

**ANÁLISIS BIOLÓGICO-PESQUERO
DE LA MERLUZA *Merluccius hubbsi*
EN LA ZONA COMÚN DE PESCA**

Maria Inés Lorenzo

DIRECCIÓN NACIONAL DE RECURSOS
ACUÁTICOS
Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca
Montevideo - Uruguay

La Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA) es un organismo dependiente del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), creado por la Ley 17.296, sobre la base del ex-Instituto Nacional de Pesca (INAPE), constituido de la ex-Junta Nacional de la Pesca (JUNAPE) y del ex-Servicio Oceanográfico y de Pesca (SOYP).

La DINARA es responsable de regular y promover la utilización sustentable de los recursos pesqueros y de la acuicultura mediante una pesca responsable y un procesamiento que satisfaga las normas higiénicas sanitarias y de calidad a fin de lograr el máximo provecho posible de los recursos acuáticos disponibles. Su plan estratégico es preservar los recursos y su productividad en el largo plazo dirigiendo los esfuerzos del sector de manera de contribuir a la seguridad alimentaria y a la generación de empleo e ingresos mediante actividades de pesca y acuicultura responsable tendiendo al manejo armónico del ecosistema acuático.

La JUNAPE editó su primer Informe Técnico en el año 1974, ya como INAPE al año siguiente sale el N° 2 hasta el N° 51 en el año 2000. A partir del año 2015 DINARA retoma la serie Informe Técnico.

Esta serie incluye trabajos de investigación sobre las temáticas del sector pesquero y acuícola.

MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA

MINISTRO

Tabaré Aguerre

SUBSECRETARIO

Enzo Benech

DIRECTOR GENERAL

Alberto Castelar

DIRECCIÓN NACIONAL DE RECURSOS ACUÁTICOS

Daniel Gilardoni

Director

Revisores: Andrés Domingo, Alfredo Pereira

DIRECCIÓN NACIONAL DE RECURSOS ACUÁTICOS (DINARA)

Constituyente 1497, CP 11200, Montevideo, Uruguay.

Tel.: (598) 2400 4689; Fax: (598) 2401 3216; Correo electrónico:

<http://www.dinara.gub.uy>

**ANÁLISIS BIOLÓGICO-PESQUERO
DE LA MERLUZA *Merluccius hubbsi*
EN LA ZONA COMÚN DE PESCA**

Maria Inés Lorenzo

DIRECCIÓN NACIONAL DE RECURSOS
ACUÁTICOS
Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca
Montevideo - Uruguay

Se autoriza la reproducción total o parcial de este documento por cualquier medio, siempre que se cite la fuente.

Acceso Libre a texto completo en el Repositorio OceanDocs:
<http://www.oceandocs.org/handle/1834/2548>

Lorenzo, María Inés

Análisis biológico-pesquero de la merluza *Merluccius hubbsi* en la Zona Común de Pesca / María Inés Lorenzo. – Montevideo : MGAP-DINARA, 2016.

46 p.

(Informe Técnico – DINARA; N° 53)

ISSN (vers. impr.): 0797-3306

ISSN (vers. electr.): 2301-1459

ISBN (vers. impr.): 978-9974-594-30-2

ISBN (vers. electr.): 978-9974-31-9

/MERLUZA/ /MERLUZA HUBBSI/ /BIOLOGÍA PESQUERA / /ZONA COMÚN DE PESCA ARGENTINO-URUGUAYA/ /ARGENTINA/ /URUGUAY/

AGRIS M42

CDD 639

Catalogación en la publicación: Lic. Aída Sogaray – Centro de Documentación y Biblioteca de la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos.

ISBN (vers. impr.): 978-9974-594-30-2

ISBN (vers. electr.): 978-9974-31-9

Cita bibliográfica:

Lorenzo, M. I. 2016. Análisis biológico-pesquero de la merluza *Merluccius hubbsi* en la Zona Común de Pesca. Montevideo, MGAP-DINARA, 46 p. (Informe Técnico – DINARA; N° 53)

ANÁLISIS BIOLÓGICO-PESQUERO DE LA MERLUZA *Merluccius hubbsi* EN LA ZONA COMÚN DE PESCA

Maria Inés Lorenzo¹

RESUMEN

Se analizaron los cambios en la estructura de la población, el crecimiento y la mortalidad de la merluza (*Merluccius hubbsi*) entre 1991 y 2011 a partir de información derivada de campañas de evaluación y delimitación de áreas de veda de juveniles. Asimismo se comparó la estructura por edad de la captura desembarcada por la flota en el año 1994 y 2008. La estructura de tallas de merluza en los años 1994-1995, 1998 y 2008-2009 derivada de información provenientes de campañas de evaluación que abarcan toda la ZCP, mostró una disminución del 6% en la longitud media entre el año 1994 y 2009, con porcentajes entre 76% (1998) y 95% (2009) de ejemplares juveniles. A partir de la información proveniente de las campañas conjuntas dirigidas a evaluar los juveniles, los mayores valores de densidad en número y peso se observó en 1993 y 1994. La distribución de longitudes de individuos en el periodo 1991-2008 mostró una disminución del número total de ejemplares y de la longitud media a partir del año 2000. Entre 1991 y 1995 la fracción adulta hasta el 40% en el total anual. A partir de 1996 hasta el 2011 el porcentaje de adultos disminuyó sostenidamente hasta alcanzar un mínimo del 5%. La estructura de tallas y edades de las capturas desembarcadas por la flota uruguaya mostró que 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%. Los individuos de edades adultas desembarcados (3+) disminuyeron del 86 % al 44 % entre 1994 y 2008. A partir de la información proveniente de campañas de investigación se describe el estado de situación actual del recurso merluza revelando 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, considerados como aquellos ejemplares con tallas iguales o menores a los 35 cm, predominan en el área desde el año 1996, con valores cercanos al 80%.

¹ Departamento de Recursos Demersales, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos. Constituyente 1497. Montevideo, Uruguay. ilorenzo@dinara.gub.uy

1. Introducción general

Para realizar el manejo de una pesquería es necesario conocer no solo las capturas, sino la dinámica de la población del recurso explotado (Gulland 1971). El estudio de poblaciones de peces sujetos a explotación comercial se basa en el conocimiento de sus tasas de crecimiento, de mortalidad y de la abundancia del número de individuos de cada una de las cohortes de la población (Brander 1974). Por lo tanto, la identificación de los grupos de edad es indispensable para alcanzar estos objetivos. A medida que las pesquerías alcanzan sus rendimientos máximos sostenibles es necesaria una mayor definición de su estructura poblacional a los efectos de un manejo adecuado (Gulland 1971).

En Uruguay y Argentina la merluza se distribuye sobre la plataforma continental entre los 80 y 800 m de profundidad, desde el límite con Brasil hasta aproximadamente los 54°S. Dentro del área de distribución realiza migraciones estacionales relacionadas a cambios en las condiciones oceanográficas así como a aspectos tróficos y reproductivos. Se distinguen dos zonas de reproducción y cría, una al sur, situada frente a Isla Escondida (Argentina) en verano (diciembre a febrero) y otra al norte, en otoño (marzo a junio) con sus correspondientes áreas de cría (Christiansen et al. 1986; Nión et al. 1986; Rey & Grundwaldt 1986; Angelescu & Prenskey 1987; Olivieri & Christiansen 1987; Bezzi & Dato 1993; Bezzi et al. 1995; Rey et al. 1996).

Dentro de la Zona Común de Pesca (ZCP) la merluza tiene un área principal de desove que se ubica entre los 34°30' y 39°30' S, donde se ha observado una densidad máxima de huevos de 1000/10 mn² entre abril - agosto (Angelescu & Prenskey 1987). Los cardúmenes de juveniles se distribuyen sobre la plataforma interna y externa de la ZCP hasta los 39° S (Angelescu & Prenskey 1987). La localización y desplazamiento de las áreas de concentración de juveniles dentro de la ZCP fueron descritas por Otero et al. (1982); Otero (1986) y Bezzi & Dato (1993). Dicha área de cría dio lugar al establecimiento de un área de protección de juveniles donde se prohíbe la pesca de merluza mediante el arrastre. Esta área, denominada "área de veda", se define por la concentración de individuos menores de 35 cm que se encuentran aproximadamente todo el año entre los 35°-37° y entre los 70 y 150 m de profundidad.

La pesquería de merluza es una de la más importante de Uruguay y también una de las más antiguas. La captura anual de la especie en toneladas aumentó ininterrumpidamente desde 1975 hasta el año 1981 alcanzando las 92.268 t. La actividad fue realizada principalmente por buques de altura y media altura. Entre 1982 y 1991 la captura promedio fue del orden de las 78.000 t, donde el año 1985 (97.150 t) y el año 1991 (95.890 t) representaron los máximos desembarques desde el inicio de la pesquería. A partir de 1991 se observó una tendencia decreciente hasta las 27.198 t en el año 2000 (**Figura 1**), correspondiendo a una disminución del 70% respecto a 1991. Si bien en los años 2004 y 2005 el desembarque aumentó un 24% respecto al 2002, esa tendencia se revertió en el año 2006, donde las capturas fueron similares a las del año 2002. En 2012 los desembarques de esta especie superaron levemente las 25.000 t lo cual implicó una disminución de 32% en relación con el 2011. En 2014 los desembarques de merluza no superaron las 16.000 t lo que implicó una disminución de 44% en relación con 2013 y constituyó la cifra más baja del periodo analizado (**Figura 1**).

El objetivo de este trabajo fue analizar la estructura de la población de la merluza en la Zona Común de Pesca a través de los siguientes puntos:

- 1) *Edad y crecimiento*: determinar la edad y el crecimiento de merluza en el año 2008 a partir de información proveniente de campañas de investigación en la ZCP y comparar los parámetros de crecimiento entre los años 1994, 1995, 1998, 2008 y 2009.
- 2) *Mortalidad*: calcular la tasa instantánea de mortalidad natural y el coeficiente instantáneo de mortalidad total;
- 3) *Estructura de longitudes y edades*: a) analizar la variación de la estructura por longitud y edad de ejemplares de merluza provenientes de campañas de evaluación en el período 1993-2009; b) analizar de los cambios en la estructura de la población de merluza considerando información de campañas dirigidas a la veda de juveniles de merluza en el periodo 1991-2011 en otoño y primavera; c) comparar la estructura por edad y sexo de la captura de merluza desembarcada por la flota pesquera uruguaya en los años 1994 y 2008.

2. Metodología general

Área de estudio y muestreo en campañas de investigación

El material provino de muestreos biológicos realizados a bordo del B/I “Aldebarán” en la ZCP entre los 34°30'-39°30'S y los 80 a 245 m de profundidad (**Figura 2**). En la **Tabla 1** se presenta la información de las campañas de investigación utilizadas. El diseño de campaña correspondió a un muestreo estratificado al azar por latitud y profundidad con asignación proporcional al área. La cobertura del área evaluada se realizó con el objeto de cubrir los 24 estratos que comprenden a la ZCP y que fueron utilizados en la evaluación de los recursos demersales de altura. La operación de arrastre se realizó con una red Engel de gran apertura, de 80 mm de malla en el copo. Los lances tuvieron una duración estándar de 30 minutos realizándose a una velocidad de 3 nudos. Para la especie se obtuvieron los siguientes datos: longitud total (LT cm), sexo y grado de madurez sexual. También se extrajeron otolitos para su posterior análisis en laboratorio. Por otro lado se analizó la información proveniente de campañas dirigidas a la delimitación de área de veda de juveniles en la ZCP en otoño y primavera correspondiente al periodo 1991- 2011 (**Tabla 2**). Estas campañas fueron realizadas en el sector norte de la ZCP, entre las latitudes 34°30' y aproximadamente los 37°30'S.

Las distribuciones de frecuencia de longitudes de merluza en cada lance fue expandida al total de la captura muestreada a través de la multiplicación de un factor de ponderación que correspondió al peso total de la captura de merluza dividido por el peso total de la muestra. Se analizó la estructura de longitudes y edades y se estimó la abundancia y distribución espacial de los grupos de edad para todas las campañas.

Información proveniente de la captura de merluza desembarcada por la flota industrial uruguaya

Se analizó la información de longitudes proveniente del desembarque de merluza en los años 1994 y 2008 por la flota comercial uruguaya. El número de individuo de cada lance fue expandido al total de la captura muestreada a través de la multiplicación de un factor de ponderación que correspondió al cociente entre el peso total de la captura de merluza desembarcada y el peso total de la muestra. Una vez realizado esto, las frecuencias de distribución de longitudes fueron agrupadas por trimestre.

Para la estimación del número de individuos por grupo de edad se consideró la clave talla-edad correspondiente al año 1994 (Lorenzo 1998 a,b,c) y para el 2008 se utilizó la clave talla-edad proveniente de la campaña de evaluación de merluza de dicho año. Las mismas fueron ponderadas a la captura total procedente de la flota en cada año respectivamente.

Determinación de edad y crecimiento

Para el año 2008 se determinó la edad de los individuos de merluza a partir de otolitos proveniente de la campaña de evaluación realizada en otoño. Se consideró asimismo la información previa de los años 1994, 1995 y 1998 (Lorenzo, 1997, 1998 a,b,c, 2000a,b, 2001, 2002).

Los otolitos de individuos menores de 25 cm fueron incluidos en bloques con resina pre-acelerada a los cuales se les realizó tres cortes transversales a nivel del núcleo mediante una sierra de baja velocidad. Los otolitos de individuos mayores de 25 cm se cortaron directamente en la sierra de baja velocidad, transversalmente a nivel del núcleo los cuales posteriormente fueron quemados en la superficie de lectura.

Para la identificación y asignación de las marcas y para establecer correctamente la edad a partir de los anillos anuales se utilizaron los criterios descritos por Cousseau & Cotrina (1975), Otero (1977), ICSEAF (1983) y Renzi & Pérez (1992).

Una vez definida la técnica de observación de los anillos se efectuaron las lecturas bajo una lupa estereoscópica con aumento 10X. Se realizaron dos lecturas independientes en el tiempo y cuando no hubo coincidencia, se realizó una tercera lectura. El análisis estadístico para evaluar la consistencia en la estimación de la edad entre las lecturas se basó en el supuesto de que las repeticiones de las lecturas son estadísticamente independientes.

Las claves longitud - edad son matrices que permiten clasificar los individuos según su grupo de edad (GE) y calcular la probabilidad de pertenencia a las diferentes edades. Los datos se procesaron con intervalos de clase de 1 cm. La asignación de los GE comprende a todos los peces nacidos en un mismo año (clase anual); corresponde a un número entero de años y se basa en el número de anillos observado en la estructura, el tipo de borde y la época del año en que se obtuvo la muestra (Morales Nin, 1987). La probabilidad de pertenencia a las diferentes edades se estimó según:

$$Q_{ij} = n_{ij} / n_j$$

Donde:

i: grupo de edad

j : longitud total del pez

q_{ij} : probabilidad de los individuos de longitud "j" de pertenecer a un GE dado

n_{ij} : número de individuos de edad "i" con longitud "j"

n_j : número total de individuos de longitud j

Se ajustó el modelo de crecimiento de von Bertalanffy descrito por la siguiente ecuación:

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-K(t-t_0)}]$$

Donde:

L_t : longitud teórica a la edad t (cm)

L_∞ : longitud asintótica a edad infinita (cm)

K : coeficiente de crecimiento (año⁻¹)

t : edad del individuo (años)

t_0 : edad teórica del individuo a la longitud cero (año⁻¹)

Los parámetros de las curvas de crecimiento se estimaron mediante la aplicación del método de máxima verosimilitud (Aubone & Wöhler 2000) y se realizó una comparación entre los parámetros del modelo de crecimiento de machos y hembras mediante una prueba de igualdad de coeficientes de χ^2 y F (Aubone & Wöhler 2000).

La edad de primera madurez (t_{50}) fue estimada a través del modelo inverso de von Bertalanffy (Sparre & Venema 1998):

$$t_{50} = t_0 - (1/K) \ln (1 - L_{50}/L_\infty)$$

Donde

t_0 , L_∞ y K: parámetros del modelo de von Bertalanffy

t_{50} : edad de primera madurez a la longitud L_{50}

L_{50} : longitud media de primera madurez a la edad t_{50}

Se estimó la abundancia por grupo de edad y su distribución espacial, para ello, los individuos presentes en cada intervalo de longitud (N_j) fueron asignados a los diferentes grupos de edades (GE) según una clave longitud – edad indicando de esta manera las probabilidades de que un individuo de una determinada longitud pertenezca a cada una de las diferentes edades. La clave fue construida a partir de las lecturas de edad de los otolitos obtenidos en cada campaña de investigación, por sexo y para el total de la población.

El número de individuos perteneciente a cada GE según intervalo de longitud es:

$$N_{ij} = p_{ij}N_j$$

$$N_i = \sum N_{ij}$$

Donde:

N_j : número estimado de individuos a la longitud j

N_{ij} : número estimado de longitud j que pertenecen a la edad i

N_i : número estimado de individuos a la edad i

Haciendo referencia de N_i con respecto a N_t , se obtiene la proporción con que participa cada GE en la captura. El planteamiento metodológico señalado anteriormente permitió obtener matrices completas que presentan explícitamente la estructura interna de la captura en número de individuos por clase de longitud y para cada GE, lo cual es de importancia para cálculos tales como las longitudes medias ponderadas para cada GE. Para la estimación del número de individuos por GE se consideró la clave longitud-edad ponderada a la captura total de la campaña. Por otro lado, para el análisis de los datos de desembarque la clave fue ponderada a la captura de la unidad de pesca y luego agrupada en trimestres. Se estimó el coeficiente de variación (CV) por edad para determinar la precisión de la clave longitud-edad.

Tasa instantánea de mortalidad natural

Se utilizaron los métodos de Pauly (1980), Hoening (1983), Taylor (1960) y Alagaraja (1984) (**Tabla 3**). El supuesto básico de este grupo de métodos es la relación entre la mortalidad natural (M) y uno o más parámetros

biológicos, ambientales u otros (Sparre & Venema 1998).

Método de Pauly (1980).- Esta metodología relaciona M , los parámetros de crecimiento (K y L_{∞}) y la temperatura anual promedio del hábitat (T , °C) (Tabla 2). Para aplicar este método se consideraron los parámetros de ambos sexos y para el proceso de estimación de varianza, se consideró una distribución uniforme para la temperatura entre un valor mínimo de 5 y un máximo de 15 °C.

Método de Hoenig (1983).- Este modelo expresa una relación empírica entre la tasa de mortalidad total (Z) y la edad máxima observada ($T_{\text{máx}}$). Una alternativa a $T_{\text{máx}}$, es encontrar un estimador de la longevidad máxima esperada utilizando el método de Taylor (1960), quien supone que la edad máxima teórica ($A_{0,95}$) ocurre cuando la cohorte alcanza el 95% de la longitud asintótica (Tabla 1.4). Se consideró tanto el valor de $T_{\text{máx}}$ como $A_{0,95}$ en el cálculo de M .

Método de Taylor (1960).- Relaciona M con los parámetros de crecimiento (K y t_0) a través de la expresión expuesta en la **Tabla 3** y considera $A_{0,95}$ la cual deriva de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy.

Método de Alagaraja (1984). Este modelo se asocia directamente a la longevidad del individuo y se expresa como la edad a la que el 99% de una cohorte habría muerto solo por causas naturales, es decir, si $T_{\text{máx}}$ representa la longevidad media y $M_{1\%}$ la mortalidad natural correspondiente al 1% de supervivencia. Fue estimada por la expresión que figura en la **Tabla 3**. La longevidad, definida como el tiempo que el individuo alcanza el 95% de longitud asintótica, fue estimada como base en la fórmula propuesta por Taylor (1960). Se considerará tanto el valor de $T_{\text{máx}}$ como $A_{0,95}$ en el cálculo de M .

Coficiente instantáneo de mortalidad total

La mortalidad total Z se estimó a partir de una curva de captura linealizada para intervalos de edades iguales, siguiendo la metodología de Sparre & Venema (1998):

$$N_t = N_0 * e^{(-Zt)}$$

N_t : número de individuos para una determinada edad (t)

N_0 : número teórico de individuos para la edad 0

Z : coeficiente instantáneo de mortalidad total (año⁻¹)

t : edad (años)

La mortalidad total Z corresponde a la pendiente de la línea de regresión entre el logaritmo del número de peces capturados (N) y sus correspondientes edades (t). Se calcularon los valores de Z para las campañas de evaluación de altura en otoño así como también para las primaveras de 1994 y 2000. Se utilizó el N proveniente de la composición de edades de la captura de dichas campañas.

Resultados

Edad y crecimiento

Los parámetros de crecimiento de merluza para el año 2008 con sus respectivos desvíos estándares (DE), coeficiente de variación (CV) y límites de confianza del 95% para machos y hembras se presentan en la **Tabla 4**. La edad máxima observada fue de 15 años en una hembra de 94 cm la cual no fue considerada en la estimación de los parámetros de crecimiento. Los límites inferiores y superiores (95% de confianza) para el L_{∞} en machos oscilaron entre 37,1 y 79,5 cm y en hembras entre 78,5 y 101,2 cm (**Tabla 4**).

El valor de L_{∞} de hembras fue mayor respecto al de los machos, mientras que los valores de K y t_0 fueron superiores en los machos. Las diferencias entre las curvas de crecimiento sexo determinaron diferencias significativas entre machos y hembras en los valores de L_{∞} , K y t_0 (**Tabla 5**).

El desarrollo de las curvas de crecimiento mostró una diferenciación progresiva entre sexos a partir de la edad 3, las hembras alcanzaron mayores longitudes que los machos en todas las clases de edad a partir de la edad mencionada lo cual se manifestó en el largo infinito obtenido para cada sexo (**Figura 3**). Las curvas de crecimiento, calculadas a partir de los datos de longitudes a edades efectivamente leídas, permitieron describir el crecimiento de la población en el área de distribución de la especie en la ZCP puesto que se utilizó el rango de edades completo en ambos sexos. El parámetro K fue mayor en machos que en hembras, lo cual indicaría un crecimiento diferencial de la especie. La comparación de las curvas de crecimiento entre machos y hembras para los diferentes años considerados resultaron significativas (**Tabla 5**).

El valor estimado de L_{∞} aumentó y el valor de t_0 disminuyó en el año 2008 respecto a los años anteriores (**Figura 4, Tabla 6**). t_0 varió entre -0,8 y -1,2 (año). El mayor crecimiento ocurrió en los años 1994, 1995 y 1998 durante los primeros 3 años, luego disminuyó abruptamente de 8 cm año⁻¹ a 2 cm año⁻¹ entre los grupos de edad 4 a 9 (**Tabla 7**).

Las edades medias por clase de longitud fueron inferiores en el año 1994. Se observó un aumento en el crecimiento a partir de los 45 cm de longitud para los individuos capturados en el 2008 donde se determinó a que a la misma longitud las edades fueron mayores que para los restantes años (**Figura 5**).

Mortalidad

Los resultados de la tasa instantánea de mortalidad natural (M) estimados por los distintos modelos se presentan en la **Tabla 8**. Los valores de M obtenidos fluctuaron entre 0,16 y 0,46 año⁻¹ para hembras y 0,29 y 0,66 año⁻¹ para machos. El método de Pauly, considerando los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy para cada año y un rango de temperatura entre los 5 y 12°C dio un estimado de M entre 0,22 y 0,25 año⁻¹ para hembras y 0,36 y 0,51 año⁻¹ para machos (**Tabla 8**). Los métodos de Hoenig (1983) y Alagaraja (1984) considerando la edad máxima observada, estimó valores de M de 0,36 y 0,46 año⁻¹ para hembras y $M = 0,47$ y 0,66 año⁻¹ para machos, respectivamente (**Tabla 8**). Por otro lado, al utilizar el estimado de la longevidad máxima esperada ($A_{0,95}$) se obtuvieron valores de M entre 0,22 a 0,28 año⁻¹ para hembras y 0,40 y 0,70 año⁻¹ para machos respectivamente. El método de Taylor (1960) presentó el menor valor de mortalidad natural (**Tabla 8**).

Las curvas de capturas linealizadas para merluza, basadas en las muestras provenientes de la campaña de evaluación se presentan en la **Figura 6**. Los individuos de 0 a 2 años no son reclutados al arte y los individuos superiores a 8 años fueron poco abundantes en las capturas. Por lo tanto, los coeficientes instantáneos de Z fueron calculados como la inclinación de las curvas de captura incluyendo las edades de 3 a 8 años (**Tabla 9**). La significancia de la regresión fue testeada a través del análisis de varianza y mostró que la inclinación de la recta fue significativamente diferente de cero ($p < 0,001$).

Estructura de longitud y edad de merluza en la ZCP

Análisis de la información derivada de campañas de evaluación 1994-2009

Entre 1994 y 1998 (campañas 1994, 1995 y 1998) la densidad, tanto en toneladas como en número de individuos disminuyó de 19 a 4,0 t/mn² y 70 a 12 individuos/mn² x10³. En el año 2008 los valores aumentaron (5,5 t/mn² y 28 individuos/mn² x10³) descendiendo a 2,4 t/mn² y 22 individuos/mn² x10³ en 2009 (**Figura 7**). En 1994 se exhibieron dos concentraciones de individuos, una en los 35°S (98 t/mn² y 664 individuos/mn² x10³) y la segunda con valores de 14 a 25 t/mn² y 25 a 36 individuos/mn² x10³, ubicado entre los 38° y 39° S. En 2009 la mayor concentración se ubicó entre los 35° y 36° S con densidades menores a las 25 t/mn² y los 300 individuos/mn² x10³ (**Figura 8**).

La longitud total media disminuyó de 29,8 a 22,7 cm entre 1994 y 2009 (**Figura 9**) fluctuando tanto en machos como en hembras. En 1994 – 1995 la LT media del total de los individuos aumentó de 29,7 cm a 36,7 cm, disminuyendo en 2009 a 22,7 cm. Las menores longitudes registradas se observaron en el año 2008 con CV mayores al 15,4% (**Tabla 10**). Del total de individuos, el 55% fueron machos y el 45% hembras. Se observó un alto porcentaje de ejemplares juveniles (LT inferior o igual a 35 cm) el cual varió entre 75,9% (1998) y 95,1% (2009). En el año 2008 el 11,0% del total de la captura lo conformaron individuos adultos mientras que en 2009 sólo representaron el 4,9% (**Figura 9**). Se observó una estructura de longitudes bimodal en 1994, a los 22 y los 30 cm correspondiéndose a ejemplares juveniles (**Figura 9**). Discriminado por sexos, la LT media de los machos disminuyó de 28,4 cm en 1994 a 21,5 cm en 2009, mientras que en las hembras de 30,7 a 24,1 cm en los mismos años (**Figura 10**).

El porcentaje de juveniles aumentó de 76 a 95% en los cinco años analizados. En 2009 continuó la tendencia observada en 2008 donde la edad 1 contribuyó más en la captura de esta especie (2008: 65% y 2009: 70%), siguió en importancia la edad 2, contribuyendo con el 21 y 25% respectivamente (**Figura 11**). El valor máximo de los GE mayores a 3 se observó en el año 1995 donde los adultos representaron el 65% de la captura. Dicho valor descendió a 12% en el 2008 y 8% en 2009 (**Figura 11**). Una tendencia similar se observó en el año 1994 al considerar todos los GE discriminado por sexos. En 1995 y 1998 el porcentaje de hembras en la captura fue superior al de machos, en especial a partir de la edad 2 y 3. En el año 2008, si bien continuó esta tendencia las diferencias en el número de individuos entre sexo fue menor (**Figura 12**). Las longitudes medias por edad decrecieron a lo largo del periodo analizado principalmente en edades mayores a 6 años. En los años 1994 y

1995 para estos GE se observó mayor rango de tallas (entre 50 y 90 cm) con relación a los años 2008 y 2009 (entre 60 y 70 cm). Si bien el GE 1 fue superior en porcentaje en 2008 y 2009, la amplitud de longitudes por edad disminuyó notoriamente con relación a los restantes años considerados (**Figura 13**).

Análisis de la información derivada de campañas dirigidas a la delimitación de áreas de veda de juveniles. Periodo 1991-2011

En los otoños analizados la densidad media no superó las 12 t/mn², a excepción del año 1996 (32,7 t/mn²). Los valores mínimos de densidad (<9 t/mn²) se registraron entre los años 1998 - 2010. Al considerar densidad en número, el mayor valor observado fue en los años 1997 y 2007 (61,8 x10³ individuos/mn²). Si bien a partir de 2008 la densidad disminuyó (5 t/mn² y 39.037 x10³ individuos/mn² en 2010), en el año 2011 incrementó a valores de 13,8 t/mn² y a 133.225 x10³ individuos/mn²). Este incremento en 2011 se debió únicamente a altos valores registrados en tres lances de pesca en el total de lances de la campaña. En las primaveras se observó la misma tendencia de la densidad que en otoño hasta el año 2007, invirtiendo la tendencia en el año 2011 (**Figura 14**).

En la **Figura 15 y 16** se presenta la distribución de densidades (expresadas en toneladas y número de individuos por mn²) registradas en todas las campañas de primavera y otoño dirigidas a la delimitación de áreas de veda para la protección de juveniles de merluza entre los años 1991 y 2011. La serie analizada mostró claramente la disminución de los valores de densidad en el transcurso del tiempo. En general, las mayores concentraciones de individuos se encontraron entre los 35° y 37°S. En los otoños entre 1993-1996 y 2007-2008 se constató un número significativo de lances cuyas densidades superaron las 50 t/mn². En todos los casos fue debido a ejemplares juveniles. El mismo patrón fue identificado en densidad en número de individuos. Para las primaveras, únicamente hasta el año 1995 se registraron lances con densidades superiores a las 50 t/mn². Hacia el final del periodo, entre el 72 y 90% de los lances presentaron capturas menores a 5 t, no superando en ningún año las 15 t. Cabe destacar que, si bien las densidades en número presentan valores similares (1995, 1996, 2010), la estructura etárea mostró una gran diferencia establecida por el número de juveniles que la componen. Las mayores densidades en número (>500 x10³ individuos /mn²) de juveniles se registraron en primaveras respecto a los otoños, a excepción de primavera de 1992, en el periodo 1991-1994 se observaron 6 lances con densidades mayores a los 700 x10³ individuos /mn². A partir de 1995 la densidad no superó los 250 x10³ individuos/mn². Respecto a la distribución de juveniles en otoños, predominaron lances con densidades menores a los 100 x10³ individuos/mn². Sin embargo, en otoño de 1998, 2001 y 2006 se identificó un lance de pesca en cada campaña con densidades mayores a las 700 x10³ individuos /mn². En otoño del año 2000, se determinaron dos núcleos de densidades que no superaron las 9 t/mn² y los 115 individuos/mn² x10³ (a los 36°S y entre los 38°-39°S). En 2011, se identificaron concentraciones entre las 40 y 160 t/mn² y 150 y 1.400 individuos/mn² x10³ ubicado entre los 35° y 36°S (**Figura 15**). El porcentaje de juveniles alcanzó valores superiores al 90% en ambos años. Esta misma distribución se observó al considerar los grupos de edad 1 y 2. La campaña de investigación realizada en primavera del año 2000 registró valores superiores en densidades respecto a las restantes para todo el periodo. En 2011 sólo se identificaron lances aislados con 14 t/mn² y 130 individuos/mn² x10³ ubicados en el sector norte de la ZCP (**Figura 16**). Estos valores de densidad se correspondieron con valores máximos de porcentaje de juveniles en toda el área muestreada correspondiéndose con la distribución de los GE 1 y 2.

La LT media de ejemplares de merluza disminuyó a través de los otoños analizados. Entre los años 1993-1996 la LT aumentó de 26,2 a 35,5 cm. A partir de esta fecha hasta el 2011 descendió progresivamente hasta los 21,4 cm (**Tabla 11**). En la **Figura 17** se representa la estructura por longitudes de merluza capturada en los otoños desde 1993 a 2011. En los años 2007 y 2008 aumentó del número de individuos capturados menores a 35 cm respecto a los años 1993-1994, no registrándose ejemplares mayores a los 45 cm. Las capturas estuvieron representadas por los GE 1 a 10 años hasta 1996 y GE 1 a 7 en 2011. En todo el periodo considerado, a excepción de los años 1995 y 1996, el GE 1 representó más del 45 % de la captura total alcanzando el 75,1 % en 2011. Le siguió en importancia el GE 2 con valores menores al 40% disminuyendo al 17,9 % en 2011. Los individuos mayores a 3 años no superaron el 20% de la captura total (**Tabla 12**). Los porcentajes por GE y por año se mantuvieron constantes excepto los años 1995 y 1996 donde la proporción de individuos adultos fue mayor que para los restantes años. Al considerar el número de individuos por grupos de edad se observó una disminución progresiva hacia el final del periodo analizado en los individuos de edad 1 y 2 principalmente. Sin embargo, en el año 2008 el mayor número de individuos fueron de edad 1. A diferencia del año 1994 donde también se registró un alto número de individuos de edad 1 y 2, en 2008 la edad 2 descendió a menos del 45% (**Figura 18, Tabla 12**).

La composición de longitudes de ejemplares de merluza en las campañas de primavera descendió de 31,2 cm en 1991 a 25,2 cm en 2011 (**Tabla 13**). En la **Figura 19** se representa la estructura de tallas de merluza capturada en esta época correspondiente al periodo 1991 - 2011. Disminuyó el número de individuos y el rango de

longitudes a partir del año 1997, compuesto por el 90% de individuos menores de 35 cm. En la campaña de 2008 no se registraron tallas mayores de 55 cm. Las capturas de la especie en la totalidad de las campañas estuvieron representadas por los grupos de edad 1 hasta 8 años. Entre 1991 y 2008, los grupos más representativos de la capturas fueron los de edad 1 y 2, si bien en la mayoría de los años, la edad 2 presentó mayores porcentajes sobre el total de la captura la edad 1. Para esta época, la edad 3 mostró porcentajes entre el 12,5 y 25,0 % (**Tabla 14, Figura 20**). Los porcentajes y número de individuos por grupo de edad y por año para las primaveras analizadas variaron principalmente en las edades 1 y 2. A partir de la edad 3 para todos los años fueron constantes.

En los otoños, el porcentaje de individuos juveniles (menores a 35 cm) fue superior al 95% en el total de la captura a partir del año 1997 manteniéndose constante hasta el final del periodo. Sin embargo en las primaveras consideradas, el porcentaje de adultos superó el 38% de la captura total hasta el año 1995 descendiendo a menos del 10% en el 2011 (**Figura 21**). Esta tendencia también se observó en la distribución del número de individuos capturados en función de talla. Las mayores densidades ($>5000 \text{ ind.} \times 10^3/\text{mn}^2$) de juveniles se observaron en primaveras respecto a los otoños analizados. A excepción de primavera de 1992, en el periodo 1991-1994 se registraron 6 lances con densidades mayores a los $7.000 \text{ ind} \times 10^3/\text{mn}^2$. A partir de 1995 la densidad no superó los $2.500 \text{ ind.} \times 10^3/\text{mn}^2$. Respecto a la distribución de juveniles en otoños, predominaron lances con densidades menores a los $1.000 \text{ ind} \times 10^3/\text{mn}^2$. Sin embargo, en otoño de 1998, 2001 y 2006 se registró un lance de pesca en cada campaña con densidades mayores a las $7.000 \text{ ind} \times 10^3/\text{mn}^2$. La serie analizada en primavera mostró claramente la disminución de los valores de densidad en el transcurso del tiempo. En este tipo de análisis cabe destacar dos situaciones diferentes. La primera, desarrollada en el párrafo anterior, corresponde a la alarmante disminución de los valores en el transcurso de la serie temporal. También debe hacerse notar que para el mismo año y en la misma estación se presentaron marcadas variaciones en los valores de densidad. Este fenómeno puede ser consecuencia de estratos cada vez más pequeños de juveniles, lo cual lleva a que mínimas variaciones en la posición geográfica del lance, o bien, desplazamientos de las concentraciones de peces, que produzcan grandes cambios en las capturas.

Estructura por edad de la captura de merluza desembarcada por la flota industrial en los años 1994 y 2008.

Se comparó la información de la estructura por edades de merluza proveniente de la flota pesquera uruguaya. Para el año 1994 las claves longitud-edad por sexo fueron construidas a partir de los muestreos de desembarques correspondientes a la flota Categoría A. Para la estimación del número de individuos por GE se consideró la clave longitud-edad para el año 1994 y para el 2008 se utilizó la clave longitud-edad proveniente de la campaña de evaluación de merluza para ese año. Las mismas fueron ponderadas a la captura total procedente de la flota en cada año respectivamente. En número de individuos el porcentaje de juveniles aumentó del 20,8% en 1994 al 48,1% en el año 2008 (**Figura 22**).

La longitud total media desembarcada disminuyó principalmente en las hembras de 42,9 a 36,9 entre 1994 y 2008 (**Tabla 15**). En la **Figura 23** se observa la variación en el porcentaje de adultos y juveniles en los años 1994 y 2008. Tanto al considerar sexos por separado como en conjunto el porcentaje de juveniles en 2008 fue superior al 50% del total de la captura. Las edades 3 y 4 contribuyeron a la captura total en un 60,4% en el año 1994. En el año 2008 se observó que el mayor porcentaje en la captura lo representó las edades 1 a 4 (94%), siendo las edades 2 y 3 las que más aportaron superando el 65 % de la captura total (**Tabla 16**).

La composición de GE y sexos de la captura entre años varió, predominando las edades 1 y 2 en el año 2008 siendo en su mayoría ejemplares machos (**Figura 24**). Cabe destacar que la edad de primera madurez para la especie se determinó en 2,3 años para hembras y 1,7 años para machos, por lo tanto dichos ejemplares corresponden a individuos juveniles en un alto porcentaje. Así, el porcentaje de individuos juveniles desembarcados aumentó de 13,9% en 1994 a 56,2% en el 2008. Las edades adultas desembarcadas (3+) disminuyeron del 86,1% al 43,8% de 1994 a 2008. Los grupos de edades 5 + no representaron más del 10% de la captura en 2008 (**Figura 24**).

Consideraciones finales

La longitud promedio de los ejemplares de merluza que se distribuye en la Zona Común de Pesca disminuyó considerando el periodo 1991-2011 a través de información analizada proveniente de campañas de evaluación y delimitación de áreas de veda.

La estructura de longitudes de merluza en los años 1994-1995, 1998 y 2008-2009 derivada de información provenientes de campañas de evaluación que abarcan toda la ZCP, mostró una disminución del 6% en la longitud media entre el año 1994 y 2009, con porcentajes entre 76% (1998) y 95% (2009) de ejemplares juveniles.

A partir de la información proveniente de las campañas conjuntas dirigidas a evaluar los juveniles, los mayores valores de densidad en número y peso se observaron en 1993 y 1994. La distribución de longitudes de individuos en el periodo 1991-2008 mostró una disminución del número total de ejemplares y de la longitud media a partir del año 2000. Entre 1991 y 1995 la fracción adulta representó hasta el 40% en el total anual. A partir de 1996 hasta el 2011 el porcentaje de adultos disminuyó sostenidamente hasta alcanzar un mínimo del 5%.

Se observó un incremento de ejemplares juveniles en la ZCP, tanto en el otoño como en primavera. Entre 1991 y 1995 se registraron porcentajes entre 32 y 42 % de ejemplares adultos disminuyendo a sólo el 8% de la población hacia fin del periodo analizado.

El desembarque de la flota industrial uruguaya en los años 1994 y 2008 estuvo compuesto por individuos de edad 3 y 4. Los mismos contribuyeron con el 60 % en el año 1994 al total de la captura, 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.

Referencias

- Alagaraja K. 1984. Simple methods for estimation of parameters for assessing exploited fish stocks. *Indian J. Fish.* 31:177–208.
- Angelescu V, Prensly B. 1987. Ecología trófica de la merluza común del Mar Argentino. (Merlucciidae, *Merluccius hubbsi*). Parte 2. Dinámica de la alimentación analizada sobre la base de las condiciones ambientales, la estructura y las evaluaciones de los efectivos en su área de distribución. INIDEP, Mar del Plata Contribución 561
- Aubone A, Wöhler O. 2000. Aplicación del método de máxima verosimilitud a la estimación de parámetros y comparación de curvas de crecimiento de von Bertalanffy. *INIDEP Inf.Téc.*, 37, 21 pp.
- Bezzi SI, Dato C. 1993. Distribución estacional de los juveniles de merluza (*Merluccius hubbsi*) en la Zona Común de Pesca. Período otoño 1986 - verano 1987. *Fr Mar* 14: 7-22
- Bezzi SI, Verazay GA, Dato CV. 1995. Biology and fisheries of Argentine hakes (*M. hubbsi* and *M. australis*). In: Alheit J and Pitcher TJ (eds) *Hake: Fisheries ecology and Markets*, Chapman & Hall Book Series, London
- Brander K. 1974. The effects of age reading errors on the statistical reliability of marine fisheries modelling; 181 - 189. En: *Ageing of fish*. Bagenal (de). Unwin, Old working, 234 p.
- Christiansen HE, Glorioso PD, Olivieri CE. 1986. Aplicación de la histología en la determinación de los efectivos de merluza (*Merluccius hubbsi*). Tipificación de tejidos, cálculos de fecundidad y vinculación con las condiciones ambientales. *Publicaciones Comisión Técnica Mixta Frente Marítimo*, 1(2): 567 - 574.
- Cousseau MB, Cotrina CP. 1975. Observaciones sobre la época de marcación del anillo de los otolitos de la merluza (Merlucciidae, *Merluccius merluccius hubbsi*). *Physis* (Buenos Aires), Sec.A, 34(89): 327 - 334.
- Gulland JA. 1971. *The Fish Resources of the Ocean*. Fishing News (Books), West Byfleet, 255 pp.
- Hoinig JM. 1983. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. *Fish. Bull.* 82:898–903.
- ICSEAF. 1983. Guía de ICSEAF para la interpretación de otolitos. N° 1. Merluza (Madrid), 18 pp.
- Lorenzo MI. 1997. Crecimiento y determinación de la edad de merluza (*Merluccius hubbsi*) en base a datos de la Campaña Otoño 1995. Evaluación del recurso pesquero 25 p. PNUD-INAPE.
- Lorenzo MI. 1998a. Estimación de la mortalidad de *Merluccius hubbsi* en base a muestreos de desembarque de la flota pesquera uruguaya para el año 1994. Evaluación del recurso pesquero, 30 p. PNUD-INAPE.
- Lorenzo MI. 1998b. Estimación del crecimiento y mortalidad de la merluza (*Merluccius hubbsi*) en la Zona Común de Pesca Argentino – Uruguay para el año 1994. Evaluación del recurso pesquero, 25 p. PNUD-INAPE.
- Lorenzo MI. 1998c. Crecimiento y determinación de la edad de merluza (*Merluccius hubbsi*) en base a datos de la Campaña Otoño 1994. Evaluación del recurso pesquero, 25 p. PNUD-INAPE.
- Lorenzo MI. 2000a Crecimiento y mortalidad de la merluza (*Merluccius hubbsi*) en la ZCPAU para otoño de 1998, Evaluación del recurso pesquero, 16 p. PNUD-INAPE.
- Lorenzo MI. 2000b. Estimación del crecimiento de la merluza a partir de datos de la flota pesquera uruguaya en 1994 dentro de la Zona Común de Pesca, Evaluación del recurso pesquero 20 p. PNUD-INAPE.
- Lorenzo MI. 2001 Cambios en la estructura de la población de merluza (*Merluccius hubbsi*) en la plataforma uruguaya entre 1994-1998. Evaluación del recurso pesquero, 45 p. DINARA-INFOPEPESCA.
- Lorenzo MI. 2002 Estimación del crecimiento y la mortalidad de la merluza (*Merluccius hubbsi*) en la ZCPAU para primavera del 2000, Evaluación del recurso pesquero, 13 p. DINARA-INFOPEPESCA.
- Morales-Nin B. 1987. Métodos de determinación de la edad en 10s osteictios en base a estructuras de crecimiento. *Informes Técnicos de Investigación Pesquera*, 143,30 pp.

- Ni3n H, R3os C, Leta R, Elgue JC. 1986. Descripci3n de un 3rea de cr3a multiespec3fica en el frente oce3nico del Uruguay. Segunda parte. Publicaciones Comisi3n T3cnica Mixta del Frente Mar3timo, 1(2): 369 - 408.
- Olivieri C, Christiansen H. 1987. Consideraciones preliminares sobre la frecuencia reproductiva de la merluza com3n (*Merluccius hubbsi*). Publicaciones Comisi3n T3cnica Mixta Frente Mar3timo, 3: 67 - 72.
- Otero H, Bezzi SI, Renzi MA, Verazay GA. 1982. Atlas de los recursos pesqueros demersales del Mar Argentino. INIDEP, Mar del Plata Contr 423
- Otero H. 1977. Edad y crecimiento de la merluza (*Merluccius merluccius hubbsi*). Phycis (Buenos Aires), Sec. A, 36(92): 41 - 58.
- Otero H. 1986. Determinaci3n del ciclo migratorio de la merluza com3n (*Merluccius hubbsi*) mediante el an3lisis de 3ndices de densidad poblacional y concentraci3n del esfuerzo de pesca. Publ Com T3c Mix Fr Mar 1: 75-92
- Pauly D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperatures in 175 fish stocks. J. Cons. Int. Explor. Mer, 39: 175-192
- Renzi M, P3rez M. 1992. Un criterio para la determinaci3n de la edad en juveniles de merluza (*Merluccius hubbsi*) mediante la lectura de otolitos. Frente Mar3timo. Vol. 11, Sec. A: 15 - 31.
- Rey M, Grunwaldt P. 1986. Evaluaci3n de la merluza (*Merluccius hubbsi*) en la Zona Com3n de Pesca Argentino - Uruguay. Publicaci3n Comision T3c Mix Fr Mar 1: 121- 34
- Rey M, Bezzi S, Verazay G, Oribe Stemmer J. 1996. 3reas de veda para la protecci3n de los juveniles de merluza (*Merluccius hubbsi*) en la Zona Com3n de Pesca, hasta diciembre de 1993. Fr Mar 16: 7- 28
- Sparre P, Venema SC. 1998. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual FAO Fisheries Technical Paper, 306, 2, Rev. 2 Rome, FAO, 94 pp.
- Taylor CC. 1960. Temperature, Growth, and Mortality – The Pacific *Cockle* J. Cons. Explor. Mer 26 (1): 117-124

Tabla 1. Campañas de evaluación del recurso merluza en la Zona Común de Pesca efectuadas a bordo del B/I “Aldebarán”. Año de realización, código y número de lances (Nº L), fecha de inicio y fin de cada campaña.

Año	Nº L	Inicio	Fin
1994	66	10Jun	09-Jul
1995	76	24May	16-Jun
1998	85	15Mar	02-Abr
2008	86	05Abr	04-May
2009	96	07Mar	05-Abr

Tabla 2. Campañas de protección de juveniles de merluza en la Zona Común de Pesca efectuadas a bordo del B/I “Aldebarán”. Año de realización, código y número de lances (Nº L), fecha de inicio y fin de cada campaña.

Año	Época	Nº L	Inicio	Fin
1991	Primavera	29	08-Sep	15-Sep
1992	Primavera	31	13-Sep	20-Sep
1993	Otoño	34	20-Mar	10-Abr
	Primavera	38	18-Sep	26-Sep
1994	Otoño	35	10-jun	09-jul
	Primavera	45	09-sep	06-oct
1995	Otoño	56	22-Mar	02-Abr
	Primavera	45	21-Sep	09-Oct
1996	Otoño	37	26-Mar	02-Abr
	Primavera	33	27-Sep	03-Oct
1997	Otoño	21	21-Mar	31-Mar
	Primavera	32	17-Oct	28-Oct
1998	Otoño	27	15-Mar	24-Mar
1999	Otoño	33	15-Abr	24-Abr
2000	Otoño	38	29-Mar	04-Abr
	Primavera	46	29-Sep	03-Oct
2001	Otoño	41	23-Mar	31-Mar
	Primavera	48	12-Oct	23-Oct
2006	Otoño	36	19-Abr	05-May
	Primavera	39	11-Nov	22-Nov
2007	Otoño	34	20-Abr	16-May
	Primavera	48	29-Sep	07-Oct
2008	Otoño	43	05-Abr	04-May
	Primavera	46	04-Oct	13-Oct
2009	Otoño	50	07-Mar	05-Abr
	Primavera	54	31-Oct	10-Nov
2010	Otoño	52	18-Abr	29-Abr
	Primavera	19	24-Oct	27-Oct
2011	Otoño	55	16-Abr	06-May

Tabla 3. Modelos empíricos utilizados para la estimación de la tasa instantánea de mortalidad natural.

Método	Modelo	Definición de parámetros y unidades
Pauly (1980)	$\text{Log}10M = -0,0152 - 0,279 \log10L_{\infty} + 0,6543\log10K + 0,4634\log T$	L_{∞} = longitud asintótica (cm, LT) K = coeficiente de crecimiento (año ⁻¹) T = temperatura promedio anual del hábitat (°C)
Hoenig (1983)	$\text{Ln}(Z) = 1,44 - 1,01 \ln (T_{\text{máx}})$	Z = tasa de mortalidad natural ($\approx M$) $T_{\text{máx}}$ = longevidad observada (años)
Taylor (1960)	$M = 2,996 / A_{0,95}$ $A_{0,95} = t_0 + 2,996/K$	$A_{0,95}$ = edad individuo alcanza una longitud correspondiente al 95% de L_{∞} K y t_0 = parámetros de crecimiento
Alagaraja (1984)	$M \text{ \%} = \ln (0,01) / T_{\text{máx}}$	$T_{\text{máx}}$ = longevidad observada (años)

Tabla 4. Parámetros de la ecuación de von Bertalanffy para hembras, machos y ambos. Longitud asintótica (L_{∞} cm); coeficiente de crecimiento (K año⁻¹); edad teórica del individuo a la longitud cero (t_0 año); desvío estándar (DE); coeficiente de variación (CV %), intervalo de confianza (95%).

Parámetro	Valor	DE	CV (%)	IC (95%)	
Hembras					
L_{∞} (cm)	89,88	4,81	5,35	78,52	101,25
K (año ⁻¹)	0,15	0,02	12,44	0,10	0,19
t_0 (año)	-0,78	0,17	-21,86	-0,18	-0,37
Machos					
L_{∞} (cm)	58,29	8,25	14,16	37,08	79,51
K (año ⁻¹)	0,26	0,11	41	-0,01	0,53
t_0 (año)	-1,06	0,59	-55,57	-2,57	0,45

Tabla 5. Resultado de la prueba de comparación entre los parámetros de crecimiento de hembras (h) y machos (m) de merluza para el año 2008.

H_0	Chi ²	p *
$L_{\infty} (m) = L_{\infty} (h); K (m) = K (h); t_0 (m) = t_0 (h)$	8,256	0,030
$L_{\infty} (m) = L_{\infty} (h)$	0,735	0,002
$K (m) = K (h)$	0,645	0,004
$t_0 (m) = t_0 (h)$	4,546	0,002

Si $p < 0,05$ se rechaza H_0 con $\alpha = 0,05$; si $p > 0,05$ se acepta H_0 con $\alpha = 0,05$

Tabla 6. Comparación de las curvas de crecimiento de merluza entre los años 1994, 1995, 1998 y 2008.

	H_0		H_0		H_0		H_0	
	$L_{\infty 1} = L_{\infty 2}$ $k_1 = k_2;$ $t_0 1 = t_0 2$		$L_{\infty 1} = L_{\infty 2}$		$k_1 = k_2;$		$t_0 1 = t_0 2$	
	Chi ²	p	Chi ²	p	Chi ²	p	Chi ²	p
1994	26,8	5,70E-11	120,1	5,80E-08	4,6	7,50E-09	0,1	5,80E-03
1995	41,2	8,30E-11	35,4	1,10E-08	21,5	8,70E-08	4,3	2,00E-05
1998	37,1	2,70E-09	22,3	5,20E-03	12,3	3,90E-06	1,4	1,20E-04
2008	75,2	1,10E-10	18,5	1,80E-06	26,7	9,80E-09	0,9	9,20E-06

Tabla 7. Longitud media (LM cm), desvío estándar (DE cm) y coeficiente de variación (CV %) por grupo de edad para los otoños analizados.

Edad	1994			1995			1998			2008		
	LM	DE	CV									
1	22,8	14,8	6,7	24,2	5,5	18,0	19,8	21,4	4,6	22,4	19,3	5,1
2	31,6	12,7	7,8	32,0	9,6	10,4	28,0	15,8	6,3	32,2	17,1	5,8
3	39,9	12,2	8,1	38,4	10,2	9,8	37,0	10,1	9,8	36,3	12,0	8,2
4	47,7	11,0	9,0	47,2	8,7	11,4	45,4	8,4	11,8	43,2	7,3	13,6
5	53,1	9,6	10,4	51,2	9,6	10,3	51,5	7,8	12,7	51,2	6,4	15,6
6	57,2	10,6	9,3	56,4	10,5	9,4	56,4	5,8	17,1	58,6	5,4	18,3
7	63,6	8,7	11,3	59,9	8,9	11,1	63,0	2,2	44,4	61,0	4,9	20,3
8	67,2	6,5	15,2	62,9	6,3	15,6	65,7	16,2	6,1	64,0	3,0	33,0
9	71,8	2,1	46,0	69,1	2,9	33,6				69,1	4,6	30,0
10	74,0	2,0	49,8	72,0	1,7	55,9				71,0	6,6	27,1
11	74,5	2,5	39,7									

Tabla 8. Estimaciones de mortalidad natural (M año⁻¹) para hembras y machos según los métodos de Pauly (1980), Hoenig (1983), Alagaraja (1984) y Taylor (1960). Modelos en Tabla 7.

		Hembras				Machos			
		1994	1995	1998	2008	1994	1995	1998	2008
Pauly		0,25	0,24	0,23	0,22	0,45	0,51	0,41	0,36
Hoenig	T_{max}	0,38	0,42	0,42	0,38	0,53	0,53	0,60	0,47
	$A_{0,95}$	0,26	0,25	0,23	0,22	0,54	0,64	0,47	0,40
Alagaraja	T_{max}	0,41	0,46	0,46	0,42	0,58	0,58	0,66	0,51
	$A_{0,95}$	0,28	0,27	0,25	0,24	0,59	0,70	0,51	0,44
Taylor		0,19	0,18	0,16	0,16	0,39	0,46	0,33	0,29

Tabla 9. Coeficiente instantáneo de mortalidad total (Z año⁻¹) y estadísticos asociados a la regresión de la curva de captura de las campañas de evaluación Otoño 1994, 1995, 1998 y 2008, Intercepto (Int); desvío estándar del intercepto (DE int); coeficiente de determinación (R^2). Todas las regresiones y sus respectivos parámetros fueron altamente significativos ($p < 0,01$).

		Int	DE Int	Z	DE Z	R^2
1994	Machos	15,77	0,60	0,97	0,12	0,95
	Hembras	15,06	0,23	0,75	0,04	0,99
1995	Machos	13,18	0,26	0,74	0,05	0,98
	Hembras	13,84	0,31	0,56	0,05	0,95
1998	Machos	16,75	0,51	1,76	0,11	0,99
	Hembras	14,43	0,24	0,85	0,05	0,99
2008	Machos	16,08	0,41	1,62	0,09	0,99
	Hembras	14,22	0,27	0,75	0,05	0,98

Tabla 10. Longitud total media (LT cm), desvío estándar (DE cm) y coeficiente de variación (CV %) por año discriminado por sexo y para el total de la población. Información proveniente de las campañas de evaluación de recursos de altura en los otoños 1994, 1995, 1998, 2008 y 2009.

		LM (cm)	DE (cm)	CV (%)
1994	Machos	28,4	7,2	13,8
	Hembras	30,6	10,7	9,2
	Total	29,6	9,4	10,6
1995	Machos	32,3	9,3	10,6
	Hembras	39,4	14,4	6,9
	Total	36,7	13,2	7,5
1998	Machos	28,8	6,9	14,3
	Hembras	32,5	11,3	8,8
	Total	30,9	9,8	10,1
2008	Machos	21,1	4,8	20,4
	Hembras	22,2	7,1	14,0
	Total	21,8	6,4	15,4
2009	Machos	21,5	5,6	17,6
	Hembras	24,1	8,0	12,3
	Total	22,7	6,9	14,3

Tabla 11. Longitud total media (LT cm), desvío estándar (DE cm) y coeficiente de variación (CV %) por sexo y total de la población en los otoños analizados.

		LM	DE	CV		LM	DE	CV	
1993	Machos	25,9	4,8	20,8	2001	Machos	23,6	5,5	17,9
	Hembras	26,4	6,6	15,1		Hembras	24,8	7,2	13,7
	Total	26,2	5,7	17,2		Total	24,2	6,5	15,2
1994	Machos	27,0	6,3	15,8	2006	Machos	23,1	6,3	15,8
	Hembras	27,2	8,4	11,8		Hembras	25,7	10,4	9,5
	Total	27,2	7,5	13,2		Total	24,5	8,8	11,3
1995	Machos	27,1	6,3	15,8	2007	Machos	21,9	4,5	22,0
	Hembras	27,2	8,4	11,8		Hembras	23,2	6,6	15,1
	Total	27,2	7,5	13,2		Total	22,5	5,5	17,9
1996	Machos	29,9	8,6	11,5	2008	Machos	21,1	4,8	20,4
	Hembras	38,7	14,0	7,1		Hembras	22,2	7,1	14,0
	Total	35,5	13,0	7,6		Total	21,0	6,4	16,2
1997	Machos	22,0	5,1	19,6	2010	Machos	21,9	5,4	18,3
	Hembras	23,4	9,2	10,8		Hembras	23,7	8,0	12,3
	Total	22,8	7,8	12,7		Total	22,8	6,9	14,4
1998	Machos	21,1	5,2	19,2	2011	Machos	20,3	6,3	15,7
	Hembras	20,9	6,0	16,5		Hembras	21,5	7,7	12,9
	Total	21,0	5,6	17,6		Total	21,4	7,0	14,1
1999	Machos	23,9	6,7	14,7					
	Hembras	23,3	9,6	10,4					
	Total	24,2	8,4	11,9					

Tabla 12. Porcentaje de los grupos de edad sobre el total de individuos de merluza en el periodo 1993-2011 correspondiente a vedas de otoño.

Edad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1993	47,8	40,2	10,7	0,8	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
1994	53,0	30,8	12,2	2,8	0,7	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
1995	37,6	30,6	17,7	6,2	2,7	1,9	1,7	1,0	0,5	0,2	0,0
1996	27,6	24,0	18,4	12,0	5,7	4,6	4,3	2,2	0,9	0,4	0,0
1997	54,7	39,2	3,2	1,0	0,9	0,6	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0
1998	56,9	38,7	4,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1999	54,7	36,4	5,4	2,0	1,0	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0
2000	60,6	29,4	7,7	1,4	0,6	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
2001	47,0	34,6	15,9	1,8	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2006	51,8	29,2	13,0	3,5	1,6	0,6	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0
2008	75,5	19,1	3,5	1,2	0,4	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
2010	51,8	29,2	13,0	3,5	1,6	0,6	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0
2011	75,1	17,9	4,8	1,6	0,4	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabla 13. Longitud total media (LT cm), desvío estándar (DE cm) y coeficiente de variación (CV %) por sexo y total de la población en las primeras analizadas.

		LT	DE	CV			LT	DE	CV
1991	Machos	30,7	8,08	12,4	2000	Machos	25,9	6,5	15,3
	Hembras	31,7	11,2	8,9		Hembras	30,3	11,3	8,9
	Total	31,3	9,6	10,4		Total	28,5	9,9	10,1
1992	Machos	31,5	7,7	13,0	2007	Machos	26,1	5,5	18,1
	Hembras	33,9	11,1	9,0		Hembras	27,3	8,5	11,7
	Total	32,9	9,8	10,2		Total	26,7	7,4	13,6
1993	Machos	30,9	5,7	17,4	2008	Machos	24,6	5,9	16,9
	Hembras	33,3	9,7	10,3		Hembras	26,8	9,6	10,4
	Total	32,2	8,3	12,1		Total	25,8	8,2	12,3
1994	Machos	31,8	6,7	14,9	2009	Machos	25,5	4,9	20,5
	Hembras	34,8	9,4	10,6		Hembras	28,8	8,3	12,0
	Total	33,4	8,4	11,9		Total	27,2	7,1	14,1
1995	Machos	30,1	7,8	12,9	2010	Machos	22,9	5,8	17,3
	Hembras	32,9	10,5	9,5		Hembras	24,9	7,7	13,0
	Total	31,6	9,4	10,6		Total	23,9	6,9	14,4
1996	Machos	26,8	5,4	18,5	2011	Machos	24,4	4,9	20,5
	Hembras	27,9	7,7	13,0		Hembras	25,8	7,2	13,8
	Total	27,3	6,8	14,9		Total	25,2	6,4	15,6
1997	Machos	29,2	5,9	16,8					
	Hembras	32,1	9,8	10,2					
	Total	30,9	8,6	11,6					

Tabla 14. Porcentaje de los grupos de edad calculados sobre el total de individuos para la totalidad de cada campaña realizada en primavera.

Edad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1991	35,4	30,0	19,8	7,1	3,6	1,8	1,4	0,6	0,1	0,1
1992	27,7	33,7	21,6	8,1	4,0	2,4	1,5	0,7	0,2	0,0
1993	18,5	52,6	17,3	5,1	2,8	1,7	1,2	0,6	0,2	0,1
1994	21,0	38,9	24,2	8,5	3,8	1,9	1,1	0,5	0,1	0,0
1995	29,5	32,1	25,0	7,0	2,9	1,5	1,2	0,6	0,1	0,1
1996	46,5	36,9	12,5	2,0	0,9	0,5	0,4	0,2	0,1	0,0
1997	28,1	42,1	19,8	6,2	2,3	0,8	0,5	0,2	0,0	0,0
2000	35,7	34,9	21,9	5,3	1,2	0,5	0,3	0,1	0,0	0,0
2007	37,0	39,6	19,2	2,5	1,0	0,4	0,1	0,1	0,0	0,0
2008	54,7	32,6	8,6	2,5	0,8	0,3	0,2	0,1	0,1	0,0
2009	45,6	39,9	10,4	2,1	1,1	0,5	0,2	0,1	0,1	0,0
2010	62,0	28,3	6,3	2,4	0,8	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0
2011	55,3	35,0	7,4	1,3	0,5	0,3	0,2	0,1	0,1	0,0

Tabla 15. Longitud total media (LT cm), desvío estándar (DE cm) y coeficiente de variación (CV %) discriminado por sexo y para el total en los años 1994 y 2008.

	LT (cm)	DE(cm)	CV(cm)
M 1994	37,7	4,9	20,3
H 1994	42,9	8,3	12,1
T 1994	41,4	7,8	12,8
M 2008	34,4	6,1	16,5
H 2008	36,9	9,9	10,1
T 200	35,8	8,5	11,8

Tabla 16. Porcentaje por grupo edad para hembras (H), machos (M) y total de la población (T) de merluza provenientes de la flota comercial en los años 1994 y 2008.

Edad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
H 1994	0,4	18,3	42,6	16,4	9,6	7,1	3,3	1,0	0,9	0,2	0,2
M 1994	0,2	7,6	36,1	26,1	16,8	9,0	2,8	1,2	0,3	0,0	0,0
T 1994	0,3	13,6	39,7	20,7	12,7	7,9	3,0	1,1	0,6	0,1	0,1
H 2008	11,7	38,0	22,8	18,3	5,3	2,0	0,9	0,5	0,5	0,1	0,0
M 2008	17,3	47,4	23,2	10,4	1,2	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0
T 2008	14,1	42,1	23,0	14,9	3,5	1,2	0,6	0,3	0,3	0,1	0,0

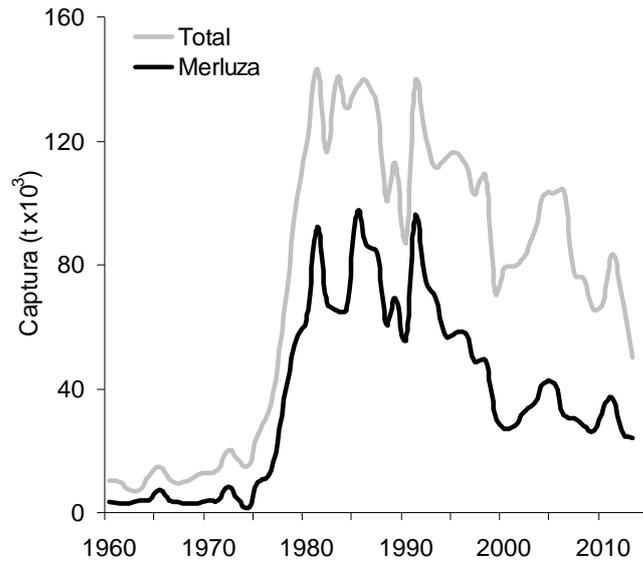


Figura 1. Captura desembarcada de merluza y total de especies marinas por la flota industrial uruguaya en la Zona Común de Pesca en el periodo 1960-2014.

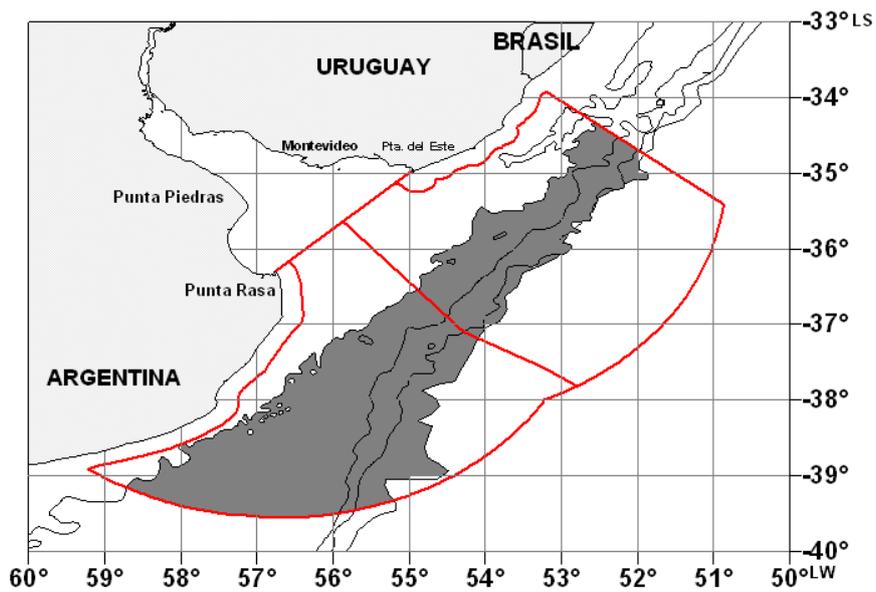


Figura 2. Área cubierta en campañas de evaluación de merluza dentro de la Zona Común de Pesca realizadas a bordo del B/I “Aldebarán”.

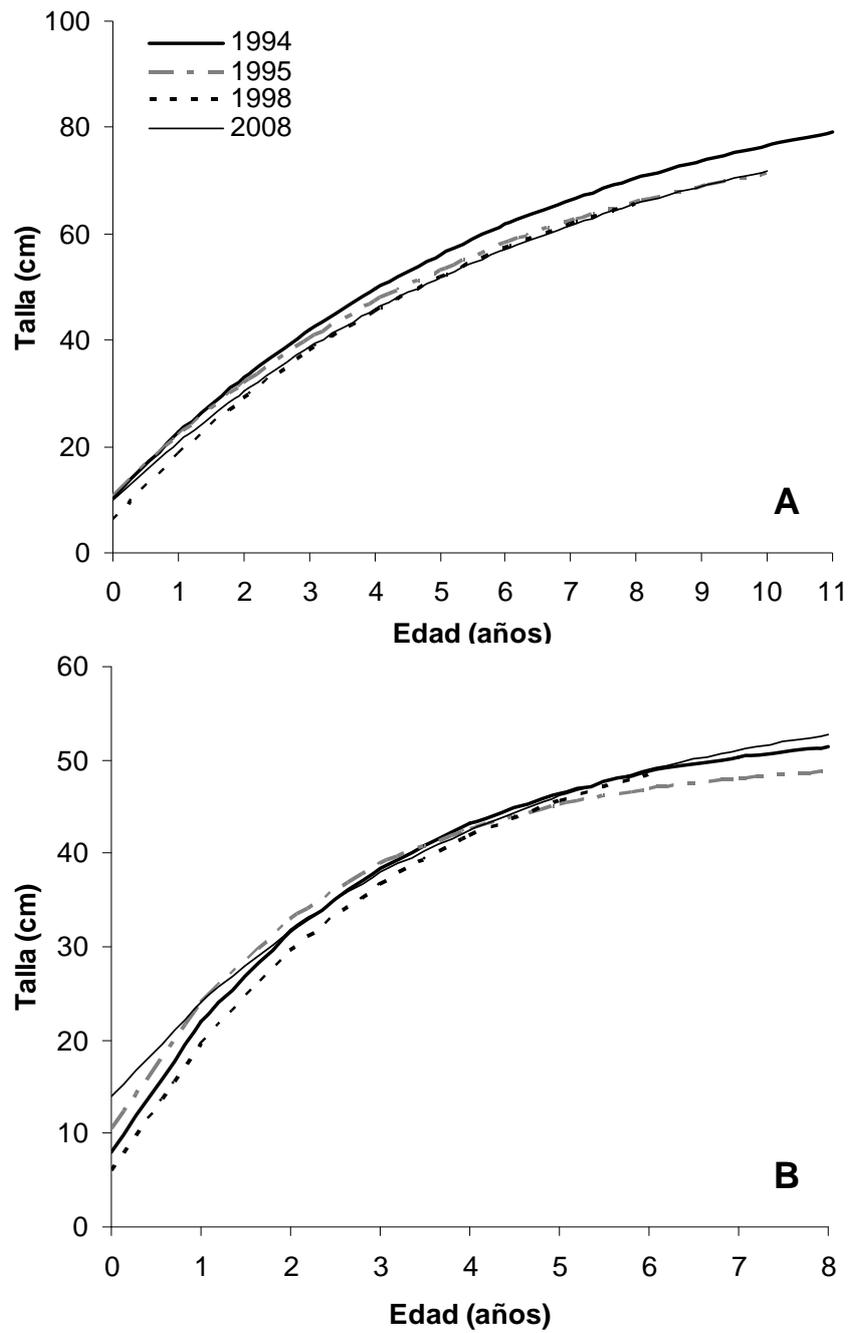


Figura 3. Curvas de crecimiento para hembras (A) y machos (B) en los años 1994, 1995, 1998 y 2008.

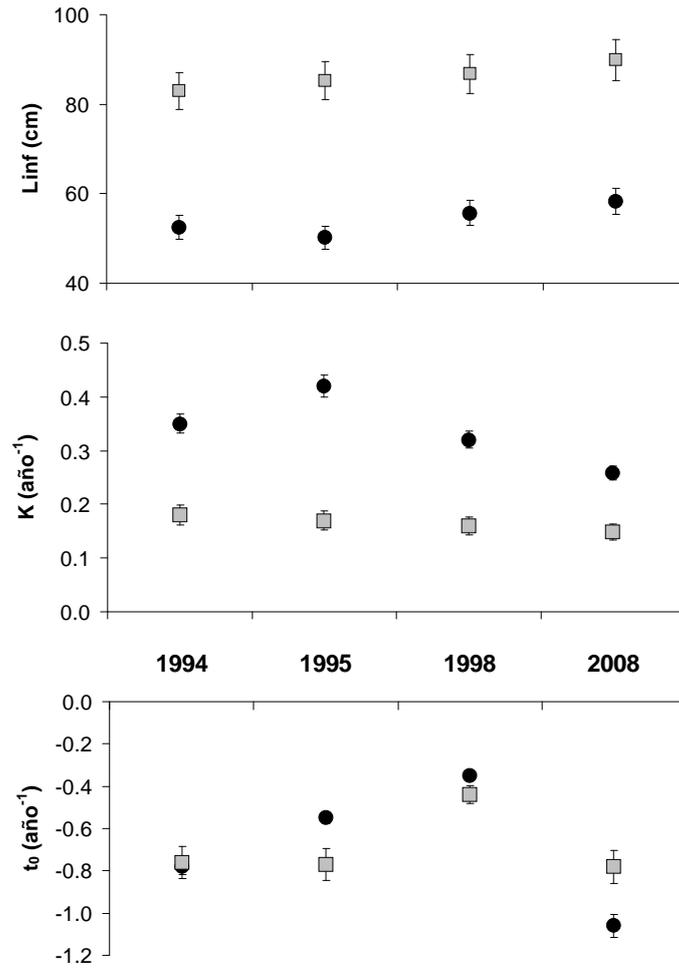


Figura 4. Parámetros de crecimiento de curvas de von Bertalanffy de *Merluccius hubbsi* en los años considerados con sus respectivos intervalos de confianza (95%).

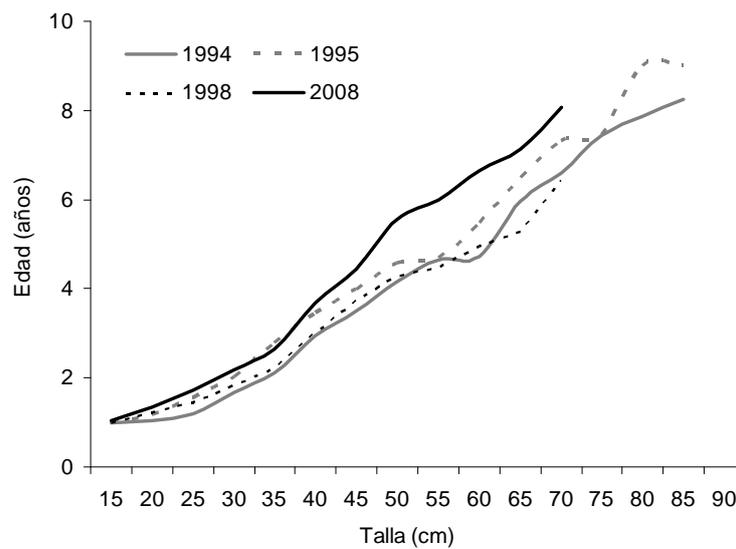


Figura 5. Edad media (años) por clase de longitud de merluza proveniente de campañas de evaluación del recurso en la Zona Común de Pesca. Otoño de 1994, 1995, 1998 y 2008.

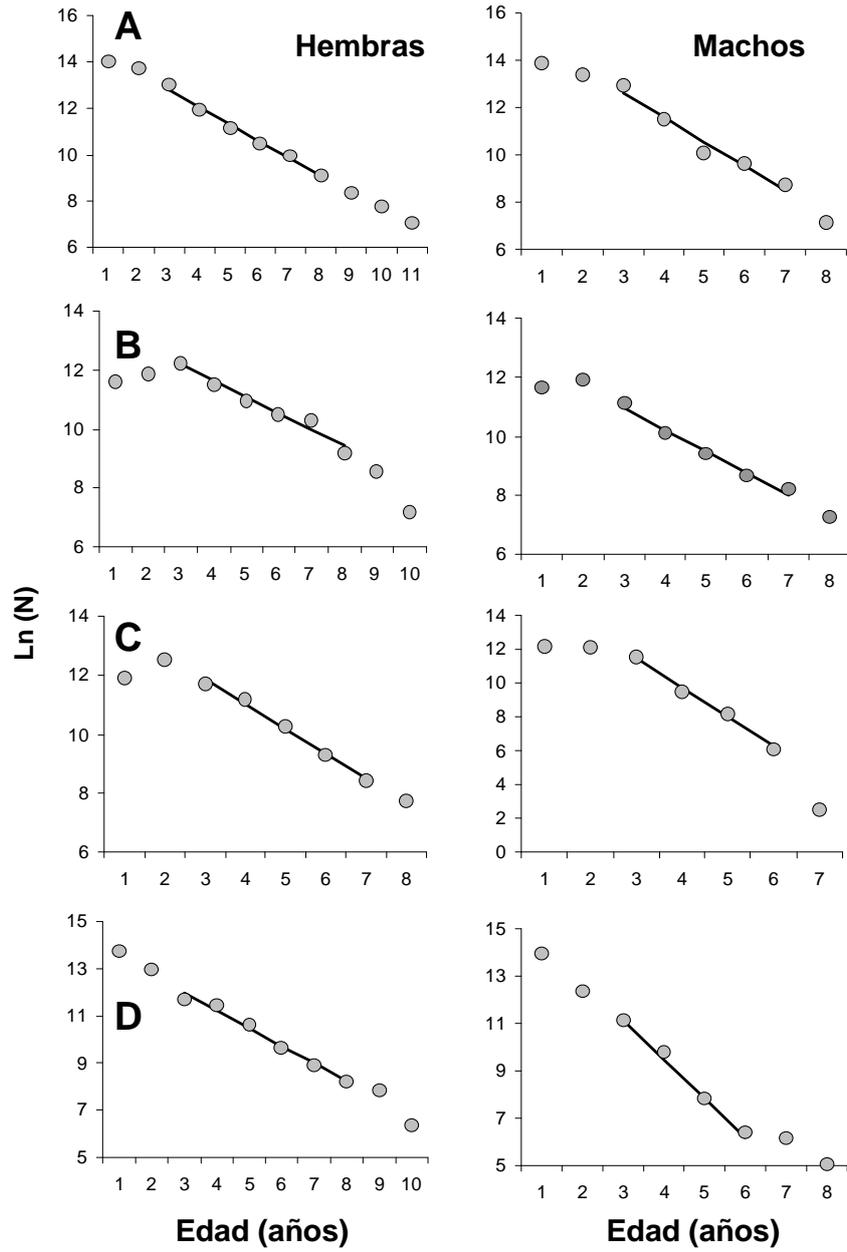


Figura 6. Curva de captura linealizada basada en la composición de longitud transformada a edades por sexos en los otoños (A) 1994, (B) 1995, (C) 1998 y (D) 2008 en base a campañas de evaluación de altura en la ZCP.

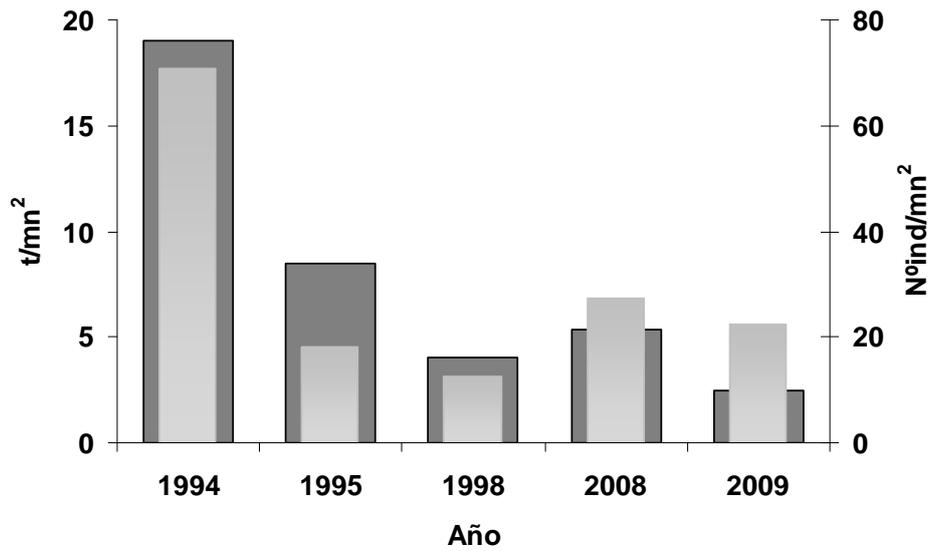


Figura 7. Densidad expresada en toneladas y número de individuos (10^3) por mn^2 para las campañas de evaluación de merluza en la ZCP.

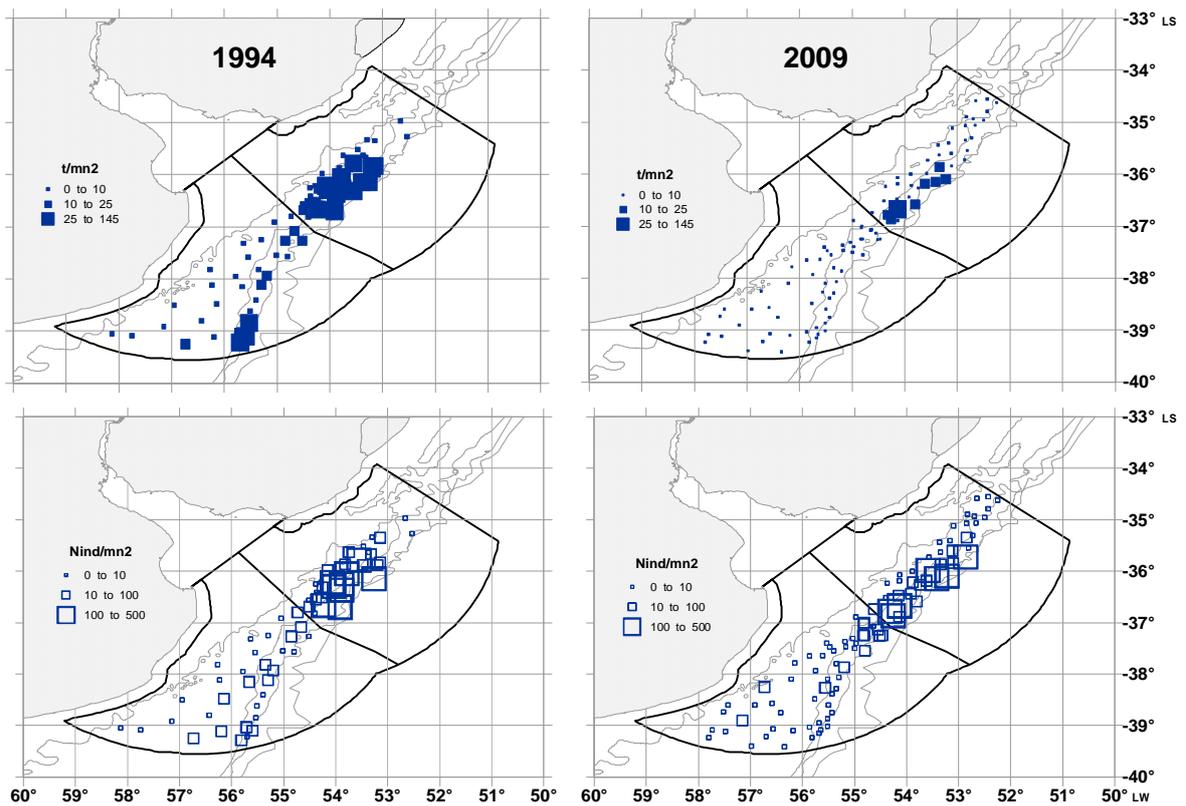


Figura 8. Densidad de merluza expresada en toneladas/ mn^2 e individuos/ mn^2 . Otoño 1994 y 2009.

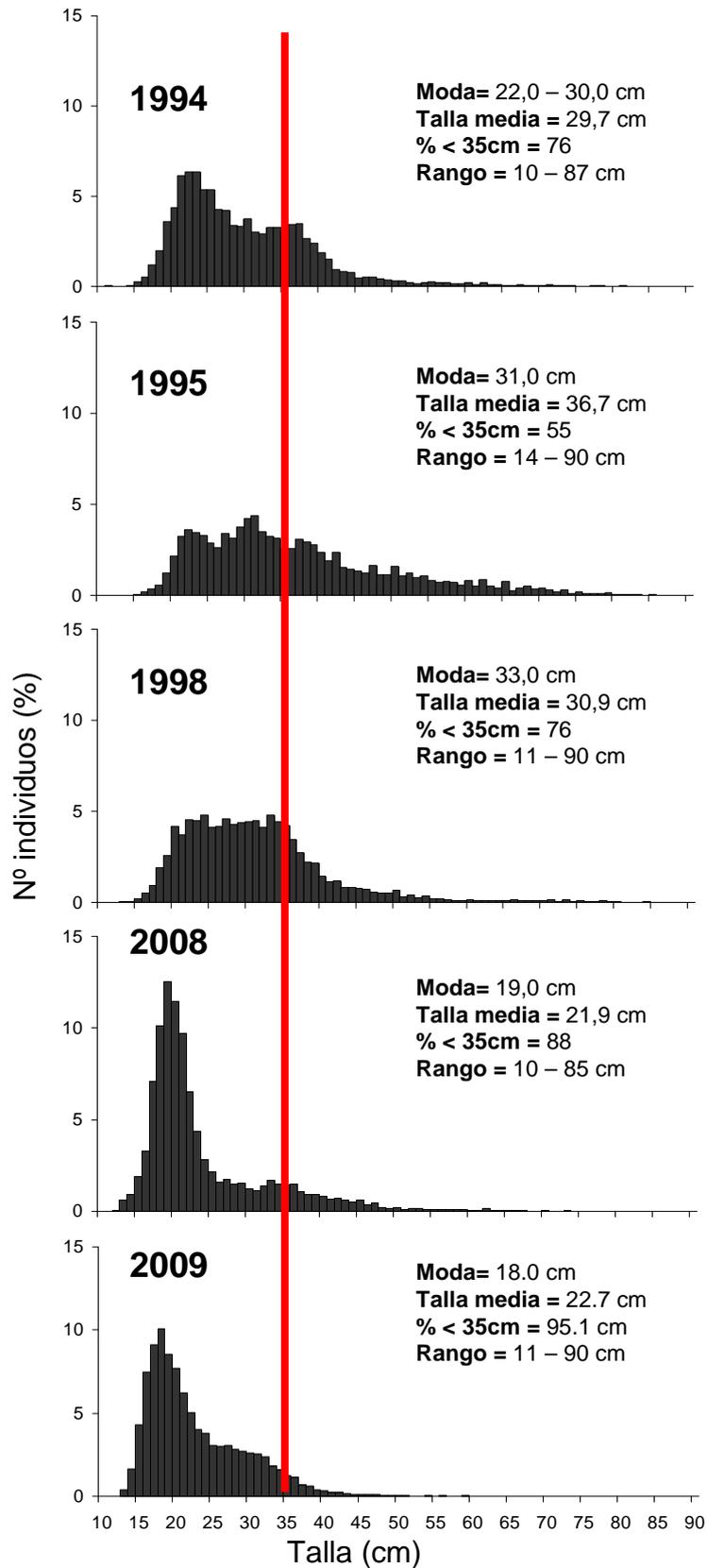


Figura 9. Frecuencia relativa del número de individuos (%) por longitud en los otoños de 1994, 1995, 1998, 2008 y 2009. Información proveniente de campañas de investigación en la ZCP.

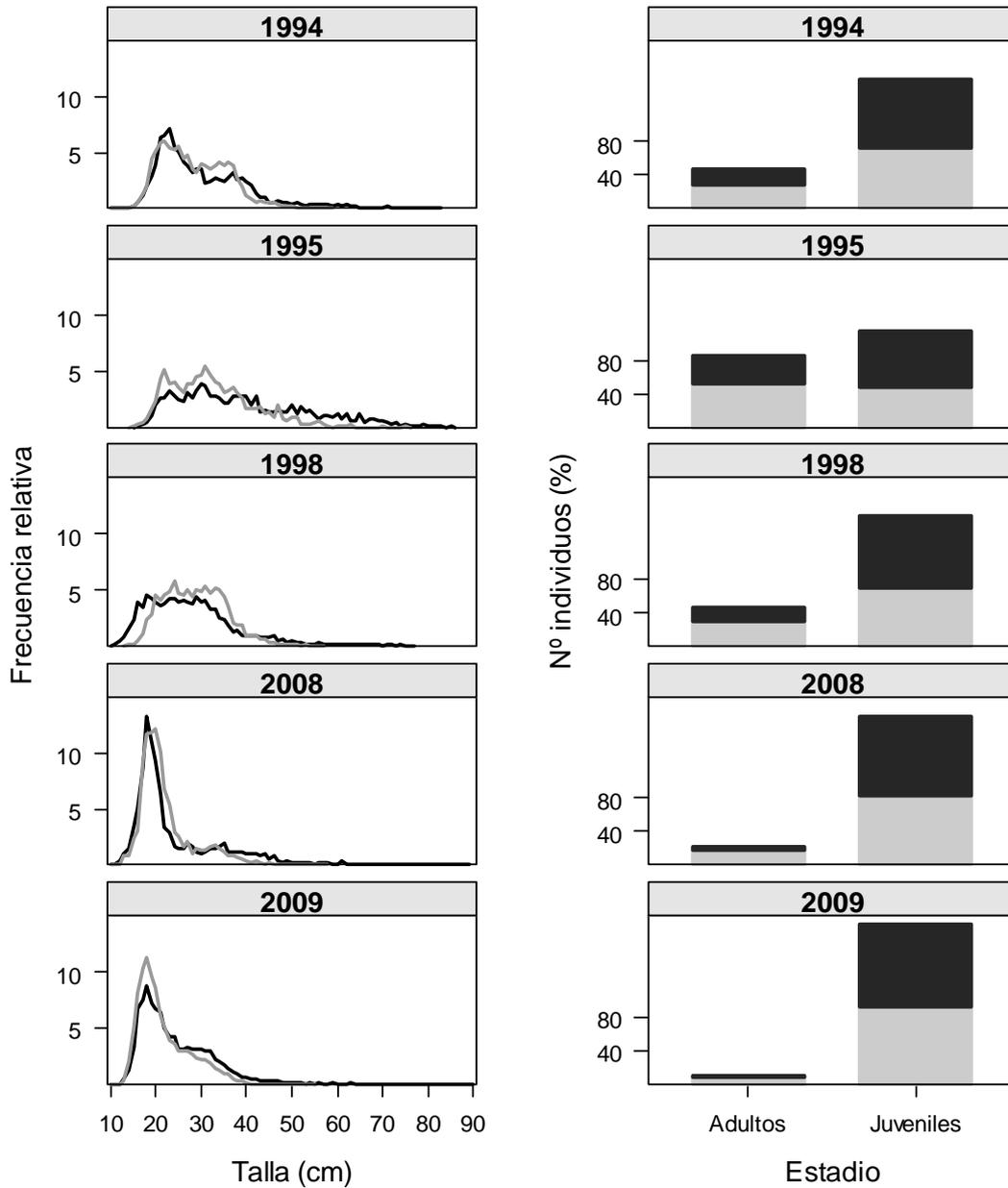


Figura 10. Número de individuos por rango de longitud y porcentaje de individuos adultos y juveniles discriminado por sexo para las campañas de evaluación de merluza analizadas. Machos: líneas y barras negras. Hembras: líneas y barras grises respectivamente.

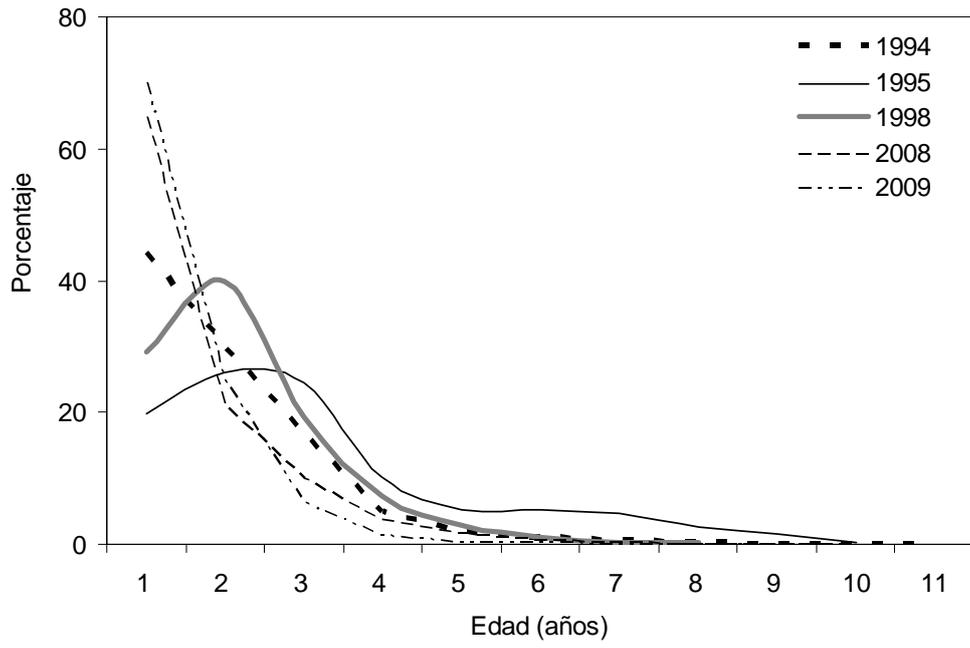


Figura 11. Porcentaje de individuos por grupo de edad de merluza para los otoños 1994, 1995, 1998, 2008 y 2009.

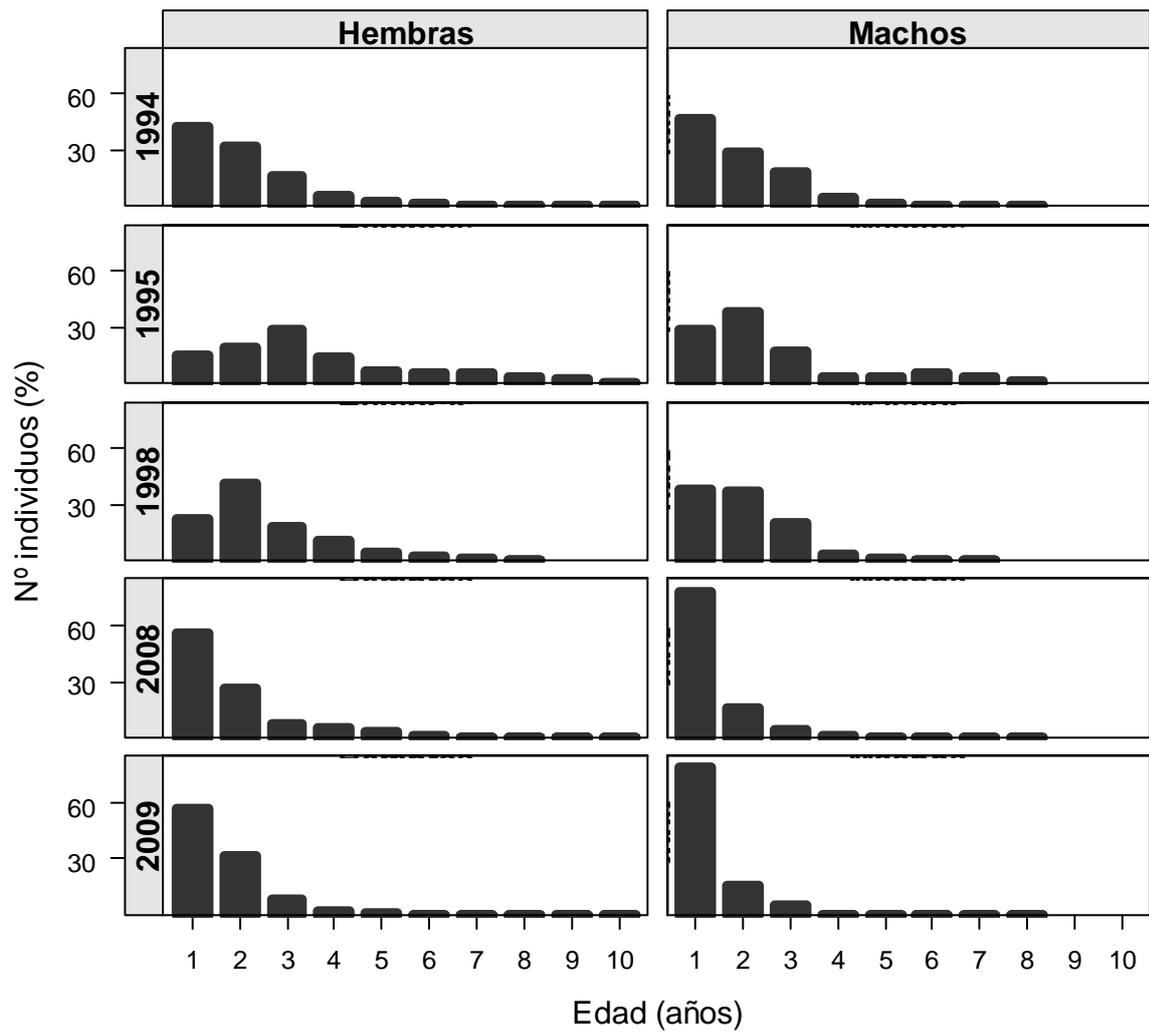


Figura 12. Número de individuos expresado en porcentaje por edad discriminado por sexo.

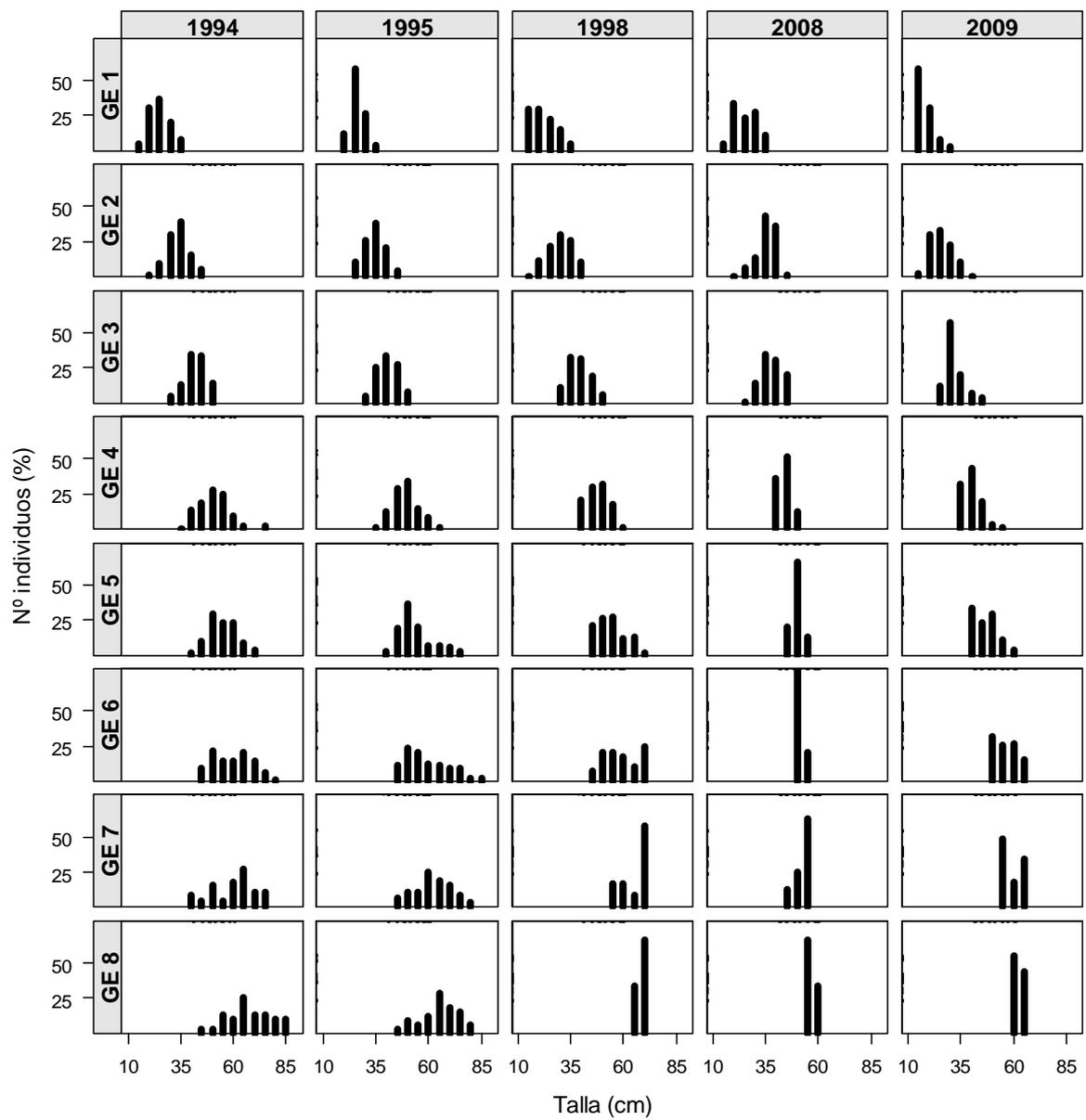


Figura 13. Número de individuo (%) por rango de talla para cada grupo de edad (GE)

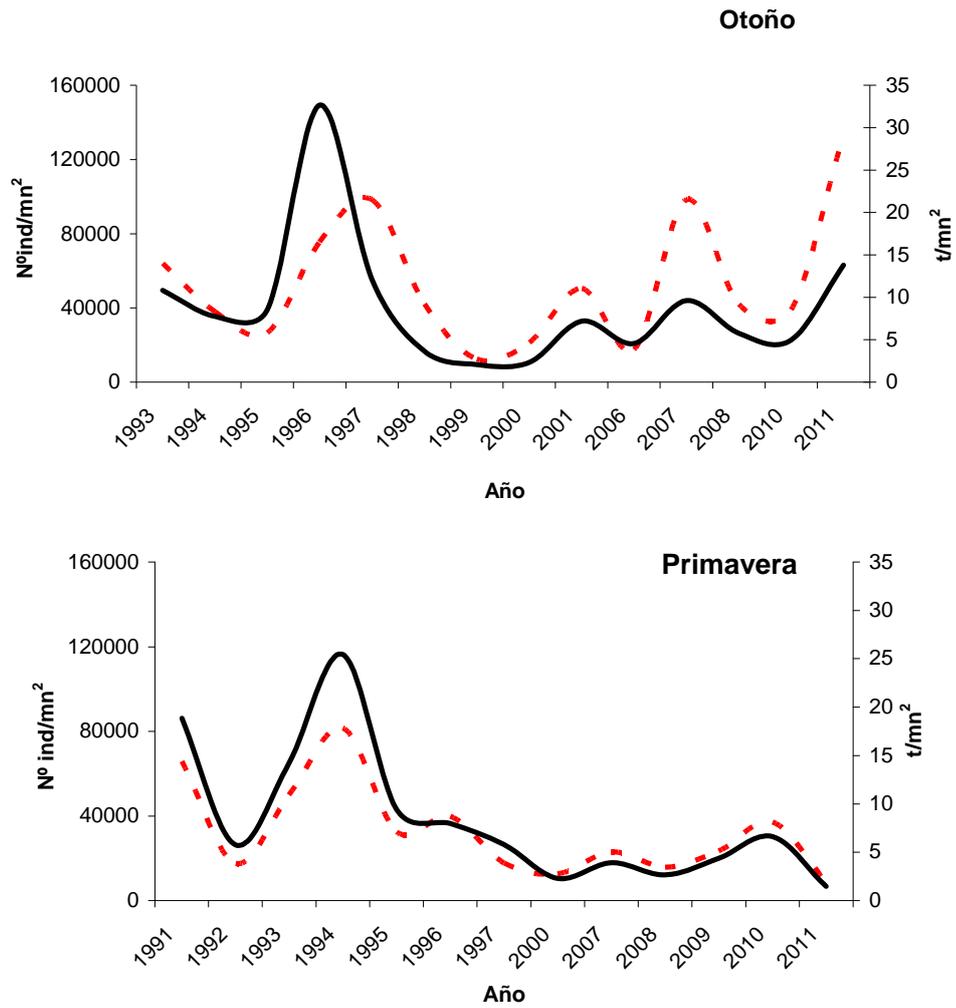


Figura 14. Densidad media (toneladas y número de individuos) por millas náuticas cuadradas para las campañas de área de veda realizadas en otoño (1993-2010) y primavera (1991-2011). Línea: t/mn², línea punteada: individuos/mn².

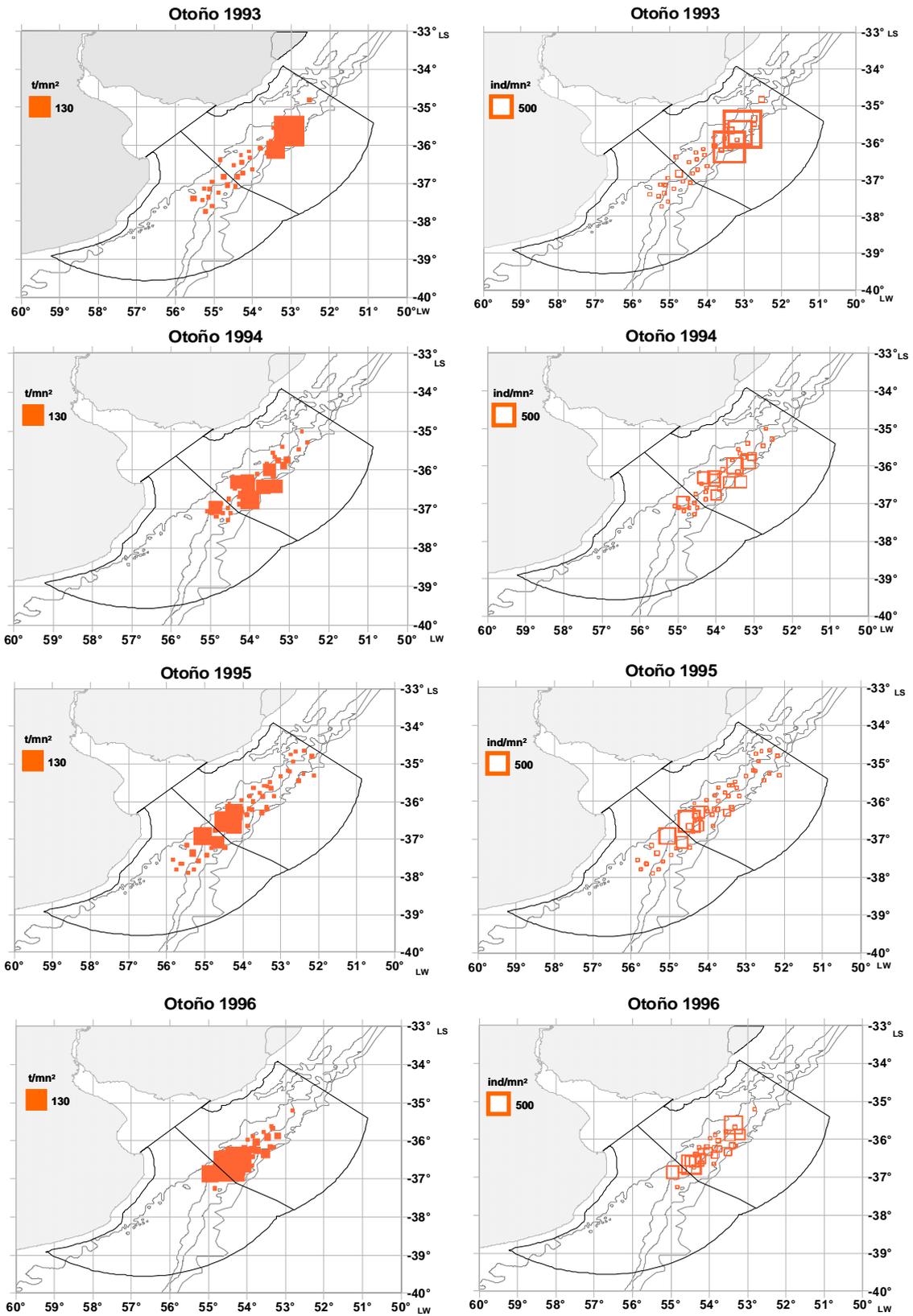


Figura 15. Densidad en toneladas y número de individuos por milla náutica cuadrada. Campañas áreas de veda de juveniles de merluza.

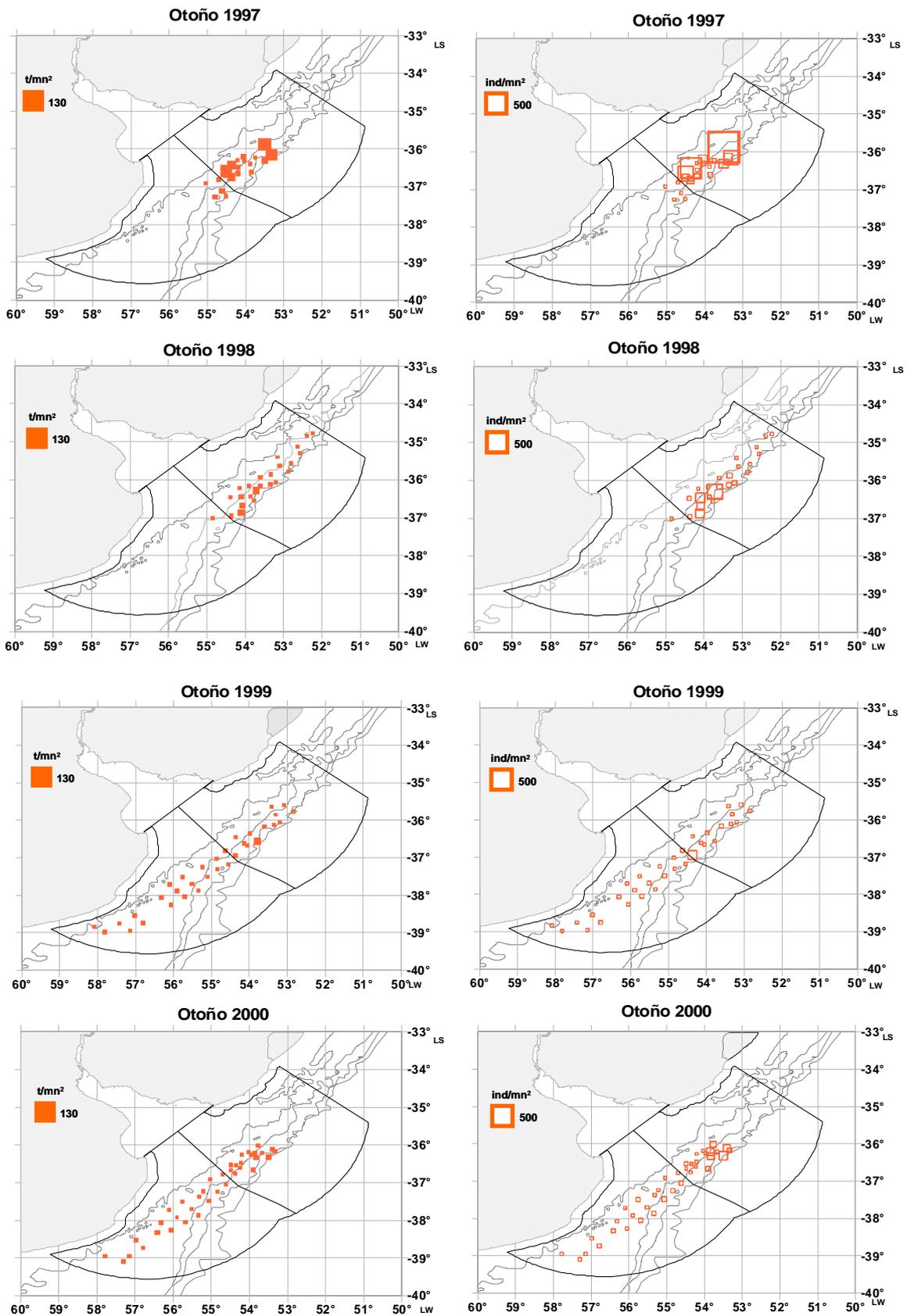


Figura 15. Densidad en toneladas y número de individuos por milla náutica cuadrada. Campañas áreas de veda de juveniles de merluza.

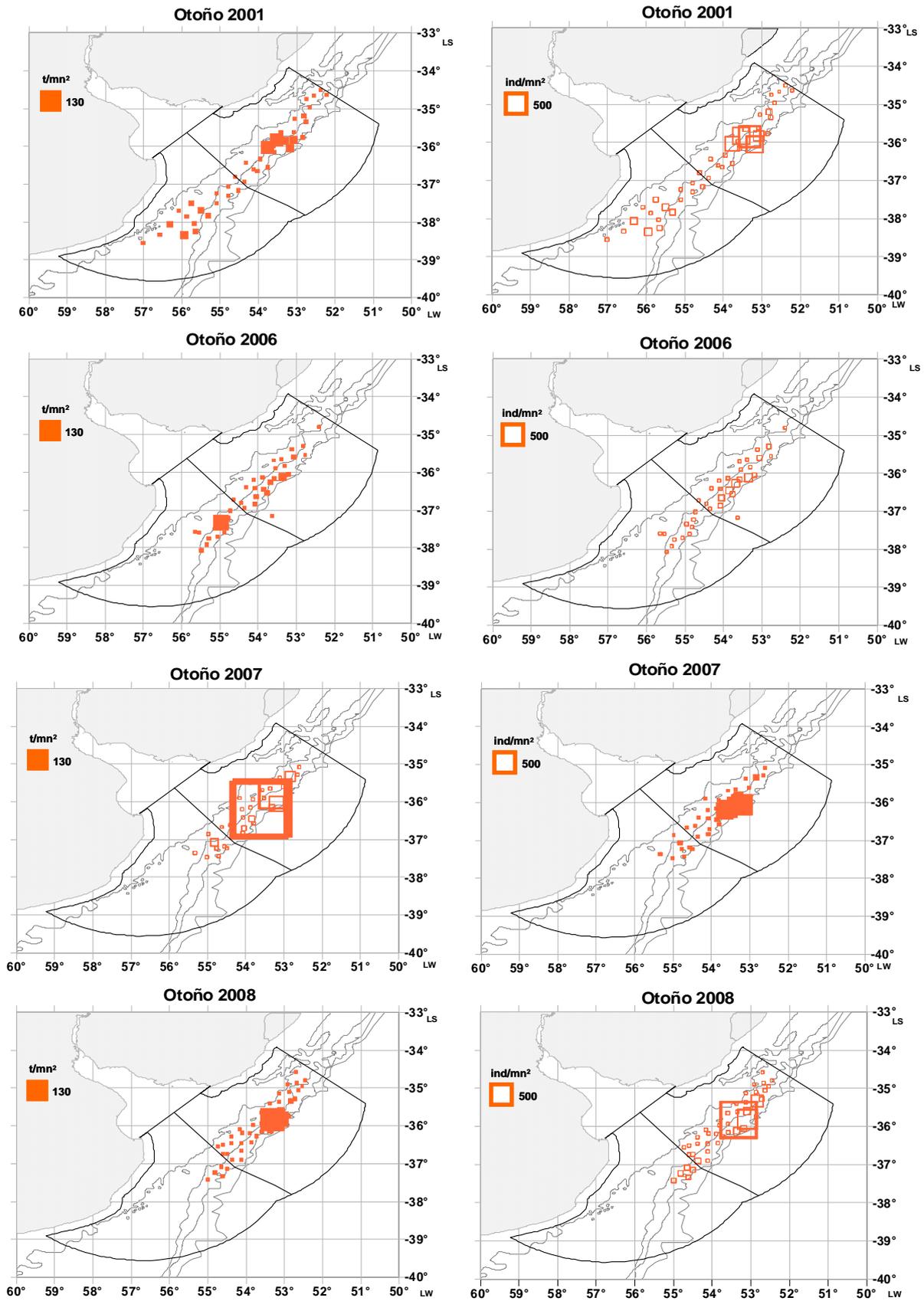


Figura 15. Densidad en toneladas y número de individuos por milla náutica cuadrada. Campañas áreas de veda de juveniles de merluza. Continuación.

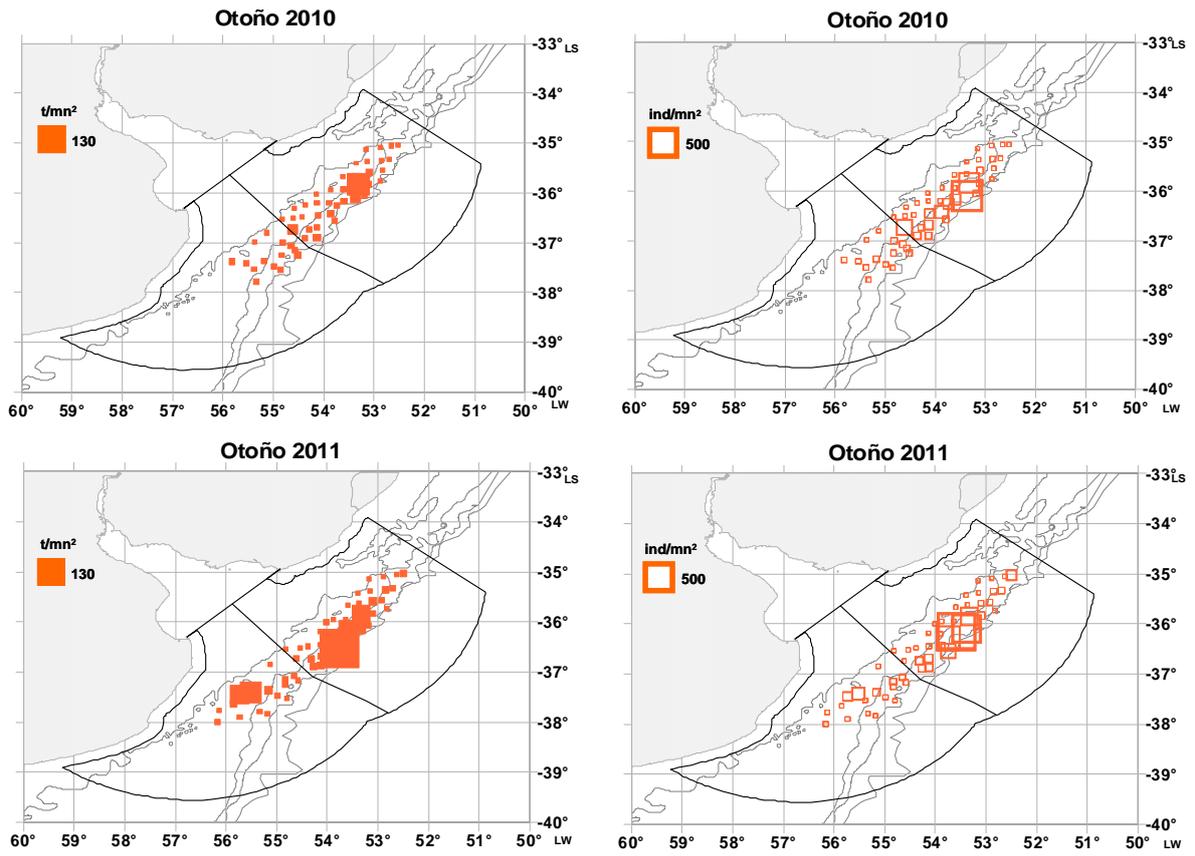


Figura 15. Densidad en toneladas y número de individuos por milla náutica cuadrada. Campañas áreas de veda de juveniles de merluza. Continuación.

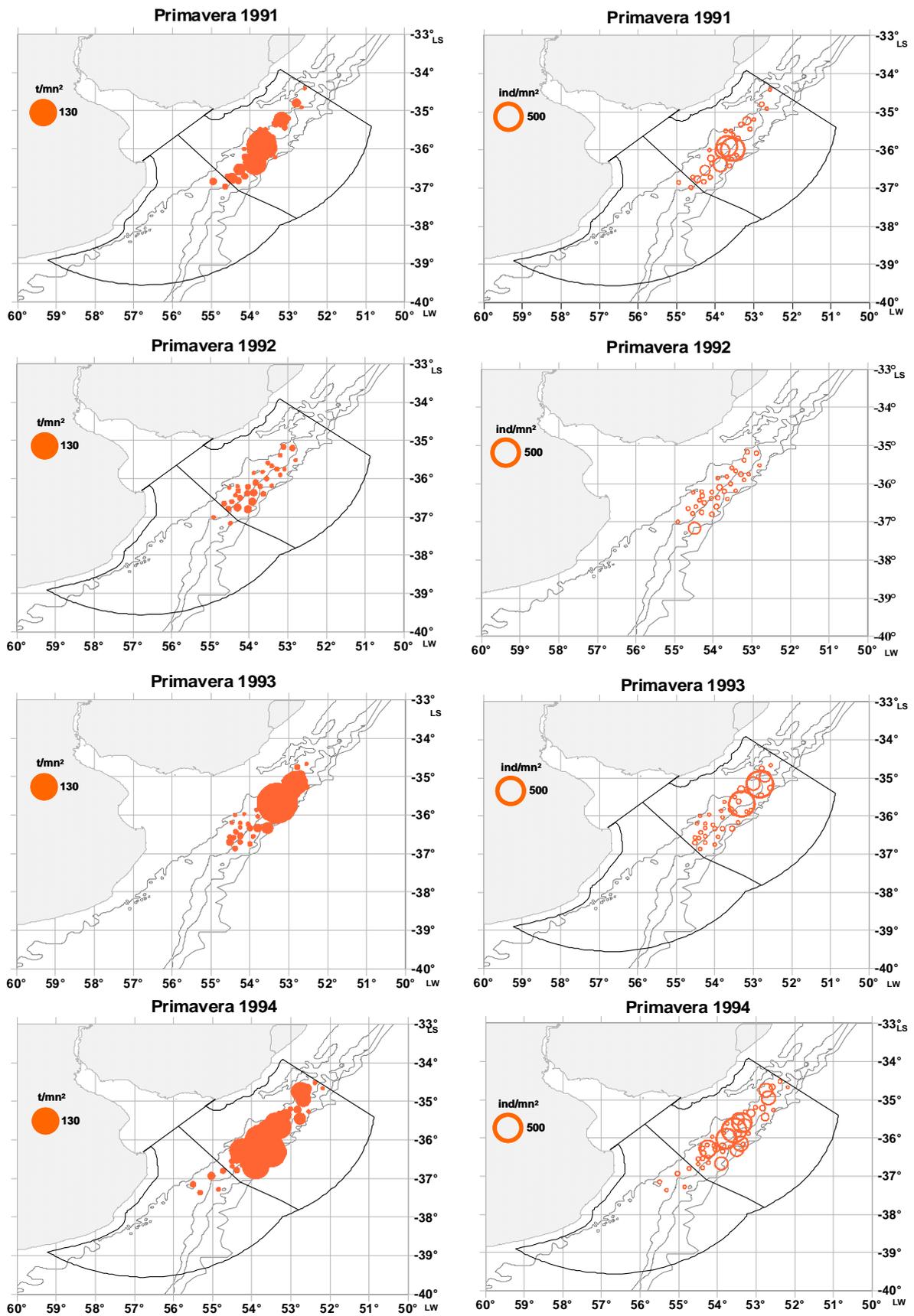


Figura 16. Densidad en número y toneladas por milla náutica cuadrada. Campañas áreas de veda de juveniles de merluza realizadas en primavera.

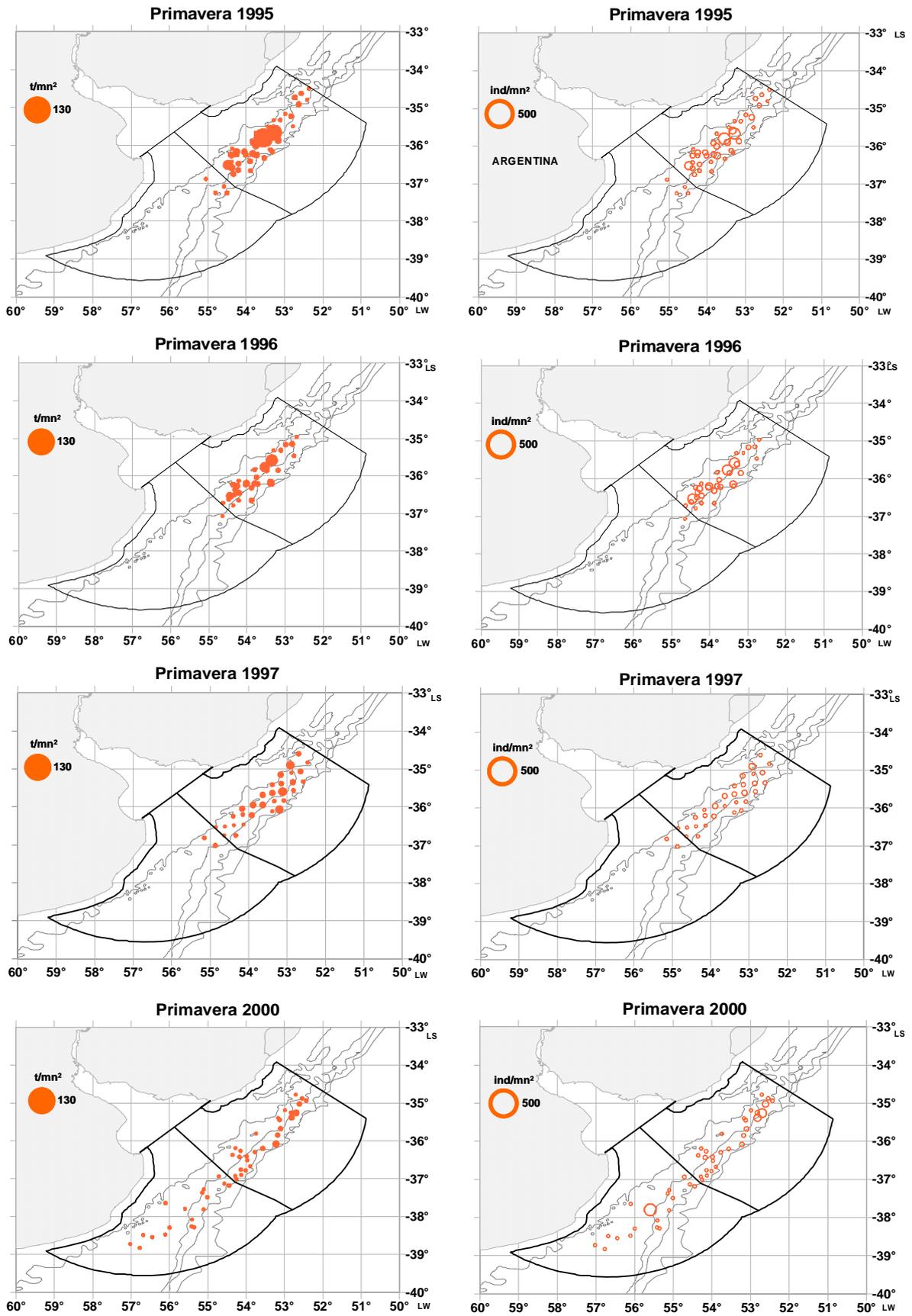


Figura 16. Densidad en número y toneladas por milla náutica cuadrada. Campañas áreas de veda de juveniles de merluza realizadas en primavera. Continuación.

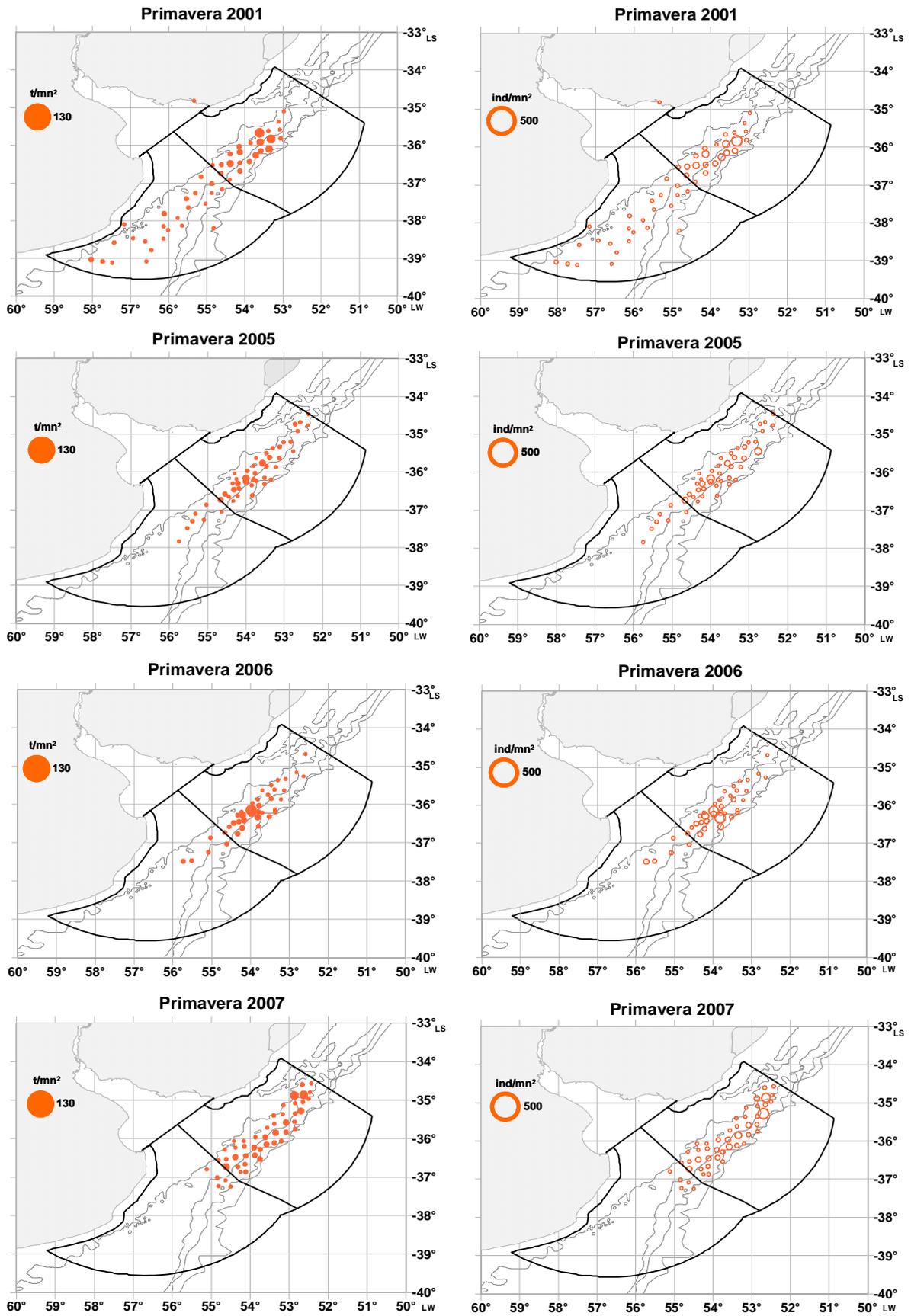


Figura 16. Densidad en número y toneladas por milla náutica cuadrada. Campañas áreas de veda de juveniles de merluza realizadas en primavera. Continuación.

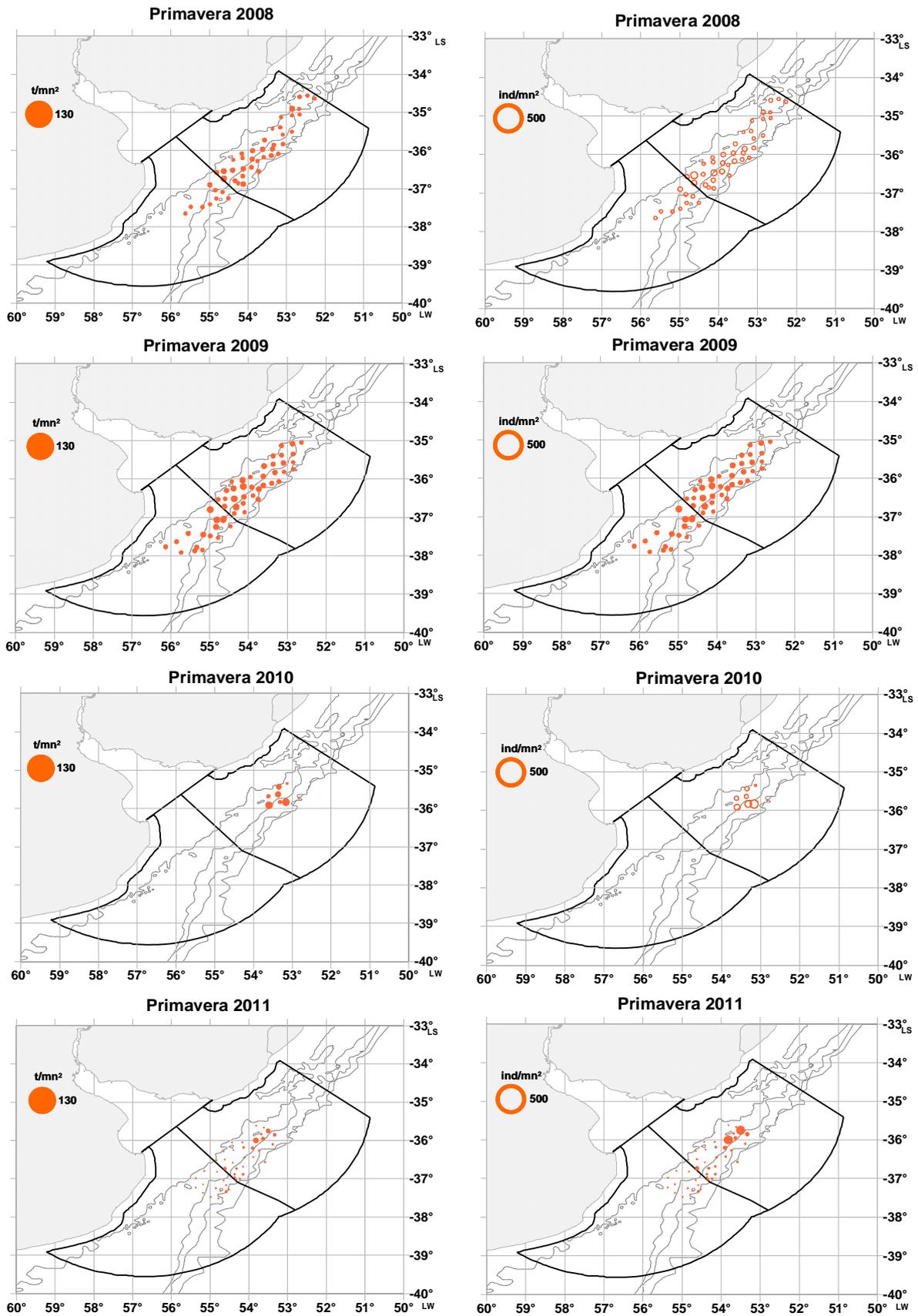


Figura 16. Densidad en número y toneladas por milla náutica cuadrada. Campañas áreas de veda de juveniles de merluza realizadas en primavera. Continuación.

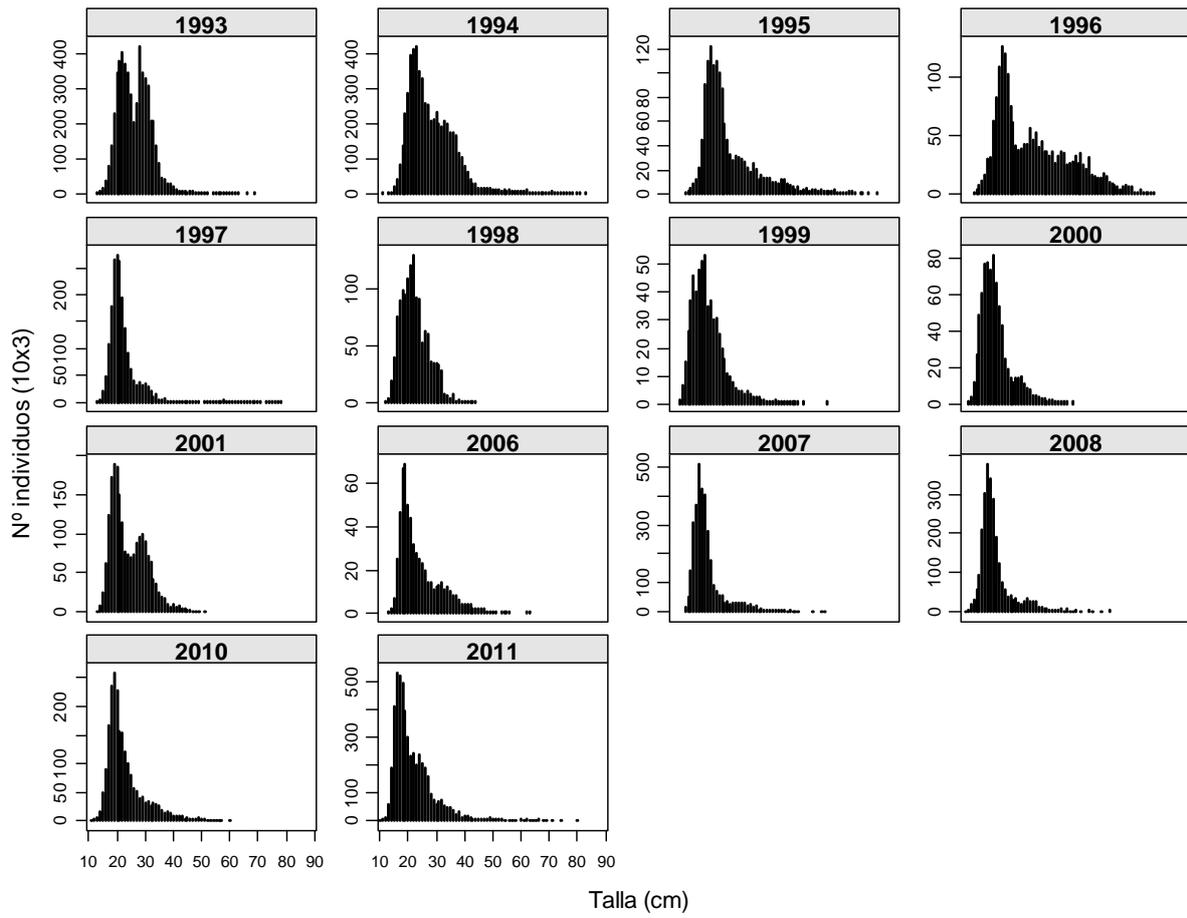


Figura 17. Número de individuos por rango de tallas. Otoños.

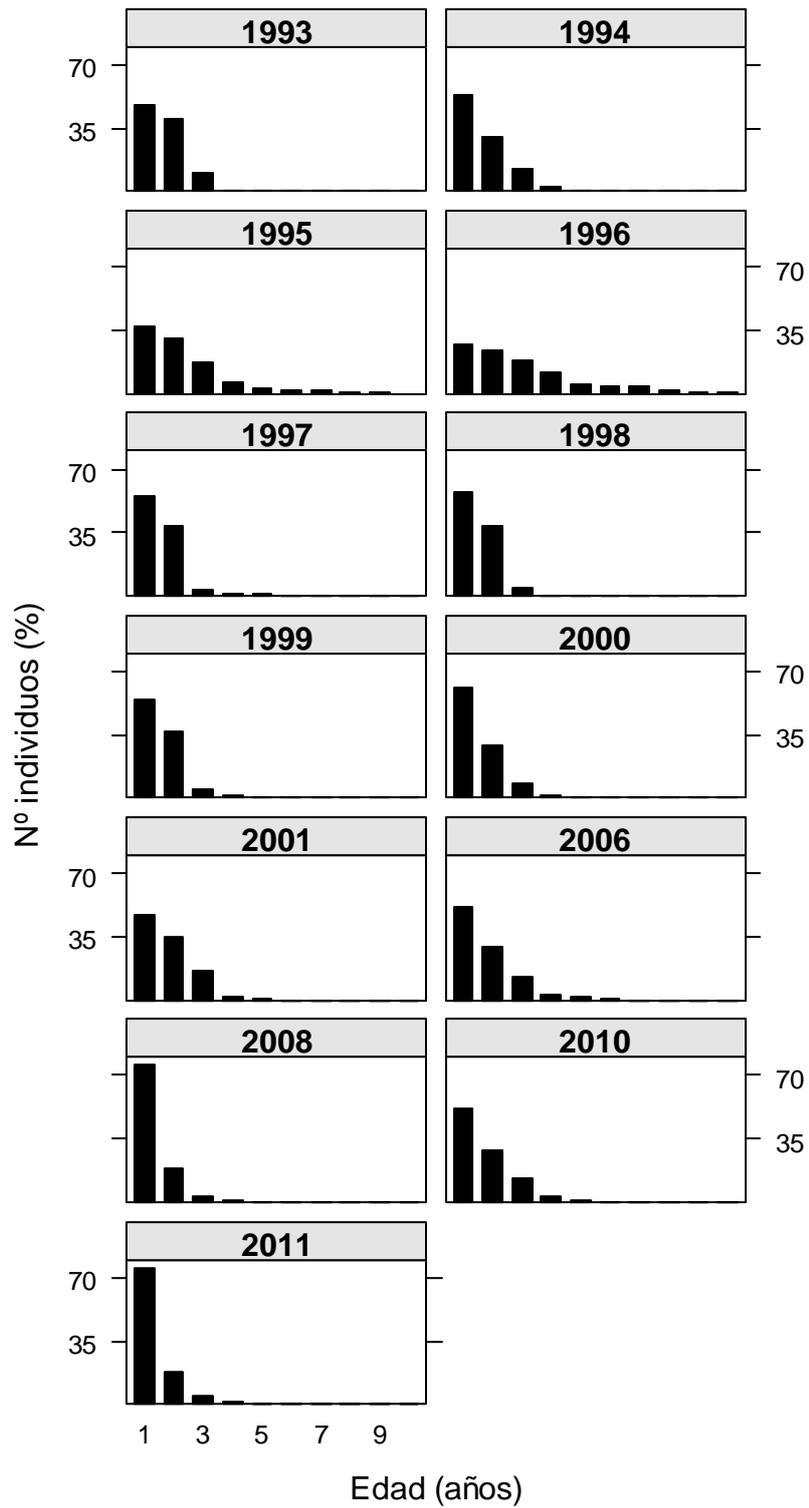


Figura 18. Número de individuos (%) por grupo de edad para el total individuos en campaña analizada en otoño.

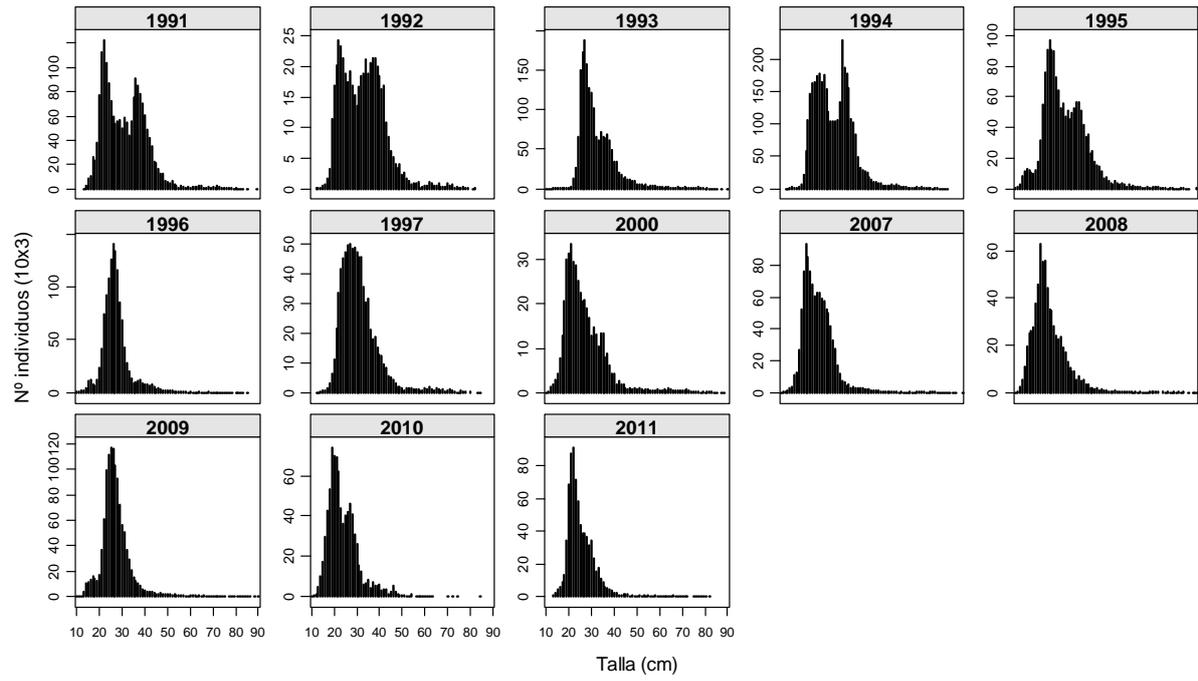


Figura 19. Número de individuos por rango de tallas para las campañas de área de veda en primaveras.

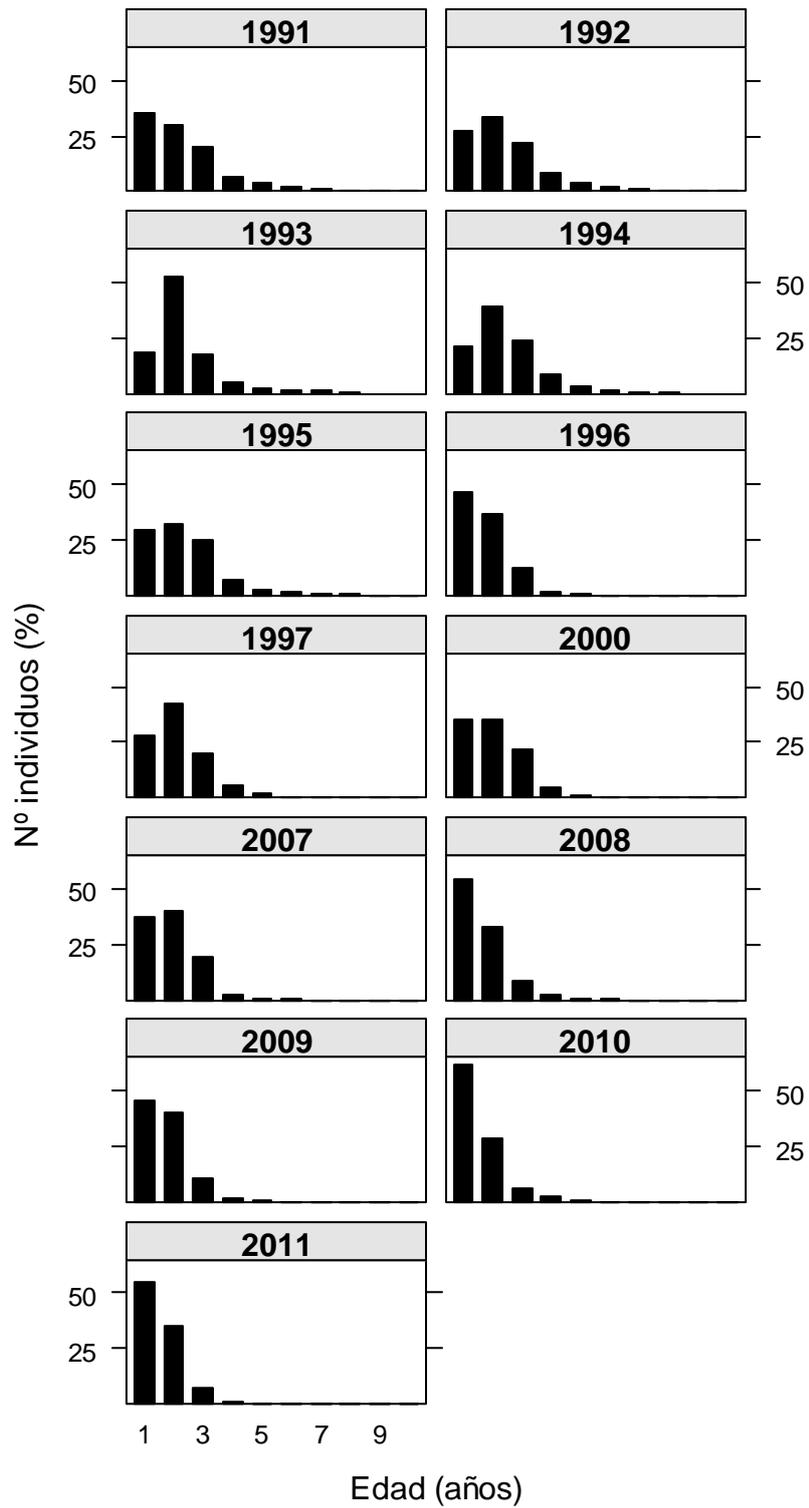


Figura 20. Número de individuos (%) por grupos de edad para las campañas analizadas en primavera.

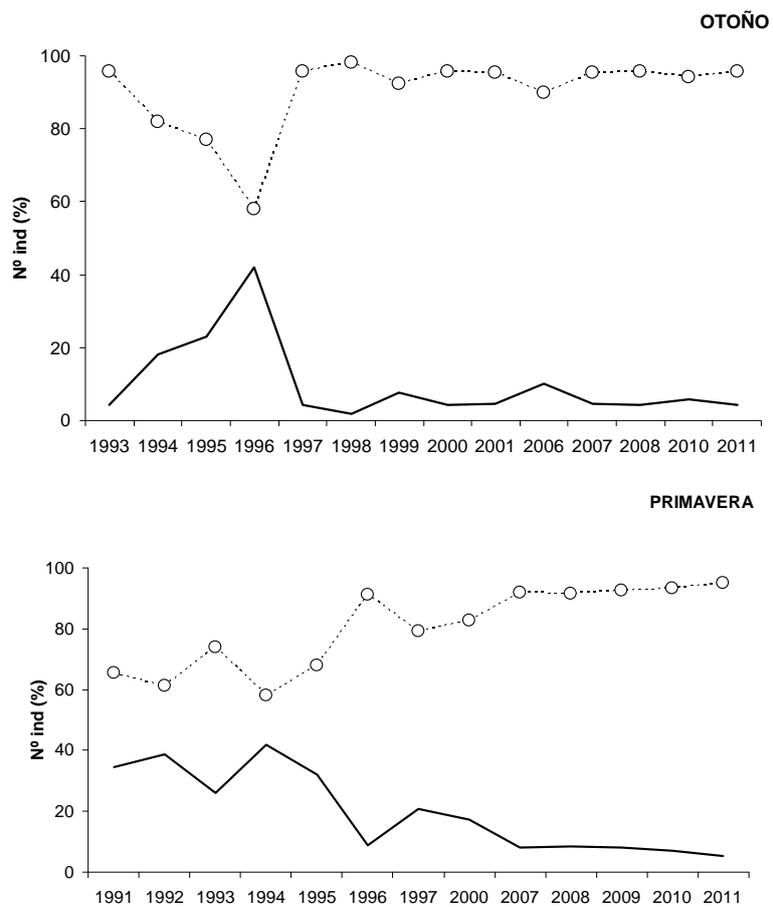


Figura 21. Porcentaje del número de adultos y juveniles para las campañas de área de veda realizadas en otoño y primavera para el periodo analizado. *Línea sólida:* adultos, *puntos:* juveniles.

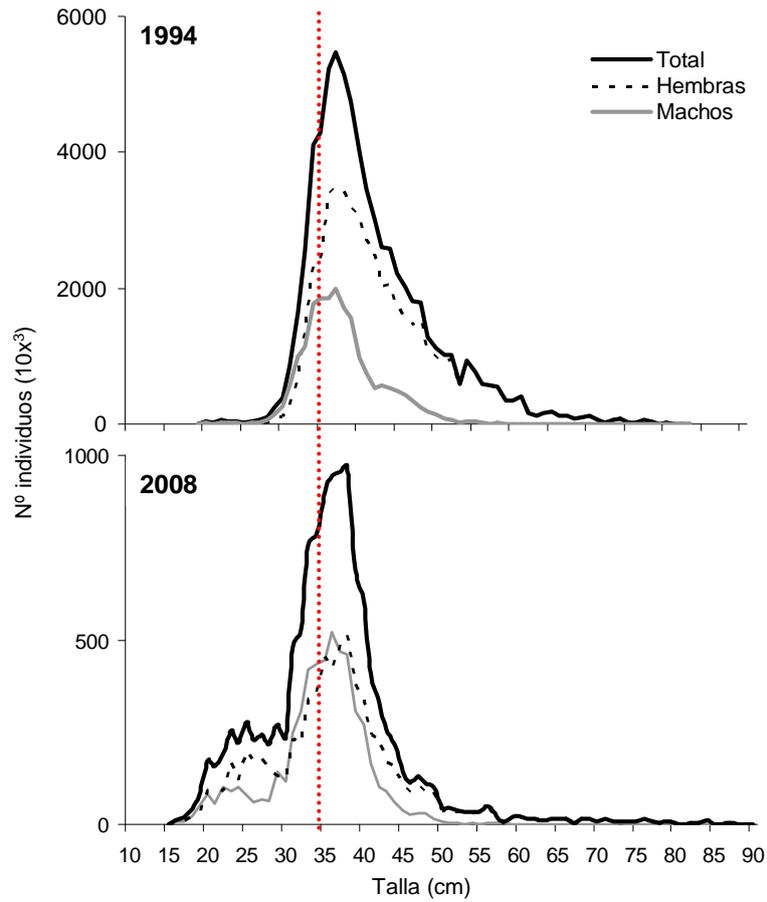


Figura 22. Frecuencia relativa por rango de talla para machos, hembras y el total de individuos correspondientes al muestreo de desembarque en los años 1994 y 2008. La línea determina la talla de primera madurez.

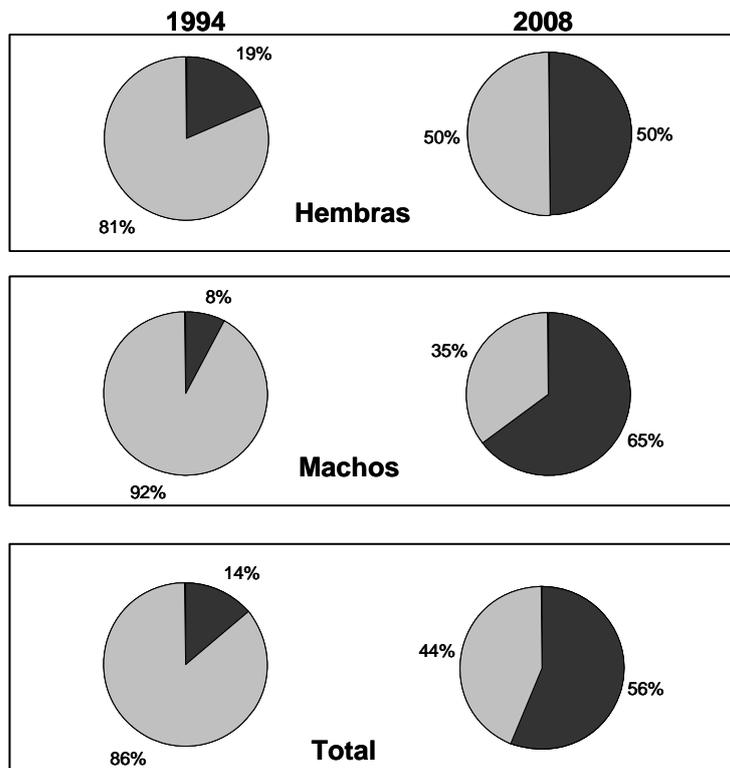


Figura 23. Porcentaje de individuos juveniles y adultos — juveniles — adultos.

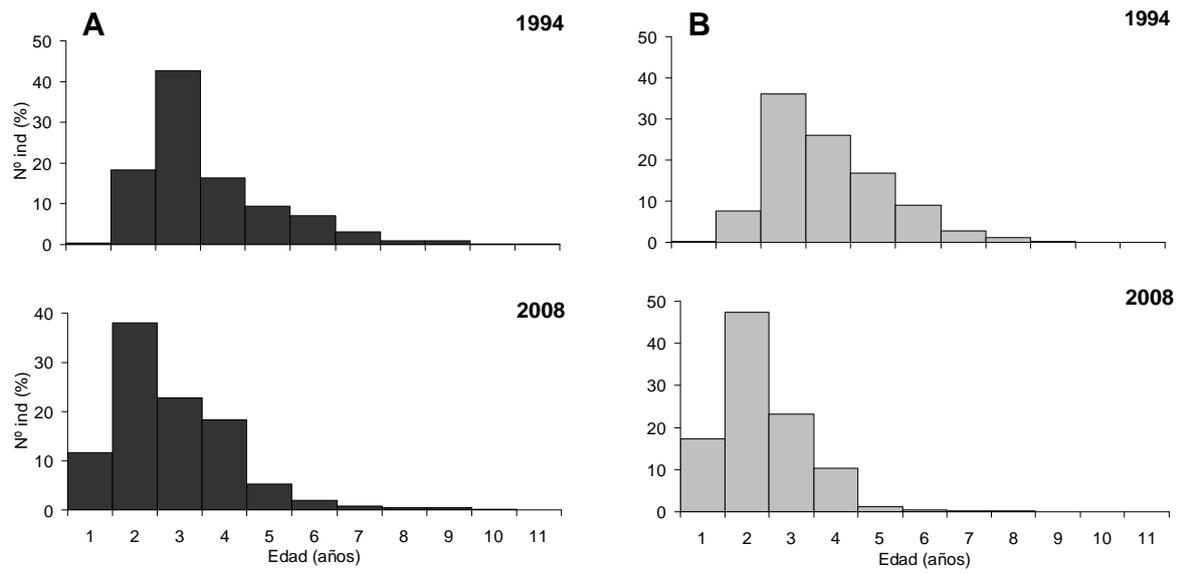


Figura 24. Estructura por edad para la merluza desembarcada en el año 1994 y 2008. (A) Hembras, (B) Machos.