autores continuaron trabajando para poder brindar un asesoramiento más preciso, mejorando los datos de entrada como las tendencias en el reclutamiento (Dato,2010), las actualizaciones de las estadísticas oficiales de desembarques para el año 2009 y las capturas por edad de dicho año, lo que llevó a revisar las suposiciones presentadas. Los nuevos resultados se muestran como una posibilidad a tener en cuenta. También figuran en este informe los resultados mostrados en la presentación del 5 de mayo de 2010.

Se espera que este trabajo sea de utilidad para la toma de decisiones, para permitir un manejo sustentable del recurso merluza al sur de 41°S.

## 2. Planilla de cálculo SIMULDOSFLOTAS.xls

A partir de la ecuación fundamental  $C_{i,t} = S_i v_{i,t} \kappa_{i,t} N_{i,t}$  para cada edad  $i$  y tiempo  $t$  (Aubone, 2004 a), el cálculo se basa en que  $S_i^1 v_i^1 \kappa_i^1 + S_i^2 v_i^2 \kappa_i^2 = \frac{F_i}{F_i + M_i} (1 - e^{-F_i - M_i})$ ,  $i = 1,7 +$  por lo tanto conocidas las retenciones ( $S_i$ ), vulnerabilidades ( $v_i$ ) y accesibilidades ( $\kappa_i$ ) para cada edad  $i$ , pueden resolverse estas 7 ecuaciones no lineales en  $F_i$  (tasa instantánea de mortalidad por pesca de la edad  $i$ ) y estimar así cada  $F_i$ ,  $i = 1,7 +$ . El vector de probabilidades de

supervivencia por edad se calcula  $p = (p_1; p_2; \dots; p_n)$ , con  $p_i = e^{-F_i - M_i}$ ,  $i = 1, 7 +$ . Las tasas instantáneas de mortalidad natural  $M_i$  fueron consideradas constantes e iguales a 0,3 para todas las edades.

Las proyecciones de corto plazo se efectuaron mediante las ecuaciones básicas:

$$N_{i+1,t+1} = N_{i,t} p_{i,t}, \quad i = 1, 5$$

$$N_{7+,t+1} = N_{6,t} p_{6,t} + N_{7+,t} p_{7+,t}$$

Las modificaciones de las vulnerabilidades actuales se plantearon multiplicando las mismas por un factor que básicamente se interpreta como de variación proporcional del esfuerzo pesquero normalizado. El esfuerzo normalizado debe interpretarse como el esfuerzo de una flota homogénea respecto de la eficiencia pesquera. Por ejemplo, un factor de 0,85 en alguna de las dos flotas significa una reducción del 15% en el esfuerzo pesquero actual normalizado de dicha flota. Para convertir unidades de esfuerzo normalizado en unidades de esfuerzo diferenciadas por estrato de flota (si correspondiera), debiera contarse con un estudio de poderes de pesca relativos. Al esfuerzo pesquero normalizado lo llamaremos esfuerzo.

Análoga idea de multiplicar por un factor, puede aplicarse en cuanto a la modificación de las accesibilidades (que lleva a tal vez la modificación del área de veda actual). Se plantearon dos factores, uno que se aplica sobre las edades 1 y 2 y otro factor que se aplica sobre las edades 3 en adelante. La modificación de las accesibilidades en una cierta proporción no necesariamente representa modificación de la superficie del área de veda actual en la misma proporción.

La hoja de cálculo “SIMULDOSFLOTAS” trabaja ligada a la hoja de cálculo “AnErgSus merlu sur 2009” correspondiente a la planilla “AnErgSus merlu 2009.xls”, donde se realiza el análisis de estabilidad poblacional para la merluza (Aubone, 2009 a).

Las proyecciones con diferentes opciones de accesibilidad, vulnerabilidad y selectividad se realizaron en forma determinista a dos tiempos futuros (2011 y 2012) y el vector de probabilidades de supervivencia por edad que resultó de cada combinación permitió calcular los indicadores ergódicos de sustentabilidad biológica (Aubone, 2004 a y b; 2008-10; 2009 b). Estos se compararon con los valores de referencia obtenidos para la merluza al sur de 41° S y siguiendo el criterio de decisión sobre el rechazo-aceptación de la sustentabilidad biológica (Aubone, 2009 b, 2008-10). Un rechazo de la sustentabilidad biológica indica que la población no puede evolucionar hacia un estado de equilibrio sustentable ya sea por un desbalance inadecuado de la estructura estable de edades o porque la población no es capaz de reponer (compensar) los individuos que mueren, en el largo plazo, o una combinación de ambos efectos. La estructura estable de edades es la estructura de edades en un estado de equilibrio. La estructura estable de edades es inadecuada cuando se encuentra muy sesgada hacia los juveniles (la población se “juveniliza” demasiado respecto de la biología reproductiva y reclutamiento de la especie) (Aubone, 2004 b).

La aceptación de la sustentabilidad biológica no garantiza que la misma sea factible, simplemente que, teniendo en cuenta la estructura poblacional, la biología reproductiva y reclutamiento conocido, no es de esperar el colapso en el largo plazo.

Las proyecciones de corto plazo (en este caso: 2011 y 2012) permiten evaluar el impacto inmediato de la combinación accesibilidad-vulnerabilidad-selectividad para cada flota pesquera, pero requieren de supuestos sobre el reclutamiento futuro. Los valores de reclutamiento se asumieron constantes en 2010, 2011 y 2012.

En la planilla SIMULDOSFLOTAS.xls también se calcula la edad media de los individuos capturados. La fórmula utilizada es  $i_{med,C,t} = \sum_{i=1,7+} \frac{C_{i,t}}{C_t} i$ , donde  $C_{i,t}$  es la captura en número de individuos de edad  $i$  en el tiempo  $t$  y  $C_t = \sum_{i=1,7+} C_{i,t}$ . La edad media en la captura puede ser utilizada como indicador de la estructura de edades capturada en los tiempos siguientes a la implementación de las combinaciones accesibilidad-vulnerabilidad-selectividad. Tener en cuenta que la edad de primera madurez para las hembras de merluza al sur de 41° S se estima en aproximadamente 2,62 años de edad (Simonazzi, 2003).

### 3. Escenarios analizados

En este trabajo se presentan algunos escenarios básicos presentados y discutidos en la reunión con el CFP

**Escenario 1:** situación actual;

**Escenario 2:** reducción mínima necesaria de esfuerzo pesquero para aceptar la sustentabilidad biológica;

**Escenario 3:** DEJUPA 35/120 en la flota merluquera y DISELA II en la flota tangonera;

**Escenario 4:** reducción del esfuerzo para la flota merluquera del 5% y uso HARGRIL en la flota tangonera;

**Escenario 5:** reducción del esfuerzo para la flota merluquera del 15% y uso HARGRIL en la flota tangonera;

**Escenario 6:** DEJUPA 35/120 en la flota merluquera y HARGRIL en la flota tangonera;

**Escenario 7:** FLEXIGRID en la flota merluquera y HARGRIL en la flota tangonera;

**Escenario 8:** malla 120 mm, reducción del esfuerzo para la flota merluquera del 15% y uso de HARGRIL para la flota tangonera.

**Escenario 9:** mínima reducción de las accesibilidades por edad necesaria para aceptar la sustentabilidad biológica.

#### 4. Datos básicos

Los datos básicos de entrada son: vector de estado poblacional a comienzos del año actual (año 2010); reclutamientos (número de individuos de edad 1 en la población para los años 2010, 2011 y 2012); pesos medios poblacionales por edad; pesos medios de desembarque por edad (para la flota arrastrera) y pesos medios poblacionales por edad a mitad de año (para la flota tangonera); proporción de individuos maduros (promedio machos y hembras por edad).

En la última evaluación del efectivo al sur de 41° S, (Renzi *et al.*, 2009) se estimaron el vector de estado poblacional correspondiente al 2008 y las tasas instantáneas de mortalidad por pesca por edad de dicho año, correspondiente al escenario de un 20% de subdeclaración y descarte y *by-catch* incluidos.

El objetivo de recuperación de la biomasa reproductiva se ha fijado en 450.000 t (umbral BR).

En la Tabla 1 pueden verse las retenciones por edad de cada arte de pesca considerado. Estas retenciones por edad fueron calculadas atendiendo a los parámetros de crecimiento:  $L_{\infty} = 97,57; k = 0,14; t_0 = -0,57$  (campana de investigación global de merluza 2007) y a los parámetros de las curvas de retención (Aubone *et al.* (1999); Ercoli *et al.*, (1999, 2006); Roth *et al.* (2004); García *et al.* (2008))

Tabla1. Retenciones por edad de las distintas artes de pesca consideradas

Edad	80 (mm)	T90 (mm)	120 (mm)	DEJUPA 35/120	FLEXIGRID	DISELA II	HARGRIL
1	0,909	0,622	0,452	0,151	0,134	0,115	0,455
2	0,990	0,873	0,777	0,525	0,444	0,001	0,089
3	0,999	0,960	0,925	0,844	0,770	0,000	0,002
4	1,000	0,986	0,974	0,956	0,921	0,000	0,000
5	1,000	0,995	0,990	0,986	0,972	0,000	0,000
6	1,000	0,998	0,996	0,995	0,989	0,000	0,000
7+	1,000	0,999	0,998	0,998	0,995	0,000	0,000

## Accesibilidades y vulnerabilidades

En la Tabla 2 pueden verse las accesibilidades y vulnerabilidades actuales (año 2009) estimadas, de la flota pesquera tangonera y la merlucera. Las accesibilidades de la flota merlucera son las mismas que se consideraron en Renzi *et al.* (2009) y en Aubone *et al.* (2009). Para el cálculo de las accesibilidades actuales de la flota tangonera se consideró su área de pesca habitual y la proporción de rectángulos estadísticos a los que accede dentro y fuera del área de veda actual para la protección de juveniles de merluza. Este procedimiento es preliminar y fue concebido para poder realizar los cálculos en tiempo. Actualmente se están analizando datos de campañas de investigación global para lograr una estimación más precisa.

Con las retenciones y las accesibilidades actuales (Tabla 2), la captura por edad del año 2009 y el vector de estado proyectado en 2009, pueden calcularse las vulnerabilidades del año 2009 por simple despeje. Estas vulnerabilidades se denominan vulnerabilidades actuales.

Tabla 2. Accesibilidades y vulnerabilidades año 2009, estimadas para la flota merlucera y la flota tangonera

Edad	1	2	3	4	5	6	7
Accesibilidad flota merlucera	0,30	0,37	0,40	0,46	0,50	0,43	0,43
Accesibilidad flota tangonera	0,21	0,21	0,12	0,11	0,10	0,11	0,11
Vulnerabilidad flota merlucera	0,88	0,81	1,00	0,87	1,00	1,00	1,00
Vulnerabilidad flota tangonera	0,46	0,12	0,09	0,06	0,04	0,02	0,03

En la Tabla 3 pueden verse las accesibilidades y vulnerabilidades estimadas para el año 2008, y utilizadas en la presentación realizada el 5 de mayo de 2010.

Tabla 3. Accesibilidades y vulnerabilidades año 2008, estimadas para la flota merlucera y la flota tangonera

Edad	1	2	3	4	5	6	7
Accesibilidad flota merlucera	0,30	0,37	0,40	0,46	0,50	0,43	0,43
Accesibilidad flota tangonera	0,21	0,21	0,12	0,11	0,10	0,11	0,11
Vulnerabilidad flota merlucera	0,48	0,74	0,97	0,69	0,81	1,00	1,00
Vulnerabilidad flota tangonera	0,61	0,32	0,38	0,15	0,13	0,07	0,14

## Sobre la captura total del año 2009

La captura total del año 2009, estimada a la fecha, incluyendo descarte del 10% de la captura corregida por subdeclaración, *by-catch* de la pesquería de langostino (40.339 t), pesca de otros países y un 20% de subdeclaración de capturas (como en Renzi *et al.*, 2009) es de 356.445 t (se denominará captura observada). La captura total, desglosada en captura de buques arrastreros y captura de buques tangoneros, se dividió por el peso medio de captura de cada flota para obtener el número total de individuos capturados de merluza durante el año 2009.

## Reclutamiento del año 2009 y siguientes

### Caso 1 (disminución del reclutamiento en 2009)

En la última evaluación del efectivo de merluza al sur de 41°S, realizada en el año 2009 (Renzi *et al.*, 2009), se estimó el vector de estado y las tasas instantáneas de mortalidad por pesca por edad, del 2008. Para poder proyectar el estado poblacional al año 2010, año de partida de la aplicación de diferentes combinaciones de áreas de veda, esfuerzo pesquero y retención de artes de pesca (accesibilidades, vulnerabilidades, selectividades), fue necesario estimar el reclutamiento para el año 2009. Teniendo en cuenta que se ha estimado una disminución en el índice de abundancia de edad 2 del 69% en 2010 respecto del año 2009 (Dato, 2010), se plantearon dos cálculos para poder estimar el reclutamiento ocurrido en el año 2009, ya que a la fecha todavía no se ha actualizado el modelo de evaluación.

1)

$$\hat{N}_{1,2009} = N_{2,2010} e^{Z_{1,2009}} = 0,31 N_{2,2009} e^{Z_{1,2009}}$$

Para estimar el reclutamiento en 2009 mediante esta fórmula se requiere también de la estimación de la tasa instantánea de mortalidad total de la edad 1 en 2009 ( $Z_{1,2009}$ ). La misma queda

definida al resolver:  $C_{1,2009} = \frac{F_{1,2009}}{F_{1,2009} + 0,3} (1 - e^{-F_{1,2009} - 0,3}) \hat{N}_{1,2009}$ ;  $Z_{1,2009} = F_{1,2009} + 0,3$ .

2)

De la evaluación del recurso en 2009 se obtuvo una estimación del coeficiente  $q$  ( $E(I_{2,t}) = q N_{2,t}$ ) para el índice de abundancia de edad 2 ( $I_2$ ) de  $\hat{q} = 0,00163$ . Entonces se

estima  $\hat{N}_{2,2010} = \frac{I_{2,2010}}{\hat{q}}$ , por lo que  $\hat{N}_{1,2009} = N_{2,2010} e^{Z_{1,2009}} = \frac{I_{2,2010}}{\hat{q}} e^{Z_{1,2009}}$ . Esta fórmula para

estimar el reclutamiento en 2009, requiere de la estimación de la tasa instantánea de mortalidad total de la edad 1 en 2009. La misma queda definida al resolver:



$$C_{1,2009} = \frac{F_{1,2009}}{F_{1,2009} + 0,3} (1 - e^{-F_{1,2009} - 0,3}) \hat{N}_{1,2009}. \text{ El valor estimado del índice para el año 2010 es } I_{2,2010} = 1.000.$$

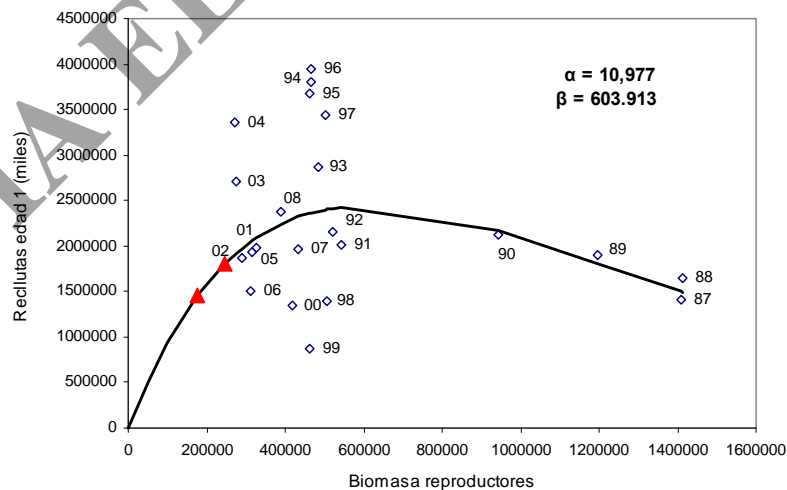
La estimación final del reclutamiento se obtuvo promediando el resultado de 1) y el de 2):  $N_{1,2009} = 1.452.631.434$  individuos. Debe entenderse que esta es una estimación preliminar, hasta tanto se actualice el modelo de evaluación.

Este valor de reclutamiento fue considerado también para los años 2010, 2011 y 2012. Aunque esto genera una visión pesimista, no existe información que permita asumir un aumento o disminución del reclutamiento en dichos años. Para confirmar algunas de estas variantes debiera esperarse a la campaña de investigación global de merluza que se realizará en agosto de 2010 y la campaña de reclutamiento de enero del año que viene.

### Caso 2 (reclutamiento de 1.800.000.000 individuos en 2009)

Se considera al reclutamiento constante para los años 2009, 2010, 2011 y 2012 e igual al valor de 1.800.000.000 de individuos. Dicho valor fue considerado como un reclutamiento pequeño por Renzi *et al.* (2009).

En la Figura 1 se muestran los reclutamientos considerados en este trabajo ubicando los mismos sobre la curva de Ricker.



**Figura 1.** Relación reclutas-biomasa reproductiva. Se destacan los reclutamientos asumidos en este trabajo (triángulos).

## Estimación preliminar de las tasas instantáneas de mortalidad por pesca por edad con las capturas por edad de 2009

Para estimar las tasas instantáneas de mortalidad por pesca por edad del año 2009 se cuenta con la captura por edad en número de individuos estimada para el 2009 y el vector de estado del 2009 estimado por proyección. Los autores consideran que la estimación preliminar de las tasas instantáneas de mortalidad por pesca por edad del 2009 (las definitivas se obtendrán cuando se actualice la evaluación del recurso) pueden brindar estimaciones más adecuadas que las que se obtienen asumiendo el mismo patrón de explotación del año 2008 para el año 2009.

## Estimación de las tasas instantáneas de mortalidad por pesca por edad asumiendo el mismo patrón de explotación en 2009 que en el 2008

Se asume que el patrón de explotación en el año 2009 es igual al del año 2008. Esto es:  $F_{i,2009} = \lambda F_{i,2008}$ , para  $i = 1,7 +$ . El factor  $\lambda \geq 0$ , se busca de manera que la captura en número de individuos del año 2009 estimada, coincida con la observada.

En la Figura 2 pueden verse los patrones de extracción del año 2008, y del 2009 calculado con las capturas por edad de dicho año y haber proyectado el estado poblacional a dicho año (Caso 1).

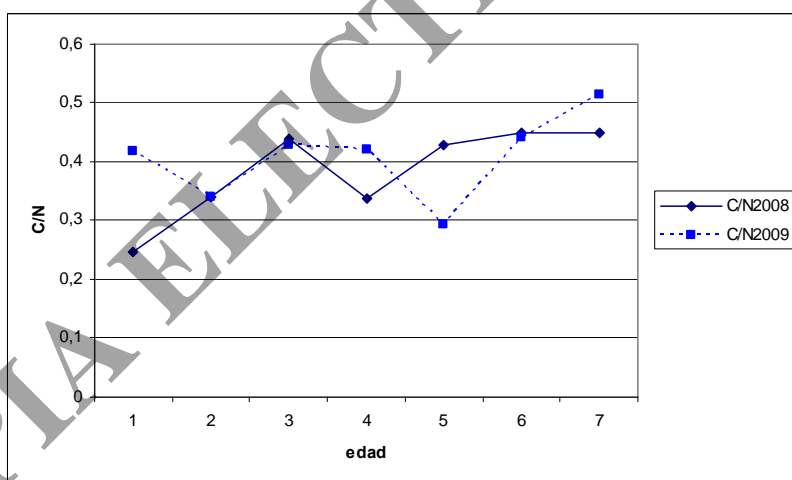
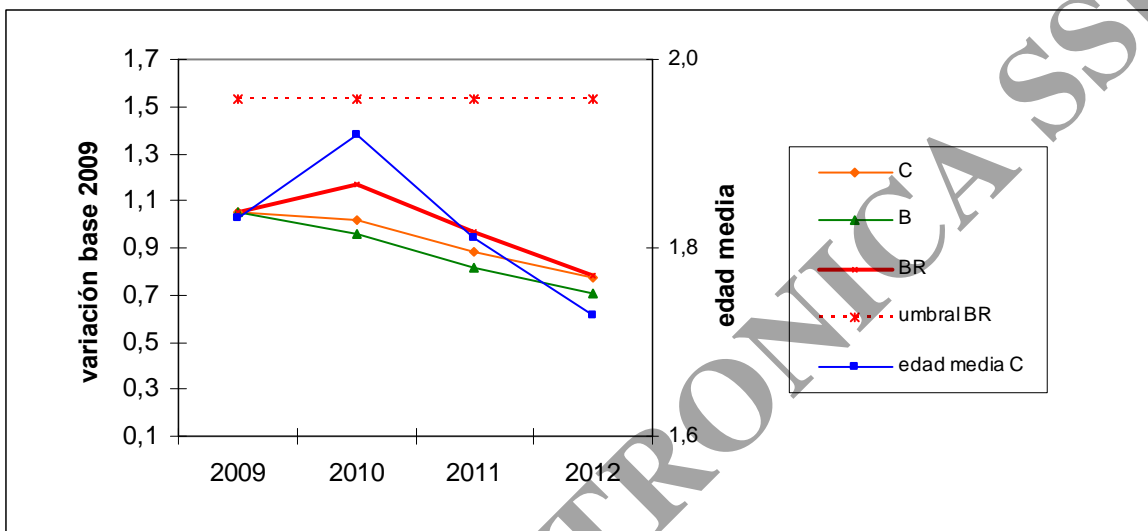


Figura 2. Patrones de extracción (C/N) del año 2008 y estimado para el año 2009.

## 5. Resultados

Los resultados que se presentan a continuación deben ser considerados como preliminares ya que plantean supuestos fuertes tanto en el reclutamiento del año 2009 como en las accesibilidades y vulnerabilidades de ambas flotas.

**Caso 1** (disminución del reclutamiento en 2009)



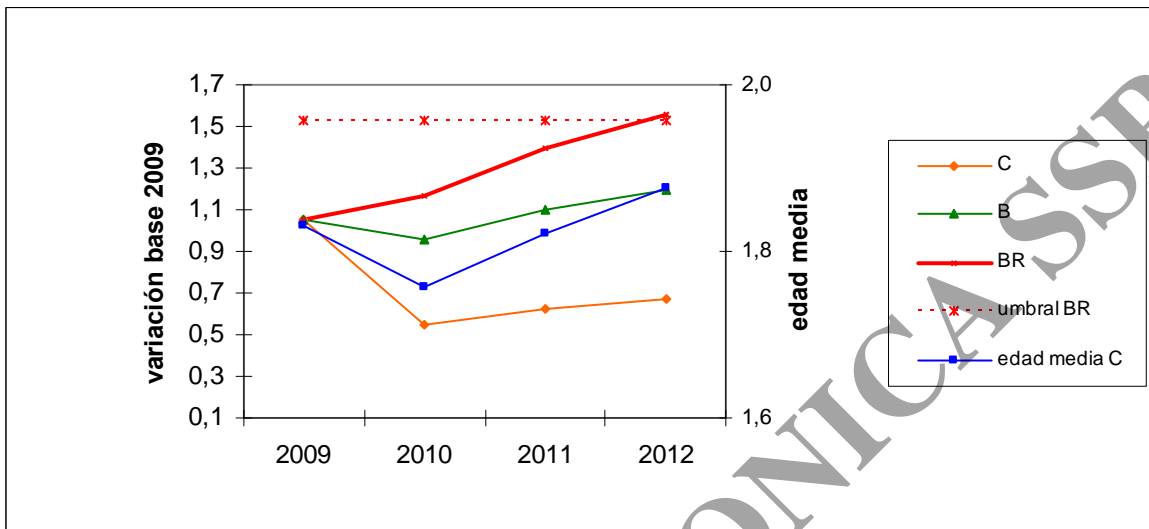
Análisis de Estabilidad Poblacional	
Indicadores de sustentabilidad	Valor
región N1-SB adecuada	NO SUST
p supervivencia	NO SUST
balance estructura	NO SUST
alerta balance estructura	NO SUST
compensación	NO SUST

edad media en C2009=	1,83
edad media en C2012=	1,73

parada biológica:	0	días MERLUCEROS
parada biológica:	0	días TANGONEROS

**NO SUSTENTABLE**

**Caso 1. Escenario 1:** situación actual



### Análisis de Estabilidad Poblacional

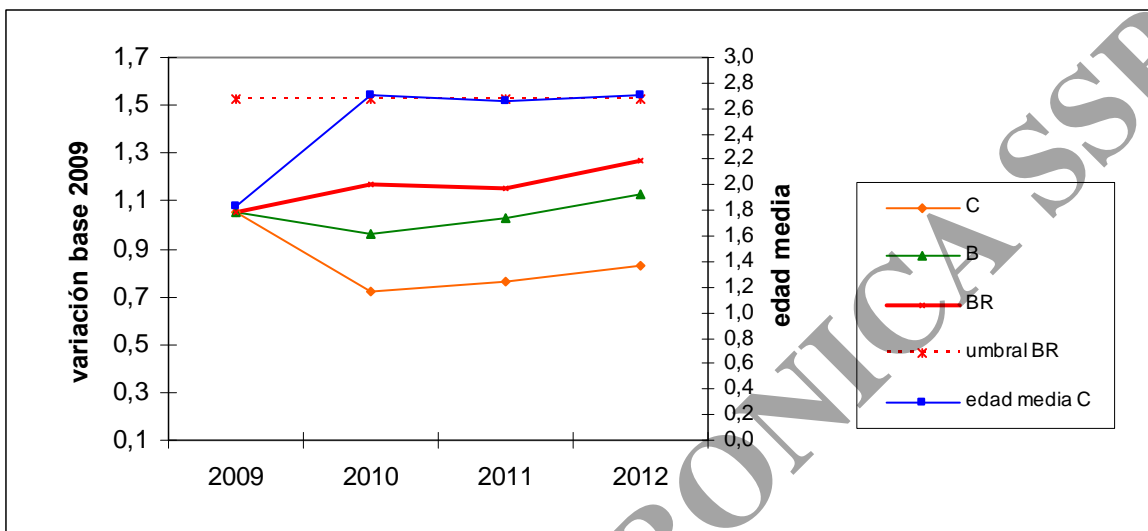
Indicadores de sustentabilidad	Valor
región N1-SB adecuada	ok
p supervivencia	ok
balance estructura	ok
alerta balance estructura	ok
compensación	ok

edad media en C2009=	1,83
edad media en C2012=	1,88

parada biológica:	197	días MERLUCEROS
parada biológica:	0	días TANGONEROS

**ACEPTABLE**

**Caso 1. Escenario 2:** reducción mínima necesaria de esfuerzo pesquero **del 54%** para la flota arrastrera merluquera, para aceptar la sustentabilidad biológica



**Análisis de Estabilidad Poblacional**

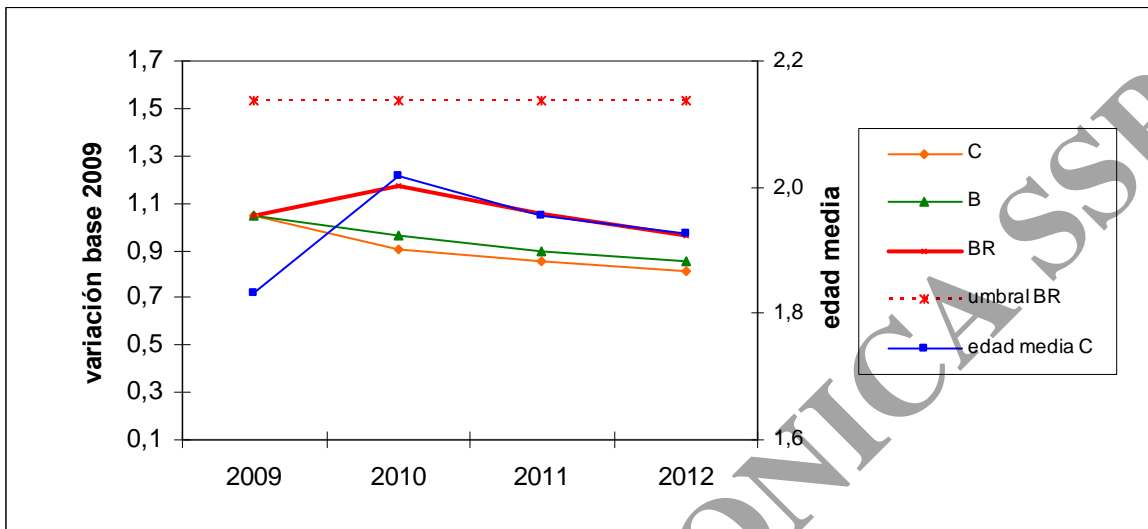
Indicadores de sustentabilidad	Valor
región N1-SB adecuada	ok
p supervivencia	ok
balance estructura	ok
alerta balance estructura	ok
compensación	ok

edad media en C2009=	1,83
edad media en C2012=	2,70

parada biológica:	0	días MERLUCEROS
parada biológica:	0	días TANGONEROS

**ACEPTABLE**

**Caso 1. Escenario 3:** DEJUPA 35/120 en la flota merluquera y DISELA II en la flota tangonera



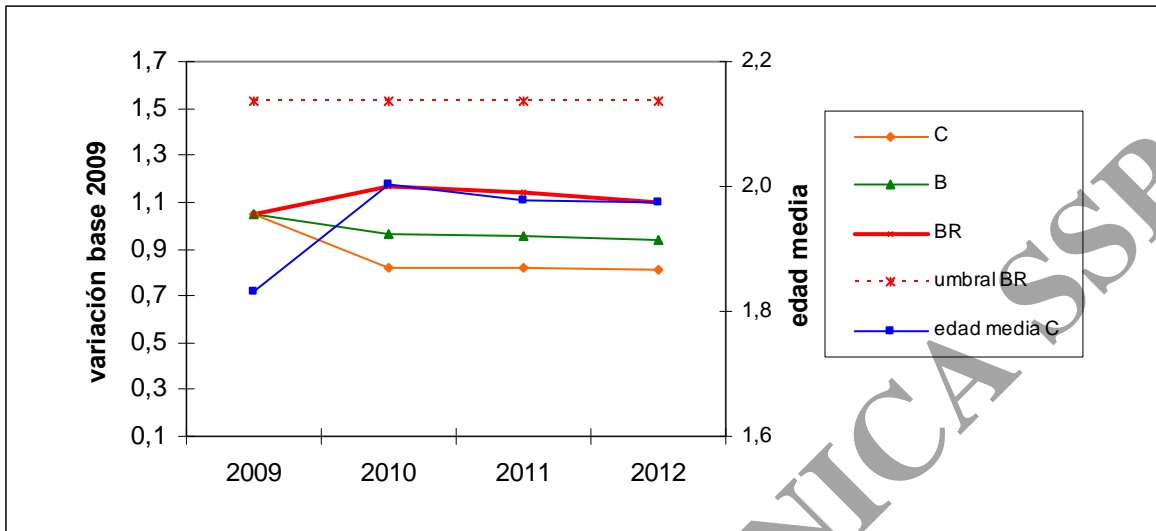
Análisis de Estabilidad Poblacional	
Indicadores de sustentabilidad	Valor
región N1-SB adecuada	NO SUST
p supervivencia	ok
balance estructura	NO SUST
alerta balance estructura	NO SUST
compensación	NO SUST

edad media en C2009=	1,83
edad media en C2012=	1,93

parada biológica:	18	días MERLUCEROS
parada biológica:	0	días TANGONEROS

**NO SUSTENTABLE**

**Caso 1. Escenario 4:** reducción del esfuerzo pesquero para la flota merluquera del 5% y uso HARGRIL en la flota tangonera



**Análisis de Estabilidad Poblacional**

Indicadores de sustentabilidad	Valor
región N1-SB adecuada	NO SUST
p supervivencia	ok
balance estructura	ok
alerta balance estructura	NO SUST
compensación	NO SUST

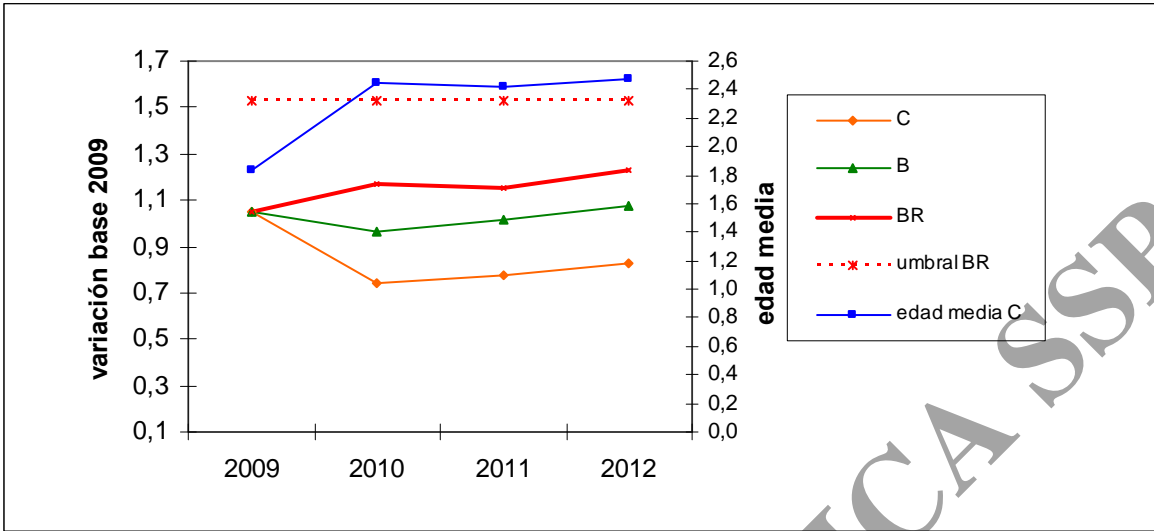
edad media en C2009=	1,83
edad media en C2012=	1,98

parada biológica:	55	días MERLUCEROS
parada biológica:	0	días TANGONEROS

**NO SUSTENTABLE**

**Caso 1. Escenario 5:** reducción del esfuerzo pesquero normalizado para la flota merluquera del 15% y uso HARGRIL en la flota tangonera

**Nota:** se requiere de un 40% de reducción mínima necesaria del esfuerzo pesquero de la flota merluquera para aceptar la sustentabilidad biológica con el uso de HARGRIL.



<b>Análisis de Estabilidad Poblacional</b>	
<b>Indicadores de sustentabilidad</b>	<b>Valor</b>
región N1-SB adecuada	ok
p supervivencia	ok
balance estructura	ok
alerta balance estructura	NO SUST
compensación	ok

edad media en C2009=	1,83
edad media en C2012=	2,47

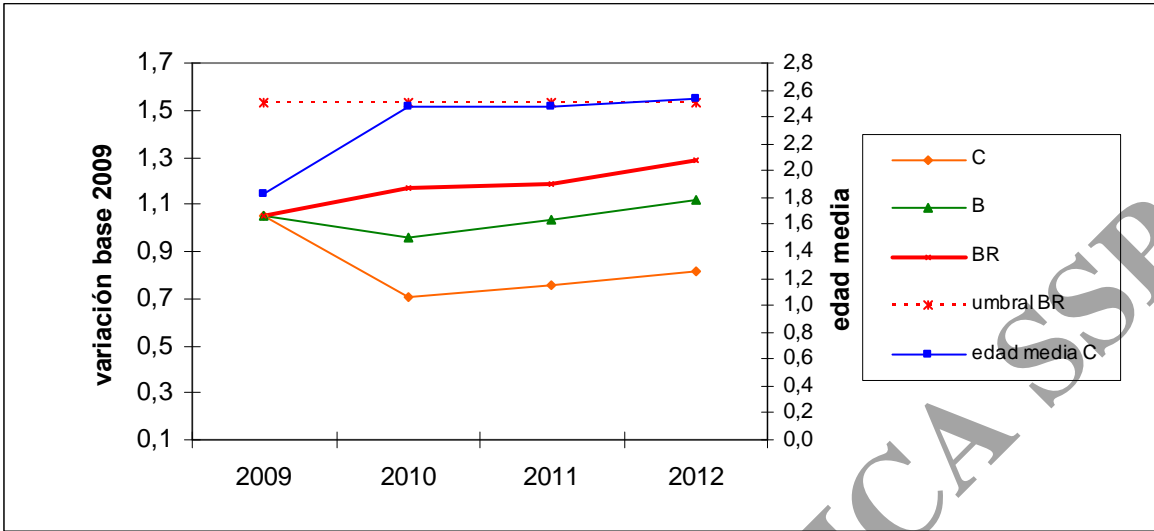
parada biológica:	0	días MERLUCEROS
parada biológica:	0	días TANGONEROS

**NO SUSTENTABLE**

**Caso 1. Escenario 6:** DEJUPA 35/120 en la flota merluquera y HARGRIL en la flota tangonera

**Nota:** se requiere de un 9% de reducción mínima necesaria del esfuerzo pesquero de la flota merluquera (33 días de parada biológica) para aceptar la sustentabilidad biológica con el uso del DEJUPA 35/120 (flota merluquera) y HARGRIL (flota tangonera).





**Análisis de Estabilidad Poblacional**

Indicadores de sustentabilidad	Valor
región N1-SB adecuada	ok
p supervivencia	ok
balance estructura	ok
alerta balance estructura	NO SUST
compensación	ok

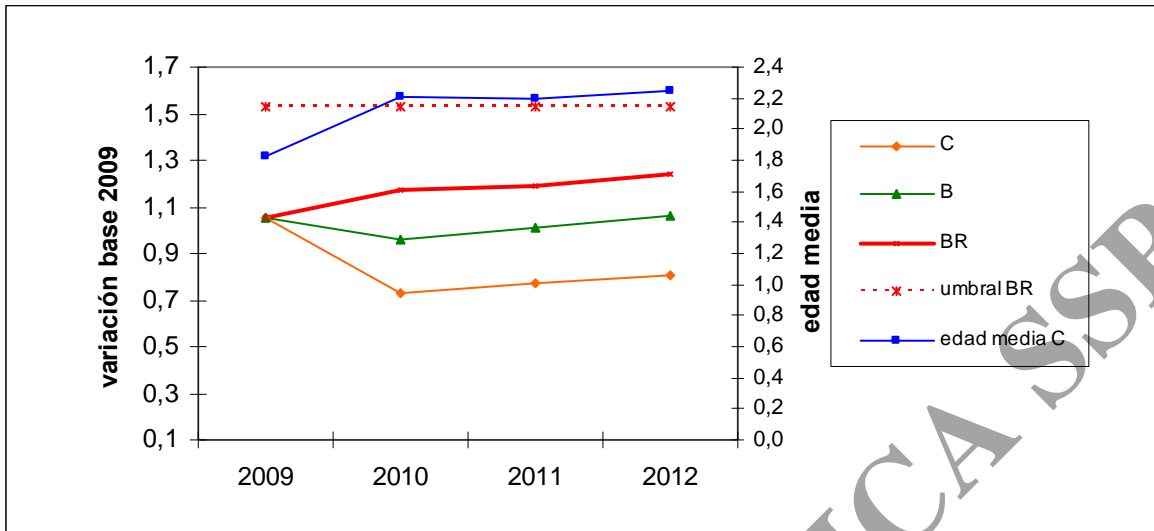
edad media en C2009=	1,83
edad media en C2012=	2,54

parada biológica:	0	días MERLUCEROS
parada biológica:	0	días TANGONEROS

**NO SUSTENTABLE**

**Caso 1. Escenario 7:** FLEXIGRID en la flota merluquera y HARGRIL en la flota tangonera

**Nota:** se requiere de un 1% de reducción mínima necesaria del esfuerzo pesquero de la flota merluquera (1 día de parada biológica) para aceptar la sustentabilidad biológica con el uso del FLEXIGRID (flota merluquera) y HARGRIL (flota tangonera).



<b>Análisis de Estabilidad Poblacional</b>	
<b>Indicadores de sustentabilidad</b>	<b>Valor</b>
región N1-SB adecuada	ok
p supervivencia	ok
balance estructura	ok
alerta balance estructura	NO SUST
compensación	ok

edad media en C2009=	1,83
edad media en C2012=	2,24

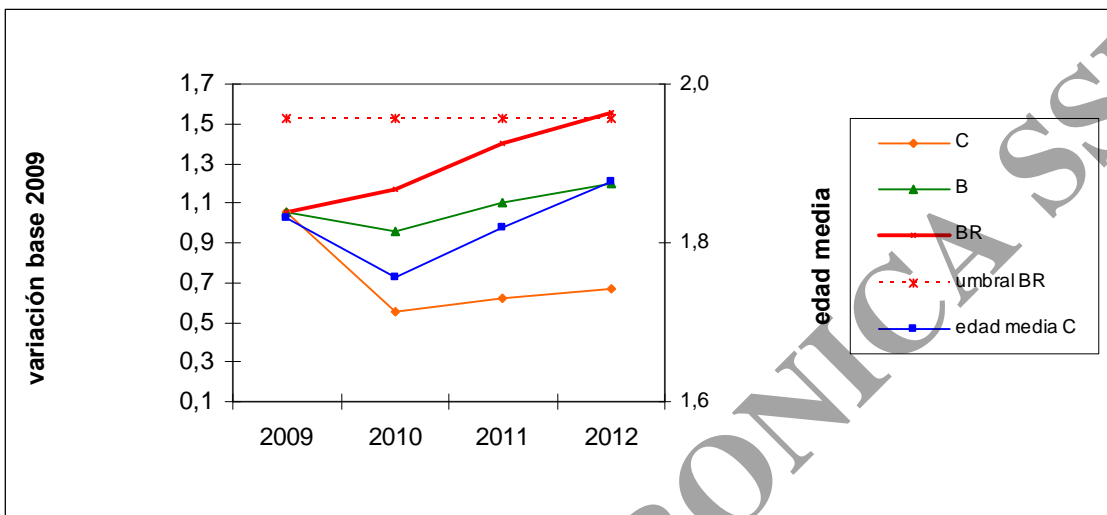
parada biológica:	55	días MERLUCEROS
parada biológica:	0	días TANGONEROS

**NO SUSTENTABLE**

**Alerta:** las capturas deben ser menores o iguales a 3 t por lance de pesca. A medida que aumenta la captura disminuye la selectividad de la malla romboidal de 120 mm de luz de malla.

**Caso 1. Escenario 8:** malla 120 mm, reducción del esfuerzo pesquero para la flota merlucera del 15% y HARGRIL en la flota tangonera

**Nota:** se requiere de un 27% de reducción mínima necesaria del esfuerzo pesquero de la flota merlucera (99 días de parada biológica) para aceptar la sustentabilidad biológica con el uso de la red de malla 120 mm (flota merlucera) y HARGRIL (flota tangonera).



Análisis de Estabilidad Poblacional	
Indicadores de sustentabilidad	Valor
región N1-SB adecuada	ok
p supervivencia	ok
balance estructura	ok
alerta balance estructura	ok
compensación	ok

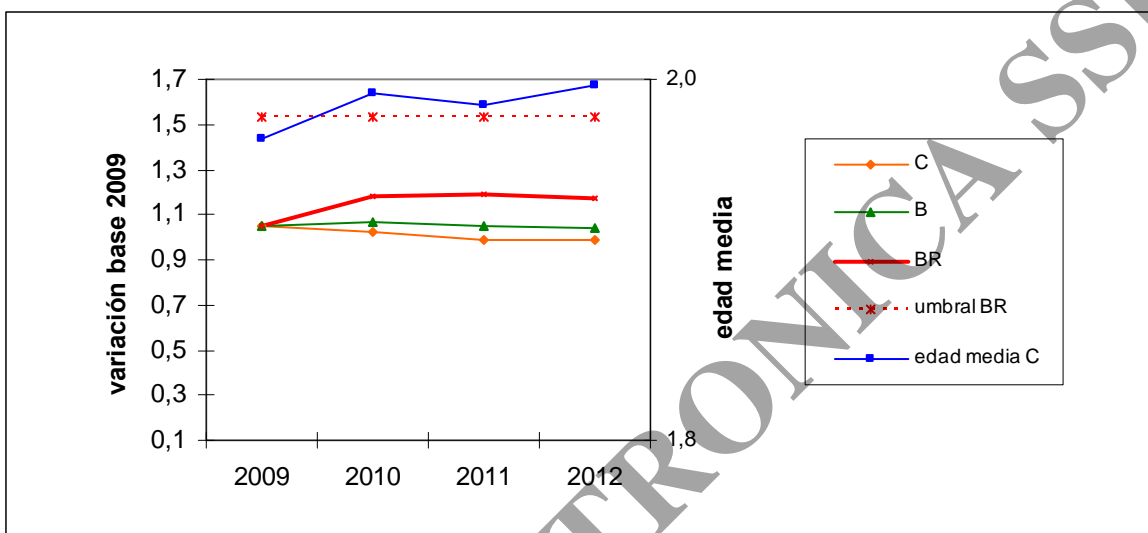
edad media en C2009=	1,83
edad media en C2012=	1,88

parada biológica:	0	días MERLUCEROS
parada biológica:	0	días TANGONEROS

**ACEPTABLE**

**Caso 1. Escenario 9:** mínima reducción de las accesibilidades por edad en un 54%, necesaria para aceptar la sustentabilidad biológica

**Caso 2 (presentado en el Consejo Federal Pesquero, 5 de mayo de 2010)**



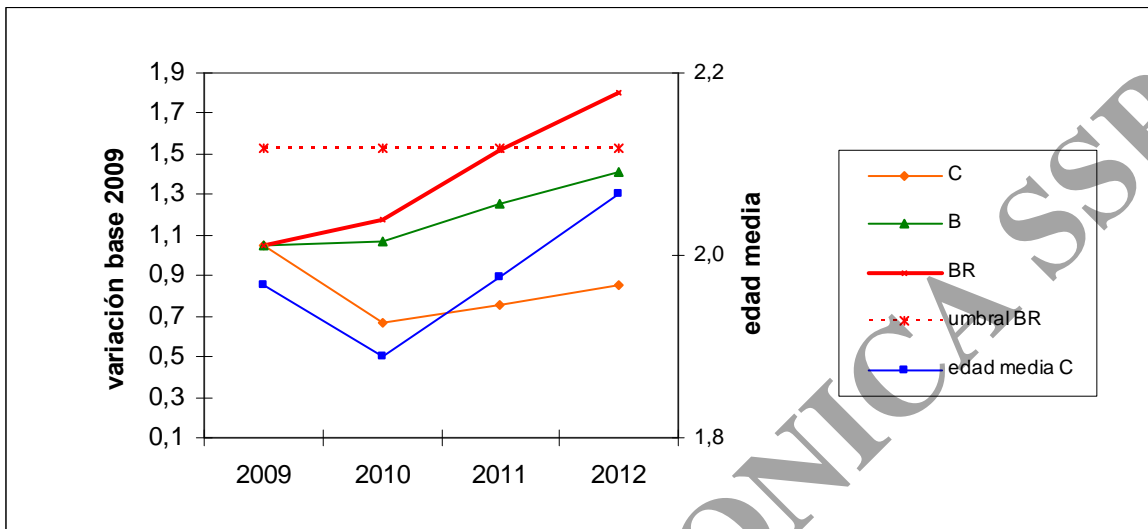
<b>Análisis de Estabilidad Poblacional</b>	
<b>Indicadores de sustentabilidad</b>	<b>Valor</b>
región N1-SB adecuada	NO SUST
p supervivencia	ok
balance estructura	NO SUST
alerta balance estructura	NO SUST
compensación	NO SUST

edad media en C2009=	1,97
edad media en C2012=	2,00

parada biológica:	0	días MERLUCEROS
parada biológica:	0	días TANGONEROS

**NO SUSTENTABLE**

**Caso 2. Escenario 1:** situación actual



**Análisis de Estabilidad Poblacional**

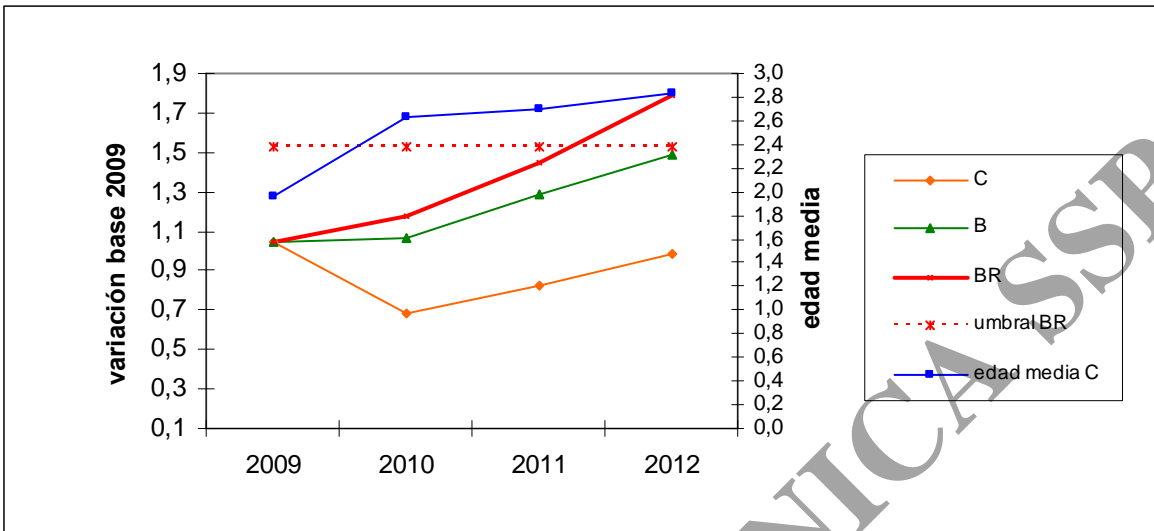
Indicadores de sustentabilidad	Valor
región N1-SB adecuada	ok
p supervivencia	ok
balance estructura	ok
alerta balance estructura	ok
compensación	ok

edad media en C2009=	1,97
edad media en C2012=	2,07

parada biológica:	153	días MERLUCEROS
parada biológica:	0	días TANGONEROS

**ACEPTABLE**

**Caso 2. Escenario 2:** reducción mínima necesaria de esfuerzo pesquero **del 42%** para aceptar la sustentabilidad biológica



**Análisis de Estabilidad Poblacional**

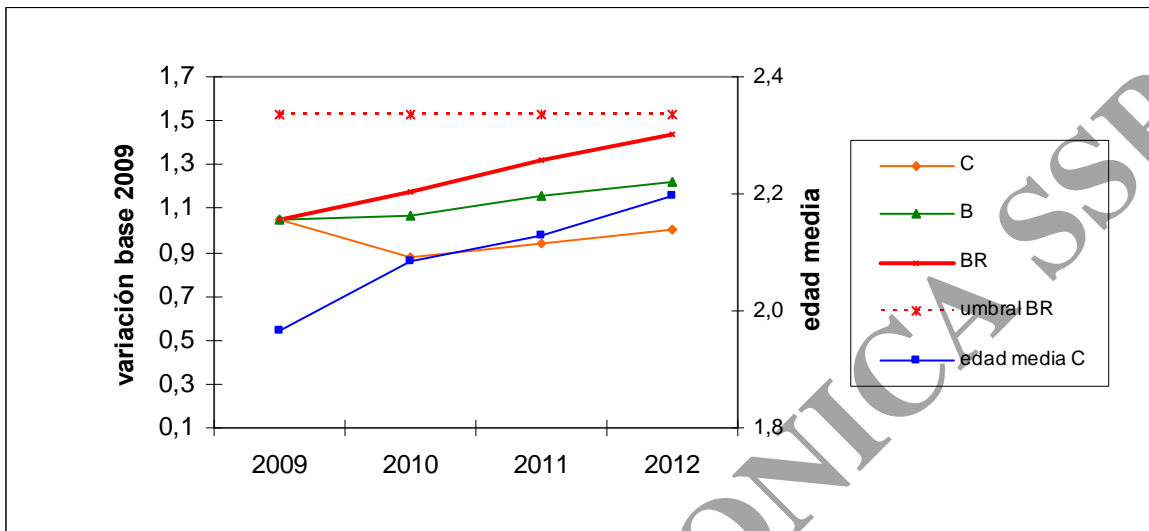
Indicadores de sustentabilidad	Valor
región N1-SB adecuada	ok
p supervivencia	ok
balance estructura	ok
alerta balance estructura	ok
compensación	ok

edad media en C2009=	1,97
edad media en C2012=	2,83

parada biológica:	0	días MERLUCEROS
parada biológica:	0	días TANGONEROS

**ACEPTABLE**

**Caso 2. Escenario 3:** DEJUPA 35/120 en la flota merluquera y DISELA II en la flota tangonera



**Análisis de Estabilidad Poblacional**

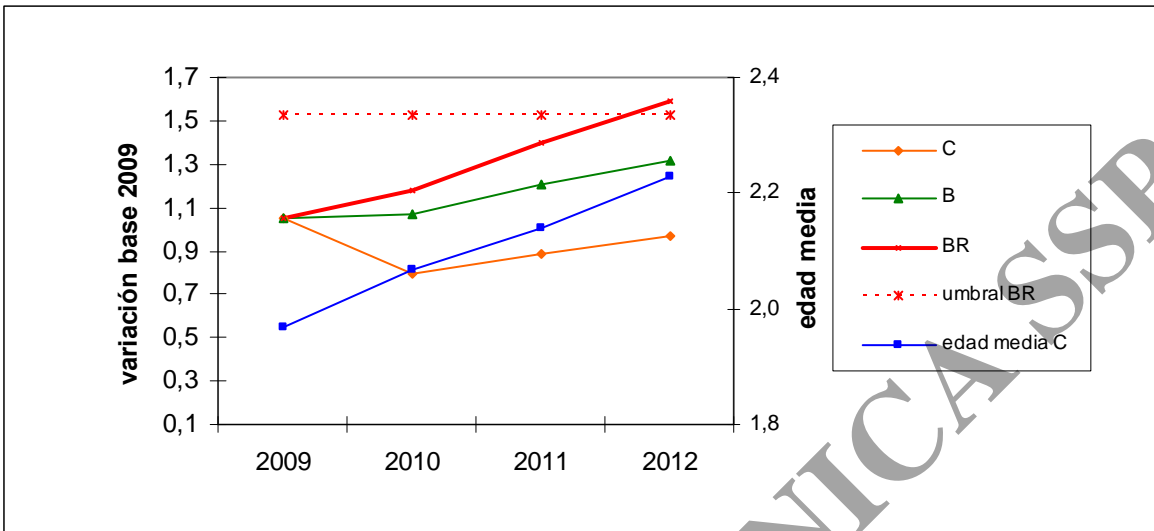
Indicadores de sustentabilidad	Valor
región N1-SB adecuada	ok
p supervivencia	ok
balance estructura	ok
alerta balance estructura	NO SUST
compensación	ok

edad media en C2009=	1,97
edad media en C2012=	2,20

parada biológica:	18	días MERLUCEROS
parada biológica:	0	días TANGONEROS

**NO SUSTENTABLE**

**Caso 2. Escenario 4:** reducción del esfuerzo pesquero normalizado para la flota merlucera del 5% y uso HARGRIL en la flota tangonera



**Análisis de Estabilidad Poblacional**

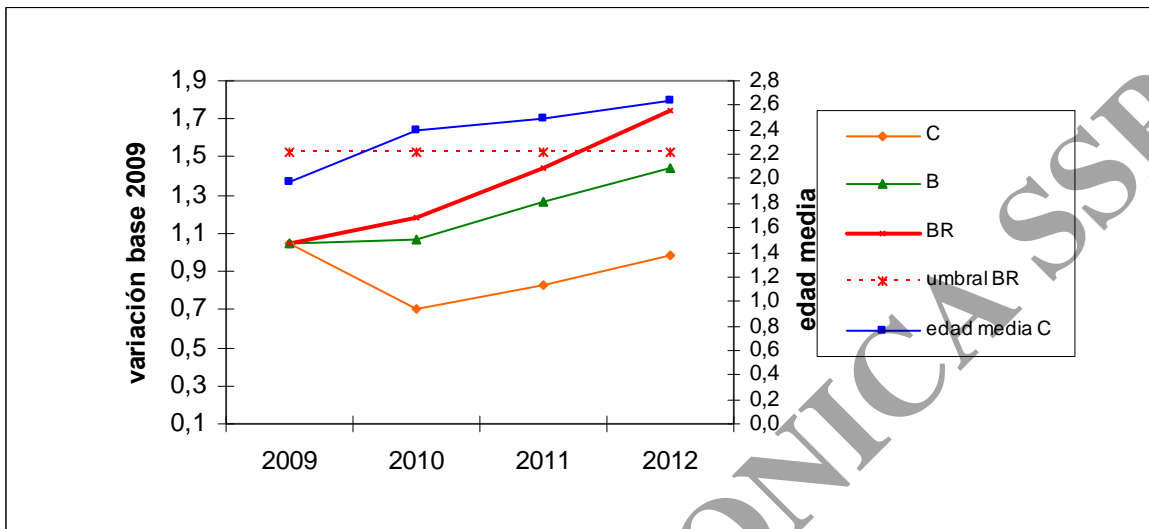
Indicadores de sustentabilidad	Valor
edad media en C2009=	1,97
edad media en C2012=	2,23

región N1-SB adecuada	ok	parada biológica:	55	días MERLUCEROS
p supervivencia	ok	parada biológica:	0	días TANGONEROS
balance estructura	ok			
alerta balance estructura	NO JUST			
compensación	ok			

**NO SUSTENTABLE**

**Caso 2. Escenario 5:** reducción del esfuerzo pesquero para la flota merluquera del 15% y uso HARGRIL en la flota tangonera





### Análisis de Estabilidad Poblacional

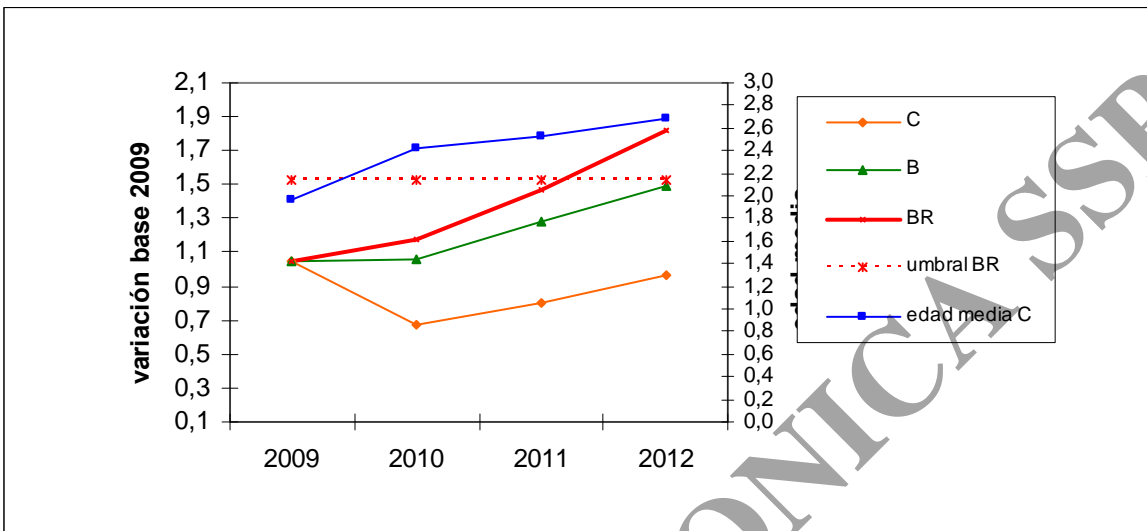
Indicadores de sustentabilidad	Valor
región N1-SB adecuada	ok
p supervivencia	ok
balance estructura	ok
alerta balance estructura	ok
compensación	ok

edad media en C2009=	1,97
edad media en C2012=	2,63

parada biológica:	0	días MERLUCEROS
parada biológica:	0	días TANGONEROS

**ACEPTABLE**

**Caso 2. Escenario 6:** DEJUPA 35/120 en la flota merlucera y HARGRIL en la flota tangonera



**Análisis de Estabilidad Poblacional**

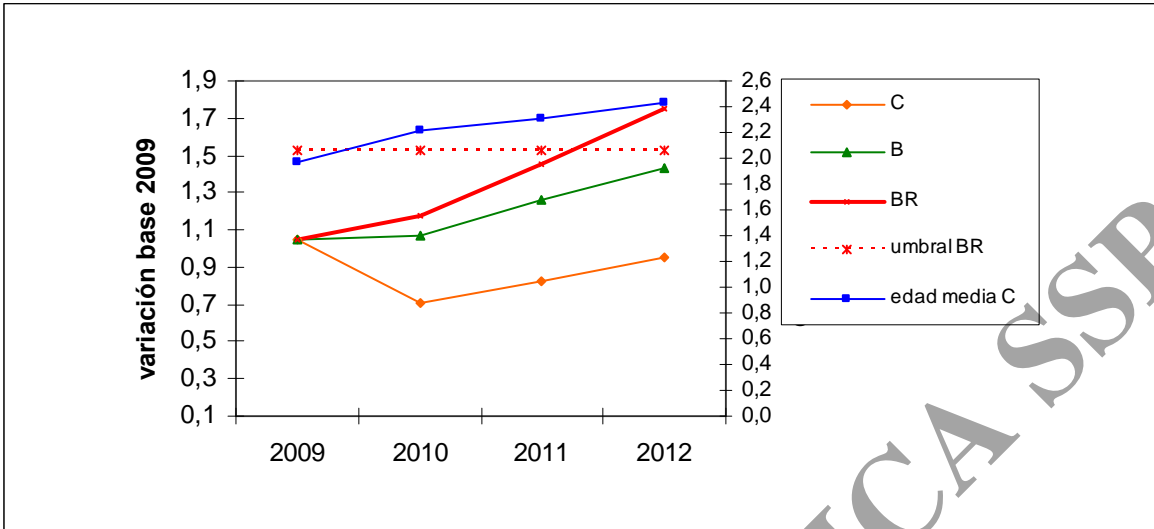
Indicadores de sustentabilidad	Valor
región N1-SB adecuada	ok
p supervivencia	ok
balance estructura	ok
alerta balance estructura	ok
compensación	ok

edad media en C2009=	1,97
edad media en C2012=	2,69

parada biológica:	0	días MERLUCEROS
parada biológica:	0	días TANGONEROS

**ACEPTABLE**

**Caso 2. Escenario 7: FLEXIGRID en la flota merluquera y HARGRIL en la flota tangonera**



<b>Análisis de Estabilidad Poblacional</b>	
<b>Indicadores de sustentabilidad</b>	<b>Valor</b>
región N1-SB adecuada	ok
p supervivencia	ok
balance estructura	ok
alerta balance estructura	ok
compensación	ok

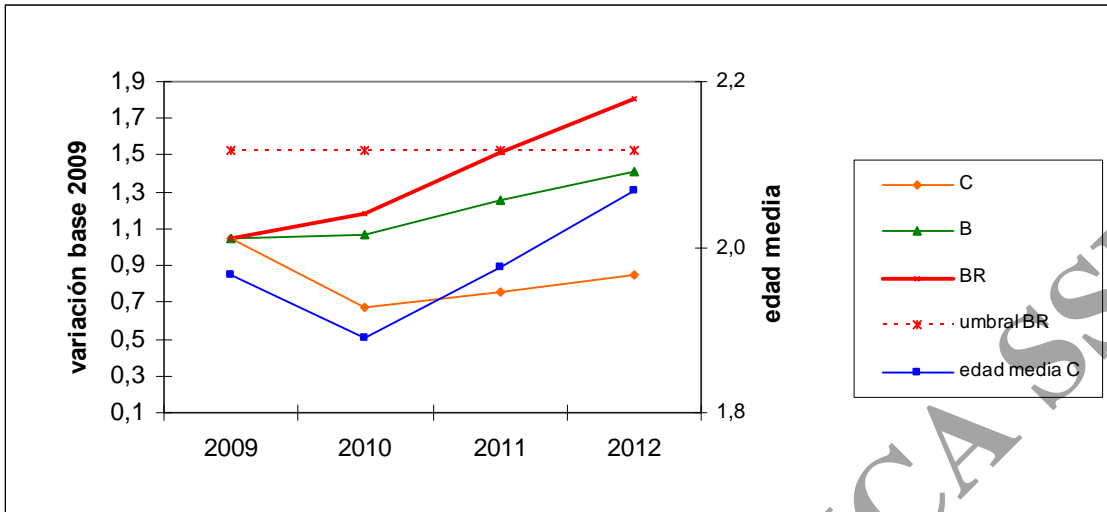
edad media en C2009=	1,97
edad media en C2012=	2,44

parada biológica:	55	días MERLUCEROS
parada biológica:	0	días TANGONEROS

**ACEPTABLE**

**Alerta:** las capturas deben ser menores o iguales a 3 t por lance de pesca. A medida que aumenta la captura disminuye la selectividad de la malla romboidal de 120 mm de luz de malla.

**Caso 2. Escenario 8:** malla 120 mm, reducción del esfuerzo pesquero para la flota merluquera del 15% y HARGRIL para la flota tangonera



<b>Análisis de Estabilidad Poblacional</b>	
<b>Indicadores de sustentabilidad</b>	<b>Valor</b>
región N1-SB adecuada	ok
p supervivencia	ok
balance estructura	ok
alerta balance estructura	ok
compensación	ok

edad media en C2009=	1,97
edad media en C2012=	2,07

parada biológica:	0	días MERLUCEROS
parada biológica:	0	días TANGONEROS

**ACEPTABLE**

**Caso 2. Escenario 9:** mínima reducción de las accesibilidades por edad en un 42%, necesaria para aceptar la sustentabilidad biológica.

## 5. Observaciones

Las proyecciones realizadas indican que las recuperaciones más rápidas del efectivo se producen cuando se introduce selectividad en la flota merluquera aumentando la edad media en la captura, pero como es de esperar produciría una disminución en la captura obtenida principalmente en el primer año de la simulación.

Las proyecciones de corto plazo son deterministas, por lo que atendiendo a los supuestos asumidos e incertidumbre subyacente los resultados deben ser considerados para analizar tendencias en la recuperación del efectivo como producto de considerar cada Escenario.

La mayor seguridad biológica se obtendría con medidas que permitan una rápida recuperación de biomasa reproductiva y de la estructura de edades.

Debe observarse que en el Caso 1, es necesaria una reducción del esfuerzo pesquero normalizado además de introducir selectividad para aceptar la sustentabilidad biológica en varios de los Escenarios planteados.

Debería considerarse que la combinación de medidas de manejo (área de veda, esfuerzo pesquero y selectividad) produce situaciones menos extremas de variación de cada una de ellas, respecto de la necesaria si se considerara una sola de ellas a variar, para alcanzar la aceptación de la sustentabilidad biológica.

Las artes de pesca consideradas en este informe podrían ser modificadas aumentando la luz de malla o aumentando la separación entre varillas (DEJUPA, FLEXIGRID) para aumentar el escape de juveniles de merluza. Las nuevas curvas de retención medias deberán estimarse de campañas específicas de evaluación de la selectividad. Análogo al aumento de selectividad en la flota merluquera, en el caso de la HARGRIL y DISELA II podría disminuirse la separación entre varillas para favorecer un mayor escape de juveniles de merluza.

## 6. Referencias

Aubone, A. 2010. Planilla "SIMULDOSFLOTAS.xls v160510" para evaluar el impacto a corto plazo y la sustentabilidad biológica sobre un mismo recurso pesquero, de dos flotas, simulando áreas de veda, selectividad y esfuerzo pesquero. Aplicación a la merluza argentina (*Merluccius hubbsi*) al sur del 41°S. Informe presentado a la Dirección de Pesquerías Demersales del INIDEP para su consideración, 18/05/10, pp 6. E-mail: [aubone@inidep.edu.ar](mailto:aubone@inidep.edu.ar); Gabinete de Biomatemática, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP).

Aubone, A. 2009 b. Límites de referencia para la sustentabilidad biológica de la merluza argentina (*Merluccius hubbsi*). Informe de Investigación INIDEP, presentado a la Dirección Nacional de Investigación INIDEP para su aprobación el 25/08/09.

Aubone, A.; M. Renzi; B. Santos y M. F. Villarino. 2009. Opciones de selectividad para la sustentabilidad biológica de la merluza (*Merluccius hubbsi*), al sur de 41°S. Informe Técnico Oficial presentado a la Dirección Nacional de Investigación del INIDEP el 03/12/2009 para su aprobación, pp18.

Aubone, A. 2009 a. Planilla "AnErgSus merlu 2009.xls" para estimar los indicadores ergódicos de sustentabilidad y confrontarlos con los valores límites. E-mail: [aaubone@inidep.edu.ar](mailto:aaubone@inidep.edu.ar); Gabinete de Biomatemática, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP).

Aubone, A. 2008-10. Estabilidad de poblaciones de peces estructuradas por edades. Análisis y aplicaciones. *En Lecturas en Biomatemática Vol. 2 (En edición final)*.

Aubone, A., 2004a. Threshold for sustainable exploitation of an age structured fishery stock. *Ecological Modelling* 173 1: 95-107.

Aubone, A., 2004b. Loss of stability owing to a stable age structure skewed toward juveniles. *Ecological Modelling* 175: 55-64.

Aubone A., R. Ercoli y J. García. 1999. Resumen de la retención por talla de merluza (*Merluccius hubbsi*) en redes de arrastre con copos de malla diamante y DEJUPA. Informe Técnico Interno INIDEP N° 71/99 del 01/07/99.

Ercoli, R, Roth, R., Aubone, A., Izzo, A., Bartozzetti, J. Experiencias de pesca comparativa con un dispositivo de selectividad con grilla simple "HARGRIL" desarrollado por la empresa HARENGUS S.A. Inf. Técnico INIDEP N°21/06.

Ercoli, R., García, J., Aubone, A. y Bartozzetti, J. 1999. DISELA II: Resultados sobre selectividad de merluza obtenidos en el B/P tangonero ARBUMASA VII. Inf. Téc. Interno INIDEP N° 46, del 06-05-99. 6 pp.

García, J., Roth, R. y Ercoli, R. 2008. Experiencias de selectividad de merluza con un copo de mallas diamante y T90 con luz de malla nominal de 125 mm desarrollado por la empresa Harengus S.A. 21/05/08, 14pp. Informe Técnico Oficial INIDEP N° 31.

Renzi, M.; Villarino, F y B. Santos. 2009. Evaluación del estado del efectivo sur de 41° S de la merluza (*Merluccius hubbsi*) y estimación de la captura biológicamente aceptable para el año 2009 y 2010. Inf. Téc. Of. INIDEP N° 46.

Renzi, M. M.F.Villarino y B. Santos. 2010. Perspectivas de recuperación del recurso merluza (*Merluccius hubbsi*) a través de la simulación del uso de distintos dispositivos selectivos. Inf. Invest. INIDEP N° 12.

Roth, R., García, J. y R. Ercoli. 2005. Resultados de selectividad sobre la merluza con el sistema FLEXIGRID-COPO (35/120 MM) en la campaña H-09/04. Inf. Téc. Interno INIDEP N°21/05.

Simonazzi, M. 2003. Relación largo-peso y largo-edad de primera madurez sexual de la merluza. En: Bezzi, S & Tringali, L. (Eds.). Aportes para la evaluación del recurso merluza (*Merluccius hubbsi*) al sur de los 41° S. Año 1999. INIDEP Inf. Téc. 51: 11-26.