



REPUBLICA DE CHILE
Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción
SUBSECRETARIA DE PESCA

FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

INFORMES TECNICOS F I P

FIP - IT / 96 - 37

INFORME : ANALISIS DE LA PESQUERIA DE MERLUZA
FINAL : DE COLA EN LA ZONA SUR-AUSTRAL

UNIDAD : INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO,
EJECUTORA : DIRECCION ZONAL X Y XI REGIONES

REQUIRENTE

CONSEJO DE INVESTIGACION PESQUERA, CIP
Presidente del Consejo : JUAN MANUEL CRUZ SANCHEZ

EJECUTOR :

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO - IFOP
Director Ejecutivo: PABLO ALVAREZ TUZA



JEFE DE PROYECTO:

ZAIDA YOUNG U.

AUTORES:

**ZAIDA YOUNG U.
JAVIER CHONG L-S.
HUGO ROBOTHAM V.
PATRICIO GALVEZ G.
HECTOR GONZALEZ D.**

COLABORADORES:

**RAUL GILI V.
PAOLA GONZALEZ K.
EDITH MONTERO C.**

PERSONAL PARTICIPANTE

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Zaida Young U.
Patricio Gálvez G.
Héctor González D.
Raúl Gili V.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE LA SANTISIMA CONCEPCION

Javier Chong L-S.
Paola González K
Edith Montero C.

TEST DATA CONSULTORES S.A.

Hugo Robotham V.



RESUMEN EJECUTIVO

En el proyecto FIP N° 96-37 "Análisis de la pesquería de merluza de cola en la zona sur-austral", se efectuó un análisis de la serie histórica de datos correspondiente al período 1985-1995, con el propósito de caracterizar la dinámica de la distribución espacio-temporal de las operaciones de pesca e identificar los principales caladeros de merluza de cola; así como también, estimar los aspectos reproductivos de la especie, el crecimiento y construir las claves talla-edad correspondientes; y estimar algunos parámetros poblacionales de la especie.

El análisis de la dinámica espacio-temporal de la actividad en la pesquería sur-austral, indica que la flota presenta un régimen de operación estacional, con una clara concentración del esfuerzo en el período mayo-noviembre e índices de esfuerzo bajos durante el resto del año. Esta dinámica está relacionada directamente con la temporada de pesca de merluza del sur, recurso objetivo de esta pesquería.

Considerando este antecedente, para definir la estacionalidad de la pesquería de merluza de cola se estudió principalmente el comportamiento de la captura y el rendimiento de pesca de este recurso. Estos índices presentan un patrón característico, con valores altos en el período otoño-invierno y bajos en primavera-verano. Observando las variaciones de estas dos variables, se comprueba que este patrón se mantiene en el tiempo y que presenta dos puntos de giro relevantes, un mínimo estacional que se produce en febrero y un máximo, entre los meses de mayo a julio.

Estos índices determinaron la existencia de dos períodos, uno caracterizado por niveles altos de captura y rendimiento de merluza de cola, que abarca de abril a



agosto y un segundo período, con valores bajos de captura y rendimiento, que cubre de septiembre de cada año a marzo del año siguiente. En el primer período se obtuvo alrededor del 84 por ciento de la captura de merluza de cola reportada anualmente entre 1985 y 1995; a su vez, los rendimientos superan en 4,5 veces los niveles obtenidos durante el resto del año.

La captura promedio mensual del primer período alcanzan valores de 15,6 toneladas por cuadrícula (10x10 m.n.), disminuyendo a 2,2 toneladas en el segundo período. El rendimiento mantiene el mismo patrón, lo que indica que esta variable, más que el esfuerzo, es la determinante en el éxito de la captura.

El esfuerzo de pesca durante la actual década se ha reducido casi a la mitad respecto a los niveles aplicados al inicio de la pesquería, debido básicamente a la disminución del tamaño de la flota que participa en esta pesquería. No obstante, la captura de merluza de cola no ha disminuido en forma significativa, lo que se relaciona con el menor descarte de que ha sido objeto este recurso en los últimos años.

A través de un análisis multivariado de datos biológico-pesqueros y el análisis de las imágenes de captura, esfuerzo y rendimiento, fue posible categorizar áreas en la pesquería de merluza de cola; por lo tanto, se propone dividir el área de estudio en tres zonas, denominadas Norte (43°00' - 50°00' L.S.), Centro (50°00' - 55°25' L.S.) y Sur (55°25' - 57°25' L.S.).

Una descripción integrada del proceso de tipificación indica que la flota sigue un patrón claro, que comienza con la operación de las embarcaciones en la Zona Sur durante el primer semestre, donde la flota pesca a profundidades de intermedia a baja, extraen ejemplares de merluza de cola de talla promedio grande, que



presentan un bajo nivel de desarrollo sexual. Luego la flota se desplaza a la Zona Norte hacia fines del primer semestre, para encontrarse pescando en este área en invierno, las embarcaciones operan a mayores profundidades, la talla promedio de los ejemplares extraídos es más baja y en este período la merluza de cola alcanza un alto nivel de actividad sexual (índices gonádicos altos). La Zona Centro es cubierta por la flota a fines del primer semestre hasta terminar el año y las embarcaciones operan en las menores profundidades de la distribución.

En cuanto al comportamiento estacional de la merluza de cola resulta difícil deducirlo del movimiento de la flota, ya que el esfuerzo lo orientan básicamente a la merluza del sur; por otra parte, los escasos estudios dirigidos a merluza de cola en Chile, tampoco permiten deducir claramente un patrón característico de desplazamiento de esta especie. Sin embargo, teniendo en consideración los antecedentes disponibles se postula un desplazamiento latitudinal, con una migración hacia el norte en primavera verano y un retorno hacia el sur en otoño invierno. En el sector del Atlántico tampoco existe un patrón claro de migración para esta especie.

En relación a los aspectos reproductivos, el ciclo de *Macruronus magellanicus* en la zona de la pesquería sur-austral, muestra un período bien definido de maduración que se inicia en mayo, alcanza su madurez plena en julio, para culminar con un período corto de desove durante los meses de agosto y septiembre. Estos resultados, basados en la histología gonádica, son concordantes con el comportamiento del índice gonádico, para igual período de estudio y a su vez son coincidentes con la información publicada.

La presencia de una moda amplia que crece en forma sincrónica durante el proceso de maduración, junto a la existencia de ovocitos inactivos durante todo el período



de desarrollo, permite señalar para esta especie un desove de tipo grupo sincrónico, como ha sido citado también para otras especies. Este tipo de desove podría esperarse en especies adaptadas a un hábitat de altas latitudes, donde la oferta ambiental y condiciones abióticas son favorables durante un corto período asociado a la época estival.

La fecundidad parcial estimada para *M. magellanicus* fluctuó entre 49.309 y 622.220 ovocitos para ejemplares de 770 y 2.700 g, respectivamente, con un promedio de 243.743 ± 155.557 . Por su parte, la fecundidad total estimada presentó rangos entre 82.496 y 2.108.730 ovocitos, para ejemplares de 1.200 y 4.300 g, respectivamente, con una media de 433.038 ± 280.084 .

La estimación de la talla de primera madurez para merluza de cola, a través del método de la función logística, entregó un valor para $L_{50\%}$ igual a 54 centímetros de longitud total (I.C.: 51 - 57 cm.).

En la muestra de la captura del año 1996, aparecieron representados 14 grupos de edad, que van desde los 2 a 15 años en hembras y desde los 2 a 14 años en machos, con una baja representación en los grupos de edades extremas. Las estructuras por grupo de edad no presentaron diferencias importantes entre sexo.

De acuerdo a los datos analizados el mayor crecimiento de la merluza de cola se produce en el primer año de vida, luego la tasa de crecimiento disminuye en forma sistemática, para llegar a un incremento promedio de 2,2 y 1,2 centímetros, entre la edad 14 y 15, valores estimados con el método edad actual y retrocálculo, respectivamente. Al llegar a la edad 4 la longitud promedio del pez está en torno a los 55 y 58 centímetros, en machos y hembras, respectivamente, lo que representa



alrededor del 47 por ciento de la longitud asintótica estimada con la edad actual y el 55 por ciento del valor obtenido con el método de retrocálculo.

La comparación del crecimiento de merluza de cola usando los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy, muestra que existen diferencias significativas entre sexo. Las ecuaciones que describen el crecimiento con la edad actual son las siguientes:

$$LT = 115,91 \cdot (1 - e^{-0,1118(t + 1,808)}) \quad \text{machos}$$

$$LT = 123,32 \cdot (1 - e^{-0,1173(t + 1,4309)}) \quad \text{hembras}$$

De los cinco métodos utilizados para estimar la mortalidad natural, los bioanalógicos entregaron los valores más bajos. Las estimaciones de mortalidad utilizando los métodos de la curva de captura y el método Rikhter y Efanov (1976) fluctuaron entre 0,32 y 0,46 año⁻¹. Estas estimaciones son más consistentes con la longevidad de la especie y además, con el nivel trófico que ocupa esta especie en la cadena alimentaria en el ecosistema austral.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



INDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO	i
INDICE GENERAL	vii
INDICE DE FIGURAS Y TABLAS	ix
1. ANTECEDENTES	1
2. OBJETIVO GENERAL	5
2.1 Objetivos específicos	5
3. METODOLOGIA	6
3.1 Datos	6
3.2 Caracterizar la dinámica de la distribución espacio-temporal de las operaciones de pesca sobre merluza de cola en el período 1985-1995, al sur del paralelo 41°28,6' L.S.	7
3.3 Identificar los principales caladeros de pesca del área de estudio donde predomina la merluza de cola y caracterizar su estructura y composición, en un contexto espacio-temporal ----	10
3.4 Estimar aspectos reproductivos de la especie merluza de cola, tales como la fecundidad, madurez y talla de primera madurez sexual	21
3.5 Estimar crecimiento de la especie en estudio y construir la clave talla-edad correspondiente	26
3.6 Analizar las estimaciones disponibles de los principales parámetros poblacionales de la especie merluza de cola y evaluar su nivel de incertidumbre	32



4. RESULTADOS	38
4.1 Caracterizar la dinámica de la distribución espacio-temporal de las operaciones de pesca sobre merluza de cola en el período 1985-1995, al sur del paralelo 41°28,6' L.S.	38
4.2 Identificar los principales caladeros de pesca del área de estudio donde predomina la merluza de cola y caracterizar su estructura y composición, en un contexto espacio-temporal.	50
4.3 Estimar aspectos reproductivos de la especie merluza de cola, tales como la fecundidad, madurez y talla de primera madurez sexual	61
4.4 Estimar crecimiento de la especie en estudio y construir la clave talla-edad correspondiente	66
4.5 Analizar las estimaciones disponibles de los principales parámetros poblacionales de la especie merluza de cola y evaluar su nivel de incertidumbre	71
5. DISCUSION	75
6. CONCLUSIONES	86
7. BIBLIOGRAFIA	89

FIGURAS

TABLAS



INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURAS

- Fig. 1. Capturas de merluza de cola (*M. magellanicus*) de la pesquería chilena y argentina, por año (Fuente: SERNAPESCA y FAO)
- Fig. 2. División de área de estudio en zonas de 0,25 grados de latitud. Entre paréntesis se indica la categorización utilizada en el análisis multivariado.
- Fig. 3.- Captura y rendimientos mensuales, de merluza de cola. Pesquería sur-austral, período 1985 - 1995.
- Fig. 4.- Índice estacional del esfuerzo, captura y rendimiento de merluza de cola. Zona sur - austral. Período 1985 - 1995.
- Fig. 5.- Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período enero-marzo (1985).
- Fig. 6.- Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período abril-agosto (1985).
- Fig. 7.- Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período septiembre-marzo (1985-1986).
- Fig. 8.- Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período abril-agosto (1986).
- Fig. 9.- Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período septiembre-marzo (1986-1987).
- Fig. 10.- Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período abril-agosto (1987).



- Fig. 11.- Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período septiembre-marzo (1987-1988).
- Fig. 12.- Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período abril-agosto (1988).
- Fig. 13.- Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período septiembre-marzo (1988-1989).
- Fig. 14.- Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período abril-agosto (1989).
- Fig. 15.- Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período septiembre-marzo (1989-1990).
- Fig. 16.- Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período abril-agosto (1990).
- Fig. 17.- Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período septiembre-marzo (1990-1991).
- Fig. 18.- Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período abril-agosto (1991).
- Fig. 19.- Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período septiembre-marzo (1991-1992).
- Fig. 20.- Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período abril-agosto (1992).
- Fig. 21.- Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período septiembre-marzo (1992-1993).
- Fig. 22.- Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período abril-agosto (1993).



- Tabla 12.- Porcentaje de clasificación de los tres grupos definidos a través del Análisis Factorial de Correspondencia Múltiple, empleando Análisis Discriminante. Período 1990-1991.
- Tabla 13.- Porcentaje de clasificación de los tres grupos definidos a través del Análisis Factorial de Correspondencia Múltiple, empleando Análisis Discriminante. Período 1994-1995.
- Tabla 14.- Meses de muestreos, talla promedio, rango de talla y números de ejemplares analizados de merluza de cola en el presente estudio.
- Tabla 15.- Frecuencia porcentual de estados de madurez macroscópicos determinados en merluza de cola durante los meses de muestreo.
- Tabla 16.- Frecuencia porcentual de estados de madurez microscópicos de *M. magellanicus* para los meses de muestreo.
- Tabla 17.- Ecuaciones y coeficientes de regresión estimados para las relaciones entre peso pez, peso gónada *versus* fecundidad parcial y total, para *M. magellanicus*.
- Tabla 18.- Clave edad-talla de merluza de cola hembras. Pesquería demersal sur-austral, Año 1996.
- Tabla 19.- Clave edad-talla de merluza de cola machos. Pesquería demersal sur-austral, 1996.
- Tabla 20.- Clave edad-talla de merluza de cola ambos sexos. Pesquería demersal sur-austral. Año 1996.
- Tabla 21.- Estimación de los parámetros de crecimiento en longitud (L_{∞} , K y t_0), de merluza de cola por sexo, empleando el método de edad actual. Año 1996.
- Tabla 22.- Estimación de los parámetros de crecimiento en longitud (L_{∞} , K y t_0), de merluza de cola por sexo, empleando el método de retrocálculo. Año 1996.
- Tabla 23.- Matrices de varianza y covarianza de los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy. Método edad actual y retrocálculo, por sexo. Año 1996.



- Tabla 24.- Comparación del crecimiento de merluza de cola utilizando el modelo de von Bertalanffy. Test T^2 de Hotelling y Suma de Cuadrados Residuales (RSS) (Chen *et al.*, 1992).
- Tabla 25.- Longitud promedio por edad, estimada con las ecuaciones de crecimiento y tasa de crecimiento entre edades, empleando la edad actual en machos y hembras. Año 1996.
- Tabla 26.- Longitud promedio por edad, estimada con las ecuaciones de crecimiento y tasa de crecimiento entre edades, empleando el método de retrocálculo en machos y hembras. Año 1996.
- Tabla 27.- Estimación de los parámetros de crecimiento en longitud (L_{∞} , K y t_0), de merluza de cola por sexo, empleando el método de edad actual. Año 1982.
- Tabla 28.- Estimación de los parámetros de crecimiento en longitud (L_{∞} , K y t_0), de merluza de cola por sexo, empleando el método de retrocálculo. Año 1982.
- Tabla 29.- Valores de los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy, para merluza de cola (*M. magellanicus*).
- Tabla 30.- Análisis de varianza resultante de la aplicación del método de Jones & van Zalinge (1982) empleado para estimar la mortalidad natural de merluza de cola. Método Edad Actual, hembras.
- Tabla 31.- Análisis de varianza resultante de la aplicación del método de Jones & van Zalinge (1982) empleado para estimar la mortalidad natural de merluza de cola. Método Edad Actual, machos.
- Tabla 32.- Análisis de varianza resultante de la aplicación del método de Jones & van Zalinge (1982) empleado para estimar la mortalidad natural de merluza de cola. Método retrocálculo, hembras.
- Tabla 33.- Análisis de varianza resultante de la aplicación del método de Jones & van Zalinge (1982) empleado para estimar la mortalidad natural de merluza de cola. Método retrocálculo, machos.



- Fig. 23.- Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período septiembre-marzo (1993-1994).
- Fig. 24.- Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período abril-agosto (1994).
- Fig. 25.- Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período septiembre-marzo (1994-1995).
- Fig. 26.- Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período abril-agosto (1995).
- Fig. 27.- Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período septiembre-noviembre (1995).
- Fig. 28.- Captura de merluza de cola y esfuerzo promedio mensual por cuadrícula, para la serie 1985 - 1995, por período.
- Fig. 29.- Rendimiento promedio de la merluza de cola por cuadrícula, para la serie 1985 - 1995, por período.
- Fig. 30.- Plano factorial de los lances de pesca en el Análisis Factorial de Correspondencia Múltiple.
- Fig. 31.- Plano factorial de las modalidades activas del Análisis Factorial de Correspondencia Múltiple.
- Fig. 32.- Plano factorial de las modalidades suplementarias del Análisis Factorial de Correspondencia Múltiple.
- Fig. 33.- Plano factorial de las variables continuas del Análisis Factorial de Correspondencia Múltiple.
- Fig. 34.- Ploteo de la función discriminante canónica, donde se identifican los tres caladeros.
- Fig. 35.- Índice gonádico promedio de machos (IGMPROM) y hembras (IGHPRM) de merluza de cola, por zona.



- Fig. 36.- Desplazamiento de los centros de gravedad del esfuerzo de pesca por zona. Pesquería sur-austral, período 1985-1995.
- Fig. 37.- Valores promedios mensuales del IGS de *M. magellanicus* con sus respectivas desviaciones estándares.
- Fig. 38.- Frecuencia porcentual de los estados de madurez macroscópicos de *M. magellanicus*, para los meses de muestreo.
- Fig. 39.- Frecuencia porcentual de los estados de madurez microscópicos de *M. magellanicus*, para los meses de muestreo.
- Fig. 40.- Relación entre el peso de la gónada y la fecundidad parcial estimada en *M. magellanicus*.
- Fig. 41.- Relación entre el peso total y la fecundidad parcial estimada en *M. magellanicus*.
- Fig. 42.- Relación entre la longitud total y la fecundidad parcial estimada en *M. magellanicus*.
- Fig. 43.- Relación entre el peso total y la fecundidad total estimada en *M. magellanicus*.
- Fig. 44.- Relación entre la longitud total y la fecundidad total estimada en *M. magellanicus*.
- Fig. 45.- Relación entre el peso de la gónada y la fecundidad total estimada en *M. magellanicus*.
- Fig. 46.- Curva de madurez sexual microscópica de *M. magellanicus* de acuerdo al modelo logístico. Hembras.
- Fig. 47.- Curva de madurez sexual microscópica de *M. magellanicus* de acuerdo al modelo lineal predictivo inverso. Hembras.
- Fig. 48.- Composición por grupo de edad de las muestras analizadas de merluza de cola. Pesquería demersal sur - austral. Año 1996.



Tabla 34.- Análisis de varianza resultante de la aplicación del método de Chapman & Robson (1960), empleado para estimar la mortalidad natural de merluza de cola. Método retrocálculo, hembras.

Tabla 35.- Análisis de varianza resultante de la aplicación del método de Chapman & Robson (1960), empleado para estimar la mortalidad natural de merluza de cola. Método retrocálculo, machos.

Tabla 36.- Estimaciones de mortalidad natural para merluza de cola, empleando un segmento de la curva de captura y métodos bioanalógicos.





- Fig. 49.- Curva de crecimiento en longitud de hembras de *M. magellanicus*, según la ecuación de von Bertalanffy, empleando el método de edad actual y de retrocálculo. Año 1996.
- Fig. 50.- Curva de crecimiento en longitud de machos de *M. magellanicus*, según la ecuación de von Bertalanffy, empleando el método de edad actual y de retrocálculo. Año 1996.
- Fig. 51.- Curva de crecimiento en longitud de hembras y machos de *M. magellanicus*, según la ecuación de von Bertalanffy, empleando el método de edad actual y de retrocálculo.
- Fig. 52.- Curvas de captura acumuladas basada en datos de composición de tallas de merluza de cola del año 1982, por sexo. Método de Edad Actual y Retrocálculo (Jones & van Zalinge, 1982).
- Fig. 53.- Número de ejemplares en la captura de *M. magellanicus* por grupo de edad y sexo. Pesquería demersal sur - austral. Año 1982.
- Fig. 54.- Estacionalidad de la captura de merluza de cola de la flota arrastrera fábrica (promedio serie 1983 - 95) y desembarque de la flota cerquera en la VIII Región (promedio 1991 - 96).



TABLAS

- Tabla 1.- Nombre de las variables y modalidades usadas en el análisis de datos, para identificar caladeros en la pesquería de merluza de cola.
- Tabla 2.- Número de lances, Captura, Esfuerzo y Rendimiento promedio mensual de merluza de cola por cuadrícula, para cada uno de los períodos de análisis. Pesquería sur-austral, 1985-1995.
- Tabla 3.- Número de lances y captura de la flota arrastrera fábrica en la pesquería demersal sur - austral. Se detalla la captura de Merluza de cola, su participación y rendimiento de pesca (kg./hora de arrastre). Período 1985 - 1995.
- Tabla 4. Proporción de cuadrículas según niveles de rendimiento (kg./h.a) de merluza de cola, por período y año. Pesquería sur-austral, 1985-1995.
- Tabla 5.- Posición, nombre y número de modalidades de cada variable contenida en la matriz de datos, utilizada en el Análisis Factorial de Correspondencia Múltiple.
- Tabla 6.- Valores propios de los ejes factoriales.
- Tabla 7.- Distribución detallada de las modalidades del Factor 1 del Análisis Factorial de Correspondencia Múltiple.
- Tabla 8.- Distribución detallada de las modalidades del Factor 2 del Análisis Factorial de Correspondencia Múltiple.
- Tabla 9.- Caladeros identificados en la pesquería de merluza de cola empleando el método de Análisis Factorial de Correspondencia Múltiple.
- Tabla 10.- Coeficientes estandarizados de la función discriminante.
- Tabla 11.- Correlación de la variable predictora con la variable canónica en la función discriminante.



1. ANTECEDENTES

La merluza de cola (*Macrurus magellanicus*, Lönnberg, 1907) es una especie Gadiforme que presenta una amplia distribución geográfica, encontrándose circunscrita al cono sur de América desde los 37° L.S. en el Atlántico (Angelescu *et al*, 1958) hasta los 33° L.S. en el Pacífico (Arana, 1970). Es una especie euribática, que habita la plataforma continental y el talud y aparenta tener una gran afinidad con las aguas subantárticas, pero es capaz de adaptarse a regímenes más amplio, al menos en lo que a temperatura se refiere (Cousseau, 1993).

Durante 1972 y 1973, en la zona austral (Corral-Golfo de Penas) el Instituto de Fomento Pesquero realizó una pesca exploratoria de la plataforma y el talud continental, a bordo del buque soviético de investigación "Akademik Knipovich". Los resultados indicaron la existencia de recursos pesqueros de significativa importancia, con un claro predominio de merluza de cola (Pantoja *et al*, 1973; Bahamonde, 1977).

Posteriormente, en 1977 el IFOP suscribió un convenio de acción conjunta con el Centro de Investigaciones Marinas de Japón (JAMARC), para realizar investigaciones de evaluación pesquera entre los paralelos 40° y 57° L.S, en el marco del desarrollo del Decreto Ley N° 500, que daba acceso a barcos de bandera extranjera para operar en faenas de pesca en las aguas bajo la jurisdicción nacional. Los niveles de captura, no obstante la clara intencionalidad de pesca sobre merluza del sur y común, corroboraron la importancia de la biomasa de merluza de cola en el área (Bahamonde y Pavez, 1979).



Actualmente la merluza de cola es capturada en la pesquería demersal multiespecífica que se desarrolla en la zona sur-austral del país. Este recurso es extraído como fauna acompañante, ya que el esfuerzo de pesca ha estado dirigido a la captura de merluza del sur, especie de mayor valor comercial. Además, es extraído en la pesquería de cerco de la zona centro-sur, durante la temporada estival.

La captura de este recurso, tras la etapa exploratoria, se inicia en la zona sur-austral a fines de 1976 con la operación de embarcaciones extranjeras que operaron bajo el amparo del D.L. N° 500. Posteriormente al caducar dicho decreto (1978), continuó la actividad, ya que parte de las empresas se acogieron al D.L. N° 600 de inversiones extranjeras. A partir de 1986, este recurso comienza a ser capturado en niveles significativos en la zona centro sur.

En este esquema las capturas, alcanzaron un máximo histórico de 227 mil toneladas en 1989, posteriormente disminuyen hasta llegar a las 214 mil y 83 mil toneladas en 1992 y 1993, respectivamente (Fig. 1). Los mayores niveles corresponden a la pesquería cerquera, con una participación cercana del 90 por ciento en los últimos años de la serie. En la zona sur austral, la estadística oficial indica que la captura de merluza de cola fluctúa en torno a las 20 mil toneladas anuales, pero hay que tener en consideración que no existe una intencionalidad de pesca sobre este recurso; además, que estos niveles están subestimados por el descarte que se realiza a bordo de los buques y no siempre es reportada en la bitácora de pesca o es registrada en el ítem otras especies.



En Argentina también es capturado como recurso acompañante de una pesquería de carácter multiespecífico, donde la especie más importante es la merluza de tres aletas. Con anterioridad a 1987, la pesquería de merluza de cola fue incipiente y adquiere importancia a partir de dicho año con los Acuerdos Marco firmados con la ex Unión Soviética y Bulgaria, lo que permitió a flotas de estos países pescar dentro de un régimen de explotación especial de los recursos demersales australes, acuerdos que estuvieron vigentes hasta principio de 1993 (Prenski *et al*, 1996). A partir de 1993, comienzan a operar buques surimeros y algunos buques congeladores (Ehrhardt y Prenski, 1996).

Las capturas en Argentina alcanzaron un máximo histórico de 155 mil toneladas en 1988, posteriormente disminuye hasta llegar a las 27 y 47 mil toneladas en 1992 y 1993, respectivamente (Fig. 1). Esta tendencia decreciente de la captura, Prenski *et al* (*op cit*) la relacionan con una disminución de la abundancia del recurso debido a un menor reclutamiento durante el período 1989-93.

En la zona sur austral de Chile se ha iniciado el desarrollo de una pesquería dirigida al recurso merluza de cola y merluza de tres aletas, para ser utilizados como materia prima en la elaboración de surimi. En la actualidad, opera un buque fábrica surimero con redes de arrastre de mediagua cuya operación está dirigida casi exclusivamente a estos recursos.

Considerando el interés que ha adquirido la merluza de cola como recurso, pone de relieve la necesidad de contar con información básica que permita elaborar las bases para la administración de esta pesquería, por lo cual



resulta imprescindible tener un conocimiento sistemático de la dinámica de la flota y del recurso.

En este estudio se integró la información existente de merluza de cola, con el propósito de caracterizar y analizar la pesquería de este recurso en la zona sur austral del país.



2. OBJETIVO GENERAL

Caracterizar y analizar la pesquería de merluza de cola en el área comprendida al sur del paralelo 41°28,6' L.S.

2.1 Objetivos específicos

- Caracterizar la dinámica de la distribución espacio-temporal de las operaciones de pesca sobre merluza de cola en el período 1985-1995, al sur del paralelo 41°28,6' L.S.
- Identificar los principales caladeros de pesca del área de estudio donde predomina la merluza de cola y caracterizar su estructura y composición, en un contexto espacio-temporal.
- Estimar aspectos reproductivos de la especie merluza de cola, tales como la fecundidad, madurez y talla de primera madurez sexual.
- Estimar crecimiento de la especie en estudio y construir la clave talla-edad correspondiente.
- Analizar las estimaciones disponibles de los principales parámetros poblacionales de la especie merluza de cola y evaluar su nivel de incertidumbre.



3. METODOLOGIA

3.1 Datos

Los datos que se analizan corresponde a los registros de captura de la flota comercial contenidas en las bitácoras de pesca; además, de los muestreos de longitud y biológicos de la captura, recopilados en el período 1985 - 1995.

Los datos registrados en las bitácoras son los siguientes:

Buque, Crucero, Lance, Año, Mes, Día.

Latitud y longitud de calado inicial y final; Hora de calado inicial y final

Latitud y longitud de virado inicial y final; Hora de virado inicial y final

Distancia rastreada, velocidad arrastre; Profundidad mínima y máxima

Dirección e intensidad de viento

Especie, Captura

En tanto, los muestreos de longitud y biológico de la captura incorporan los siguientes datos:

Barco, Año, mes, día

longitud, sexo y frecuencia

Peso total, peso gónadas; madurez sexual.



3.2 Caracterizar la dinámica de la distribución espacio-temporal de las operaciones de pesca sobre merluza de cola en el período 1985-1995, al sur del paralelo 41°28,6' L.S.

Con el propósito de caracterizar la dinámica de la distribución espacio-temporal de las operaciones de pesca sobre merluza de cola, se empleó el enfoque metodológico de un Sistema de Información Geográfico (SIG). Estos sistemas entre otras características han sido diseñados para establecer relaciones entre diferentes parámetros en un contexto espacial. Para este efecto se utilizó el software IDRISI para Windows, versión 1.0 (Eastman, 1995), desarrollado por la Universidad de Clark de los Estados Unidos y que ha sido utilizado con éxito en estudios de evaluación de recursos pesqueros.

La información que se utilizó corresponde a la captura, esfuerzo y rendimiento de pesca por lance contenida en las bitácoras, las cuales se encuentran debidamente georreferenciadas.

Empleando este software, se generaron imágenes estacionales de captura, esfuerzo y rendimiento de pesca. Previo a la generación de estas cartas se analizó la información, con el propósito de evaluar la pertinencia de realizar un estudio estacional de estos índices.

Indice estacional

Para determinar la estacionalidad de las variables captura, esfuerzo y rendimiento, en primer lugar se realizaron representaciones gráficas de la serie histórica mensual que permitiera identificar la existencia de algún patrón y posteriormente se estimó un índice estacional.



Para aislar la variación estacional de las series se empleó el método de razón a promedio móvil. Este método parte del supuesto multiplicativo de la serie (Chou, 1985)

$$Y = T S C I$$

Y = valor de la serie de tiempo original

T = valor de la tendencia

C = valor de la variación cíclica

S = valor de la variación estacional

I = valor de la variación irregular

Para estimar TC se empleó un promedio móvil de 12 meses, luego TC es eliminado para estimar SI

$$SI = \frac{TSCI}{TC}$$

Para obtener el patrón estacional se eliminaron los movimientos irregulares de SI, por un proceso de promediación.

Generación de Imágenes

La generación de imágenes mediante el SIG involucra una serie de pasos, los que se detallan a continuación:



Digitalización y Georreferenciación de mapa base

La generación de imágenes requiere como base la utilización de un mapa digitalizado de la zona de estudio en formato IDRISI y de un sistema de georreferencia. El mapa está basado en las cartas náuticas N° 54, 55 y 56 (escala 1:1.000.000) del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA).

En cuanto a la georreferenciación, en cada lance de pesca se indica la posición inicial y final del lance (latitud y longitud). A partir de esta información, se estimó un punto medio entre ambas posiciones y posteriormente se asignó el lance a una cuadrícula de 10x10 m.n. (Sistema de referencia de cuadrículas de IFOP). Para este efecto, se procedió a cuadricular toda el área para la cual existía reporte de captura y se generaron programas *ad hoc* en dbase para la asignación de los lances a las cuadrículas.

Generación de archivo de datos y vectoriales

Los datos necesarios para caracterizar la dinámica de la distribución espacio temporal de la flota, captura, esfuerzo y rendimiento, fueron digitalizados. Asimismo, se generaron los archivos vectoriales que contienen los identificadores de cada cuadrícula.

Clasificación de las variables

Los valores de las variables a cartografiar se ingresaron y reclasificaron en niveles (rangos), de acuerdo a los valores observados durante el período de estudio. Esta clasificación, representada en pseudocolor mediante el SIG,



facilita la comparación de imágenes entre las unidades de tiempo consideradas.

Generación de imágenes

Para la generación de imágenes que permiten representar y desplegar la información en pantalla de una manera clara, es necesario la utilización de varios módulos del SIG, los principales son dos (ASSIGN y RECLASS), el primero permitió la generación de la imagen primaria basada en el mapa base, archivos vectoriales y los valores de las variables de interés; el segundo, fue la creación de una imagen derivada de la primera, que define las regiones que son dominadas por cada nivel, según la clasificación realizada.

Para evaluar estadísticamente la distribución espacio-temporal de las variables utilizadas, se aplicaron análisis estadísticos espaciales (determinación del centro de gravedad de la distribución de puntos) y no espaciales (media, desviación estándar, mínimos, máximos) deducidos del mismo SIG.

3.3 Identificar los principales caladeros de pesca del área de estudio donde predomina la merluza de cola y caracterizar su estructura y composición, en un contexto espacio-temporal.

Para caracterizar los caladeros de pesca donde predomina la merluza del cola, se estimó fundamental utilizar información de la pesquería, de tal manera de identificar zonas de pesca mas o menos homogéneas a las cuales hacerles un seguimiento a través del tiempo.



Para el logro de este objetivo se emplearon técnicas multivariadas de análisis de datos y se complementó con representaciones cartográficas realizadas a través de un Sistema Geográfico de Información (IDRISI).

Para la tipificación de las zonas mediante análisis multivariado, se utilizó información de los años 1990 y 1991, dado que los datos mostraron que era la serie mas completa, en cuanto a que se contaba con una adecuada cobertura espacial y temporal (meses); además, de una buena información biológico pesquera. Este análisis se complementó con información mas actualizada de la pesquería, correspondiente a los años 1994 y 1995.

En relación a este análisis, es importante señalar que los datos utilizados provienen solamente de los cruceros donde se embarcaron muestreadores. Por lo tanto, los datos no están afectados por el descarte de merluza de cola que se realiza en esta pesquería, ya que en cada lance de pesca se estimaba la captura de esta especie, independiente que existiera o no descarte; además, las muestras biológicas se tomaban previo al descarte (cuando éste se producía).

•Análisis Multivariados

Preparación de los datos

Los datos utilizados en este análisis provienen de las bitácoras de pesca, muestreos de longitud y muestreos biológicos de la captura, este último incorpora además de la longitud, el peso corporal, peso gónadas, estados de madurez entre otros. Con esta información se generaron tres archivos, los que fueron procesados para obtener un conjunto de indicadores a nivel de lance de pesca. Posteriormente estos archivos fueron cruzados mediante



programas computacionales *ad hoc*, con el objeto de adicionarle a la bitácora las características biológicas de la captura, sintetizadas a través de indicadores. De esta manera, se obtuvo un vector de información biológico-pesquera por cada lance de pesca.

Se seleccionaron 511 lances realizados en el período 1990-1991. La selección de los lances estuvo condicionado a un vector mínimo de información, que contuviera datos referente al lance y a las características biológicas de la captura. Los lances considerados en el análisis contenían la siguiente información:

- Código de barco
- Crucero, Lance
- Año; Mes; Día
- Latitud, Longitud
- Profundidad
- Captura
- Horas de arrastre
- Rendimiento
- Peso Mínimo; Peso Máximo; Peso Medio; Desviación Estándar del Peso;
- Talla Mínima; Talla Máxima; Talla Media; Desviación Estándar de la Talla
- Clases de talla (10): 1 (< 40 cm); 2 (40-49 cm); 3 (50-59 cm); 4 (60-64 cm); 5 (65-69 cm); 6 (70-74 cm); 7 (75-79 cm); 8 (80-89 cm); 9 (90-99 cm); 10 (≥ 100 cm).
- Proporción sexual

De este conjunto de lances fue posible seleccionar un submuestra de 117 lances, que además de la información anterior, contenían datos sobre el



estado de madurez sexual de la especie, la cual se sintetizó en los siguientes indicadores:

- Indices Gonádicos de Machos y Hembras
- Estados de Madurez de Machos y Hembras

La distribución de lances por latitud y longitud en el área de estudio fue necesario asociarlas con un conjunto más reducido de puntos, que se han definido como zonas. La dimensión de la zona es arbitraria en cierto sentido, aún cuando responde al análisis exploratorio inicial realizado a los datos. El área fue dividida en 65 zonas, separadas cada 0,25 grados de latitud (Fig. 2). Para efectos del análisis, estas zonas fueron categorizadas siguiendo un orden correlativo de 1 a 50 (CZ01 a CZ50) y corresponde a las zonas que efectivamente presentaron información en el período de estudio.

En la matriz de información que se generó, las filas corresponden a los lances de pesca, cuya posición georreferenciada fue asignada a una zona. Cada lance fue identificado con una etiqueta compuesta por 5 dígitos alfanuméricos, que dan cuenta del año (dígito 1), mes (dígitos 2 y 3) y zona (dígitos 4 y 5). Las columnas de la matriz contienen el vector de información indicado anteriormente.

Los datos contenidos en la matriz fueron previamente explorados y manipulados con el software estadístico SPSS, a fin de preparar la información para aplicar los métodos de análisis de datos. Las variables continuas fueron transformadas en variables cualitativas, mediante la asignación a una de cuatro modalidades definidas en función de los percentiles 25, 50 y 75. De



este modo se obtuvo una tabla lógica condensada, sobre la cual se usó el programa SPAD.

En la Tabla 1 se detalla el nombre de las variables y sus modalidades. Cada variable tiene asociada una etiqueta de 4 letras alfanumérica, la cual permite su identificación posterior en la representación gráfica de los ejes factoriales.

Métodos de Análisis de Datos

El enfoque que se utilizó consistió en generar las bases de datos con las matrices de información integrada por zona y aplicar los métodos de Análisis Factorial de Correspondencia Múltiple (AFCM) (Benzécri, 1973, Lebart *et al* 1995) y Análisis Discriminante (Lachenbruch and Goldstein, 1979).

Análisis Factorial de Correspondencia Múltiple (AFCM)

El AFCM permite estudiar las semejanzas de los perfiles líneas-columnas, que considera las modalidades de las variables activas e ilustrativas para cada zona, a través de un criterio de distancia Chi-cuadrado. Este tipo de análisis entre otras particularidades y ventajas, permite la representación simultánea de las zonas y las variables sobre los planos factoriales deseados. De este modo se pueden formar nuevas configuraciones de zona, consistentes con el comportamiento de las variables biológico-pesqueras observadas.

El análisis factorial de correspondencia múltiple (AFCM) es un método de análisis exploratorio que utiliza un proceso inductivo. El AFCM permite reducir la información guardando las relaciones esenciales y permite sintetizar los datos según un criterio objetivo (maximización de la inercia). En



resumen, el AFCM permite despejar una tabla de datos con gran número de variables y modalidades. Con este método es posible presentar una aproximación de los datos iniciales y encontrar aglomeraciones de modalidades, facilitando así el trabajo de síntesis.

Generalidades teóricas de AFCM

El AFCM es básicamente el análisis de las correspondencia de la tabla disyuntiva completa o de la tabla de Burt. Una tabla X se dice disyuntiva completa si para un conjunto de s variables medidas en un total de n individuos (filas), las s variables tiene un total de p modalidades. El término general de la tabla X se puede expresar como $Z_{ij} = 1$ o $Z_{ij} = 0$, donde i representa un individuo y j la modalidad de la variable s . Por otra parte, la tabla de Burt, que es un conjunto de tablas de contingencia, se logra al juntar todas las modalidades por si misma.

Los perfiles medios de las modalidades se definen por

$$G = \left\{ \frac{1}{n}, \frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n} \right\} ; \quad z = \sum_i^n \sum_j^s z_{ij} = ns$$

y el baricentro del perfil línea equivale al perfil de las frecuencias relativas marginales de los individuos, dado por

$$\left\{ \frac{z_{.1}}{ns}, \frac{z_{.2}}{ns}, \dots, \frac{z_{.p}}{ns} \right\}$$

La inercia de una modalidad al centro de gravedad G está dada por



$$I(j) = \frac{z_j}{ns} d^2(j, G) = \frac{z_j}{ns} \sum_{i=1}^n n \left(\frac{z_{ij}}{z_j} - \frac{1}{n} \right)^2 = \frac{1}{s} \left(1 - \frac{z_j}{n} \right)$$

Las modalidades denominadas raras tienen una contribución más grande a la inercia del centro de gravedad.

La inercia de una variable q cualesquiera, se define como

$$I(q) = \sum_{j=1}^{p_q} I(j) = \frac{1}{s} (p_q - 1)$$

La inercia total está dada por

$$I = \sum_q I(q) = \sum_{j=1}^p \frac{z_j}{ns} d^2(j, G) = \frac{p}{s} - 1$$

Las relaciones de transición se expresan como

$$F_\alpha(i) = \frac{1}{\sqrt{\lambda_\alpha}} \sum_{p=1}^n \frac{z_{ij}}{s} E_\alpha(p)$$

$$E_\alpha(p) = \frac{1}{\sqrt{\lambda_\alpha}} \sum_i^n \frac{z_{ij}}{z_{.p}} F_\alpha(i)$$



Interpretación de los datos

La interpretación se realizó no sólo sobre el resultado del AFCM sino también sobre los datos iniciales. Esto porque la interpretación desemboca siempre sobre una vuelta a los datos iniciales, tabla de Burt, tabla de contingencia, tabla disyuntiva y los mismos datos por individuo.

Las reglas de interpretación deben entenderse como un proceso donde se destaca las siguientes etapas:

1. Examen de los valores propios.
2. Estudio de las contribuciones.
3. Interpretación de los ejes factoriales.
4. Interpretación de los planos factoriales.
5. Vuelta a los datos iniciales, Tablas.

De estas reglas, la interpretación de los planos factoriales está entre las más interesantes del AFCM, ya que permite el examen de la forma de la nube de puntos de las modalidades. De aquí, por ejemplo, es posible observar si

- i) hay modalidades raras con fuerte asociación.
- ii) efecto Guttman, cuando las variables están muy ligadas y por lo tanto, están indicando el mismo fenómeno.
- iii) aparición de grupos de modalidades homogéneas y muy distintas a la vez, esto en general da origen a la posibilidad de construir tipologías.



Como apoyo a la interpretación se utilizaron variables suplementarias (ilustrativas) que podrían por ejemplo no participar en la unidad temática, pero que sí se quiere situar en la problemática.

Para efecto de los análisis con el método ACFM sólo se retuvo los dos primeros ejes factoriales y la determinación de los caladeros se realizó directamente sobre ese plano factorial. Para la interpretación de los datos se hará uso de las reglas de interpretación mencionadas anteriormente. Los planos factoriales de los individuos activos permite identificar a cada individuo (en nuestro caso corresponden a una celda o zona en el mapa) representado por una etiqueta o clave alfanumérica de cinco posiciones. Estos planos localizan las unidades en los ejes, con lo cual es posible entonces aplicar los criterios de interpretación de datos mencionados. Lo mismo se hace con los planos factoriales de las modalidades activas, aquí cada variable o característica presenta varias posibles modalidades, es el caso del peso, tallas, etc, cada una también identificada por una marca o etiqueta de cuatro letras alfanuméricas.

Para llegar a una agrupación de las zonas en áreas estratégicas (caladeros), además de considerar su ubicación en el plano factorial (posición en el plano), se usaron algunos otros criterios como es la cercanía entre localizaciones geográficas.

Análisis Discriminante Generalidades teóricas del método

Complementando los resultados obtenidos con el ACFM y tipificados los caladeros de merluza de cola, se aplicó un Análisis Discriminante. Con este análisis se evaluó si las áreas tipificadas como caladeros en el ACFM, eran



posibles de separar sobre la base de un conjunto de medidas de las variables involucradas en cada lance de pesca y zona.

Este método puede ser considerado una extensión de la regresión múltiple, sólo que la variable a explicar en este caso es nominal y constituye la variable de partición.

Supongamos que se tiene m muestras aleatorias de diferentes grupos, de tamaño n_1, n_2, \dots, n_m y datos disponibles de p variables x_1, x_2, \dots, x_p para cada individuo en la muestra.

Una aproximación para discriminar, se basa en la distancia de Mahalanobis de una observación $x'=(x_1, \dots, x_p)'$ al centro del grupo i , y se estima por :

$$D_i^2 = (x - \bar{x}_i)' C^{-1} (x - \bar{x}_i)$$

donde C denota la matriz de covarianza muestral agrupada.

Por otra parte, es posible construir finalmente una función discriminante canónica de la forma:

$$Z_i = a_{i1} x_1 + a_{i2} x_2 + \dots + a_{ip} x_p$$

donde cada función Z_i entrega el máximo valor de la estadística F de un análisis de varianza de una vía, para la variación dentro y entre grupos. Luego Z_i es una combinación lineal para el cual la razón F es maximizada sobre un análisis de varianza, sujeto a que Z_i no esté correlacionada dentro



de los grupos con Z_1, Z_2, \dots, Z_{i-1} . Para encontrar finalmente los coeficientes de las funciones discriminantes se debe resolver un problema simple de autovalores.

Representaciones Cartográficas

Se realizó un análisis visual y estadístico de las cartografías estacionales y anuales de captura, esfuerzo y rendimiento de pesca, obtenidas empleando el software IDRISI (ver pto 3.2).

El análisis visual de las imágenes, consistió en el contraste de colores con el fin de determinar las cuadrículas que presentaron los mayores valores de los índices analizados. Luego, se identificaron áreas de pesca por agrupación de cuadrículas vecinas que en la mayoría de los años analizados registraron valores altos de captura, esfuerzo y rendimiento.

El análisis visual de las imágenes se complementó con el indicador estadístico centro de gravedad, que permite la definición de caladeros como agregados de lances distinguibles por su continuidad espacial y persistencia temporal.

Finalmente, la integración de los resultados de la aplicación de los métodos de análisis multivariado y cartográficos, permitieron identificar los principales caladeros, representarlos y caracterizarlos en un contexto espacio-temporal.



3.4 Estimar aspectos reproductivos de la especie merluza de cola, tales como la fecundidad, madurez y talla de primera madurez sexual

Para abordar el estudio reproductivo se analizó la información recopilada entre los meses de agosto y septiembre de 1996 y durante el período marzo a septiembre de 1997, que en total suman una muestra de 751 ejemplares de *M. magellanicus*.

A los ejemplares recolectados a bordo se les midió la longitud total (cm), el peso (5 g) y se determinó el estado gonádico macroscópico; además, se extrajeron y pesaron las gónadas (5 g), las cuales fueron guardadas en formalina al 10 %.

En el laboratorio, las gónadas fueron pesadas nuevamente, con una precisión mayor (0,1 g). A uno de los ovarios (izquierdo) se le extrajo una sección de la parte media, para ser sometida a cortes histológicos y del otro ovario (derecho) se extrajeron tres secciones, de la parte anterior, media y posterior y fueron guardadas en reactivo de Gilson, modificado por Simpson (1953), para recuento de ovocitos. Cada uno de estas secciones pesó aproximadamente entre 400 a 500 mg.

Los cortes histológicos fueron preparados de acuerdo a técnicas histológicas clásica, siguiendo parcialmente el procedimiento utilizado por Hunter & Macewicz (1980) y Hunter & Goldberg (1980). Los cortes de 10 μ m fueron teñidos con hematoxilina-eosina y montados en portaobjetos mediante Eukit.



Ciclo de maduración ovárico

El ciclo de madurez gonádica se estableció considerando el comportamiento de tres índices o parámetros :

- a) examen macroscópicos de los estados de madurez.
- b) examen microscópicos de estados de madurez.
- c) índice gonadosomático.

Examen macroscópico

Las muestras mensuales de hembras de merluza de cola fueron clasificadas de acuerdo a los estados de madurez gonádica, empleando la escala de madurez macroscópica para reproductores parciales de Holden & Rait (1975), que considera los siguientes estados: Estado I: Inmaduro; Estado II: virgen madurando o en recuperación; Estado III: madurando; Estado IV: maduro; Estado V: postpuesta.

Examen microscópico

Los estados de madurez histológica se determinaron de acuerdo a la escala de madurez definidos por Hunter & Macewicz (1980) y Oliva *et al.*(1986), que establece para los ovarios los siguientes estadios: Inactivo, Pre-vitelogénico, Vitelogénico, Maduro, Hidratado y Postdesove (presencia de FPO). Además, se determinó la presencia de atresia, fenómeno relacionado con la fase final del ciclo gonádico.



Indice Gonadosomático (IGS)

El Índice Gonadosomático, según Nikolsky (1963), relaciona el peso de la gónada y el peso del pez, y representa una tendencia del estado de desarrollo de la gónada asociada al grado de madurez que experimenta el ovario o testículo en su ciclo reproductivo.

$$IGS = \left(\frac{\text{Peso gonada}}{\text{Peso total} - \text{Peso gonada}} \right) * 100$$

Fecundidad

La fecundidad se define como el número de ovocitos maduros producidos por una hembra antes del desove. En el caso de la merluza de cola se estimó la fecundidad parcial, fecundidad relativa y la fecundidad total; para este efecto, se utilizaron gónadas correspondiente a las muestras recopiladas en los meses de agosto y septiembre de 1996

Para la estimación de la fecundidad se utilizó el método gravimétrico basado en el recuento de ovocitos de la moda más avanzada, en tres submuestras de la gónada, correspondiente a la parte anterior, media y posterior.

La estimación de la fecundidad parcial (FP) en *M. magellanicus* se realizó sobre la base de una muestra de 25 ejemplares que presentaron ovarios es estado hidratado, lo que permitió una adecuada separación de la tanda o fracción de ovocitos a ser desovados. De esta forma, se determinó la Fecundidad parcial mediante el recuento de ovocitos hidratados y a partir de ésta la Fecundidad relativa (f), que corresponde al número de ovocitos



maduros producidos por unidad de peso corporal, restándole el peso de la gónada. Además, debido a las características de maduración de los ovocitos, se estimó la Fecundidad total (FT) a través del registro del total de ovocitos mayores a 300 μm contenidos en los ovarios de una muestra de 72 especímenes en estado vitelogénico y maduro. Tanto para la fecundidad parcial como total, se utilizó la siguiente expresión (Oliva *et al.*, 1986).

$$F = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n \left(\frac{H_i}{W_{si}}\right) W_o$$

donde:

F = fecundidad parcial o total.

H_i = número de ovocitos de la submuestra i .

W_{si} = peso de la submuestra.

W_o = peso del ovario.

n = número de submuestras.

Talla de madurez sexual

La estimación de la talla de madurez sexual, se realizó considerando los diagnósticos histológicos del estado de madurez de las gónadas, para la clasificación de individuos maduros e inmaduros. De esta forma se incluyeron como maduros a todos aquellos ejemplares con ovarios que presentan ovocitos con algún grado de formación de vitelo, es decir, fueron incluidos los estados vitelogénicos, maduros y con FPO.



En la estimación de la talla de madurez sexual sólo se pudieron utilizar los ejemplares obtenidos de los muestreos del mes de julio de 1997, pues correspondían al período de plena madurez previo al desove, representaban el muestreo más numeroso y de mayor rango de talla (n=193; 40-97 centímetros). Lo primero se constató realmente con los resultados del diagnóstico microscópico.

En la estimación se aplicó el criterio de L_{50} , que corresponde a aquella longitud en la cual el 50% de los especímenes se encuentran en actividad gonádica o maduros. Para este efecto, se utilizó una Función Logística y un modelo Lineal Predictivo Inverso.

- Función Logística. Se utilizó el ajuste entregado en el programa computacional por Saila *et al.* (1988) cuya expresión es la siguiente:

$$P_{LT} = \frac{1}{1 + \exp(-r \cdot (L_t - L_{50\%}))}$$

donde

P_{LT} = Proporción de hembras maduras a la longitud L_T .

r = Constante.

L_T = Longitud total.



- Modelo Lineal Predictivo Inverso. El modelo utiliza sólo la parte ascendente de la distribución de frecuencia de madurez por clase de talla (Hernández y Cordo, 1986) y su expresión es la siguiente:

$$L_T = c + d \cdot PM$$

donde:

L_T = Clase de talla.

PM = Porcentaje de individuos maduros

c = Ordenada en el origen.

d = Pendiente.

3.5 Estimar crecimiento de la especie en estudio y construir la clave talla-edad correspondiente

Para estimar la edad en *M. magellanicus* se emplearon los otolitos. Estas estructuras fueron hidratados, de manera de visualizar con mayor facilidad los puntos referenciales sobre los que se realizaron las mediciones. No fue necesario aplicarle otro tipo de preparación a la estructura, como es el pulido, ya que Ojeda *et al.* (1997) concluyen que las mediciones que se realizan en el otolito entero se pueden efectuar con una adecuada discriminación del foco.

En la determinación de la edad de merluza de cola se ha supuesto la formación de un anillo de crecimiento por año de acuerdo a lo informado por Aguayo y Gili (1984), quienes establecieron que el anillo hialino se forma en los meses de invierno en la zona sur-austral.



Estimación de parámetros de crecimiento

El análisis de cada muestra entregó información de la edad de ejemplares y las medidas de los anillos anuales, lo que permitió la estimación de los parámetros de crecimiento, a través de la edad actual de los individuos analizados y/o por el método de retrocálculo de las tallas pretéritas.

El método del retrocálculo emplea procedimientos basados en la hipótesis de proporcionalidad de la longitud del pez en relación a el tamaño de los anillos medidos en los otolitos. Considerando el procedimiento señalado por Francis (1990), la expresión es la siguiente:

$$L_{ij} = g(R_{ij}) * \left(\frac{L_{cj}}{g(R_{cj})} \right)$$

donde:

- L_{ij} : Longitud del pez j a la edad i
- $g(R_{cj})$: Longitud del pez j a la edad i estimada mediante la función de regresión $g(R)$.
- $L_{h_{cj}}$: Longitud del pez j a la captura.
- $g(R_{cj})$: Longitud del pez j a la captura estimada mediante la función de regresión $g(R)$.

La función de retrocálculo señalada, corrige la desviación entre la longitud que se estima a través del modelo de regresión y la longitud actual al momento del muestreo del individuo.



La función $g(R)$ está representada por la expresión que entrega el mejor ajuste para las variables longitud pez-longitud otolito.

La estimación de los parámetros de crecimiento en longitud, tanto con el método de edad actual como el de retrocálculo, se basó en el modelo general de crecimiento de von Bertalanffy (Beverton y Holt, 1957), cuya expresión es:

$$L_t = L_\infty \left[1 - e^{-k \cdot (t-t_0)} \right]$$

donde:

L_∞ = Longitud asintótica (cm.), que corresponde a la longitud total promedio que alcanzarían los ejemplares si creciera indefinidamente.

K = Coeficiente de crecimiento (edad^{-1}).

t_0 = Edad hipotética del pez (años), cuando su longitud es cero.

El modelo de crecimiento se ajustó a los datos de edad y longitud, empleando ajustes no lineales del software estadístico SPSS (versión 6.0). El ajuste se basó en un procedimiento de mínimos cuadrados, cuya expresión es:

$$SSD = \sum_{i=1}^n \left[L_i - L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)}) \right]^2$$

El proceso de ajuste es iterativo; por lo tanto, se tomaron como punto de partida los parámetros de crecimiento estimados para esta especie por Aguayo y Gili (1984).



Comparación de las curvas de crecimiento a la edad

Se compararon las curvas de crecimiento estimadas de los machos y de las hembras, con el propósito de evaluar si existe un crecimiento diferencial por sexo. Para este efecto, se empleó el test T^2 de Hotelling como lo describe Bernard (1981), pero con la formulación propuesta por Cerrato (1990), la cual tiene la siguiente expresión:

$$\hat{T}^2 = (P_1 - P_2)' \cdot S_{P_1 - P_2}^{-1} \cdot (P_1 - P_2)$$

donde:

$(P_1 - P_2)'$ = Vector transpuesto de $(P_1 - P_2)$, el cual está referido a el vector diferencia de los parámetros de crecimiento i (vector columna).

$S_{P_1 - P_2}^{-1}$ = Inversa de la matriz de varianza-covarianza del vector de diferencias de las estimaciones.

Considerando " H_0 : Igualdad de vectores de parámetros de crecimiento ", la regla de decisión del estadístico T^2 es aceptar H_0 si T^2 calculado es menor que el valor crítico T_0^2 , obtenido como:

$$T_0^2 = 3 \frac{N_1 + N_2 - 6}{N_1 + N_2 - 8} F_{\infty}(3, N_1 + N_2 - 6)$$

donde F corresponde al percentil de la distribución de Fisher, con 3 y $N_1 + N_2 - 6$ grados de libertad.

Además, siguiendo lo propuesto por Chen *et al* (1992) se compararon las curvas de crecimiento mediante un análisis de la suma de los cuadrados



residuales, donde el estadístico F fue calculado mediante la siguiente expresión:

$$F = \frac{\frac{RSS_p - RSS_s}{3 \cdot (K - 1)}}{\frac{RSS_s}{N - 3 \cdot K}}$$

donde:

RSS_p = Suma de Cuadrados residuales (RSS) del ajuste de la función de crecimiento para el conjunto de los datos

RSS_s = Suma de los RSS del ajuste de la función de crecimiento de cada muestra individual

N = Tamaño total de la muestral

K = Número de muestras en la comparación

con un valor crítico de F igual a $F_{(3, (K-1); N-3 \cdot K)}$

Elaboración de claves edad-talla

Diseño de Muestreo

Para obtener las claves edad-talla se empleó la técnica de muestreo doble (Kimura, 1977). En la primera etapa considera un muestreo aleatorio simple para muestras de longitud y la segunda etapa, considera un muestreo aleatorio estratificado por clase de longitud con submuestreo para edad.



Existe más de un criterio en la selección de la muestrea para edad, pudiendo emplearse un tamaño fijo de muestra por clase de talla o bien un tamaño proporcional. En este estudio se utilizó el último criterio de selección, que ha sido probado ampliamente y permite aumentar notablemente la precisión de las matrices considerando un mismo número total de muestras analizadas (Southward, 1976; Kimura, 1977; Robotham, 1983; Lai, 1987; Ojeda y Peñailillo, 1987; Ojeda y Céspedes, 1988; Lai, 1993; Robotham, 1994).

Claves edad-talla

En la elaboración de las matrices edad - talla, se emplearon las longitudes de los peces agrupados cada 2 centímetros y la edad de los individuos proyectada a grupos de edad (GE).

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. Se empleó una fecha arbitraria de nacimiento, la cual, en el caso de las pesquerías chilenas es el primero de enero, brindando facilidad en la identificación de la clase anual a la que pertenece el pez estudiado restando al año de la captura el GE asignado.

La clave edad - talla, cuenta con la clasificación de las lecturas de cada otolito por grupo de edad y de ello se estimó la probabilidad de pertenecer al GE X, según:



$$PL_{(x)} = \frac{n_{L(X)}}{n_L}$$

donde:

- X : Grupos de edad
- L : Longitud total del pez
- $PL_{(x)}$: Probabilidad de los individuos de longitud L de pertenecer al GE X
- $n_{L(X)}$: Número de individuos de longitud L con edad X
- n_L : Número total de individuos de longitud L

3.6 Analizar las estimaciones disponibles de los principales parámetros poblacionales de la especie merluza de cola y evaluar su nivel de incertidumbre

Para el logro de este objetivo se identificaron dos etapas. Una etapa estuvo relacionada con la -revisión bibliográfica nacional e internacional sobre *M. magellanicus*, a fin de seleccionar las publicaciones pertinentes a la estimación de parámetros poblacionales de esta especie. La segunda etapa, correspondió a la estimación de parámetros a partir de la información que se generó en el presente estudio. A este efecto es importante señalar que el interés se centró en los parámetros de crecimiento y la mortalidad natural, que son imprescindible para evaluar el estado de explotación de cualquier especie.



Parámetros de Crecimiento

Los parámetros de crecimiento que se estimaron para esta especie son aquellos correspondiente al modelo general de crecimiento de von Bertalanffy (ver pto 3.5):

L_{∞} = Longitud asintótica (cm.), que corresponde a la longitud total promedio que alcanzarían los ejemplares si creciera indefinidamente

K = Coeficiente de crecimiento (edad^{-1})

t_0 = Edad hipotética del pez (años), cuando su longitud es cero

Estos parámetros fueron estimados, como se indicó en el punto 3.5, empleando una rutina de regresión no lineal del SPSS, la cual usa un procedimiento de minimización de cuadrados.

Estos parámetros fueron comparados con aquellos existentes en la literatura, con el propósito de probar si existen o no diferencias estadísticamente significativas, siempre y cuando se disponga de la información necesaria (matrices de varianzas.covarianzas). Para este efecto se empleó el test T^2 de Hotteling (Bernard, *op cit*),

Mortalidad Natural

La mortalidad natural fue estimada empleando la fracción del stock completamente reclutada. Se tomó la información obtenida al inicio de esta pesquería en la zona sur austral, suponiendo que el recurso se encontraba inexplorado y por lo tanto estaba en un estado estacionario (Clark, 1978).



Bajo este supuesto puede considerarse que una sola curva de captura basta para representar la evolución numérica de una cohorte a las edades afectadas por la mortalidad natural y que la porción descendente de la curva representa la estructura demográfica de la población.

Los métodos usados son los siguientes:

Método Jones and van Zalinge (1982)

Este método está basado en datos de la composición por tallas

$$\ln C(L, L_{\infty}) = a + \left(\frac{z}{k}\right) \ln (L_{\infty} - L)$$

donde:

$C(L, L_{\infty})$ = Captura acumulada de peces a la talla L y más grandes

z/k = Pendiente

$\hat{Z} = \hat{M} = k * \text{pendiente}$

Método de Chapman and Robson (1960)

Este método requiere conocer la composición de la captura en número por grupo de edad. Para este efecto, se usó la composición de edades del año 1982. La expresión está dada por:

$$\ln(N) = k + \ln S(x)$$



donde:

N = Número de ejemplares capturados

x = Grupo de edad

k = Intercepto

$\ln S = -\hat{Z}$

$\hat{Z} = \hat{M}$

Además se emplearon los siguientes métodos bioanalógicos, los cuales relacionan la mortalidad con algunos parámetros de crecimiento y factores ambientales entre otros.

Método Taylor (1958)

$$\hat{M} = \frac{2,996K}{2,996 + Kt_0}$$

donde:

K = Coeficiente de crecimiento

t_0 = Edad teórica a la cual el pez tiene longitud 0

Método Rikhter y Efanov (1976)

Estos autores demostraron que existe una relación estrecha entre la mortalidad natural y la edad en que el 50% ($Tm_{50\%}$) de la población está madura.

$$\hat{M} = \frac{1,521}{Tm_{50\%}^{0,720}} - 0,155$$



Método Pauly (1980)

Este autor hizo un análisis de regresión de M sobre K , L_{∞} y la temperatura media anual en grados Celcius (T), basado en información de 175 poblaciones de peces y estimó la siguiente relación lineal:

$$\log M = -0,0066 - 0,279 \cdot \log(L_{\infty}) + 0,6543 \cdot \log(K) + 0,463 \cdot \log(T)$$

En general, la información disponible en la literatura acerca de los parámetros poblacionales corresponden a estimaciones determinística; por lo tanto, no existe una idea de la credibilidad (error) de los valores reportados. En este estudio se evaluó la precisión de la estimación de los diferentes parámetros.

En el caso de los parámetros de crecimiento, con las medidas de error obtenidas a través del ajuste no lineal del modelo propuesto, se estimaron los respectivos intervalos de confianza.

Para la mortalidad natural, se estimó la varianza para cada uno de los estimados. En el caso de los métodos relacionados con la curva de captura, la varianza de M corresponde a la varianza de la pendiente. Para los otros métodos, que a su vez están en función de otros parámetros (estimaciones), se obtuvo una estructura analítica de un estimador para la varianza del parámetro de interés a través del método Delta (Wolter, 1985).



Finalmente, el valor de M se calculó como un promedio ponderado de las diferentes estimaciones, usando la inversa de la varianza como ponderador (Hilborn & Walters, 1992):

$$\hat{M} = \frac{\frac{1}{s_{M_1}^2} M_1 + \frac{1}{s_{M_2}^2} M_2 + \dots + \frac{1}{s_{M_n}^2} M_n}{\frac{1}{s_{M_1}^2} + \frac{1}{s_{M_2}^2} + \dots + \frac{1}{s_{M_n}^2}}$$



4. RESULTADOS

4.1 **Caracterizar la dinámica de la distribución espacio-temporal de las operaciones de pesca sobre merluza de cola en el período 1985-1995, al sur del paralelo 41°28,6' L.S.**

El análisis visual en pantalla de las imágenes mensuales del esfuerzo de pesca indica que en la pesquería sur-austral existe un régimen de operación estacional, con una clara concentración del esfuerzo en el período mayo-noviembre e índices bajos el resto del año. Esta dinámica de la actividad se relaciona directamente con la temporada de pesca de la merluza del sur, recurso objetivo de esta pesquería.

La captura y el rendimiento de pesca de merluza de cola, también presenta un patrón característico, con índices altos en el período otoño-invierno y niveles bajos en primavera-verano. Observando las variaciones de estos dos índices, se comprueba que existe un patrón que se mantiene en el tiempo con dos puntos de giro relevantes, que en algunos años varía de mes. Estos son, un mínimo estacional que se produce en febrero y un máximo estacional en mayo-julio (Fig. 3).

El comportamiento de estos indicadores justifica la elaboración de un índice estacional típico para el esfuerzo, captura y rendimiento. Para este efecto se obtuvieron las variaciones estacionales específicas, empleando el método de promedios móviles, y posteriormente se estimó un promedio mensual, excluyendo los valores máximos y mínimos de cada mes para eliminar las variaciones irregulares de la serie.



En la figura 4 se presenta el patrón estacional resultante del esfuerzo, la captura y el rendimiento de pesca para la serie 1985-1995. El esfuerzo presenta un mínimo estacional en el mes de febrero, que es un 63 por ciento inferior respecto de un promedio de 100, y un máximo estacional en julio, que a su vez es un 73 por ciento superior respecto a un valor referencial de 100. En el caso de la captura y el rendimiento de merluza de cola, el patrón de cambio es bastante más pronunciado, con un mínimo estacional en verano, que en el índice de captura llega a ser un 93 por ciento inferior en relación al valor de referencia, y un máximo estacional entre mayo y julio que supera en un 176 y 202 por ciento respecto a un promedio de 100 en el caso del rendimiento y la captura, respectivamente.

Teniendo en consideración que el esfuerzo en esta pesquería está orientado básicamente al recurso merluza del sur, para definir la estacionalidad con que serán representados los índices en las imágenes, se tomó como base de análisis el comportamiento de la captura y el rendimiento de pesca de merluza de cola. Estos índices como se comprobó en las figuras 3 y 4, presentan un patrón estacional que sugieren considerar dos períodos, uno caracterizado por niveles altos de captura y rendimiento, que engloba los meses de abril a agosto y un segundo período, con valores bajos de captura y rendimiento, que abarca de septiembre de cada año a marzo del año siguiente.

Dado que los períodos definidos son diferentes, para efectos comparativos de las imágenes, los índices que se representan corresponden a promedios mensuales de cada uno de los tres indicadores que se analizan.



El análisis de la serie de imágenes de captura y rendimiento por período permite observar claramente la temporalidad de la pesquería de merluza de cola, lo que se ratifica con los índices estadísticos (Fig. 5 a 27; Tabla 2). En términos relativos durante los años 1985 a 1995, alrededor de 84 por ciento de la captura reportada de merluza de cola se concentró entre los meses abril - agosto, que coincide con el período de máximos rendimientos de pesca de este recurso, en la zona sur-austral. En efecto, el rendimiento en este período supera en cerca de 4,5 veces los índices obtenidos en el resto del año. Es importante destacar que en dicho período, la flota sólo aplicó alrededor del 53 por ciento del esfuerzo anual (valor promedio para la serie analizada).

El esfuerzo promedio mensual por cuadrícula fue de 8,9 h.a. para toda la serie, con índices más altos durante el primer período (abril-agosto). El esfuerzo aplicado por la flota fue mayor en los seis primeros años de la pesquería y en la actual década éste ha disminuido casi a la mitad, producto de la reducción del tamaño de la flota (Fig. 28).

La captura promedio mensual por cuadrícula se estimó en 8,8 toneladas, con registros claramente superiores durante el primer período (15,6 t.). En tanto, en el segundo período (sept-marzo) las capturas caen en forma drástica, alcanzando un promedio de 2,2 toneladas por cuadrícula. Asociado al menor esfuerzo aplicado, el índice de captura por cuadrícula presenta una leve disminución durante la actual década, pero esta reducción no fue tan acentuada como lo observado en el esfuerzo de pesca (Fig. 28).

El comportamiento del rendimiento de pesca presenta un patrón similar al de la captura, en el sentido de que se obtienen los índices más altos durante el



primer período. El rendimiento por cuadrícula, a diferencia de los otros dos indicadores, presenta una tendencia creciente, con valores claramente superiores en la actual década, en particular en el período abril-agosto (Fig. 29). Este aumento de los rendimientos se debe a la mayor participación que ha ido teniendo la merluza de cola en la captura de la pesquería sur-austral, lo que se asocia a su vez con una reducción del descarte de este recurso. En términos globales, en el período 1985-1988 la merluza de cola representaba alrededor del 30 por ciento de la captura, posteriormente esta participación comenzó a aumentar en la medida que fue disminuyendo la abundancia del recurso merluza del sur, hasta alcanzar el 48 por ciento de las capturas en 1995 (Tabla 3).

En la figura 5 se muestran los valores de captura, esfuerzo y rendimiento promedio mensual para el período enero-marzo de 1985. En esta imagen se aprecian dos zonas de operación de la flota, una ubicada entre los 43°00' y los 46°00' L.S, con un foco de concentración de esfuerzo al oeste de Puerto Aysén, que presenta valores que superan las 20 horas de arrastre (h.a.) por cuadrícula. La segunda zona se ubica al sur de los 50° L.S.. La captura y el rendimiento de merluza de cola sólo presentan valores medios, con un predominio de cuadrículas con capturas entre 100 y 3.000 kg. y rendimientos entre 100 y 900 kg./h.a. En síntesis en este período se aplicó un esfuerzo promedio 5,5 h.a por cuadrícula y se obtuvo una captura de 2 toneladas con un rendimiento 448 Kg./h.a (Tabla 2).

En el período abril-agosto de 1985, se puede apreciar que los valores de captura, esfuerzo y rendimiento se incrementan en toda el área de estudio y destacan tres zonas de interés. La primera localizada entre los 43° y los



46°20' L.S. con una fuerte concentración de esfuerzo (alta incidencia de cuadrículas con valores superiores a 20 h.a.), capturas altas y rendimientos medios. La segunda zona, ubicada entre los 48°00' y 50°50' L.S., muestra valores mas bajos de esfuerzo, las capturas se mantienen altas y los rendimientos son superiores. La tercera zona ubicada al sur de los 51°00' muestra un aumento paulatino del esfuerzo con la latitud, llegando al extremo sur con una alta incidencia de cuadrículas con valores superiores a 20 h.a., algo similar sucede con la captura. El rendimiento en su mayoría supera los 400 kg./h.a., con un importante número de cuadrículas que presentan valores mayores a las 3 t./h.a. (Fig. 6). En este período donde se concentra la máxima actividad de esta pesquería, los índices de esfuerzo, captura y rendimiento son claramente superiores a los del período anterior, con un promedio por cuadrícula de 11,3 h.a., 14,8 toneladas y 1.890 kg./h.a., respectivamente (Tabla 2).

En el período septiembre a marzo de 1985 y 1986, se puede apreciar que la flota se mantiene operando, reduciendo si los valores de esfuerzo en el extremo sur del área de estudio. Por su parte, las capturas y los rendimientos de pesca caen drásticamente en toda el área, focalizándose los mayores índices entre los 50° y 54° L.S. (Fig. 7).

En el período abril-agosto de 1986, el esfuerzo vuelve a incrementarse y presenta un foco de concentración entre los paralelos 44°00' y 46°20' L.S, con valores que superan las 20 h.a. mensuales por cuadrícula. La captura en esta zona también permanece alta, la mayoría de las cuadrículas presenta índices sobre las 8 toneladas; en cambio, el rendimiento muestra valores medios, con un predominio del rango entre los 400 y 900 kg./h.a.



Existe una zona intermedia entre los 47°40' y 52°00', donde el esfuerzo y la captura disminuyen para incrementarse nuevamente hacia el sur de esta última latitud, donde se observan niveles altos de estos indicadores y también del rendimiento de pesca. Los mayores rendimientos se registraron entre los 51°30' y 55°30' L.S. (Fig., 8). Los valores promedio de las imágenes de las tres variables analizadas muestran cifras similares a las obtenidas en igual período del año 1985 (Tabla 2).

En el período septiembre-marzo de 1986-87, se mantiene el foco de pesca en el área norte de la pesquería (44°30'-46°20' L.S.), con índices de esfuerzo que superan las 20 h.a. por cuadrícula. La captura en esta área se mantiene principalmente entre 8 y 24 toneladas y los rendimientos no superan los 900 kg./h.a. Entre los paralelos 47°50' y 52°30' L.S., se aprecia un segundo foco de concentración de esfuerzo, con capturas inferiores a las 8 toneladas por cuadrícula y rendimientos predominantes entre 400 y 900 kg./h.a. Más hacia el sur la actividad continúa, pero en niveles bastante reducidos, igual comportamiento presenta el índice de captura y rendimiento (Fig. 9).

En el período abril-agosto de 1987, nuevamente destacan los dos focos de operación observados en esta misma temporada en el año anterior. Uno localizado entre los 44°30' y los 46°20' L.S. y el otro, al sur del paralelo 55°30' L.S., donde se registraron índices promedio de esfuerzo que superan las 20 h.a. y las 24 toneladas de captura por cuadrícula. El rendimiento por su parte, presentó un gradiente latitudinal con valores más altos en la zona sur (Fig. 10).



En el período septiembre-marzo de 1987-1988, se puede apreciar una actividad importante de la flota al norte de la latitud 52° L.S., con niveles de esfuerzo altos y capturas intermedias, entre 1,3 y 8 toneladas; en tanto, los rendimientos de pesca se presentan bajos. Al sur de los 52° L.S. el esfuerzo desplegado fue bastante menor, destacando la aparición de una zona de pesca al este de la longitud 68° L.W., la captura disminuyó y los rendimientos se mantuvieron bajos (Fig. 11). Los valores promedios de las imágenes muestran un comportamiento similar a lo observado en igual período de años anteriores (Tabla 2).

En el período abril-agosto de 1988, se diferencian cuatro zonas de pesca. Una zona que se ubica entre los paralelos $44^{\circ}30'$ y $46^{\circ}30'$ L.S., con valores altos de esfuerzo (> 20 h.a.) y captura (> 8 t.), y niveles de rendimientos intermedios (400-900 kg./h.a.) La segunda zona abarca de los 48° a 51° L.S., donde el esfuerzo aplicado fue bajo y las capturas oscilaron en un rango bastante amplio que va de los 0,1 a 24 t., con rendimientos un poco superior a los de la zona anterior. La tercera zona va de los 51° a 55° L.S., en ésta el esfuerzo se incrementa para intensificarse aún más en la zona más extrema ($> 55^{\circ}$ L.S.). En ambas zonas las capturas son altas, predominando las cuadrículas con más de 8 toneladas y rendimientos de pesca sobre 1,4 t/h.a., destacando los índices obtenidos al este de los 68° L.W. (Fig. 12).

En el período siguiente, septiembre-marzo de 1988-89, como ya es característico la actividad disminuye y se mantiene el foco de pesca en el área norte entre los $44^{\circ}30'$ y $46^{\circ}30'$ L.S., con un nivel de esfuerzo alto,



capturas de merluza de cola intermedias y rendimientos bajos, inferior a 200 kg./h.a. Además, se observa la incidencia de cuadrículas con bajos valores de captura, esfuerzo y rendimiento al norte de los 44°30'. Desde los 48° L.S. hacia el sur, el esfuerzo se mantiene en niveles medios y las capturas predominantes están entre 1,3 y 3,3 t por cuadrícula. El rendimiento presenta valores en torno a los 400 y 900 kg./h.a. (Fig. 13).

En el período abril-agosto de 1989, se aprecia una fuerte concentración del esfuerzo en la zona de los 44°30' a 46°30' L.S., con valores que superan las 20 h.a. promedio mensual por cuadrícula. En este mismo foco, la captura de merluza de cola permaneció alta, por sobre las 24 t., mientras que el rendimiento osciló entre 200 y 3.000 kg./h.a. En la zona comprendida entre los 48° y 51° L.S., el esfuerzo no superó las 6 h.a. por cuadrícula y por ende las capturas también disminuyeron, el rendimiento fue un poco superior al registrado en la primera zona. Al sur de los 51°10' L.S., se aprecian niveles altos de captura, esfuerzo y rendimiento, siendo la zona de pesca comprendida entre 52° y 55° L.S. donde se reportaron los mayores índices de rendimiento (Fig. 14).

En el período septiembre-marzo de 1989-1990, se mantiene el foco de pesca entre los 44°30' y 46°30' L.S., con niveles de esfuerzo alto, capturas de la categoría mediana a baja (< 8000 kg.) y rendimientos bajos (< 100 kg./h.a.). Desde los 48° hacia el sur, el esfuerzo disminuye, la captura por cuadrícula se mantiene y el rendimiento aumenta, fluctuando entre los 100 y 900 kg./h.a. En esta área no se aprecia una clara definición de zonas, pero se observa una zona intermedia ubicada entre los 52° y los 55° L.S., con valores más bajos de esfuerzo y captura (Fig. 15). Los índices promedios de



las imágenes, comparados con igual período de años anteriores, indican un descenso en los rendimientos de merluza de cola producto de las menores capturas (Tabla 2).

En el período abril-agosto de 1990, el esfuerzo se mantiene alto en el caladero norte ($44^{\circ}30'$ y $46^{\circ}30'$ L.S.) y en el extremo sur de la pesquería, al este de la longitud 68° L.W. En el resto del área, el esfuerzo fue menor pero se mantuvo en valores medios. Las capturas en general fueron altas, presentando los menores valores en la zona comprendida entre $54^{\circ}20'$ y 57° L.S, donde se aplicaron los valores de esfuerzo más bajos. Por su parte, el rendimiento se caracteriza por presentar dos zonas, una al norte de los $50^{\circ}30'$ L.S., con valores mayoritariamente entre 400 y 900 kg./h.a. y otra zona al sur de dicha latitud, la cual presenta índices superiores a los 900 kg./h.a. (Fig. 16).

En el período septiembre-marzo de 1990-1991, se produce una drástica disminución del esfuerzo de pesca que se refleja claramente en la imagen (Fig. 17). En efecto, en este período se realizaron 2154 lances en toda el área, en comparación con un promedio de 4.300 lances por período que se venían efectuando en años anteriores. Las capturas como es característico en este período, continúan bajas, fluctuaron entre los 100 y 3.300 kg. por cuadrícula. La imagen de rendimiento muestra niveles bajos en el caladero norte (<100 kg./h.a.), y valores más altos al sur de los $46^{\circ}30'$ L.S., pero que en general no superan los 900 kg./h.a.(Fig 17).



En el período abril-agosto de 1991, nuevamente se refleja la disminución del esfuerzo que se observó en el período anterior, y que obedece básicamente a la reducción del tamaño de la flota arrastrera que opera en esta pesquería.

Los mayores niveles esfuerzos se aplicaron en la zona norte y sur del área de estudio, con índices superiores a las 6 h.a. Por su parte, las capturas no reflejan la disminución que presenta el esfuerzo y se mantienen relativamente altas en la mayoría de las cuadrículas visitadas. Como consecuencia de este comportamiento, los rendimientos son altos con un predominio de índices sobre los 1.400 kg./h.a. (Fig. 18). En síntesis en este período se aplicó un esfuerzo promedio de 6,9 h.a por cuadrícula y se obtuvo una captura de 16,7 t. con un rendimiento de 3.550 kg./h.a. ésto indica que el esfuerzo se redujo a la mitad y el rendimiento se duplicó respecto a las estimaciones para el mismo período de años anteriores (Tabla 2).

En el período septiembre-marzo de 1991-1992, el esfuerzo aplicado por la flota fue bajo, no obstante se mantiene el foco de concentración al norte de los 46°30' L.S., con niveles de esfuerzo superior a las 6 h.a. El resto de la actividad se desarrolló al sur de los 51°30' L.S., pero con índices bastante inferiores. Las capturas y los rendimientos presentan valores de medios a bajo, de acuerdo a la categorización de la imagen (Fig. 19).

En el período abril-agosto de 1992, el esfuerzo se aplicó en casi toda el área al sur de la latitud 43°30' L.S., con niveles más altos al norte de los 52° L.S y al este de la longitud 68° L.W. Las capturas permanecen altas, con los



mayores registros entre los paralelos 44°30' y 47° L.S. y entre los 50°30' y 55° L.S (> 8 t.). El rendimiento se presenta relativamente alto, con un predominio de cuadrículas con índices sobre los 1400 kg./h.a, sin embargo presenta valores uniformes en toda el área, siendo más altos en la zona comprendida entre los 52° y los 55°30' S (Fig. 20). Los valores promedios de la imagen, muestran un descenso en los rendimientos respecto a igual período del año 1991, pero se mantiene sobre los índices estimados en años anteriores (Tabla 2).

En el período septiembre-marzo de 1992 y 1993, en general los tres índices permanecen bajos, con niveles de esfuerzo por debajo de las 6 h.a., capturas inferiores a 3,3 toneladas y rendimientos menores a 3.000 kg./h.a. (Fig. 21).

En las Figuras 22, 24 y 26, se observa el comportamiento de las variables captura, esfuerzo y rendimiento para el período de mayor actividad en este pesquería (abril-agosto), correspondiente a los años 1993 a 1995. En términos globales se observa un comportamiento similar en los tres años. Se confirma la disminución del esfuerzo respecto a los inicio de la pesquería. La actividad se desarrolló en toda el área incluyendo, zona del Golfo de Penas. Además, se aprecia la mantención del foco de pesca del área norte, con niveles de esfuerzo por sobre las 10 h.a. promedio mensual por cuadrícula y capturas predominantes sobre las 8 toneladas. Por su parte, los rendimientos presentan un cierto gradiente latitudinal, obteniéndose los mayores índices al sur de la latitud 53° L.S., al igual que lo observado en imágenes anteriores. En promedio el rendimientos de la



imagen completa fluctuó entre 2,5 y 3,7 t./h.a. en 1993 y 1995, respectivamente (Tabla 2).

En las Figuras 23, 25 y 27, para estos mismos años, se presentan los indicadores correspondientes a la temporada baja de captura de merluza de cola (septiembre-marzo). El esfuerzo no disminuye substantivamente respecto a lo observado en las imágenes anteriores, a diferencia de la captura y el rendimiento que bajan sobre un 80 por ciento en relación a los índices estimados en la temporada alta.

En la Tabla 4 se sintetizan las proporciones de cuadrículas según niveles de rendimiento, por período y año. En términos generales, se comprueba que en el período septiembre-marzo, sobre el 90 por ciento de las cuadrículas presenta niveles de rendimiento inferiores a 900 kg./h.a. y en particular destaca la alta proporción de cuadrículas con índices menores a 100 kg./h.a., que en algunos años alcanzó al 38 por ciento. En cambio, en el período abril-agosto el aumento de los rendimientos es evidente, más del 80 por ciento de las cuadrículas presentan rendimientos promedios que superen los 900 kg./h.a. y a partir del año 1991 se produce un aumento importante de cuadrículas con rendimientos de pesca superiores a los 3.000 kg./h.a, en efecto en 1995 el 37 por ciento de las cuadrículas visitadas por la flota presentaron estos niveles de rendimiento.



4.2 Identificar los principales caladeros de pesca del área de estudio donde predomina la merluza de cola y caracterizar su estructura y composición, en un contexto espacio-temporal.

Análisis Factorial de Correspondencia Múltiple

La matriz de datos utilizada tiene una dimensión de 511 (lances) x 16 (variables). Se seleccionaron un total de 6 variables nominales activas, que representan un total de 70 modalidades; 5 variables suplementarias o ilustrativas que se representan con 20 modalidades y un total de 5 variables continuas ilustrativas. En la Tabla 5 se detalla la posición, el nombre y número de modalidades de cada variable o cuestión contenida en la matriz de datos.

Las variables ilustrativas corresponden a la distribución de frecuencias de 10 clases de tallas que fueron finalmente redistribuidas en 5 clases de tallas como lo indica la tabla. La razón de esta redistribución se debe a que las clases extremas originales 1 a 4 y 8 a 10 presentaban en alguna de ellas una gran cantidad de lances con frecuencia cero.

Las representaciones de los planos se presentan en el Figura 30, 31, 32 y 33, y corresponden básicamente al plano factorial de los individuos, plano factorial de las modalidades activas, plano factorial de las modalidades ilustrativas o suplementarias.

Los valores propios indican que la inercia de los dos primeros ejes factoriales acumulan el 12,19% de la inercia total (Tabla 6).



Interpretación de planos y ejes factoriales

Para la interpretación de las etiquetas representadas en la gráfica de los planos factoriales (Fig. 30 y 31), es necesario tener en consideración los siguientes criterios:

Plano de los individuos activos: Cada etiqueta tiene 5 dígitos numéricos que dan cuenta del año (dígito 1), mes (dígitos 2 y 3) y posición espacial (zona, dígitos 4 y 5). De este modo la etiqueta 10836, dice referencia con un lance realizado en el año 1 (1990), en el mes 8 (agosto) y en la zona asignada con la categoría 36.

Plano de las modalidades activas: Las etiquetas son alfanuméricas de dimensión 4. Las letras representan la variable de estudio y el dígito final, que está numerado de 1 a 4, localiza el valor del nivel del percentil <25, 25-50, 50-75 y >75, respectivamente. Así, la modalidad PFU3 corresponde a un lance de pesca localizado en el percentil 50-75 de la distribución de profundidades.

Interpretación del plano de individuos (lances)

En el plano de los individuos activos se presenta la distribución de los lances en cada una de las zonas de pesca y mes (Fig. 30). Todos los lances se encuentran asignados a una zona en el plano de los individuos activos. Por la posición que ocupan los lances en este plano, se puede observar que la distribución temporal de éstos van en el sentido contrario a los minutos del reloj y además, la actividad se mueven desde la zona sur en el primer semestre hacia la zona norte de la distribución en el segundo semestre.



Durante este proceso, en particular en el segundo semestre, la operación se concentra en una zona de caladeros intermedia entre el norte y sur.

Interpretación de las modalidades en los ejes y planos

Primer eje factorial

Del plano de las modalidades activas e ilustrativas, los valores del test muestran que el primer eje factorial está asociado fuertemente a condiciones de gradientes de profundidad y composición de talla (Fig. 31 y 32, Tabla 7).

A la izquierda del eje se localizan profundidades de calado PFU3 y PFU4 que corresponden a profundidades mayores a los 350 metros. Asociada a estas profundidades se encuentran las tallas promedios más bajas TPR1, menores a 67 cm. Las tallas mínimas y máximas del primer cuartil TMI1 y TMA1, consideradas aquí como cuestiones ilustrativas, confirman la presencia de ejemplares de menor tamaño ligadas al lado negativo del eje . Los rendimientos muestran en general estar ligados a niveles bajos CPU2 y CPU1 (< 929 kg./h.a.). Las categorías de zonas más fuertemente asociadas al eje negativo son Zona 8 (CZ02), Zona 9 (CZ03), Zona 13 (CZ07), Zona 10 (CZ04) y Zona 11 (CZ05), todas ubicadas en el área norte de la distribución (Tabla 7, Fig. 31).

A la derecha del eje se localizan profundidades de calados PFU1 y PFU2, menor de 350 metros de profundidad y tallas promedios altas, TPR4 mayores a 74 cm. La talla máxima TMA4 y la talla mínima TMI4, consideradas variables ilustrativas confirman el resultado observado. Los rendimientos se encuentran ligados a valores altos, CPU4 (>4), producto



del menor tiempo de arrastre (HR01) y mayores niveles de captura (KG04). Las categorías más fuertemente asociadas a este eje son la Zona 61 (CZ48), Zona 55 (CZ44), Zona 59 (CZ46) y Zona 62 (CZ49), todas localizadas en la zona sur de la distribución (Tabla 7, Fig., 31).

La edición sobre las variables continuas confirman que el eje 1 negativo está asociado con una distribución de longitudes, donde las tallas pequeñas (clases de talla 1-4) tienen un peso importante, mientras que el eje 1 positivo se asocia a distribuciones con tallas mayores (Tabla 7 y Fig. 33).

Segundo eje factorial

Del plano de las modalidades activas e ilustrativas, los valores del test muestran que el segundo eje factorial se puede interpretar como un gradiente de profundidad - proporción sexual (Fig. 31 y 32; Tabla 8).

A la izquierda del eje se localizan profundidades de calado PFU1, que corresponde a profundidades menores a los 250 metros. Asociada a estas profundidades se ubican los identificadores SEX1 y SEX2, que representan niveles de proporción sexual (machos/hembras) menores a 1,08, es decir se encontrarían más hembras que machos. Si bien aparecen tallas promedios grandes, TPR4 y TMA4, el rendimiento es bajo, CPU1 (257 kg./h.a.). Las categorías de zonas más fuertemente asociadas al eje negativo son Zona 39 (CZ29), Zona 33 (CZ23), Zona 49 (CZ38), Zona 45 (CZ34), Zona 36 (CZ26), Zona 35 (CZ25), Zona 44 (CZ33), Zona 22 (CZ13), en su mayoría ubicadas en la zona que denominaremos central de la distribución (Tabla 8, Fig. 31).



A la derecha del eje se localizan profundidades de calados PFU2 y PFU3, entre 250 y 450 metros de profundidad y tallas promedios TPR3, entre 70 y 73 cm. La proporción de machos se encuentra en su nivel máximo en este eje SEX4 ($>1,57$). La presencia significativa de tallas máximas TMA1, TMA2 y talla mínima TMI3 (variables ilustrativa) podría estar mostrando una distribución de tallas de baja dispersión, cuestión que se confirma con la presencia de la variable ilustrativa DST1 y DST2, desviaciones estándar del primer y segundo cuartil. Los rendimientos se encuentran ligados a valores altos, CPU4. Las categorías más fuertemente asociadas a este eje son la Zona 9 (CZ03), Zona 62 (CZ49), Zona 59 (CZ46), ubicadas en el área norte y sur de la distribución (Tabla 8, Fig. 31).

La edición sobre las variables continuas confirman que el eje 1 negativo está asociado con una distribución de longitudes, donde pesa fuertemente las tallas mayores (clases de talla 8-10); en tanto, el eje 1 positivo se asocia a distribuciones en la clase de talla 5, es decir la clase localizada al nivel central inferior de la distribución (Tabla 8, Fig. 33).

Interpretación del plano factorial

El plano factorial de las modalidades activas permite observar asociaciones importantes entre las zonas y las modalidades de profundidad (Fig. 31). De hecho se evidencia un gradiente de profundidad en el primer eje factorial, las profundidades menores se encuentran al lado positivo del eje 1 y las mayores al lado negativo opuesto. Estos gradientes tienen relación con un gradiente inverso en la talla, donde a mayor profundidad menor son las tallas promedios y a menor profundidad mayor talla. El gradiente



profundidad también se puede observar presente en el eje 2, ligado en este caso a un gradiente en la proporción sexual.

Los gradientes mencionados permiten asociar las zonas identificadas. Se concluye de estos resultados que hay zonas ligadas con los indicadores de profundidad, tamaño de los ejemplares capturados y proporción sexual, entre otros.

Siguiendo la dirección opuesta de los punteros del reloj, se distinguen 4 cuadrantes en el plano factorial. En el primer cuadrante formado por los ejes 1 y 2 positivos se ubican un conjunto de modalidades asociadas con las categorías de la zona sur (Zona 62, Zona 50, Zona 63, Zona 61, Zona 59, etc.). En el cuadrante 2, formado por los ejes 1 negativo y 2 positivo, se ubican las modalidades asociadas con categorías de la zona norte (Zona 8, Zona 9, Zona 10, Zona 11, etc). En los cuadrantes tercero y cuarto se localizarían las modalidades Zona 39, Zona 44; Zona 33, Zona 49, etc., del área que denominaremos centro.

Sobre la base de estos resultados es posible zonificar la pesquería de merluza de cola en el área de estudio, en tres zonas o áreas estratégicas (caladeros), cuyos límites se indican en la Tabla 9.

Análisis Discriminante Multivariado

Complementando el análisis anterior se usó una análisis discriminante en las tres poblaciones, definidas como zonas norte, centro y sur, empleando un total de 11 variables biológico pesqueras. En este análisis se incluyó la variable índice gonádico promedio de machos y hembras, con lo que se



redujo el número total de lances del estudio anterior a 117, esto porque los lances con muestreos de longitud y biológicos simultáneos son escasos.

Las variables consideradas en este análisis fueron las siguientes:

LHARRAS	:	horas de arrastre
LPROF	:	profundidad del lance
LREND	:	rendimiento de pesca
LLCV	:	coeficiente de variación rendimiento
LIGHP	:	índice gonádico promedio hembras
LIGMP	:	índice gonádico promedio machos
LLMAX	:	talla máxima
LLMIN	:	talla mínima
LLPROM	:	talla promedio
LLDS	:	desviación estándar tallas
PSEX	:	proporción sexual

La letra L indicada en cada variable significa que los datos fueron previamente logaritmizados por efecto de normalidad.

Los coeficientes estandarizados de la función discriminante para cada variable se entregan en la Tabla 10. Estos coeficientes miden el impacto de la variable por cada una de las funciones discriminantes.



La correlación de cada variable predictora con la variable canónica en la función discriminante, muestra que la profundidad tiene la mayor correlación (dentro de los grupos) con los puntajes de las variables canónicas en la primera función discriminante. El índice gonádico de machos muestra la mayor correlación en la segunda función discriminante (Tabla 11).

El ploteo de la función discriminante canónica muestra una excelente separación de los grupos norte, centro y sur (Fig. 34), mientras que la tabla de clasificación de los resultados, indica que el grado de éxito de la clasificación en la muestra estudiada es bastante alto (Tabla 12). El 92,3 por ciento de los lances fueron correctamente clasificados en los tres grupos o caladeros de pesca; en tanto; este porcentaje alcanzó al 89,9 por ciento al utilizar el método de validación cruzada.

Un análisis independiente de los índices gonádicos muestra que éstos tienen sus mayores valores, tanto en machos como en hembras, en las primeras categorías de zonas, las que se ubican en las latitudes norte de las distribución, cuando la flota está operando en el final del primer semestre y comienzos del segundo, actividad que se prolonga a veces hasta el mes de noviembre-diciembre (Fig. 35). Los últimos caladeros, que se encuentran al sur de la distribución y que comienzan a ser explotados principalmente en el primer semestre, muestran bajos índices gonádicos promedios.

Una descripción integrada del proceso de tipificación indica que la flota sigue un patrón muy claro, cual es comenzar la actividad en el área sur en el primer semestre, a profundidades de pesca de intermedia a baja



encontrándose con ejemplares de bajo nivel de actividad sexual (índices gonádicos bajos) y de talla promedio grande. Luego la flota se traslada hacia el área norte a fines del primer semestre, época en que los ejemplares alcanzan un alto nivel de actividad sexual (índices gonádicos grandes); se pesca a mayores profundidades y las tallas promedio de los ejemplares extraídos es más baja. El área centro es cubierta por la flota a fines del primer semestre hasta fines de año, opera en las menores profundidades de la distribución y las capturas muestran una proporción machos baja. Los rendimientos en esta área son menores.

Para evaluar la consistencia de este resultado se aplicó nuevamente un análisis discriminante, considerando las mismas variables, a los datos de los años 1994-1995. El éxito de clasificación fue alto, de un total de 156 lances, el 77,6% de éstos fueron clasificados correctamente en las tres zonas de pesca identificadas, mostrando un mayor grado de acierto en la clasificación de la zona norte y sur (Tabla 13).

En síntesis, de la tipificación de la información biológico-pesquera de la pesquería de merluza de cola en el área sur-austral de Chile, obtenida a través de un análisis factorial (AFCM) y complementada con un análisis lineal discriminante, es posible identificar tres áreas o zonas de caladeros.

Representaciones Cartográficas

Al analizar las imágenes estacionales del SIG, donde se representa la dinámica espacio-temporal de la captura, el esfuerzo y el rendimiento, no se discriminan claramente zonas de pesca características, exceptuando el



caladero del área norte que abarca de los 44°30' a los 46°30' L.S. En este foco de pesca, se advierte una constancia de la actividad y altos niveles de esfuerzo en toda la serie analizada, la captura también se presenta alta, en particular en el período abril-agosto. El rendimiento sigue el mismo patrón de la captura, pero en general con niveles más bajos que el resto del área. Sin embargo, hacia el sur se podrían identificar tres zonas más, pero no tan claramente como la zona de pesca del área norte. La segunda zona abarca aproximadamente desde los 47°30' a los 50°00' L.S., donde en general se aplican bajos niveles de esfuerzo y por ende las capturas también son menores. La tercera zona se extiende entre los 51°00' y los 54°30' L.S., en esta área el esfuerzo aplicado corresponde a niveles medios y se obtienen los índices de rendimiento de merluza de cola más altos. La cuarta y última zona se localiza al sur de los 54° 30' L.S., donde se concentra parte importante del esfuerzo de pesca después de la zona norte, en particular durante el período abril-agosto. En este período los rendimientos de merluza de cola permanecen altos, pero son un poco inferiores a los índices obtenidos en la zona 3.

En términos generales existe una cierta consistencia en las zonas identificadas mediante estos dos procedimientos. Las zonas 3 y 4 identificadas a través del análisis visual de las cartografías son asimilables respectivamente a las Zonas Centro y Sur definidas mediante el análisis multivariado; en tanto, la Zona Norte discriminada por este último método engloba las zonas 1 y 2 observadas a través de las imágenes.

Teniendo en consideración que el uso de datos biológico-pesqueros y el empleo de técnicas estadísticas multivariadas, permiten identificar las



probables estratificaciones del stock de merluza de cola con un mayor grado de objetividad, se propone dividir el área de estudio en tres zonas, denominadas Norte ($43^{\circ}00'$ - $50^{\circ}00'$ L.S.), Centro ($50^{\circ}00'$ - $55^{\circ}25'$ L.S.) y Sur ($55^{\circ}25'$ - $57^{\circ}25'$ L.S.).

El análisis espacial de las imágenes, muestra que el centro de gravedad del esfuerzo de pesca en la Zona Norte hasta el año 1991 estuvo bastante localizado en torno a los $45^{\circ}45'$ L.S. y los $75^{\circ}30'$ L.W., posteriormente se desplaza hacia el sur en la medida que se intensificó el esfuerzo en el área del Golfo de Penas (Fig. 36). En la Zona Centro, se observa que el centro de gravedad de la actividad se movió en torno a un área de $30'$ de latitud por $30'$ de longitud, con excepción del año 1987 que se encuentra desplazado hacia el este y norte de la localización del resto de los años. En la Zona Sur se observa el mayor desplazamiento de la operación de la flota, con una dinámica de la actividad que se produce principalmente en sentido longitudinal. Hasta el año 1988 el centro de gravedad se localizaba al oeste de longitud $69^{\circ}00'$ L.W., luego con la aparición de la zona de pesca al sur de la latitud $55^{\circ}00'$ L.S. y al este de los $68^{\circ}00'$ L.W., la actividad gravitó entre las longitudes $67^{\circ}30'$ y $68^{\circ}30'$ L.W y próxima los $56^{\circ}00'$ L.S. (Fig. 36).



4.3 Estimar aspectos reproductivos de la especie merluza de cola, tales como la fecundidad, madurez y talla de primera madurez sexual

Para estimar los aspectos reproductivos de *M. magellanicus*, finalmente se analizó una muestra de 751 ejemplares hembras, recopilados entre los meses de agosto de 1996 y septiembre de 1997, de los cuales 527 fueron objeto de examen microscópico (Tabla 14). El rango de tallas de los ejemplares varió desde 35 a 116 centímetros de longitud total (LT).

Ciclo de maduración ovárico

Indice Gonadosomático (IGS)

El examen del IGS muestra en forma marcada la tendencia del proceso de maduración que experimentan las gónadas en el transcurso de los meses, se observan los valores más altos en septiembre de 1996, lo que estaría indicando el máximo previo al desove (Fig. 37). En 1997, se observan valores promedios muy bajos del IGS en el mes de marzo, el cual aumenta lentamente en los meses de abril y mayo, para en junio alcanzar un valor más alto (2,8), señalando claramente el período de desarrollo gonádico con el correspondiente aumento de peso y volumen de los ovarios. El proceso de maduración continúa hasta alcanzar su madurez máxima en julio (1997), para iniciar el proceso de desove, lo que se traduce en una disminución brusca de los valores del IGS promedio en agosto y septiembre (Fig. 37).



Estados de madurez macroscópicas

El examen de la frecuencia de los estados macroscópicos de los ovarios en merluza de cola, muestra que en el mes de agosto (1996) la gran mayoría se encontró en estado de maduración (E3) y una pequeña fracción de maduros (E4), observándose un mayor avance del proceso reproductivo en septiembre, con un aumento de la fracción de peces maduros y la presencia de ejemplares en estado de postdesove (Fig. 38, Tabla 15).

Durante el año 1997, se detecta que en los meses de marzo y abril sobre el 90 por ciento de las muestras se encuentran inmaduras o en reposo gonádico (E1), con un bajo porcentaje de hembras en inicio de maduración (E2) (Fig. 38). Durante mayo se produce un aumento del desarrollo gonádico, lo que se traduce en la aparición de hembras en E4 (maduro) y un aumento sustancial del estado E3 (madurando), seguido del E2. En junio el proceso de maduración continúa, con un aumento del estado E4, para culminar en agosto, donde sobre el 95 por ciento de los ejemplares se encuentran en pleno desove (E5); posteriormente se observa un proceso de recuperación, con la aparición de un importante porcentaje de hembras en estado E2 y una disminución de los E5 (Fig. 38), indicando con ésto el término cercano del ciclo reproductivo de la merluza de cola.

Examen de los estados de madurez microscópicos

El análisis histológico de los ovarios de *M. magellanicus* correspondiente a los meses de agosto y septiembre de 1996, muestra que en el último mes citado el 77 por ciento de las hembras se encontraban pronto a desovar



(hidratados) o en pleno desove (FPO) (Fig. 39). El ciclo reproductivo del año 1997, muestra que durante los meses de marzo, abril y previos, la merluza de cola se encuentra en reposo sexual por la presencia sólo de hembras con ovocitos en estados inactivos y previtelogénicos (Tabla 16). A partir de mayo se inicia el desarrollo gonádico, con la presencia de un 55 por ciento de ovarios en vitelogénesis. El proceso continúa activamente, alcanzado sobre el 80 por ciento de hembras maduras en julio, seguido a continuación por un intenso y corto período de desove durante el mes de agosto, con la presencia del 100 por ciento de las gónadas con FPO (Tabla 16). La actividad de desove continúa, pero en forma disminuida durante septiembre, donde se observa un gran porcentaje (59 %) de hembras en recuperación o inactivas, indicando el término del ciclo reproductivo (Fig. 39).

En los períodos de desove de agosto-septiembre de ambos años analizados, se detectó que simultáneamente con presencia de los FPO había un elevado porcentaje de atresia, que alcanzó el 80 por ciento en agosto de 1997. En este mes llamó la atención que la gran mayoría de los ovarios en desove, sólo presentaban FPO y folículos atrésicos junto a ovocitos inactivos, dando la impresión de un desove total. Estas observaciones, junto al hecho que siempre se detectó un grupo restringido de tamaños de ovocitos en desarrollo en los ovarios, lleva a postular que la merluza de cola es un desovante de grupo sincrónico con uno o dos grupos de ovocitos, y con un período de desove muy corto.



Fecundidad

La fecundidad parcial estimada para *M. magellanicus* fluctuó entre 49.309 y 622.220 ovocitos para ejemplares de 770 y 2.700 g, respectivamente, con un promedio de 243.743 ± 155.557 . Las relaciones entre la fecundidad parcial *versus* el peso gónada, peso total, peso total-peso gónada y largo total, entregaron el mejor ajuste a una función lineal con coeficientes de determinación entre 0,423 y 0,914, con un alto nivel de significancia ($p > 0,001$) (Fig. 40, 41 y 42; Tabla 17).

La fecundidad total estimada para merluza de cola presentó rangos entre 82.496 y 2.108.730 ovocitos, para ejemplares de 1.200 y 4.300 g, respectivamente, con una media de 433.038 ± 280.084 . Las relaciones entre el peso total, peso total-peso gónada y largo total *versus* fecundidad total entregaron el mejor ajuste con una función de tipo lineal, con valores de R^2 entre 0,53 y 0,84 y con un grado alto de significancia ($p > 0,001$) (Fig. 43 y 44). En cambio, la relación entre el peso de la gónada y la fecundidad total presentó el mejor ajuste a una función potencial con un R^2 de 0,64 (Tabla 17, Fig. 45).

La fecundidad relativa, considerando el peso total-peso gónada, entregó un promedio de 188 ovocitos/g (d.e.= 83), en un rango de 65 y 363 ovocitos por peso corporal de hembra.



Considerando la forma de maduración de los ovocitos, el tipo y corto período de desove y determinando el número de veces que la fecundidad parcial representa en la fecundidad total, las hembras de merluza de cola podrían desovar completamente en dos tandas de desove.

Talla de primera madurez sexual

La estimación de la talla de primera madurez para hembras de merluza de cola, a través del método de la función logística, entregó un valor para L_{50} igual a 54,03 centímetros de longitud total ($\sigma^2 = 2,25$) (Fig. 46). En cambio, con el método lineal predictivo inverso se estimó una longitud de L_{50} equivalente 55,8 centímetros ($\sigma^2 = 14,4$) (Fig. 47). Con el modelo logístico logró un mejor ajuste de los puntos ($r^2 = 0,83$); por lo tanto, debería tomarse como más apropiado el valor de longitud de primera madurez estimado con este modelo. El resultado es consistente con las observaciones realizadas durante los meses de agosto y septiembre de 1996, en que se muestrearon ejemplares de longitud superior a 55 centímetros y la totalidad de éstos se encontraban maduros.



4.4 Estimar crecimiento de la especie en estudio y construir la clave talla-edad correspondiente

Para estimar el crecimiento y elaborar la clave talla-edad de merluza de cola, en total se analizó una muestra de otolitos de 1.055 ejemplares, recopilados entre los meses de febrero a diciembre de 1996. De éstos, 613 correspondieron a hembras y 442 a machos. La amplitud de tamaño de los peces fluctuó entre 34 y 111 centímetros de longitud total.

Composición por grupo de edad

En la muestra analizada aparecieron representados 14 grupos de edad, que van de los 2 a 15 años en hembras y de 2 a 14 años en machos, con una baja representación en los grupos de edades extremas (Fig. 48). Dado que la muestra fue seleccionada proporcionalmente de la distribución de longitudes, esta composición se considera representativa de la captura.

A pesar de la amplitud de edad que se observó, alrededor del 95 por ciento de las capturas corresponden a ejemplares que tienen entre 3 y 10 años.

Las estructuras por grupo de edad no presentan diferencias importantes entre sexo (Fig. 48). En el caso de los machos el 77,4 por ciento de los ejemplares observados tenían entre 5 y 9 años, con una mayor frecuencia en el grupo de edad 7 (22%); por su parte, en las hembras el 79,4 por ciento de la captura correspondió a ejemplares cuya edad fluctuó entre 5 y 9 años, con una mayor representación del grupo de edad 8 (20%).



En las tablas 18 a 20 se entregan las claves edad-talla para machos, hembras y ambos sexos.

Parámetros de crecimiento

Las estimaciones de los parámetros de crecimiento, L_{∞} , k y t_0 , del modelo de von Bertalanffy, empleando la edad actual y el método de retrocálculo se entregan en las tablas 21 y 22, respectivamente. En general, el estimado de la longitud asintótica al emplear la edad actual es mayor respecto del valor obtenido utilizando el método de retrocálculo.

Para probar la hipótesis de igualdad de crecimiento entre los machos y las hembras se utilizó el test de Hotelling y un análisis de suma de cuadrados residuales (Chen *et al*, 1992); por lo tanto, fue necesario estimar previamente las matrices de varianza y covarianzas de los parámetros de crecimiento, las cuales se entregan en la tabla 23.

La comparación entre sexos de los parámetros de crecimiento estimados con la edad actual, señala que para un nivel de significancia del 5% no se acepta la hipótesis de nulidad combinada (Tabla 24), ésto es, el crecimiento de los machos y de las hembras debe ser representado por ecuaciones individuales, las cuales se entrega a continuación:

$$LT = 115,91 \cdot (1 - e^{-0,1118(t + 1,808)}) \quad \text{machos}$$

$$LT = 123,32 \cdot (1 - e^{-0,1173(t + 1,4309)}) \quad \text{hembras}$$



Al comparar los parámetros obtenidos con el método de retrocálculo, se llega a un resultado similar en cuanto a que existen diferencias significativas en el crecimiento de los machos y de las hembras (Tabla 24). Las ecuaciones que describen el crecimiento son las siguientes:

$$LT = 100,64 \cdot (1 - e^{-0,1653(t + 0,7879)}) \quad \text{machos}$$

$$LT = 101,47 \cdot (1 - e^{-0,1794(t + 0,7647)}) \quad \text{hembras}$$

Las curvas crecimiento ajustadas para el año 1996, empleando ambos métodos se presentan en las figuras 49 y 50. En general en hembras se aprecia un comportamiento muy similar entre las edades 1 y 8, pero a partir de esta última edad el método de retrocálculo muestra una tasa de crecimiento inferior respecto a la edad actual, lo que explica los menores estimados de longitud asintótica obtenidos con el primer método. En el caso de los machos, se observa una similitud del crecimiento entre las edades 3 y 10, posteriormente con el método de retrocálculo nuevamente se estiman tasas de crecimiento inferiores.

De acuerdo a los datos analizados el mayor crecimiento de la merluza de cola se produce en el primer año de vida, tanto en machos como en hembras, luego la tasa de crecimiento disminuye en forma sistemática, para llegar a un incremento promedio de 2,2 y 1,2 centímetros, entre la edad 14 y 15, valores estimados con el método edad actual y retrocálculo, respectivamente. Al llegar a la edad 4 la longitud promedio del pez está en torno a los 55 y 58 centímetros, en machos y hembras, respectivamente, lo



que representa alrededor del 47 por ciento de la longitud asintótica estimada con la edad actual y el 55 por ciento del valor obtenido con el método de retrocálculo (Tabla 25 y 26).

Con el procedimiento de retrocálculo, al parecer en la muestra analizada se estaría subestimado la longitud asintótica (L_{∞}) de merluza de cola, teniendo en consideración que en las capturas comerciales es frecuente encontrar ejemplares que superan los 110 cm de longitud total. En consecuencia, la ecuación de crecimiento obtenida con el método edad actual podría ser considerada más representativa del crecimiento de *Macruronus magellanicus*.

Como una forma de validar los resultados, se analizaron las lecturas de edad de merluza de cola realizadas por IFOP en 1982. Las estimaciones de los parámetros de crecimiento, L_{∞} , k y t_0 , del modelo de von Bertalanffy, empleando la edad actual y el método de retrocálculo se entregan en las tablas 27 y 28, respectivamente. Al igual que lo observado al analizar los datos del año 1996, el estimado de la longitud asintótica al emplear la edad actual es mayor respecto del valor obtenido utilizando el método de retrocálculo.

Los resultados muestran que existe un crecimiento diferencial entre machos y hembras (Tabla 24). Las ecuaciones que describen el crecimiento para la edad actual, se entregan a continuación:



$$LT = 117,66 \cdot (1 - e^{-0,1113(t + 1,6737)}) \quad \text{machos}$$

$$LT = 129,92 \cdot (1 - e^{-0,1134(t + 0,9970)}) \quad \text{hembras}$$

Las funciones de crecimiento obtenidas a través del método de retrocálculo fueron las siguientes:

$$LT = 92,59 \cdot (1 - e^{-0,2110(t + 0,3468)}) \quad \text{machos}$$

$$LT = 104,15 \cdot (1 - e^{-0,1894(t + 0,2791)}) \quad \text{hembras}$$

Se compararon las curvas de crecimiento estimadas con los datos de 1996 y 1982, los resultados indican que empleando el método de edad actual no existen diferencias estadísticamente significativas entre los parámetros de crecimiento estimados de los machos entre ambos años; en hembras, si bien los test indican diferencias significativas, los estadísticos calculados están próximos a los F críticos (Tabla 24). Con el método de retrocálculo los análisis indican que existen diferencias significativas del punto de vista estadístico, no obstante, si se observan las representaciones gráficas se puede apreciar que las diferencias no son tan relevantes (Fig. 51).



4.5 Analizar las estimaciones disponibles de los principales parámetros poblacionales de la especie merluza de cola y evaluar su nivel de incertidumbre

El interés se centró básicamente en los parámetros de crecimiento y la mortalidad natural, que constituyen estimaciones imprescindibles de disponer para evaluar el estado de explotación de cualquier recurso.

En general los parámetros que describen la dinámica poblacional de la merluza de cola son poco conocidos. Aguayo (1974); Aguayo y Gili (1984); Tomo y Torno (1987) y Giussi (citado por Prenski *et al.*, 1996) han estudiado el crecimiento de la especie. Por su parte Ojeda *et al.* (1986); Arancibia (1996); Ehrhardt y Prenski (1996) y Wöhler *et al.* (1996), han estimado mortalidades naturales.

Parámetros de crecimiento

Los parámetros de crecimiento que se estimaron son aquellos correspondientes al modelo general de crecimiento de von Bertalanffy (L_{∞} , k y t_0), cuyos resultados se entregan en el punto 4.4.

En la Tabla 29 se sintetizan los parámetros de crecimiento estimados para merluza de cola y disponibles en la literatura. Para efectos comparativos, a las longitudes (preanales) asintóticas propuestas por Tomo y Torno (1987) se les estimó su correspondiente en longitud total, mediante la relación longitud total-longitud preanal propuesta por Bezzi (1984). El cálculo entrega un valor de 109,6 y 117,2 centímetros para machos y hembras, respectivamente.



En general, los mayores valores de longitudes asintóticas corresponden a los estimados en el presente estudio y se aproximan a los valores propuestos por Tomo y Torno (*op. cit.*). Por su parte, las cifras más bajas son las reportadas por Aguayo (1974) y las diferencias obedecen básicamente a la reducida amplitud de talla de los ejemplares analizados (24 a 73 centímetros) (Tabla 29).

Mortalidad Natural

Método Jones & van Zalinge (1982)

Para estimar la mortalidad natural empleando este método se utilizaron los datos de captura a la talla del año 1982, bajo el supuesto que en ese año el stock de merluza de cola se encontraba en los inicios de su explotación.

En la figura 52 se presentan las curvas de captura acumulada a partir de las cuales se calcularon los parámetros de la ecuación, empleando el método de Jones and van Zalinge (1982). La estimación de la mortalidad natural, tomando en consideración los parámetros de crecimiento obtenidos en este estudio, entrega niveles de M que fluctúan entre 0,32 y 0,42 año⁻¹ (Tabla 36), con valores más bajos al emplear los parámetros de crecimiento obtenidos con el método de retrocálculo. En las Tablas 30 a 33 se entregan los resultados del análisis de varianza correspondiente.

Método Chapman and Robson (1960)

La información utilizada para estimar la mortalidad natural con este método, corresponde a la captura del año 1982. La composición en número por grupo de edad se presenta en la Figura 53. La estimación de M se basó en



el segmento de la curva de edades completamente reclutadas empleando en este caso el rango de edades de 6 a 12 años. A partir de esta información se aplicó el algoritmo de cálculo, cuyos resultados se entregan en la Tabla 34 y 35. La estimación entregó un valor de mortalidad de 0,41 y 0,33 año⁻¹ para machos y hembras, respectivamente.

Método Taylor (1958)

Para la aplicación de este método se utilizaron los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy obtenidos en este estudio, empleando el método de edad actual y retrocálculo. Las estimaciones entregaron valores de M que fluctuaron entre 0,12 y 0,19 año⁻¹. (Tabla 36), que corresponden a las mortalidades más bajas obtenidas en este trabajo.

Método Rikhter y Efanov (1976)

Empleando una talla de primera madurez de merluza de cola de 54,03 centímetros, que corresponde a una edad estimada de 3,5 años, se obtuvo una mortalidad natural de 0,46 y 0,47 año⁻¹; empleando el método edad actual y retrocálculo, respectivamente (Tabla 34). Estos valores en general son mayores que las estimaciones obtenidas con la curva de captura.

Método Pauly (1980)

Para estimar la mortalidad con la ecuación propuesta por este autor, se utilizaron los parámetros de crecimiento estimados en el presente estudio, y una temperatura promedio de 8° C (D.S.= 2° C), correspondiente a la media de la amplitud reportada por Bezzi (1984). El cálculo entrega un valor de M que fluctúa entre 0,16 y 0,23 año⁻¹ (Tabla 36), cifras más próximas a la



obtenida con el método Taylor, que las provenientes de los métodos que emplean la curva de captura.

En la Tabla 36, donde se sintetizan los valores de la mortalidad natural estimados empleando los diferentes métodos propuestos, se comprueba que la curva de captura y el método de Rikhter y Efanov, estarían entregando las estimaciones de mortalidad natural más realistas, teniendo en consideración la longevidad de la especie y el nivel trófico que ocupa en la cadena alimentaria del ecosistema austral (Payá, 1992; Pool *et al.*, 1997).

Con los métodos que emplean la curva de captura, se estimó una mortalidad natural promedio (ponderada por el inverso de la varianza) de $0,4 \text{ año}^{-1}$, cuando se utilizaron los parámetros de crecimiento obtenidos con la edad actual de los peces. En tanto, con el método de retrocálculo las estimaciones fueron menores, fluctuando entre $0,32$ y $0,36 \text{ año}^{-1}$ en machos y hembras, respectivamente.

Si en el proceso de promediación se incorporan las mortalidades obtenidas con el método Rikhter y Efanov, que corresponde a las estimaciones más altas, se obtienen mortalidades de $0,40$ y $0,46 \text{ año}^{-1}$ para los parámetros de crecimiento calculados con la edad actual y retrocálculo, respectivamente.



5. DISCUSION

El objetivo del presente estudio ha sido caracterizar la pesquería de merluza de cola que se desarrolla en la zona sur-austral de Chile, en términos de la dinámica de la distribución espacio-temporal de las operaciones de pesca e identificar los principales caladeros de merluza de cola; así como también, estimar los aspectos reproductivos de la especie, el crecimiento y construir las claves talla-edad correspondientes; y estimar algunos parámetros poblacionales de la especie. Para este efecto se analizó una serie histórica de datos recopiladas por IFOP durante el período 1985 a 1995; además, de información biológica recolectada en 1996 y 1997.

El estudio de la dinámica espacio-temporal de la actividad en la pesquería sur-austral, se basó en las bitácoras de pesca de la flota arrastrera fábrica y no se utilizaron las bitácoras de las embarcaciones hieleras, debido a la baja incidencia de merluza de cola en el reporte de captura. Es importante destacar que en esta pesquería la intencionalidad de pesca ha estado orientada básicamente a merluza del sur; por lo tanto, esta información presenta limitaciones para un estudio de esta naturaleza en merluza de cola, más aún si se tiene en consideración que ha existido un descarte (no cuantificado) de este recurso durante el desarrollo de esta pesquería.

El análisis de la dinámica de la actividad indica que la flota presenta un régimen de operación estacional, con una clara concentración del esfuerzo en el período mayo-noviembre e índices de esfuerzo bajos durante el resto



del año. Esta dinámica está relacionada directamente con la temporada de pesca la merluza del sur, recurso objetivo de esta pesquería.

En consecuencia, para definir la estacionalidad de la pesquería de merluza de cola se estudió principalmente el comportamiento de la captura y el rendimiento de pesca de este recurso. Estos índices presentan un patrón característico, con valores altos en el período otoño-invierno y bajos en primavera-verano. Observando las variaciones de estas dos variables, se comprueba que este patrón se mantiene en el tiempo y que presenta dos puntos de giro relevantes, un mínimo estacional que se produce en febrero y un máximo, entre los meses de mayo a julio. Aguayo *et al* (1987) observaron un patrón similar para las capturas de merluza de cola en el período 1979-1986.

Estos índices determinaron la existencia de dos períodos, uno caracterizado por niveles altos de captura y rendimiento de merluza de cola, que abarca de abril a agosto y un segundo período, con valores bajos de captura y rendimiento, que cubre de septiembre de cada año a marzo del año siguiente. En el primer período se obtuvo alrededor del 84 por ciento de la captura de merluza de cola reportada anualmente entre 1985 y 1995; a su vez, los rendimientos superan en 4,5 veces los niveles obtenidos durante el resto del año. Esto indica que el rendimiento de pesca, más que el esfuerzo, es la variable determinante en el éxito de la captura de merluza de cola.

El esfuerzo de pesca durante la actual década se ha reducido casi a la mitad respecto a los niveles aplicados al inicio de la pesquería, debido básicamente a la disminución del tamaño de la flota que participa en esta pesquería. No obstante, la captura de merluza de cola no ha disminuido en



forma significativa, lo que se relacionaría con un menor descarte de que ha sido objeto este recurso en los últimos años, frente a la disminución de la abundancia de merluza del sur.

A través de un análisis multivariado de datos biológico-pesqueros y el análisis de las imágenes de captura, esfuerzo y rendimiento, fue posible categorizar el área de la pesquería de merluza de cola en tres zonas, denominadas Norte ($43^{\circ}00'$ - $50^{\circ}00'$ L.S.), Centro ($50^{\circ}00'$ - $55^{\circ}25'$ L.S.) y Sur ($55^{\circ}25'$ - $57^{\circ}25'$ L.S.).

El análisis de la dinámica espacio-temporal de la actividad muestra un patrón característico que comienza con la operación de las embarcaciones en la Zona Sur durante el primer semestre, donde la flota pesca a profundidades de intermedia a baja, extraen ejemplares de merluza de cola de talla promedio grande, que presentan un bajo nivel de desarrollo sexual. Luego la flota se desplaza a la Zona Norte hacia fines del primer semestre, para encontrarse pescando en este área en invierno, las embarcaciones operan a mayores profundidades, la talla promedio de los ejemplares extraídos es más baja y en este período la merluza de cola alcanza un alto nivel de actividad sexual (índices gonádicos altos). La Zona Centro es cubierta por la flota a fines del primer semestre hasta terminar el año y las embarcaciones operan en las menores profundidades de la distribución y se observa una mayor proporción de hembras en la captura.

La distribución de talla de la población de merluza de cola en el Pacífico sur parece estar influenciada por la profundidad, existiendo una relación inversa entre ésta y la talla de los ejemplares. A este respecto, Pantoja *et al* (1973), indican que la mayor abundancia de tallas grandes se encontraba entre los



50 y 100 metros de profundidad y los juveniles se localizaron entre los 100 y 300 metros, pero las tallas grandes, a diferencia de los juveniles, estaban presentes en todos los niveles de profundidad (50-350 mt.), con diversos grados de abundancia. Esta característica también ha sido descrita por Bezzi (1984) y Chesheva (1992) para la costa atlántica.

En cuanto al comportamiento estacional de la merluza de cola resulta difícil deducirlo del movimiento de la flota, ya que como se indicó anteriormente, el esfuerzo lo orientan básicamente a la merluza del sur; por otra parte, los escasos estudios dirigidos a merluza de cola en Chile, tampoco permiten deducir un patrón característico de desplazamiento de esta especie. Sin embargo, teniendo en consideración los antecedentes de captura que indican que en el período primavera-verano este recurso es extraído en la zona de Talcahuano (Serra *et al*, 1997) y coincide con el período de bajos rendimientos en la zona sur-austral (septiembre-marzo), la merluza de cola se desplazaría hacia el norte en primavera verano y retornaría hacia el sur en otoño invierno. En la figura 54 se presenta el patrón estacional de la captura de merluza de cola en la zona sur-austral y centro-sur, donde se confirma que las curvas presentan una estacionalidad opuesta, con índices altos de captura en mayo-julio en la zona sur-austral y en octubre-diciembre en la zona de Talcahuano. Otro antecedente que podría avalar esta hipótesis, emana de una evaluación directa de recursos demersales realizada en la zona sur-austral en el período julio-agosto de 1992 (Payá *et al*, 1993), en este estudio empleando el método de área barrida se encontró que la mayor biomasa de merluza de cola se encontraba entre los 41°40' y 47°00' L.S., disminuyendo casi a un tercio en la zona de los 47°00'-53°00'; el método hidroacústico confirma un gradiente de abundancia norte sur, con



las mayores concentraciones entre el Golfo Coronado y las Islas Guaitecas, proyectándose un abundancia alta de merluza de cola hacia el norte del área prospectada. Por otra parte, para el Atlántico tampoco existe un patrón claro de migración de la merluza de cola (Prenzki *et al.*, 1996)

En relación a los aspectos reproductivo, el ciclo de *M. magellanicus* en la zona de la pesquería sur-austral durante 1997, muestra un período bien definido de maduración que se inicia en mayo, alcanza su madurez plena en julio, para culminar con un período corto de desove durante los meses de agosto y septiembre. Estos resultados basados en la histología gonádica son concordantes con el comportamiento del IGS, para igual período de estudio, los cuales a su vez son coincidentes con los datos publicados por Bezzi (1984); Aguayo *et al.*, (1987, 1990); Prenski *et al.* (1996) y Lillo *et al.* (1997); autores que identifican los meses de julio a septiembre con períodos de gran actividad reproductiva.

La presencia de una moda amplia que crece en forma sincrónica durante el proceso de maduración, junto a la existencia de ovocitos inactivos durante todo el período de desarrollo permite señalar para esta especie un desove de tipo grupo sincrónico, como ha sido citado también por Bowers & Holliday (1961) para *Clupea harengus* y por Oliva *et al.* (1986) para *Perca fluviatilis* y *Melanogrammus aeglefinus*. Este tipo de desove podría esperarse en especies adaptadas a un hábitat de altas latitudes, donde la oferta ambiental y condiciones abióticas son favorables durante un corto período asociado a la época estival.

La diferencia marcada de los promedios de IGS entre septiembre de 1996 y 1997, se deben fundamentalmente a la presencia de un grupo importante de



hembras con ovocitos hidratados en agosto y septiembre de 1996, lo que no sucedió el año siguiente, donde agosto fue la época final de desove con el 100 por ciento de hembras totalmente desovadas y el 80 por ciento con atresia total, correspondiendo el mes de septiembre a un proceso de recuperación, con un 60 por ciento de hembras en estado inactivo y sólo un 35 % en desove y atresia total, lo que señala seguramente que en 1996 hubo un retraso del proceso de desove, respecto a 1997.

La relación del peso gónada, peso total y peso total-peso gónada *versus* la fecundidad parcial mostró que el mejor ajuste es de tipo lineal con coeficientes de correlación altamente significativos ($p > 0,001$), lo que estaría representado el tipo de desove sincrónico de la merluza de cola. Además, la posibilidad de haber estimado la fecundidad total, permite indicar que la especie citada presenta un período corto de desove, proceso que lo realizaría en dos tandas.

Los ausencia de antecedentes sobre fecundidad total (F) y fecundidad relativa (f) para merluza de cola sólo permite hacer una comparación con otra especie que habita las aguas jurisdiccionales chilenas, ésto es *Merluccius gayi* perteneciente al mismo orden de Teleósteos. Los valores promedios de fecundidad absoluta estimados por Balbontín & Fisher (1981) para merluza común fluctúan entre 64.695 y 2.122.218 para hembras de 300 y 5.100 g, respectivamente, en comparación con los valores de 82.496 y 2.108.730 ovocitos para ejemplares de 1.200 y 4.300 g, respectivamente en merluza de cola, lo que muestra fecundidades muy cercanas. Sin embargo, la fecundidad relativa es mayor en merluza común, la cual presenta valores promedios de 174 y 414 ovocitos/g. para hembras de 300



y 5.100 g, respectivamente, mientras que para merluza de cola se estimó valores de 65 y 363 ovocitos/g. para ejemplares de 1.200 y 4.300 g, respectivamente.

La talla de madurez estimada en $L_{50} = 54$ centímetros (I.C.: 51 - 57 cm), podría corresponder al mejor valor logrado, estando limitado por la cantidad de muestras en relación al amplio rango de talla que presenta merluza de cola y posiblemente al mes, julio en que se hizo la estimación. Lo anterior se sustenta en el hecho que durante el período de desove de 1996 (agosto-septiembre), donde el rango de talla estuvo entre 56 y 110 cm, todas la hembras de merluza de cola se encontraron maduras, lo que no aconteció en el período de desove 1997, antecedente que habría que considerar en futuras estimaciones de talla de madurez para la especie.

Información disponible en la literatura indican que las estimaciones de talla de primera madurez están próximas a los valores obtenidos en el presente estudio. Avilés *et al* (1979) estimaron una talla de primera madurez de 55 y 59 centímetros en hembras y machos, respectivamente; en tanto, Arancibia *et al* (1994) reportan una talla de primera madurez de 55,4 centímetros. En el sector argentino Bezzi (1984) estimó una talla de primera madurez para machos de 58,8 cm. y para hembras de 56,5 cm; por su parte, Wöhler *et al* (1996) determinaron un valor de 58,5 cm de longitud total para ambos sexos combinados.

En cuanto a la estimación de los parámetros de crecimiento, es importante indicar que las edades extremas, 1 a 3 y superiores a 10 años, estuvieron poco representadas, situación que es característica en la mayoría de los



estudios de esta naturaleza, ya que los muestreos analizados provienen de la pesca comercial, donde los tamaños extremos muestran una baja presencia.

La falta de ejemplares de edades menores influyen en el ajuste de los parámetros de crecimiento mediante el procedimiento a la “edad actual”, vale decir la edad al momento de la captura, observándose que el valor del t_0 resulta muy negativo. Esta debilidad se suple al utilizar el procedimiento de retrocálculo de longitudes a las edades pretéritas, para este efecto se emplean las medidas de los anillos de crecimiento, con los cuales se obtienen las longitudes de los peces para las edades que tenían al momento de formar cada uno de los anillos hialinos presentes en los otolitos. Sin embargo, hay que tener en consideración que este procedimiento implica un exhaustivo trabajo de medición de los anillos de crecimiento, lo cual en peces de longevidad mediana como la merluza de cola, es una labor que presenta un cierto grado de dificultad y que en muchos casos, la medición no es posible de efectuar especialmente en las edades mayores. Esta situación también puede llevar a subestimar o sobreestimar los valores de los parámetros de crecimiento.

En el presente estudio el procedimiento de retrocálculo al parecer estaría subestimando la longitud asintótica, teniendo en consideración que longitudes observadas en las capturas comerciales frecuentemente superan los 100 centímetros de longitud total. De acuerdo a esto el valor de longitud asintótica obtenida mediante el procedimiento de edad actual estaría más próxima a la longitud máxima observada en las capturas de merluza de cola.



A este respecto en la literatura se entregan distintos valores para este parámetro, Aguayo (1974) obtuvo un L_{∞} de 66,8 cm; en tanto, Aguayo y Gili (1984) reportan un valor asintótico de 103 cm. Por otra parte, de acuerdo a lo realizado por Tomo y Torno (1987), la longitud máxima obtenida para machos de *M. magellanicus* alcanza los 109,6 cm y en caso de las hembras 117,5 cm de longitud total. Otro resultado obtenido en la costa argentina por Prenski *et al* (1996), indica un L_{∞} de 92,27 cm. Estas diferencias se deben fundamentalmente a las distintas amplitudes de talla de los ejemplares analizados, lo que demuestra que la ausencia de información en las edades extremas genera gran variabilidad en las estimaciones.

En términos globales, de acuerdo a los procedimientos empleados en este estudio para comparar las curvas de crecimiento usando los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy, se concluyó que esta especie presenta un crecimiento diferencial por sexo. Este resultado difiere con lo reportado por Aguayo y Gili (1984) y Giussi (*fide* Prenski *et al.*, 1996), quienes no encuentran diferencias significativas en el crecimiento de los machos y de las hembras.

En la actualidad se está desarrollando un proyecto FIP (N° 97-15) orientado específicamente a estimar el crecimiento de merluza de cola. En dicho estudio se contempla analizar una serie histórica de siete años, que abarca la información recopilada de la pesquería sur-austral entre los años 1990 y 1996, lo que permitirá confrontar los resultados que se entregan en el presente estudio.

En relación a la estimación de la mortalidad natural, es importante precisar que este parámetro es uno de los más difíciles de determinar. A pesar que



existen muchos métodos que han sido desarrollados para estimar la mortalidad natural, no siempre es posible conseguir estimados que sean insesgados o que sean representativos de todo el rango de edades (Ehrhardt y Prenske, 1996). Los resultados de M obtenidos a través de los métodos propuestos fueron analizados y se seleccionaron aquellos estimados congruentes con la longevidad de la especie, nivel trófico y que comparativamente estaban dentro de los rangos de las estimaciones que existen para otras especies de gadiformes.

De los cinco métodos utilizados para estimar la mortalidad natural, los métodos bioanalógicos entregaron valores más bajos, lo que podría atribuirse a que estos métodos no consideran en forma notoria la depredación de que es objeto este recurso en el ecosistema austral, como lo harían los métodos que utilizan la curva de captura (Ojeda *et al.*, 1986).

Las estimaciones de mortalidad utilizando los métodos de la curva de captura y el método Rikhter y Efanov (1976), que se estiman más realistas para esta especie, fluctuaron entre 0,32 y 0,46 año⁻¹.

En Chile Ojeda *et al.*, (1986) usando modelos bioanalógicos estimaron una mortalidad natural que fluctúa entre 0,2 y 0,3 año⁻¹; en cambio al emplear la curva de captura reportan una mortalidad que alcanza valores entre 0,63 y 0,69 año⁻¹. Estas últimas estimaciones resultan inusualmente altas para esta especie, teniendo en consideración su longevidad y las estimaciones de M existentes para otros gádidos. Por su parte, Arancibia *et al.* (1996) estimaron una mortalidad natural de 0,45 año⁻¹.



En el sector del Atlántico Ehrhardt y Prenski (1996) reportan una mortalidad natural que fluctúa entre 0,36 y 0,45 para edades de 5 y 9 años, respectivamente ($\bar{M}=0,38 \text{ año}^{-1}$) y Wöhler *et al.* (1996), empleando el método de curva de captura estimaron valores de M de 0,35 a 0,40.

En términos globales, exceptuando los resultados de Ojeda *et al* (*op. cit.*), las estimaciones obtenidas en este estudio se encuentran dentro de los rangos citados en la literatura para esta especie.

La merluza de cola tiene una longevidad más reducida que las otras especies de gádidos que habitan en la zona sur-austral; en efecto, en esta especie se han encontrado edades hasta 15 años, en contraste con la merluza del sur que puede alcanzar hasta 30 años (Ojeda y Aguayo, 1986) y 19 años en merluza de tres aletas (Ojeda *et al.*, 1997). Para merluza del sur se han estimado mortalidades naturales que varían de acuerdo al sexo entre 0,17 y 0,26 año^{-1} en hembras y machos, respectivamente (Aguayo *et al.*, 1998); en merluza de tres aletas en tanto se estima un M igual a 0,2 año^{-1} (Wöhler *et al.*, 1996; Payá, 1997). Estos antecedentes sustentan los valores más altos de mortalidad estimados para merluza de cola en este estudio, más aún teniendo en consideración que esta especie está sometida a una fuerte predación en el ecosistema austral, incluyendo un alto grado de canibalismo (Payá, 1992; Pool *et al.*, 1997).



6. CONCLUSIONES

- La dinámica de la operación de la flota en la pesquería sur-austral, presenta un claro comportamiento estacional, con una concentración del esfuerzo en el período mayo-noviembre e índices bajos en los meses restantes. Esta dinámica está relacionada directamente con la temporada de pesca la merluza del sur, recurso objetivo de esta pesquería.
- El esfuerzo de pesca en la actual década ha disminuido casi a la mitad respecto de los niveles aplicados en la década de los ochenta. Sin embargo, esta disminución no se ha visto reflejada en las capturas de merluza de cola, lo que estaría relacionado con un menor descarte de este recurso en la actualidad.
- La captura y el rendimiento de pesca de merluza de cola presentan un patrón característico, con índices altos en el período abril-agosto y sustantivamente más bajos de septiembre a marzo.
- En el área de estudio fue posible identificar tres zonas estratégicas o caladeros, a través de un análisis multivariado de datos biológico-pesqueros y el análisis de las imágenes de captura, esfuerzo y rendimiento. Se propone utilizar estas zonas con fines de seguimiento de esta pesquería, para darle una mayor consistencia y robustez a los análisis.
- No existe un patrón claro de migración de la merluza de cola en el Pacífico sur-oriental; sin embargo, se postula la hipótesis que la especie



presenta un desplazamiento hacia el norte en primavera-verano y retorna hacia el sur en otoño-invierno.

- *M. magellanicus* en la zona de la pesquería sur-austral presenta un ciclo de madurez gonádica bien definido, con un período de madurez que comienza en mayo, alcanza su máxima expresión en julio, seguido de un corto período de desove durante agosto y septiembre.
- La merluza de cola posee un tipo de desove de grupo sincrónico, constituyéndose en una de las pocas especies conocida con esta modalidad de desove en el país.
- El comportamiento del IGS refleja muy bien el ciclo de madurez, debido al tipo de desove de merluza de cola, lo que permite su utilización como un muy buen indicador del proceso reproductivo.
- La merluza de cola presentó una fecundidad parcial que fluctuó entre 49.309 y 622.220 ovocitos para ejemplares de 770 y 2.700 g, respectivamente, con un promedio de 243.743 ± 155.557 ovocitos. La fecundidad relativa promedio fue de 188 ± 83 ovocitos/g. La fecundidad total estimada fluctuó entre 82.496 y 2.108.730 ovocitos para individuos de 1.200 y 4.300 g, respectivamente con un promedio de 433.038 ± 280.084 .
- La talla de primera madurez estimada por el método de la Función Logística (54 cm.) entregó un valor inferior al estimado con la Función Predictiva Inversa (55,8 cm.), siendo estas estimaciones levemente menores a los rangos que entrega la literatura para esta especie.



- La merluza de cola tiene una longevidad más reducida que las otras especies de gádidos. En las capturas se identificaron 14 grupos de edad (II a XV), encontrándose la mayor frecuencia en los grupos IV a VIII.
- La merluza de cola presenta un rápido crecimiento durante los cuatro primeros años de vida, alcanzando alrededor del 50% de su longitud asintótica.
- El crecimiento expresado a través de la ecuación de von Bertalanffy, presenta diferencias significativas entre sexos, en consecuencia el crecimiento de la especie debe ser expresado por funciones diferentes.
- En general con los métodos que emplean la curva de captura se obtuvieron estimaciones de mortalidades naturales más altas, que con los métodos bioanalógicos. Las primeras estimaciones son más consistentes con la longevidad de la especie y con el nivel trófico que ocupa esta especie en la cadena alimentaria; además, con las mortalidades reportadas para esta especie en la literatura.



7. BIBLIOGRAFÍA

- Aguayo, M. 1974. Estudio de la edad y el crecimiento de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*, Lönnberg) (Gadiformes-Gadidae). Ser. Invest. Pesq. Inst. Fom. Pesq. (Chile) 19: 43 pp.
- Aguayo, M. y R. Gili. 1984. Estudio de la edad y el crecimiento de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*, Lönnberg) (Gadiformes-Gadidae). Invest. Pesq. (Chile) 31: 47-57 pp.
- Aguayo, M., Z. Young, R. Bustos, V. Ojeda, T. Peñailillo, H. Hidalgo y I. Céspedes. 1987. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales demersales (peces) zona sur-austral. 1986. Estado de situación del recurso. IFOP. AP 87/3. 209 pp.
- Aguayo, M., I. Payá, R. Bustos, V. Ojeda, R. Gili, C. Vera, I. Céspedes & L. Cid. 1990. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales demersales (peces) zona sur-austral. 1988. Estado de situación del recurso. Instituto de Fomento Pesquero AP 89/17a, 161 pp.
- Aguayo, M., A. Zuleta y I. Paya. 1998. Investigación CTP de merluza del sur 1998. Informe Técnico. IFOP/SUBPESCA. 32 p + Anexo.
- Arana, P. 1970. Nota sobre la presencia de ejemplares de merluza de cola (*Macruronus magellanicus* Lönnberg, 1907) frente a la costa de Valparaíso. Inv. Mar. 1(3): 50-60 pp.



- Arancibia, H., R. Alarcón; L. Cubillos, S. Nuñez, I. Toledo, L. Vilugrón, C. Veloso y H. Peña.* 1994. Evaluación indirecta del stock de merluza de cola, VIII Región. FIP N° 93-09. Informe Final.
- Avilés, S., M. Aguayo, F. Inostroza y J. Cañon,* 1979. Merluza de cola. En: estado actual de las principales pesquerías nacionales. Bases para un desarrollo pesquero. Peces. Corfo/IFOP, AP79-18.
- Bahamonde, R.* 1977. Distribución y abundancia relativa (preliminar) de los principales recursos demersales entre Corral y Golfo de Penas. IFOP. Serie Investigación Pesquera N° 27. 46 pp.
- Bahamonde, R. y P. Pavez.* 1979. La pesquería industrial en la zona sur-austral análisis potencial. Primeras Jornadas en Pesquerías Chilenas 213-242 pp.
- Balbontín, F. & W. Fischer.* 1981. Ciclo sexual y fecundidad de la merluza, *Merluccius gayi gayi*, en la costa de Chile. Rev. Biol. Mar., 17(3): 285-334 pp.
- Benzécri, J.P.* 1973. L'Analyse des Données. Analyse des Correspondences. Paris:Dunod.
- Bowers, A.B & F. G. Holliday.* 1961. Histological changes in the gonad associated with the reproductive cycle of the herring *Clupea arengus* L. Mar. Res., 5: 5-10 pp.
- Bernard, .*1981. Multivariate analysis as a mean of comparing growth in fish.Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38 : 233-236 pp.



- Beverton R. J. & S. J. Holt.* 1957. On the dynamic of exploited fish populations. Min. Agri. Fish Food. Fish Invest. Lond., Serv. II, 19: 533 pp.
- Bezzi S. I.* 1984. Aspectos biológicos pesqueros de la merluza de cola del Atlántico sudoccidental. Rev. Invest. Desarr. Pesq. 4:63-80 pp.
- Cerrato, R. M.* 1990. Interpretable statistical tests for growth comparisons using parameters in the von Bertalanffy equation. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 47: 1416-1426 pp.
- Clark, C.* 1978. Dynamic Poll Models. In: Models for fish stock assessment. FAO Fish.Circ., 701: 17-30 pp.
- Cousseau, M. B.* 1993. Las especies del orden Gadiformes del Atlántico sudamericano, comprendido entre los 34° y 55°S. y su relación con las otras áreas. Frente Marítimo. Vol 13, Sec A: 7-108 pp.
- Chapman, D. G. and D. S. Robson.* 1960. The analysis of a catch curve. Biometrics, 16: 354-368 pp.
- Chen, Y., D.A. Jackson & H. H. Harvey.* 1992. A comparison of von Bertalanffy and polynomial functions in modelling fish growth data. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49: 1228-1235.
- Chesheva, Z. A.,* 1992. Data on the biology of the magellan hake, *Macruronus magellanicus*, from the southwestern atlantic. Journal of Ichthyology, 32(7): 137-141 pp.



- Chou, Y L.* 1985. Análisis estadístico. Interamericana de. México. 808 pp.
- Eastman, R.* 1995. IDRISI for Windows. Versión 1. Technical References. User's Guide. Clark Univ. Grad. School of Geography, 120 pp.
- Ehrhardt, N. y L. Prenskei.* 1996. Estimación preliminar de la mortalidad natural de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) en la plataforma sur - patagónica. Rev. Invest. Des. Pesq., 10: 23-29 pp.
- Francis, P.* 1990. Back - calculation of fish length : a critical review. J. Fish. Biol. 36: 883 - 902 pp.
- Hernández, J. y H. Cordo.* 1986. Metodología aplicada a la estimación de primera madurez sexual de la pescadilla de red y la pescadilla real. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. 1 (1):230-232 pp.
- Holden, M.J. & D. F. Raitt.* 1975. Manual de Ciencia Pesquera. Parte 2: Métodos para investigar los recursos y su aplicación. Doc. Tec. FAO. Pesca (115), Rev. 1, 211 pp.
- Hunter, J. R. & S. R. Goldberg.* 1980. Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fishery Bulletin, 77 (3): 641-652 pp.
- Hunter, J. R. & J. B. Macewiz.* 1980. Sexual maturity, batch fecundity, spawning frequency, and temporal pattern of spawning for the northern anchovy, *Engraulis mordax*, during the 1979 spawning season. Calif. Coop. Oceanic fish Invest. Rep., 21:139-149 pp.



- Hilborn, R. and C. Walters.* 1992. Quantitative fisheries stock assessment: Choice, dynamics & uncertainty. Chapman & Hall, London. 570 pp.
- Jones, R. and N. van Zalinge.* 1982. Estimates of mortality rate and population size for shrimp in Kuwait waters. Kuwait Bulletin of Marine Science 2:273-288 pp.
- Kimura, D. K.* 1977. Statistical assessment of the age-length key. J. Fish. Res. Board Can. 34:317-324 pp.
- Lachenbruch, P. A. y Goldstein, M.* 1979. Discriminant analysis. Biometrics 35, 69-85 pp.
- Lai, H-L,* 1987. Optimum allocation for estimating age composition using age - length key. Fish. Bull. Vol 85, N 2.
- Lai, H-L,* 1993. Optimum sampling design for using the age - length key to estimate age composition of a fish population. Fish Bull. 9(2).
- Lebart, L., A. Morineau, M. Piron.* 1995. Statistique exploratoire multidimensionnelle. De. Dunod. Paris.
- Lillo, S., M. Espejo, R. Céspedes, L. Adasme, J. Blanco, J. Letelier, M. Braun y V. Valenzuela.* 1997. Evaluación directa de stock de merluza de cola en la X y XI regiones. Informe final. FIP N° 95-18. 70 pp + Anexo.
- Nikolsky, G. V.* 1963. The Ecology of Fishes. Academic Press, London. 352 pp.



- Ojeda, V. y M. Aguayo. 1986. Edad y crecimiento de merluza del sur *Merluccius australis*(Gadiformes - Merluccidae). Invest. Pesq. (Chile) 33: 61-76 pp.
- Ojeda, V. y T. Peñailillo. 1987. Elaboración de claves edad-talla en número de individuos por grupos de edad para merluza del sur, *Merluccius australis* (Hutton, 1872) en la zona sur-austral, año 1985 y 1986. Informe Interno, IFOP.
- Ojeda, V. y I. Céspedes. 1988. Elaboración de claves edad-talla y composición en número de individuos por grupos de edad para merluza del sur, *Merluccius australis*, (Hutton, 1872), en la zona sur-austral, año 1987. Informe Interno, IFOP.
- Ojeda, V., T. Peñailillo. y M. Aguayo. 1986. Estimación de la tasa de mortalidad natural de algunas especies demersales explotadas en la zona Sur Austral de Chile (*Merluccius australis*, *Macruronus magellanicus* y *Genypterus blacodes*). En: La pesca en Chile. Arana(Ed.). Escuela de Ciencias del Mar, Univ. Cat. Valp. 121-127 pp.
- Ojeda, V., F. Cerna, H. Hidalgo, R. Bravo. 1997. Edad merluza del sur, congrio dorado, merluza de cola, merluza de tres aletas y bacalao de profundidad. Investigación situación pesquería demersal zona sur-austral 1997. En: Programa de seguimiento del estado de situación de las principales pesquerías nacionales. Informe de avance. IFOP/SUBPESCA.



- Oliva, J., W. Carvajal, y A. Tresierra.* 1986. Biología reproductiva e histología de gónadas en peces. Dept.o. Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo, Perú. 151 pp.
- Pantoja, V., F. Orellana y E. Alarcón.* 1973. Evaluación preliminar de los recursos potencialmente explotables situados entre la Bahía de Corral e Isla Guablín. IFOP. Publicación N° 53. 73 pp.
- Pauly, D.* 1980. On the interrelationship between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. Explor. Mer.* 39(2): 175-192 pp.
- Payá, I.* 1992. The diet of patagonian hake *Merluccius australis polylepsis* and its daily ration of patagonian grenadier *Macruronus magellanicus*. *South Afr. J. Mar. Sci.*, 12:753-760 pp.
- Payá, I., S. Lillo, J. Cordova, A. Paillaman, R. Quiñones, J.L. Blanco, R. Céspedes, E. Figueroa y I. Céspedes.* 1993. Evaluación directa de la abundancia de recursos demersales en aguas exteriores de la pesquería sur - austral. Informe final FIP/IFOP. 72 pp.
- Payá, I.* 1997. Investigación CTP merluza de tres aletas 1997. Informe final IFOP, 31 pp. (más tablas, figuras y anexo).
- Pool, H., F. Balboltín, C. Montenegro, N. Cortés y M. Arriaza.* 1997. Interacciones tróficas recursos demersales sur austral. Informe Final, FIP 94-32. 76 p + Anexo.



*Prenski, L.B.; Giussi, A. R.; Wöhler, O. C.; García de la Rosa, S. B.; Hansen, J. E.; Marí, N. R. y Sánchez, F. 1996. Southwest Atlantic long tail hake (*Macruronus magellanicus*). State of the stock and management. INIDEP. Argentina. 21 pp. (MS).*

Rikhter, V. A. and V. N. Efanov. 1976. On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish population. ICNAF Res. Doc., 76/MI/8: 12 pp.

Robotham, H. 1983. Construcción de estimados y determinación de tamaños de muestra empleando composición de edades. Documento interno IFOP.

Robotham, H., 1994. Revisión de los procedimientos estadísticos de muestreo para otolitos conducente a la elaboración de claves talla edad y matrices de captura. En: Informe Técnico: Estandarización de métodos para la determinación de la edad y crecimiento de anchoveta, sardina, jurel y merluza. Segundo Taller IFOP- IMARPE, junio, Iquique.

Saila, S. B., C. W., Recksiek & M. H. Prager. 1988. Basic Fishery Science Programs. A compendium of microcomputer programs and manual of operation Elsevier, New York, 230 pp.

Serra, R., G. Böhm, M. Donoso y H. Miranda. 1997. Investigación situación pesquerías pelágicas zona centro-sur. Informe final IFOP - Subsecretaría de Pesca -, 87 pp.

Southward, G. M. 1976. Sampling landings of halibut for age composition. Int. Pac. Halibut Comm. Sc. Rep. 58. 31 pp.



- Taylor, C. C.* 1958. Cod growth and temperature. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 23(3): 366-370 pp.
- Tomo, A. y A. Tomo.* 1987. Determinación de edad y crecimiento en merluza de cola (*Macruronus magellanicus* Lönberg) *Rev. Museo Arg. Cs. Nat. "Bernardino Rivadavia"* e *Inst. Nac. de Inv. de Cs. Nat. Hidrobiología*, Tomo VI, N° 2.
- Wöhler, O. C., L. B. Prenski, J. E. Hansen y M. C. Cassia,* 1996. Evaluación del estado de explotación de la polaca (*Micromesistius australis*) en el Atlántico Sudoccidental. INIDEP, Inf. Interno. N° 37/96. 27 pp (No publ.).
- Wolter, K. M.* 1985. *Introduction to Variance Estimation.* Springer Verlag. New York, Berlin, Meidelberg Tokio. Springer Series in Statistics. 427 pp.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

FIGURAS

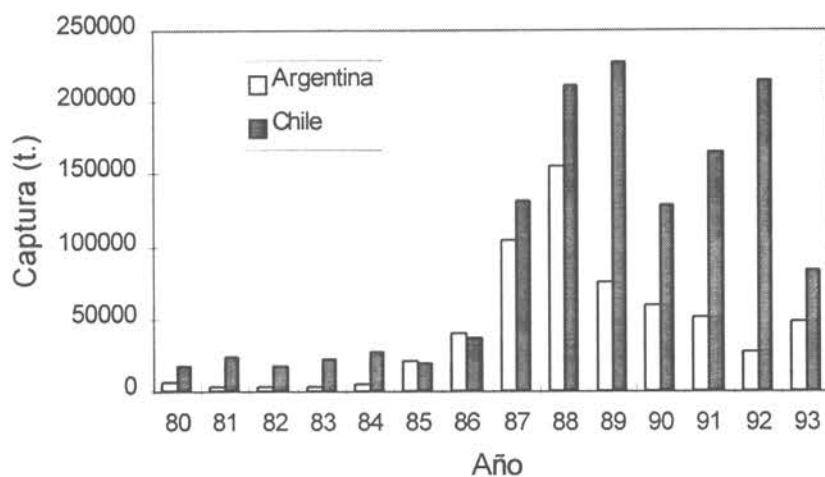


Fig. 1. Capturas de merluza de cola (*M. magellanicus*) de la pesquería chilena y argentina, por año (Fuente: SERNAPESCA y FAO)

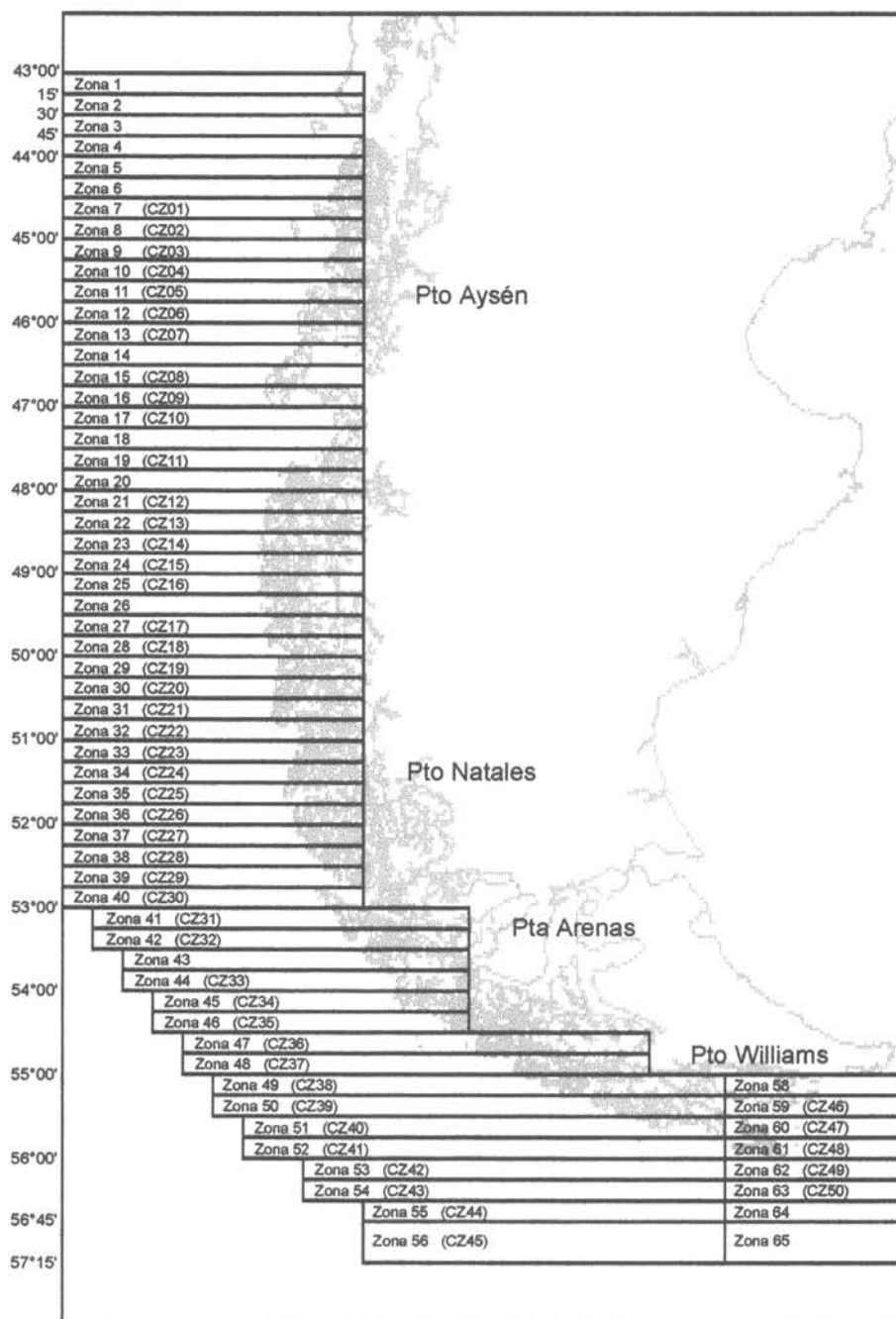


Fig. 2 División del área de estudio en zonas de 0.25 grados de latitud. Entre paréntesis se indica la categorización utilizada en el análisis multivariado.

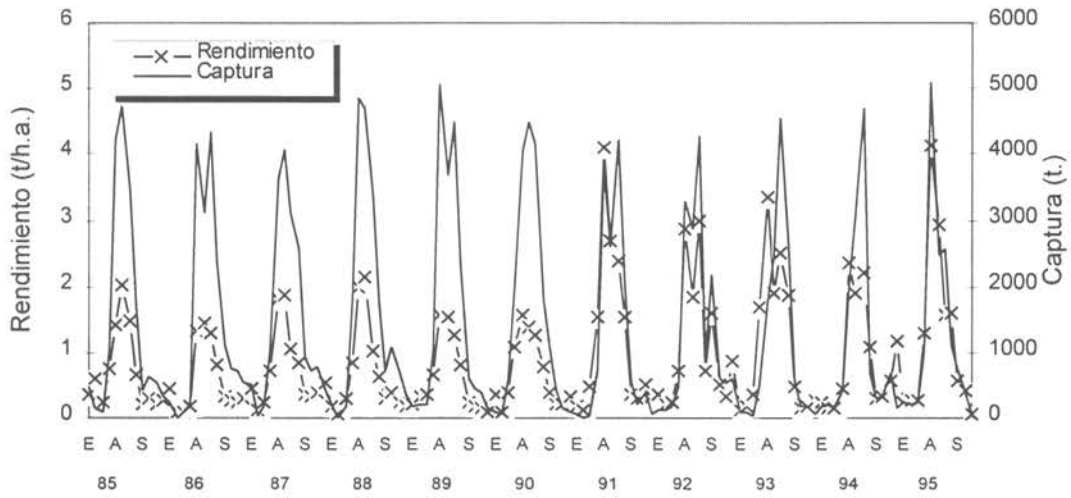


Fig. 3.- Captura y rendimientos mensuales, de merluza de cola. Pesquería sur - austral, período 1985 - 1995.

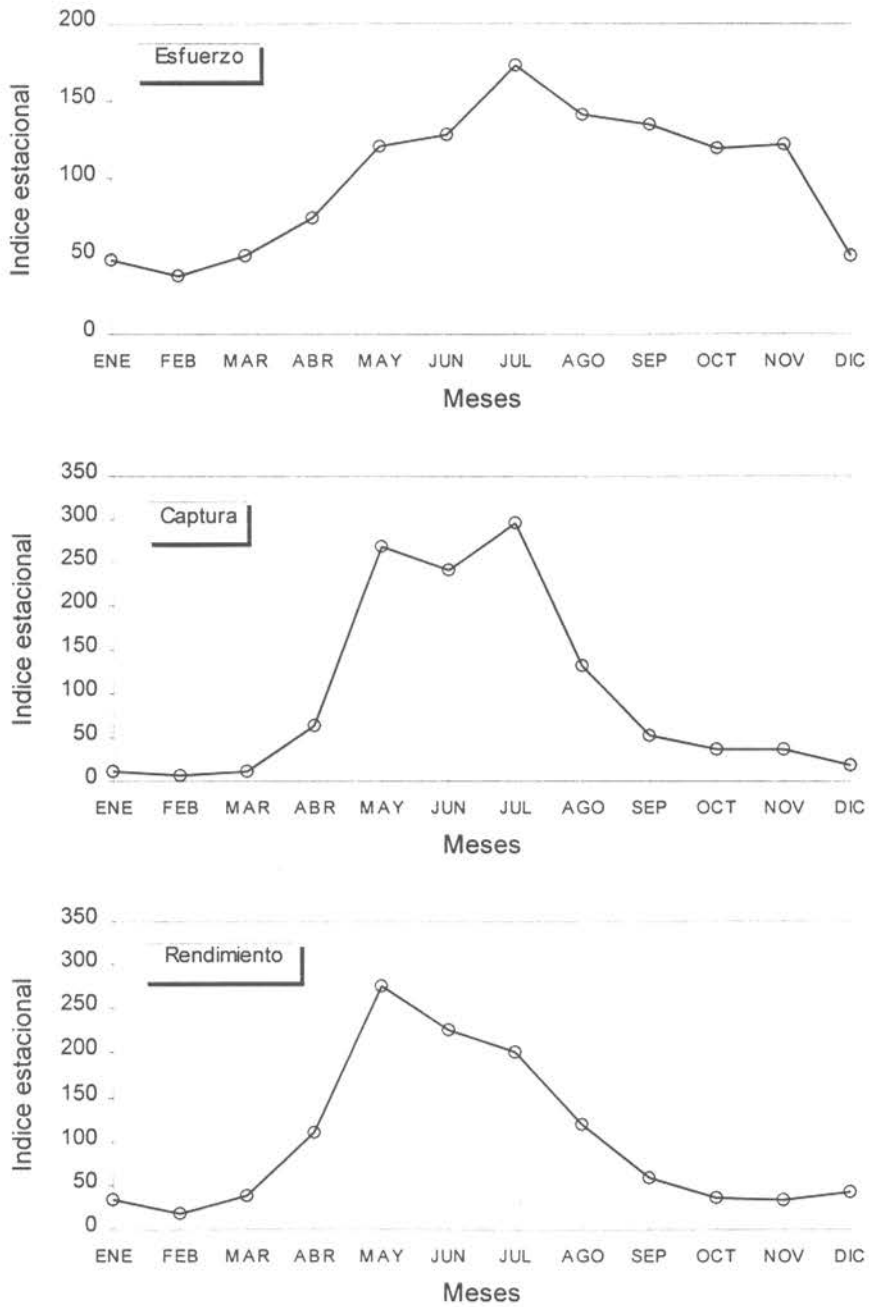


Fig. 4.- Índice estacional del esfuerzo, captura y rendimiento de merluza de cola. Zona sur - austral. Período 1985 - 1995.

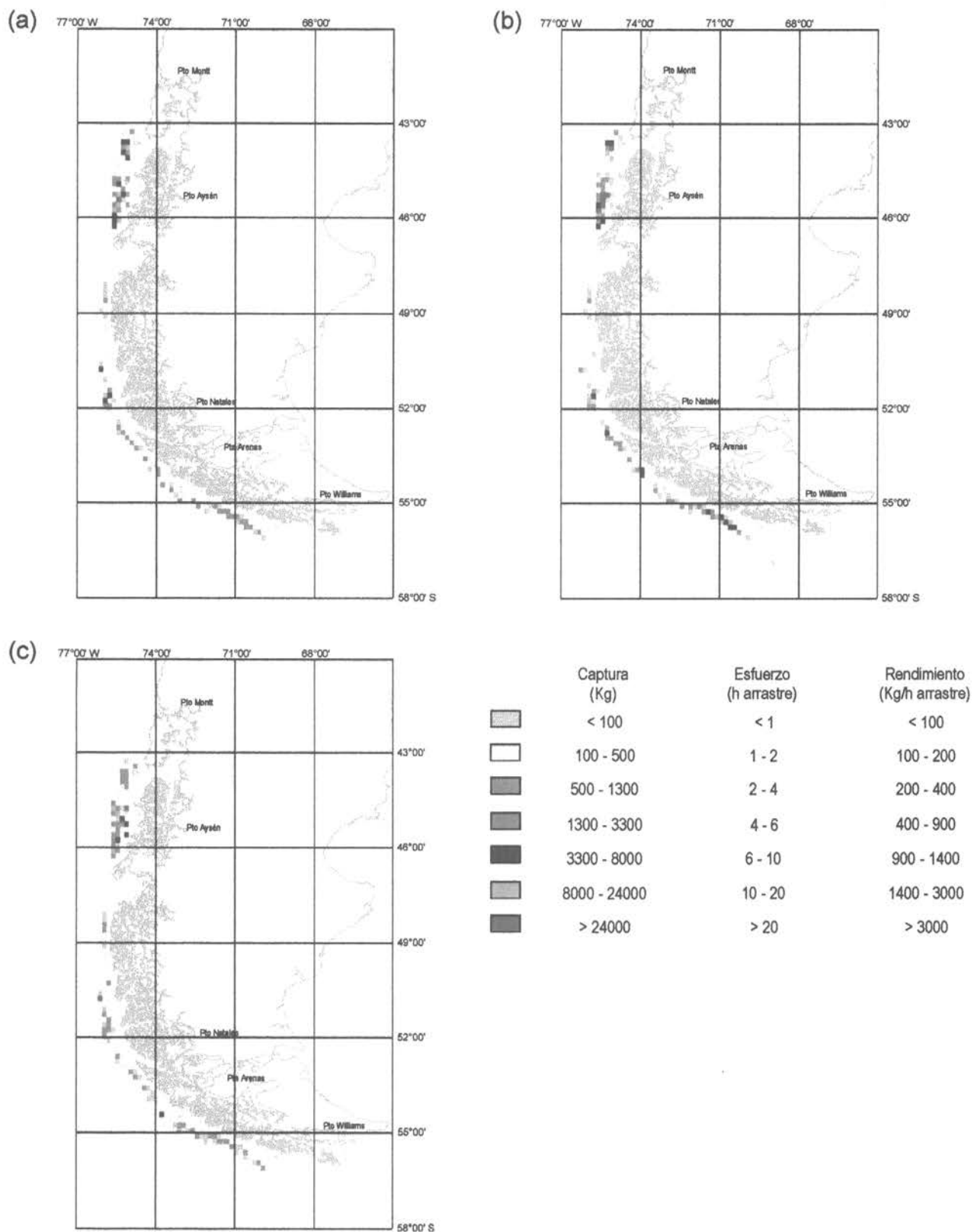


Fig. 5 Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento de pesca (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período enero - marzo (1985).

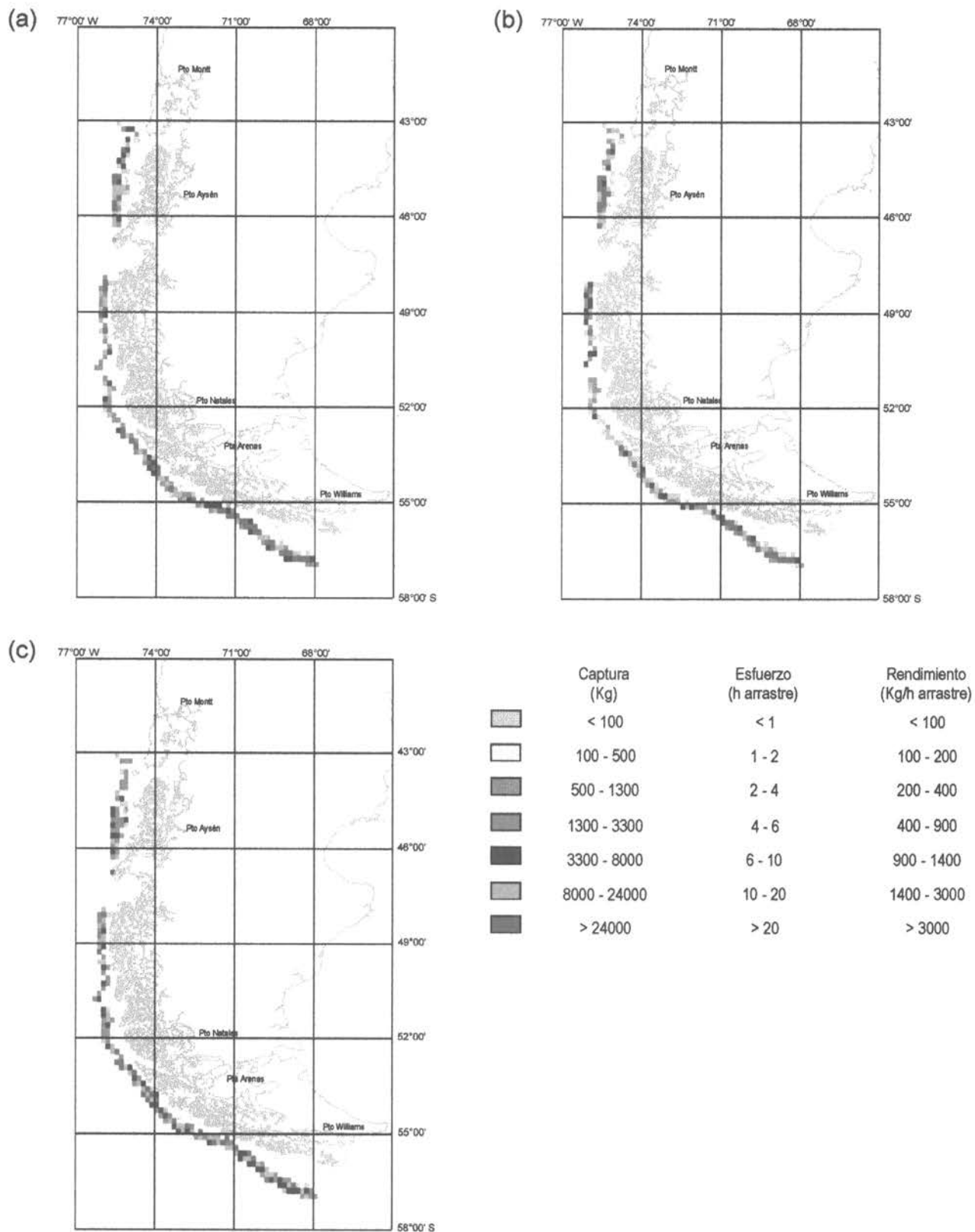


Fig. 6 Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento de pesca (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período abril - agosto (1985).

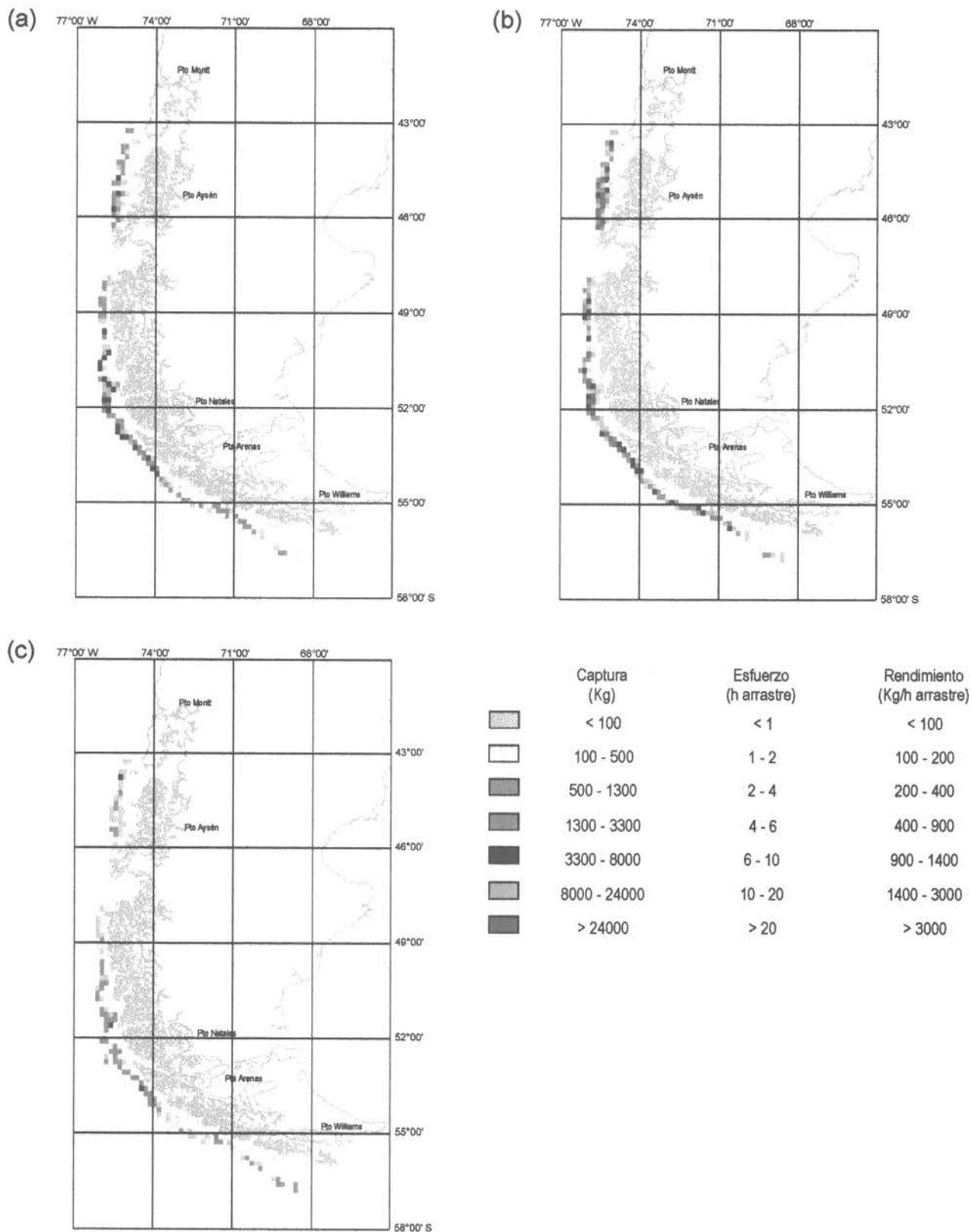


Fig. 7 Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento de pesca (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período septiembre - marzo (1985 - 1986).

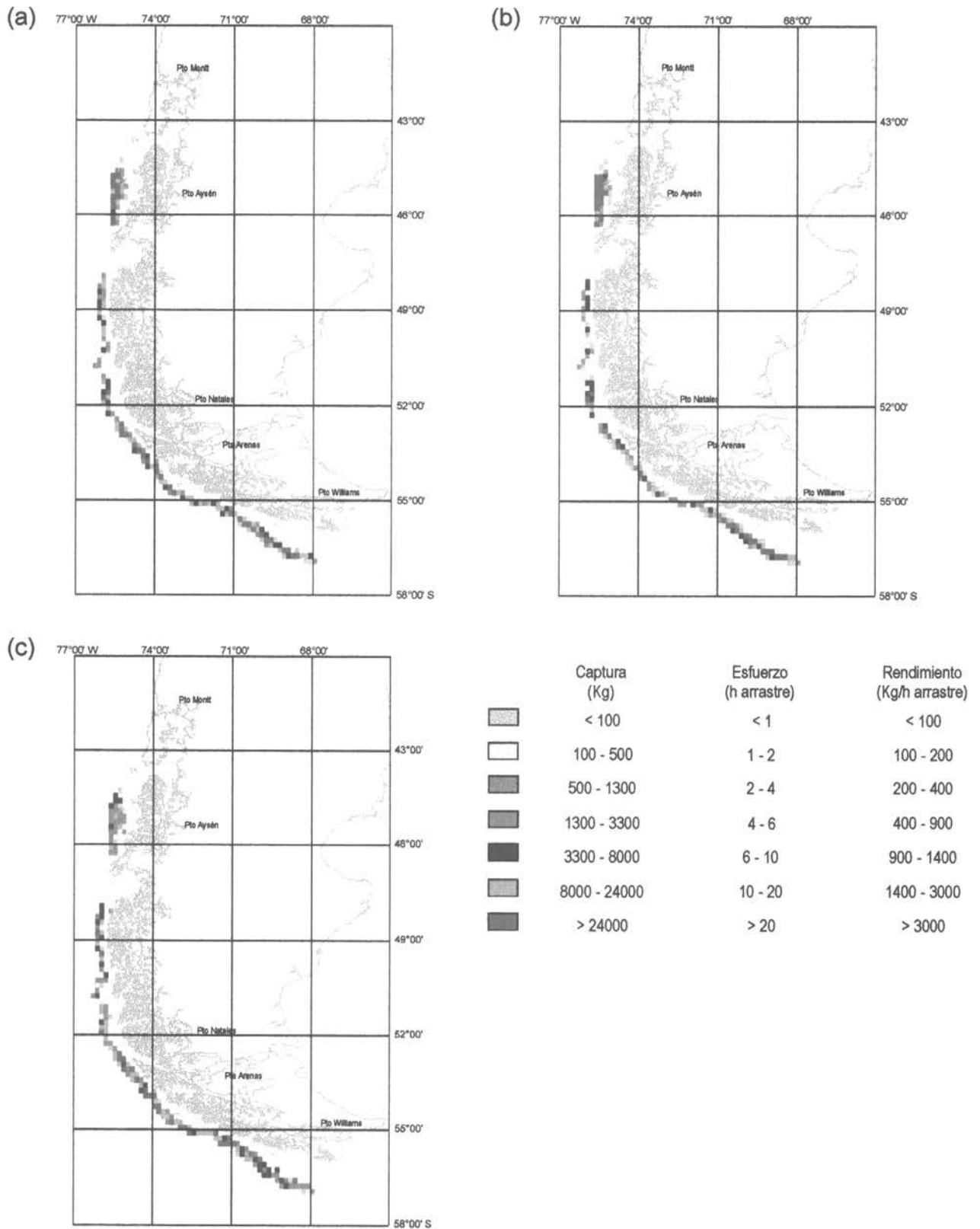


Fig. 8 Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento de pesca (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período abril - agosto (1986).

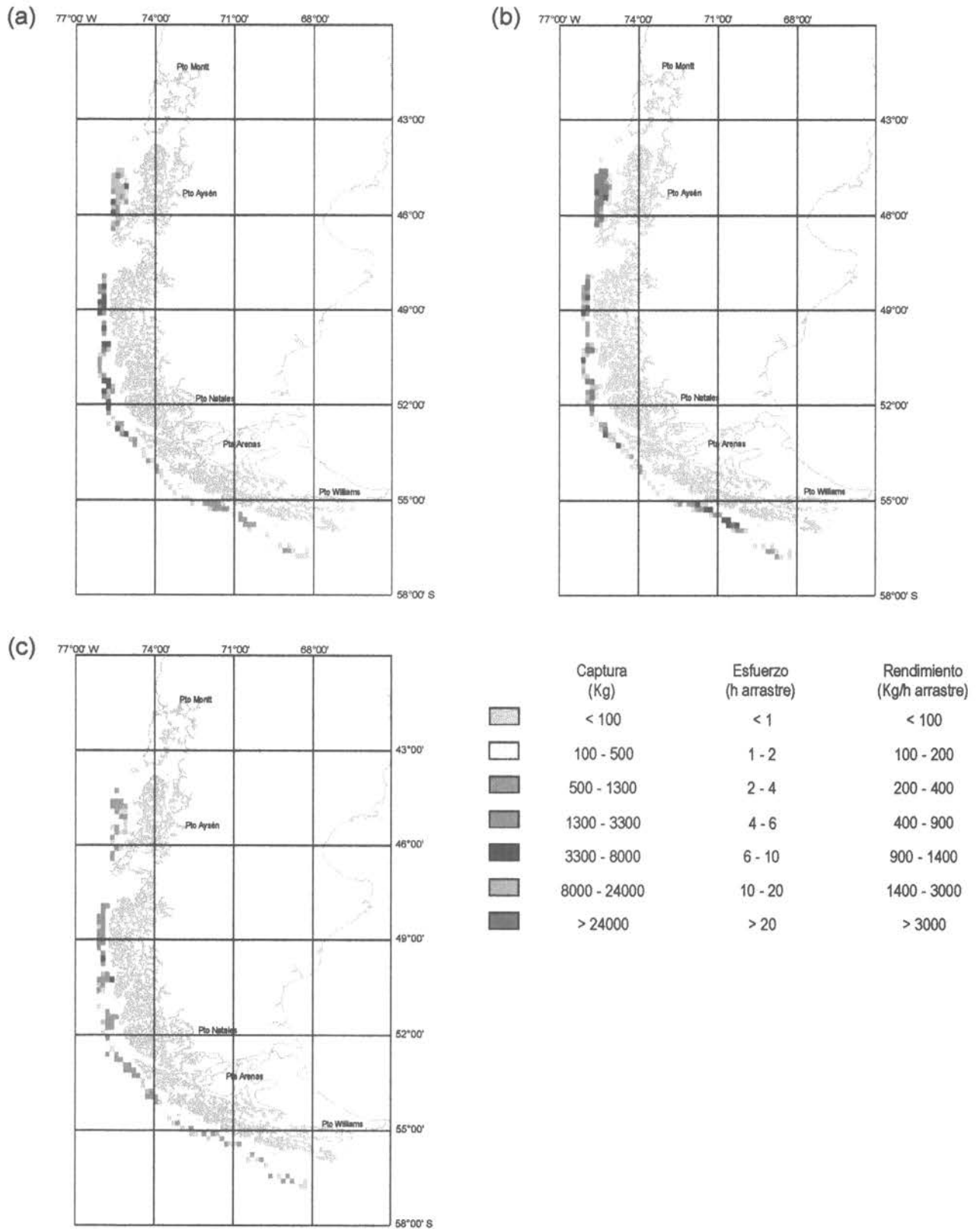


Fig. 9 Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento de pesca (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período septiembre - marzo (1986 - 1987).

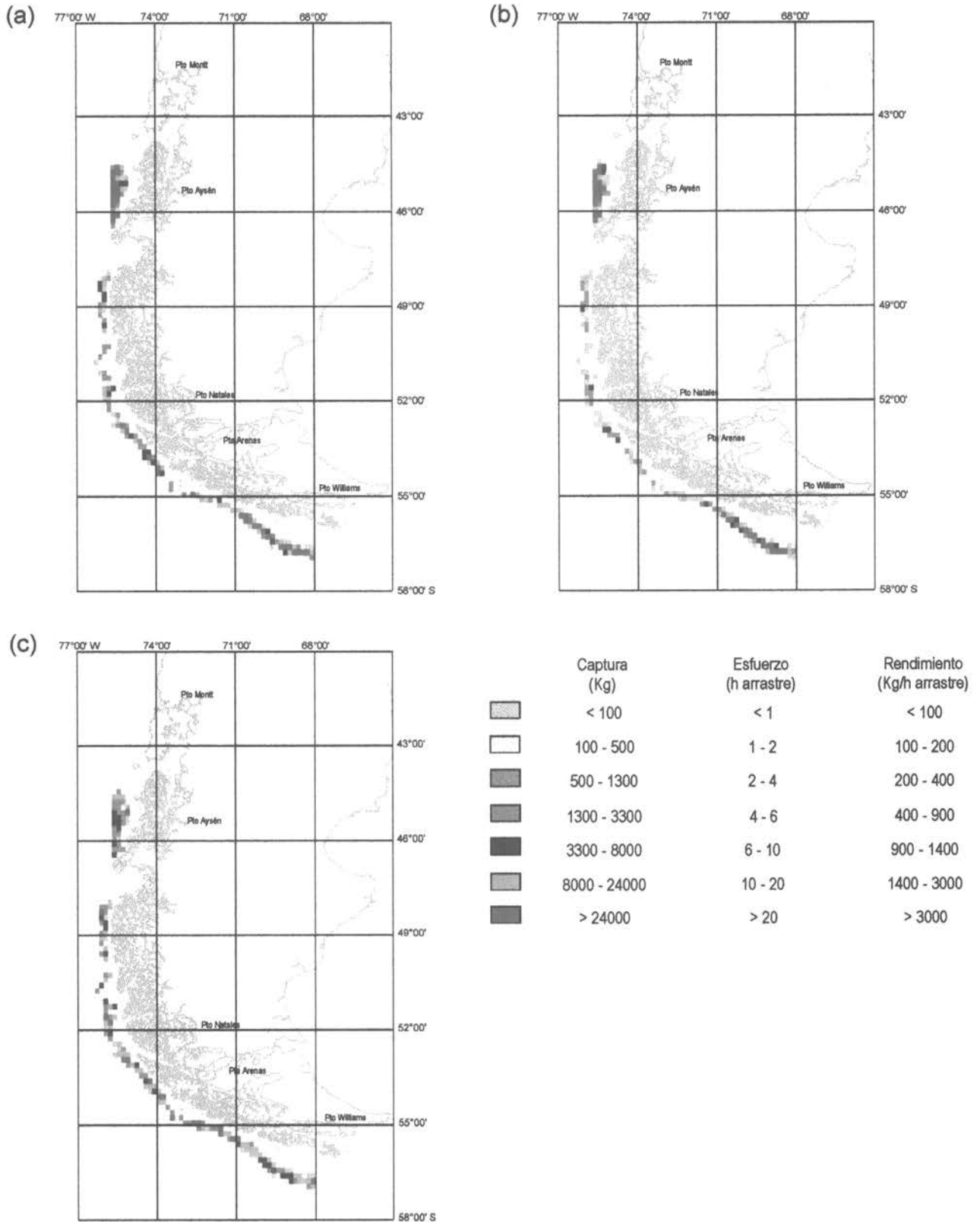


Fig. 10 Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento de pesca (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período abril - agosto (1987).

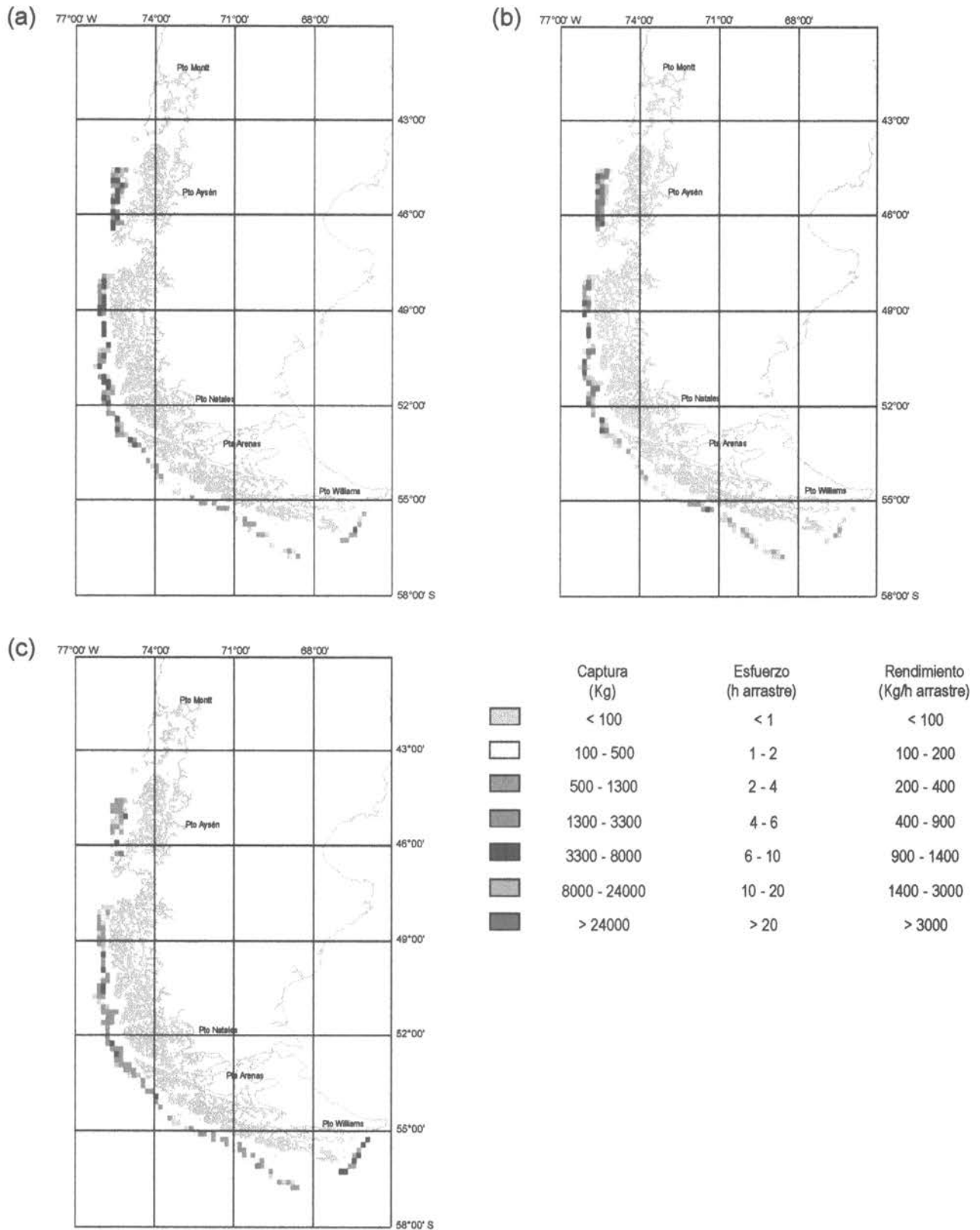


Fig. 11 Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento de pesca (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período septiembre - marzo (1987 - 1988).

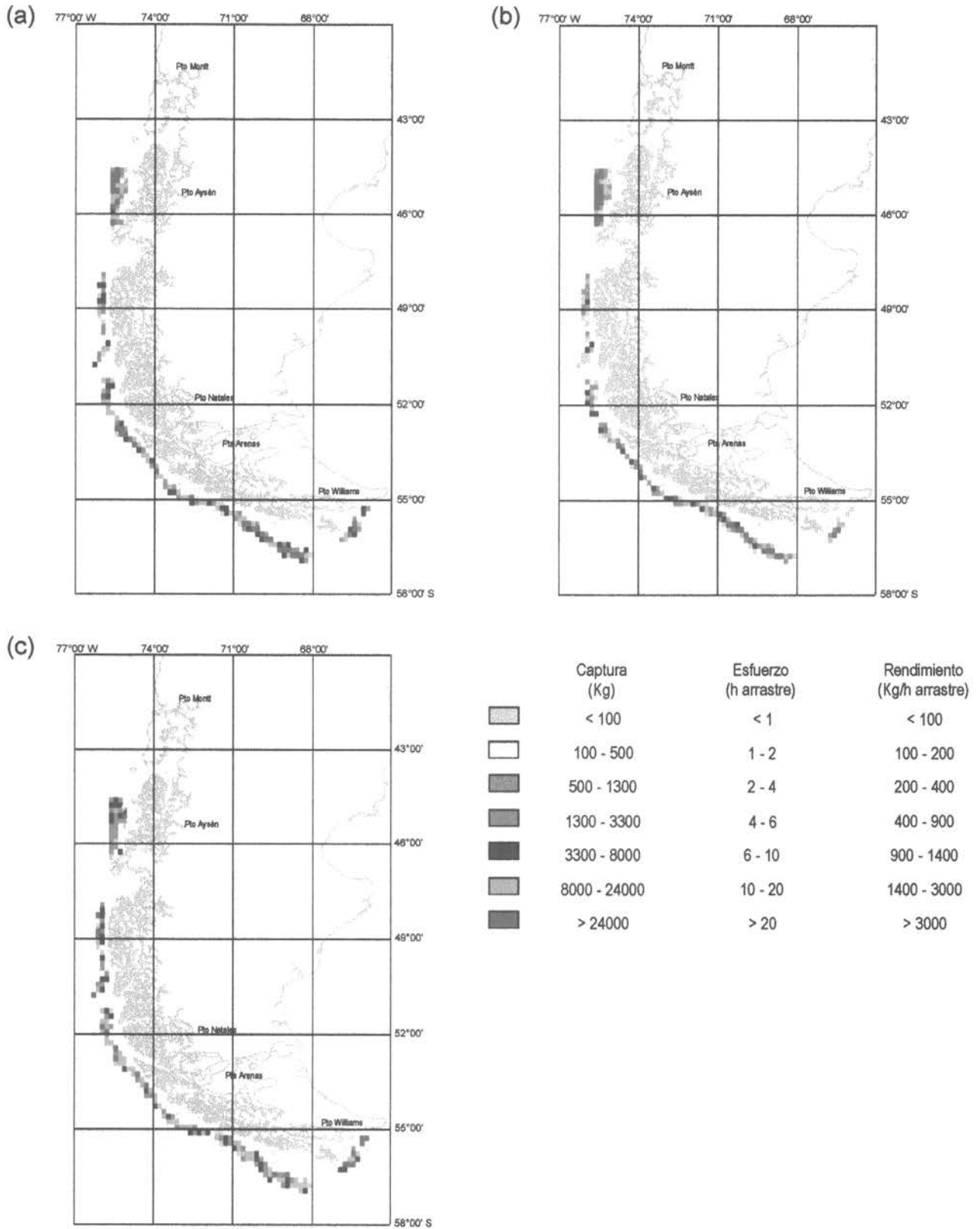
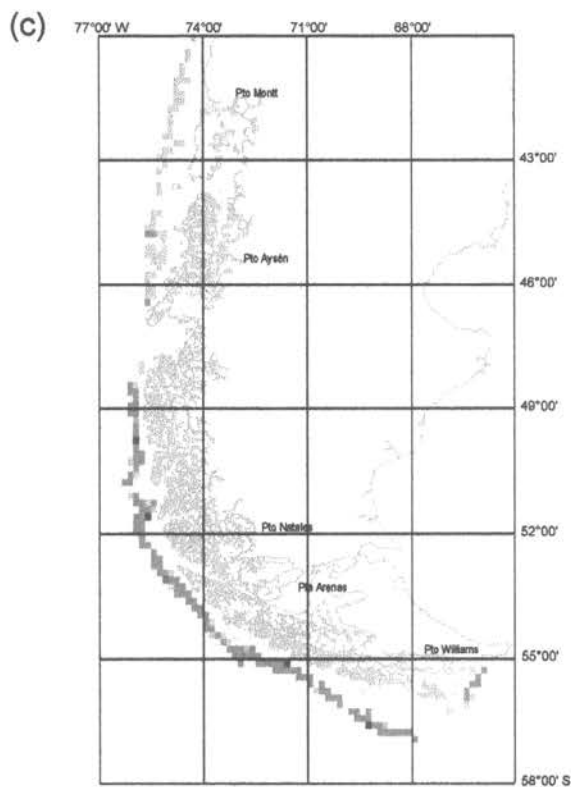
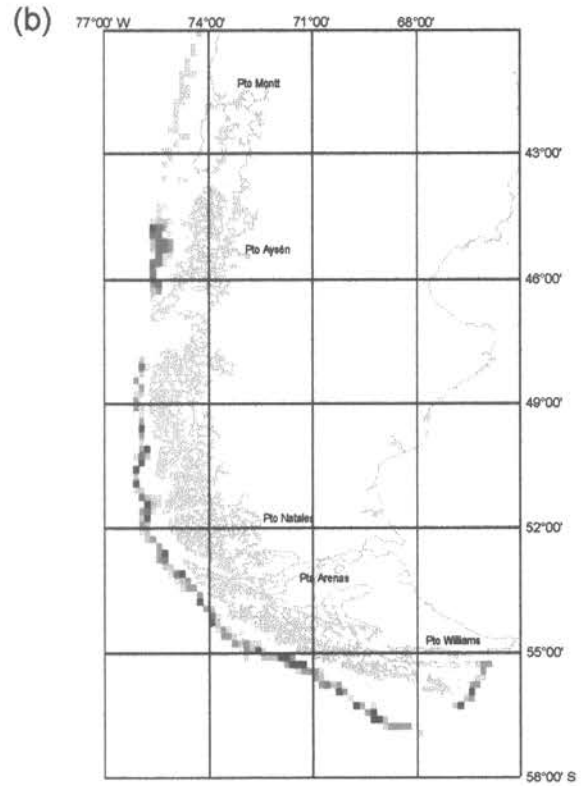
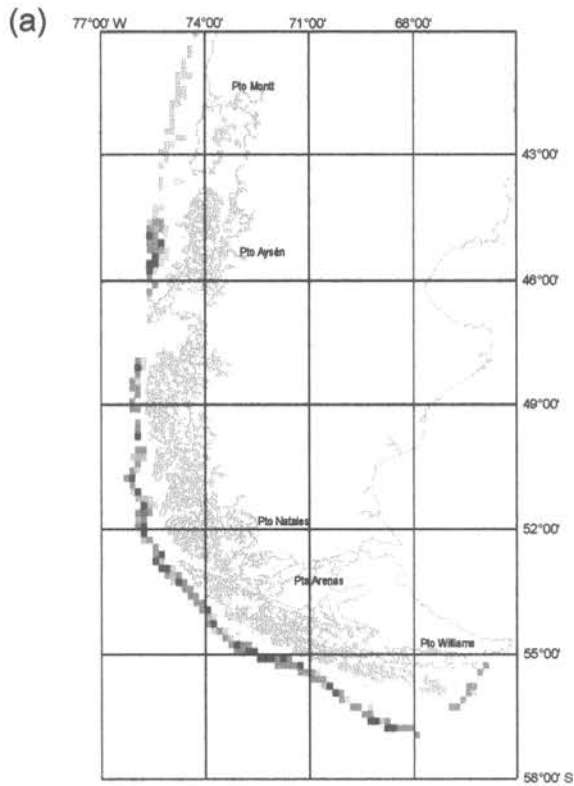


Fig. 12 Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento de pesca (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período abril - agosto (1988).










	Captura (Kg)	Esfuerzo (h arrastre)	Rendimiento (Kg/h arrastre)
	< 100	< 1	< 100
	100 - 500	1 - 2	100 - 200
	500 - 1300	2 - 4	200 - 400
	1300 - 3300	4 - 6	400 - 900
	3300 - 8000	6 - 10	900 - 1400
	8000 - 24000	10 - 20	1400 - 3000
	> 24000	> 20	> 3000

Fig. 13 Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento de pesca (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período septiembre - marzo (1988 - 1989).

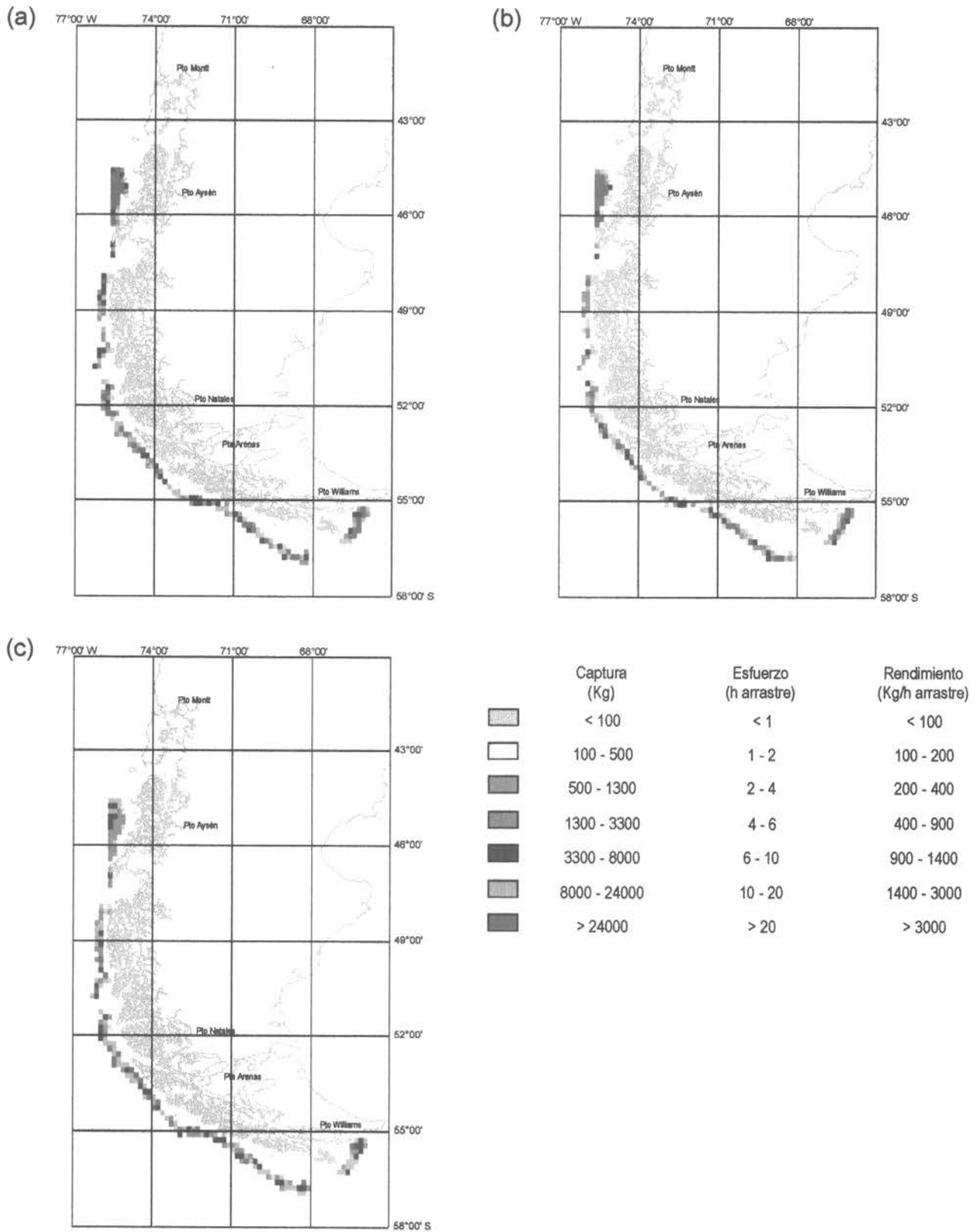


Fig. 14 Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento de pesca (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período abril - agosto (1989).

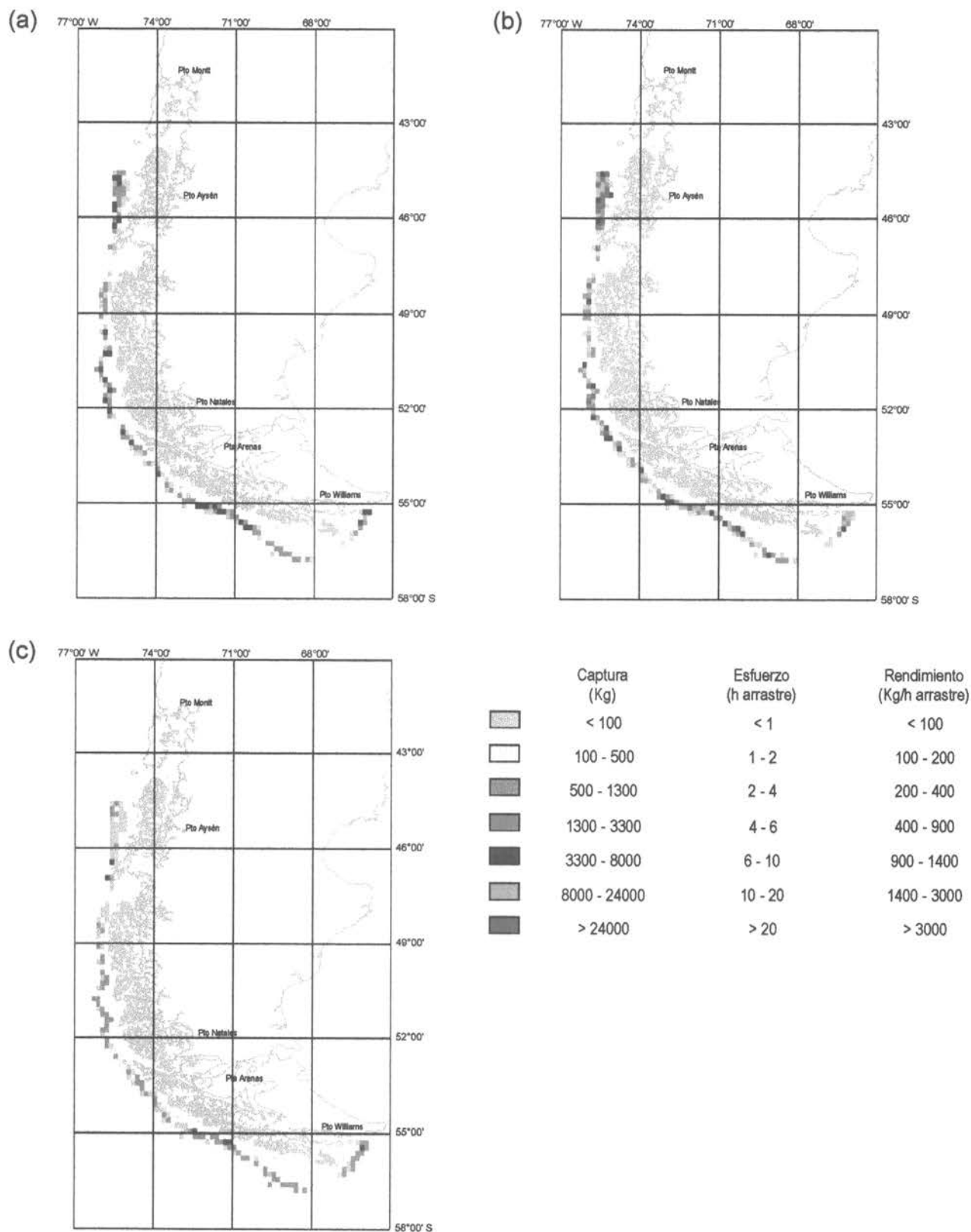


Fig. 15 Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento de pesca (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período septiembre - marzo (1989 - 1990).

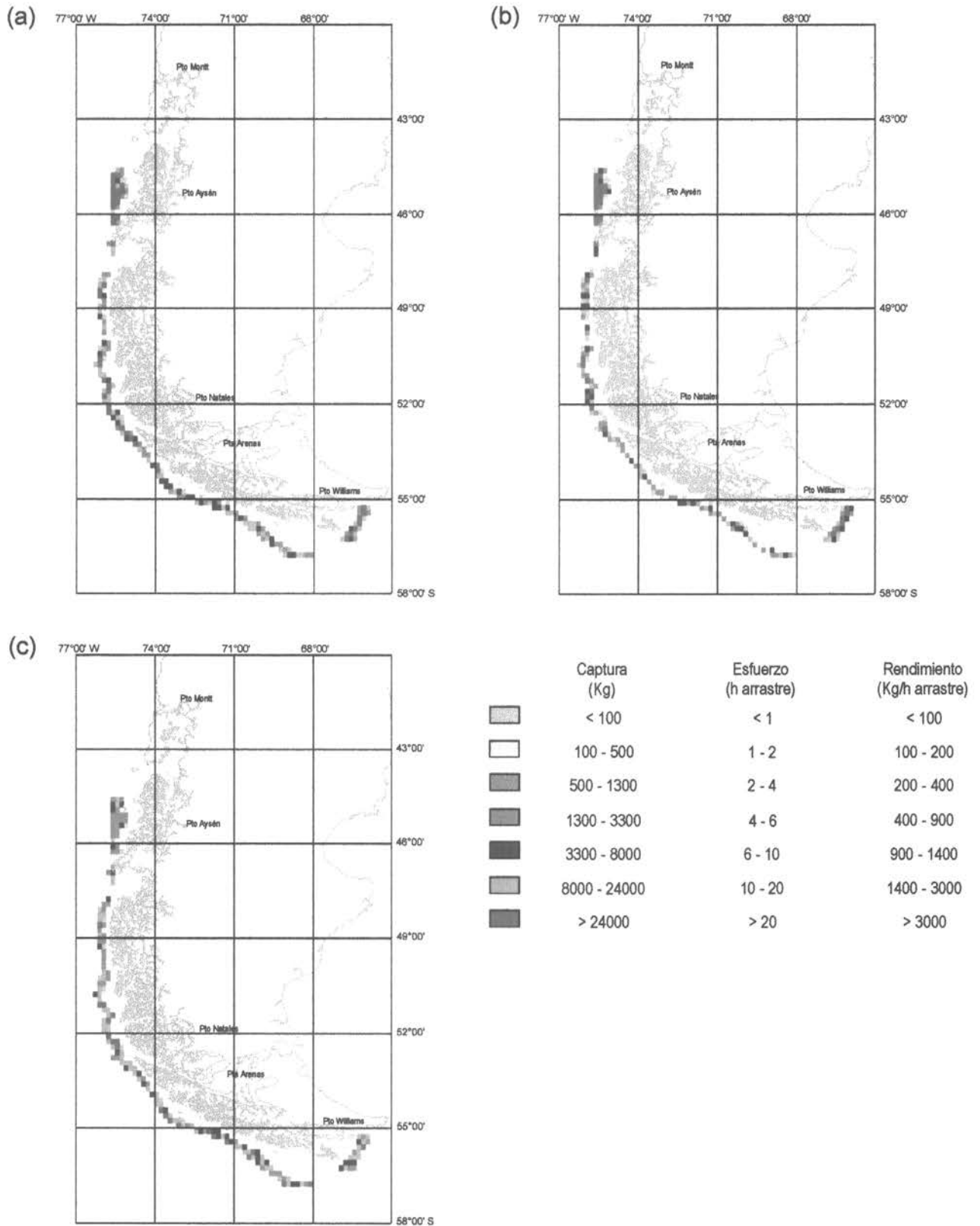


Fig. 16 Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento de pesca (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período abril - agosto (1990).

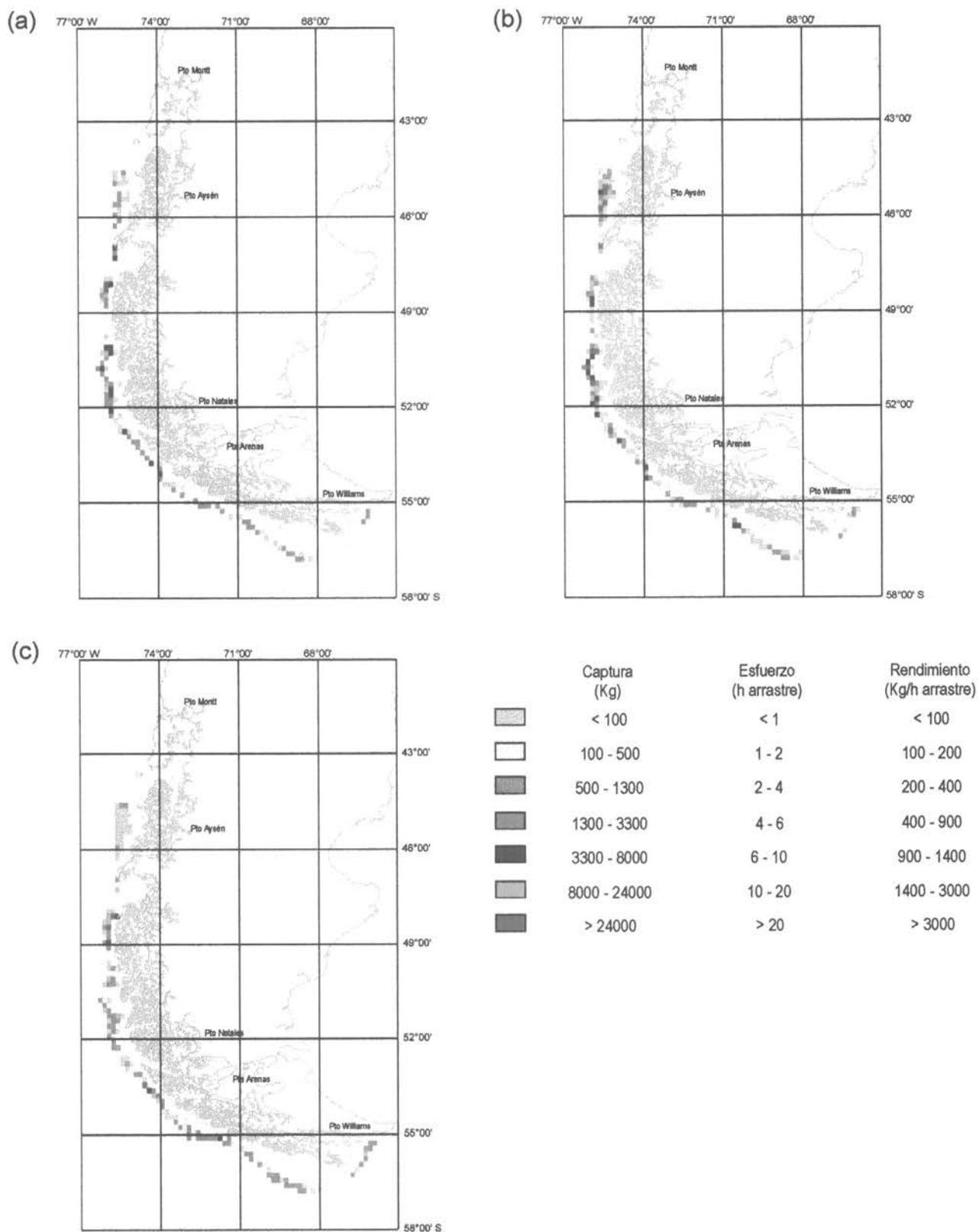


Fig. 17 Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento de pesca (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período septiembre - marzo (1990 - 1991).

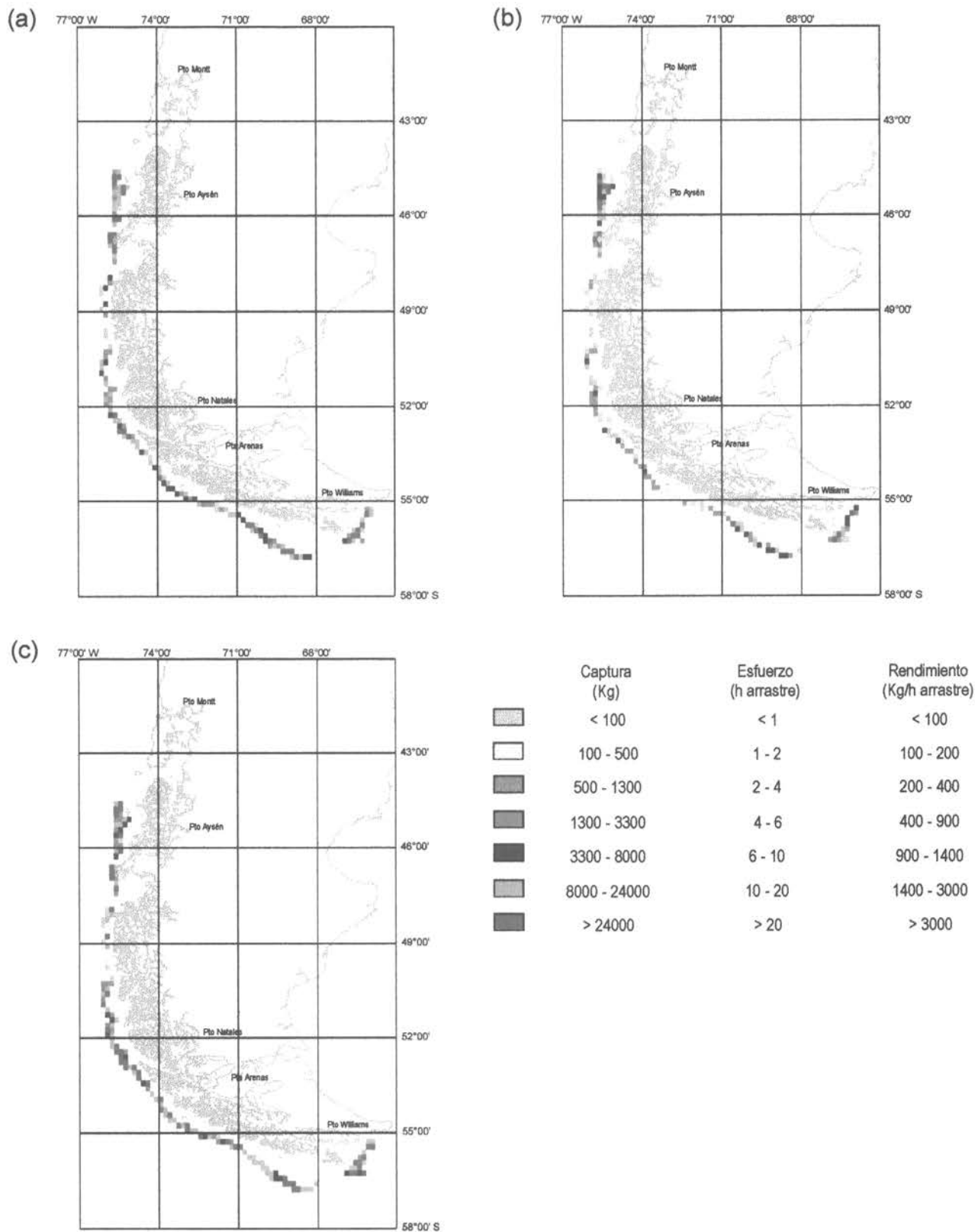


Fig. 18 Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento de pesca (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período abril - agosto (1991).

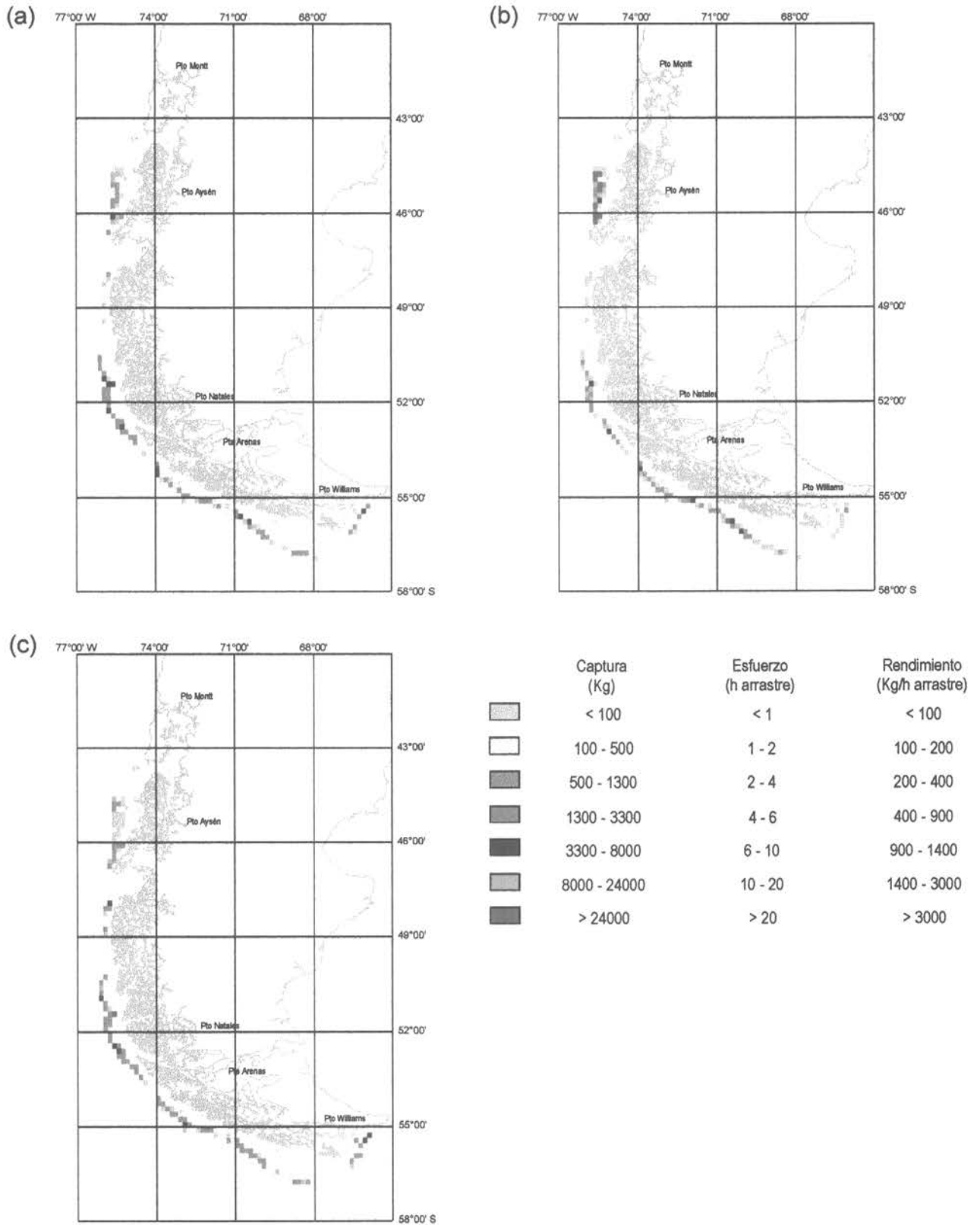
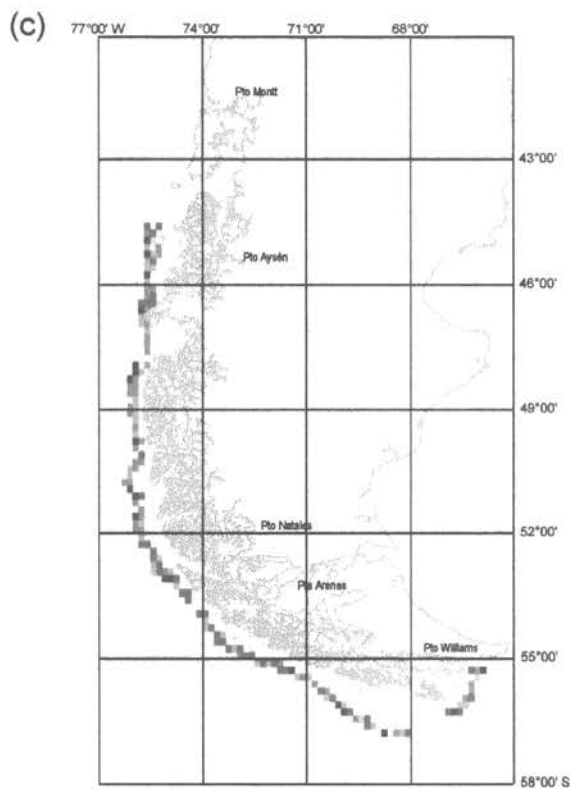
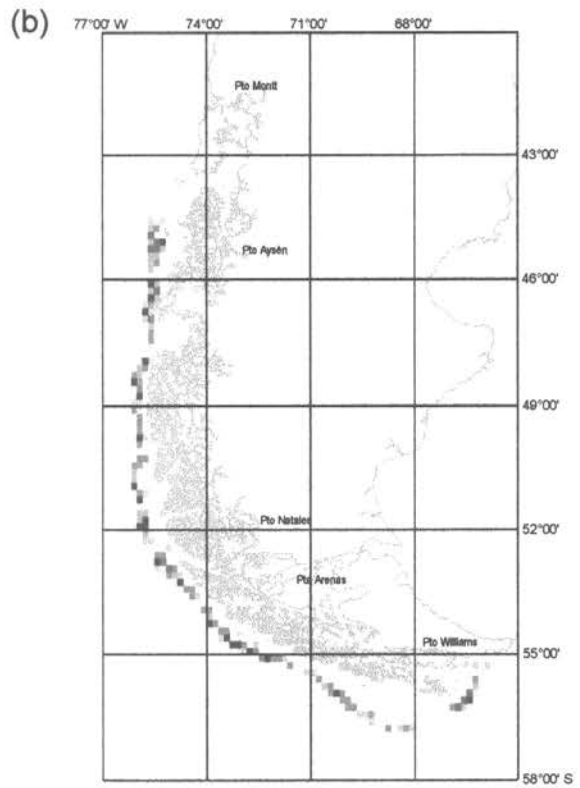
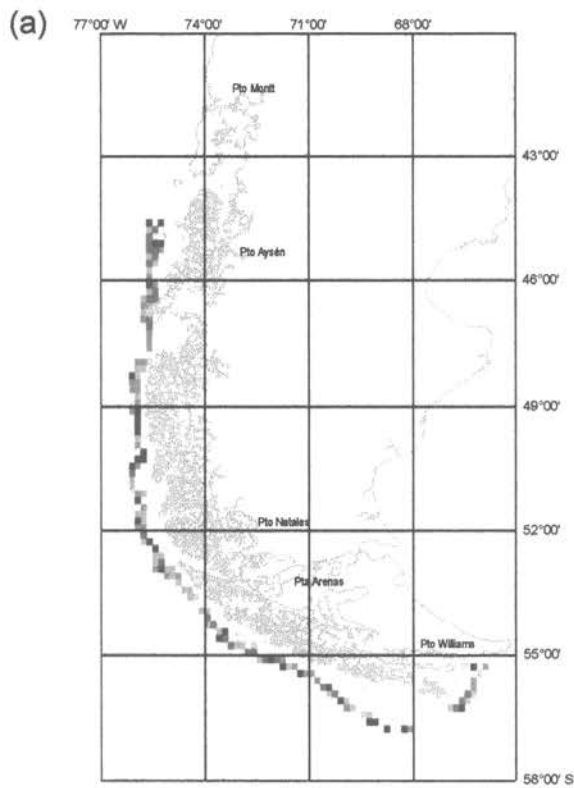


Fig. 19 Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento de pesca (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período septiembre - marzo (1991 - 1992).










	Captura (Kg)	Esfuerzo (h arrastre)	Rendimiento (Kg/h arrastre)
	< 100	< 1	< 100
	100 - 500	1 - 2	100 - 200
	500 - 1300	2 - 4	200 - 400
	1300 - 3300	4 - 6	400 - 900
	3300 - 8000	6 - 10	900 - 1400
	8000 - 24000	10 - 20	1400 - 3000
	> 24000	> 20	> 3000

Fig. 20 Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento de pesca (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período abril - agosto (1992).

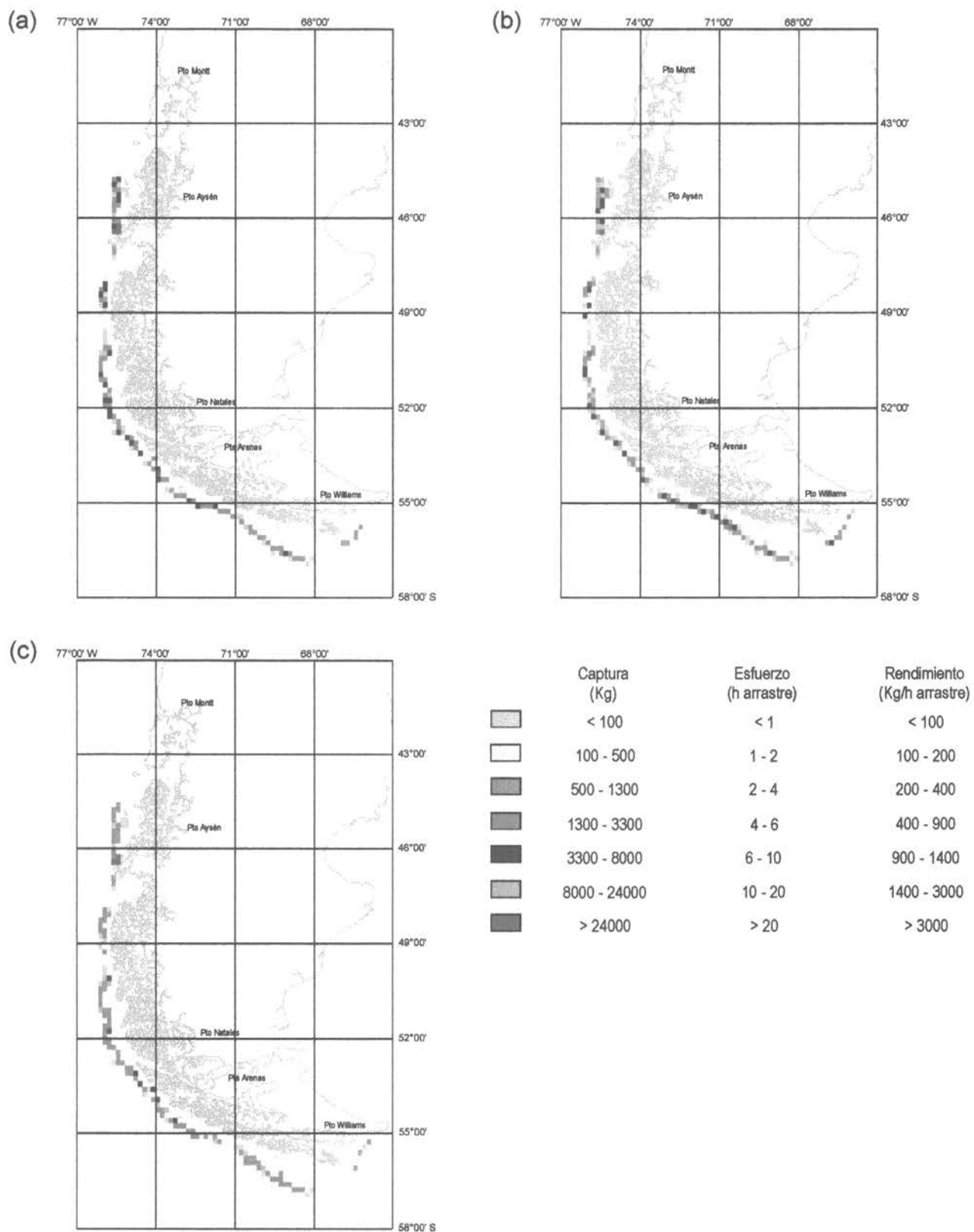


Fig. 21 Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento de pesca (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Periodo septiembre - marzo (1992 - 1993).

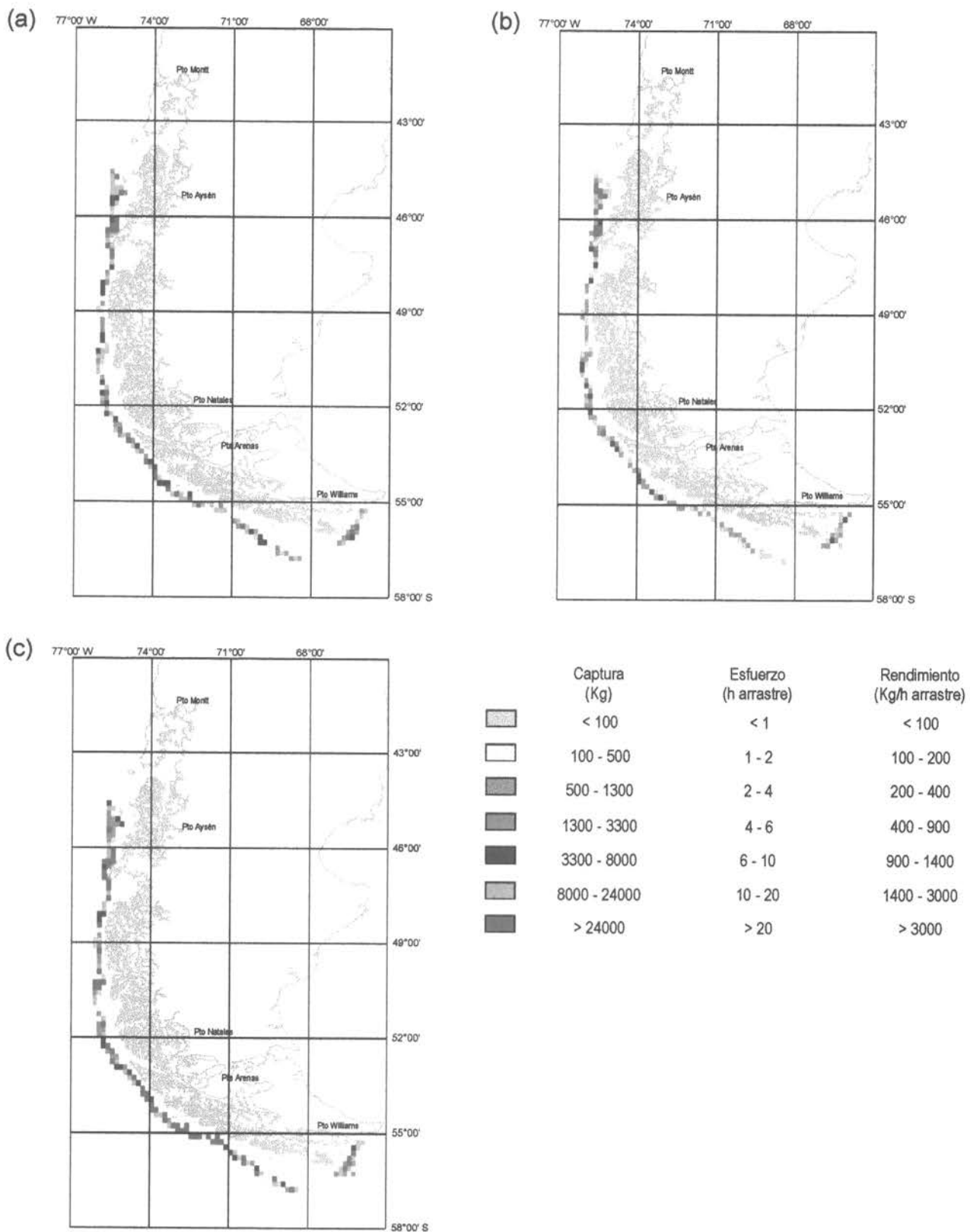


Fig. 22 Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento de pesca (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período abril - agosto (1993).

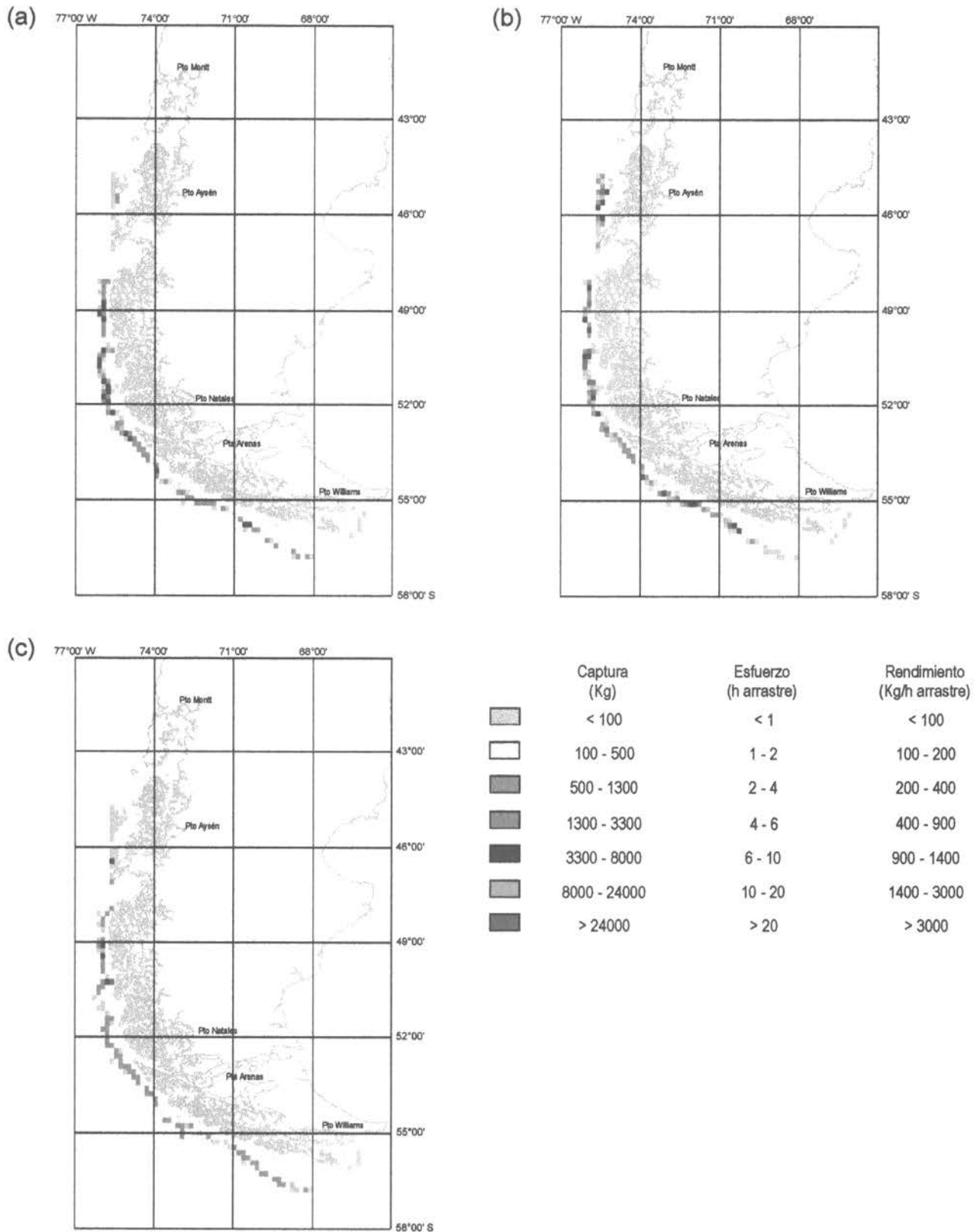


Fig. 23 Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento de pesca (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período septiembre - marzo (1993 - 1994).

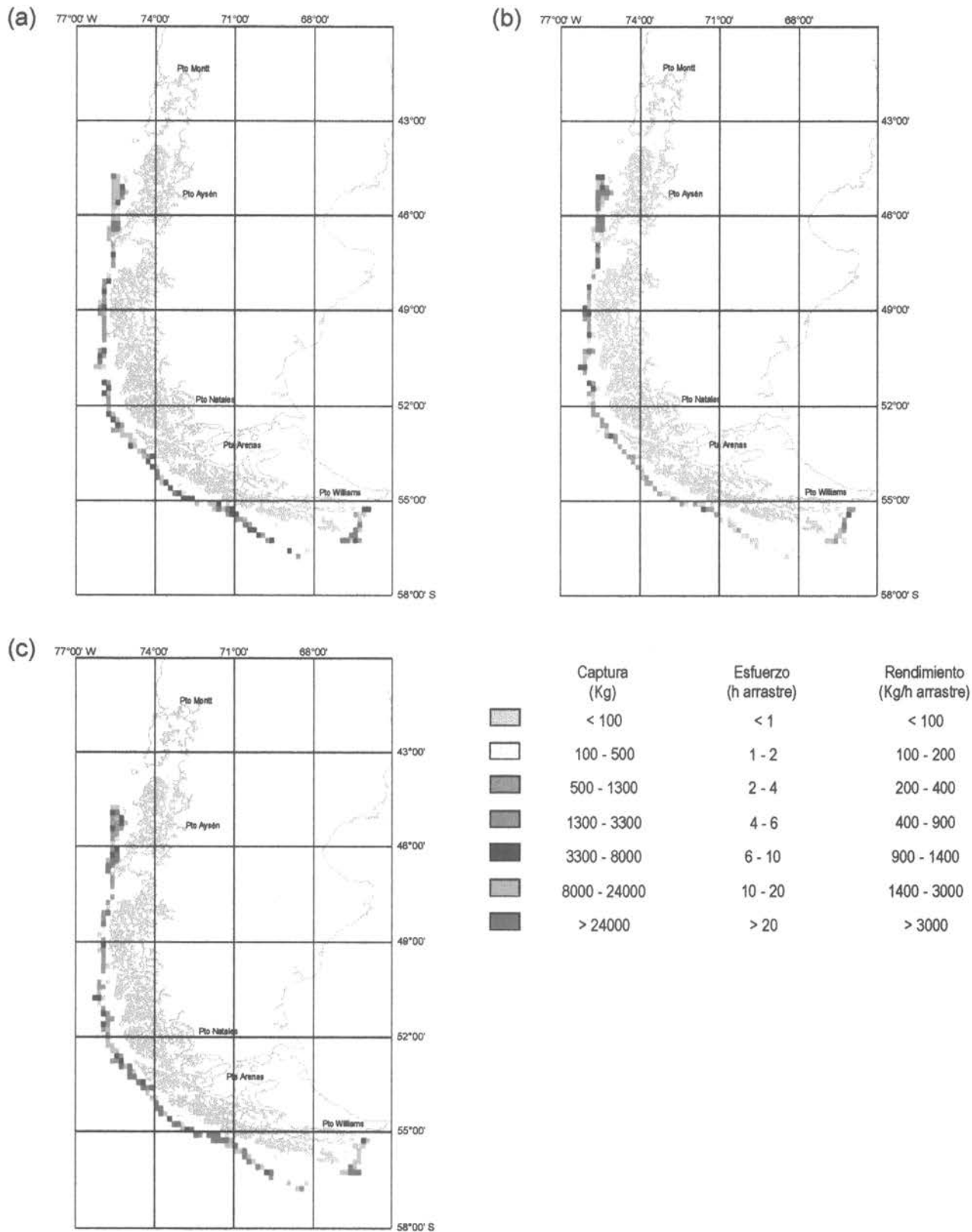


Fig. 24 Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento de pesca (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período abril - agosto (1994).

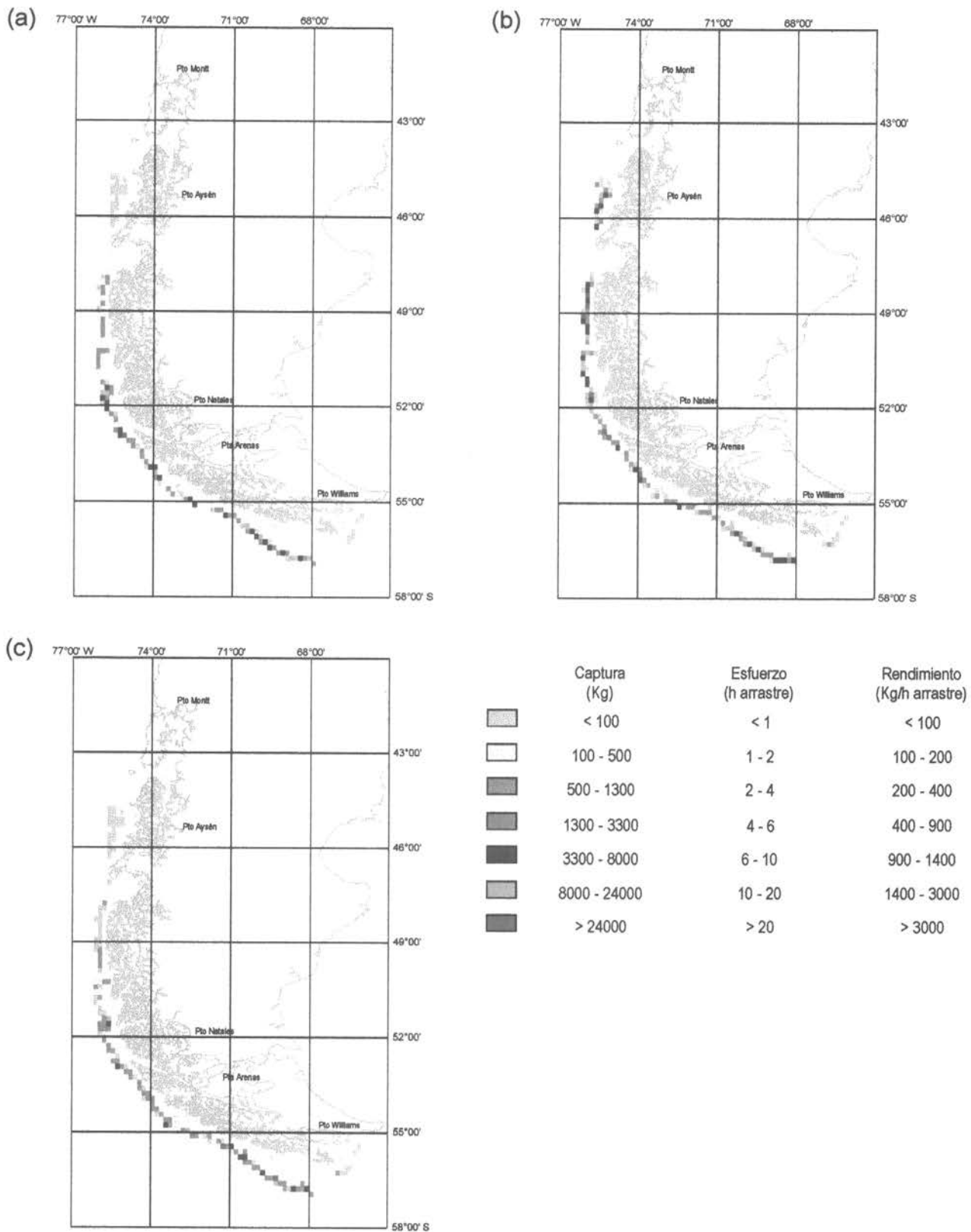


Fig. 25 Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento de pesca (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período septiembre - marzo (1994 - 1995).

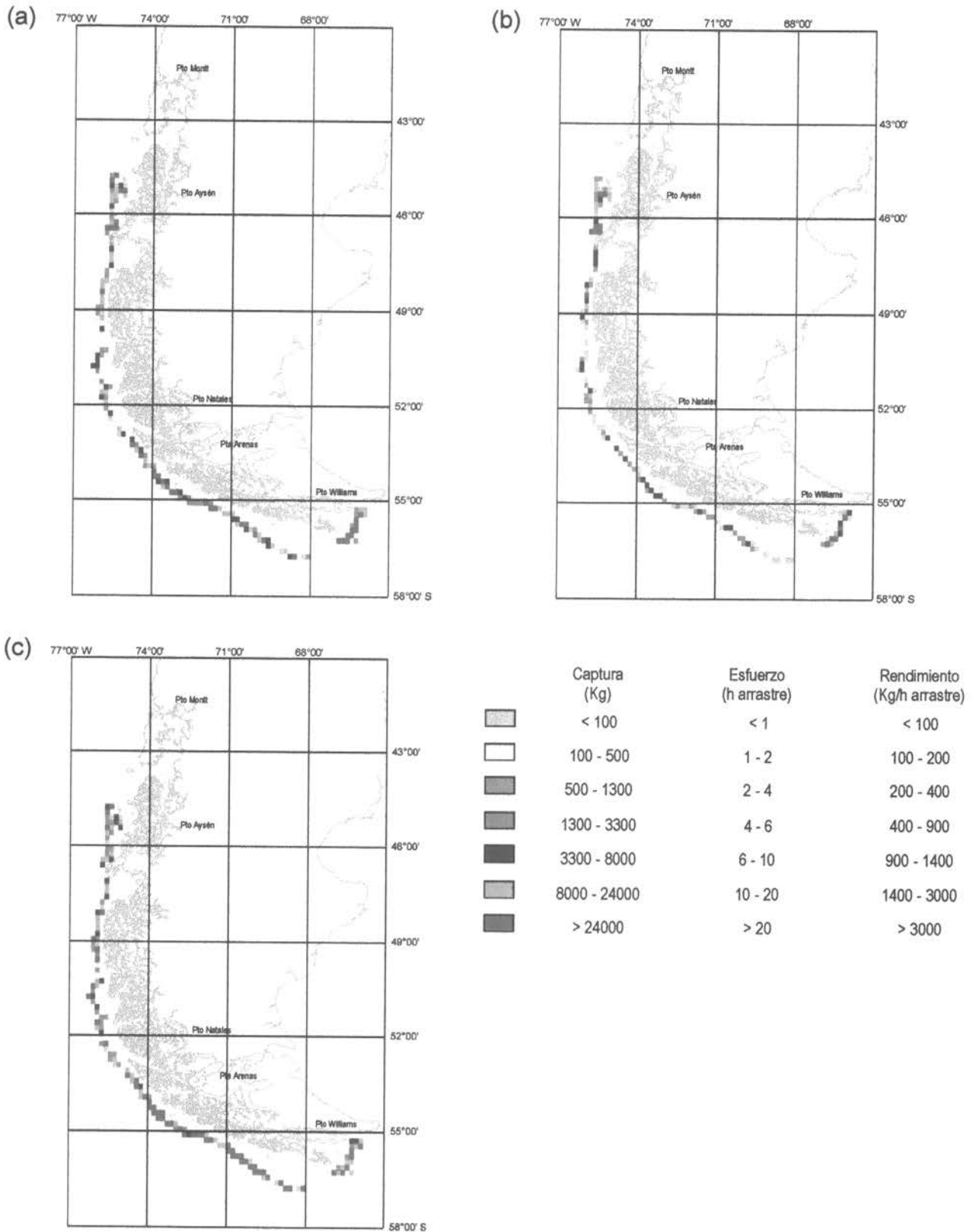


Fig. 26 Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento de pesca (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período abril - agosto (1995).

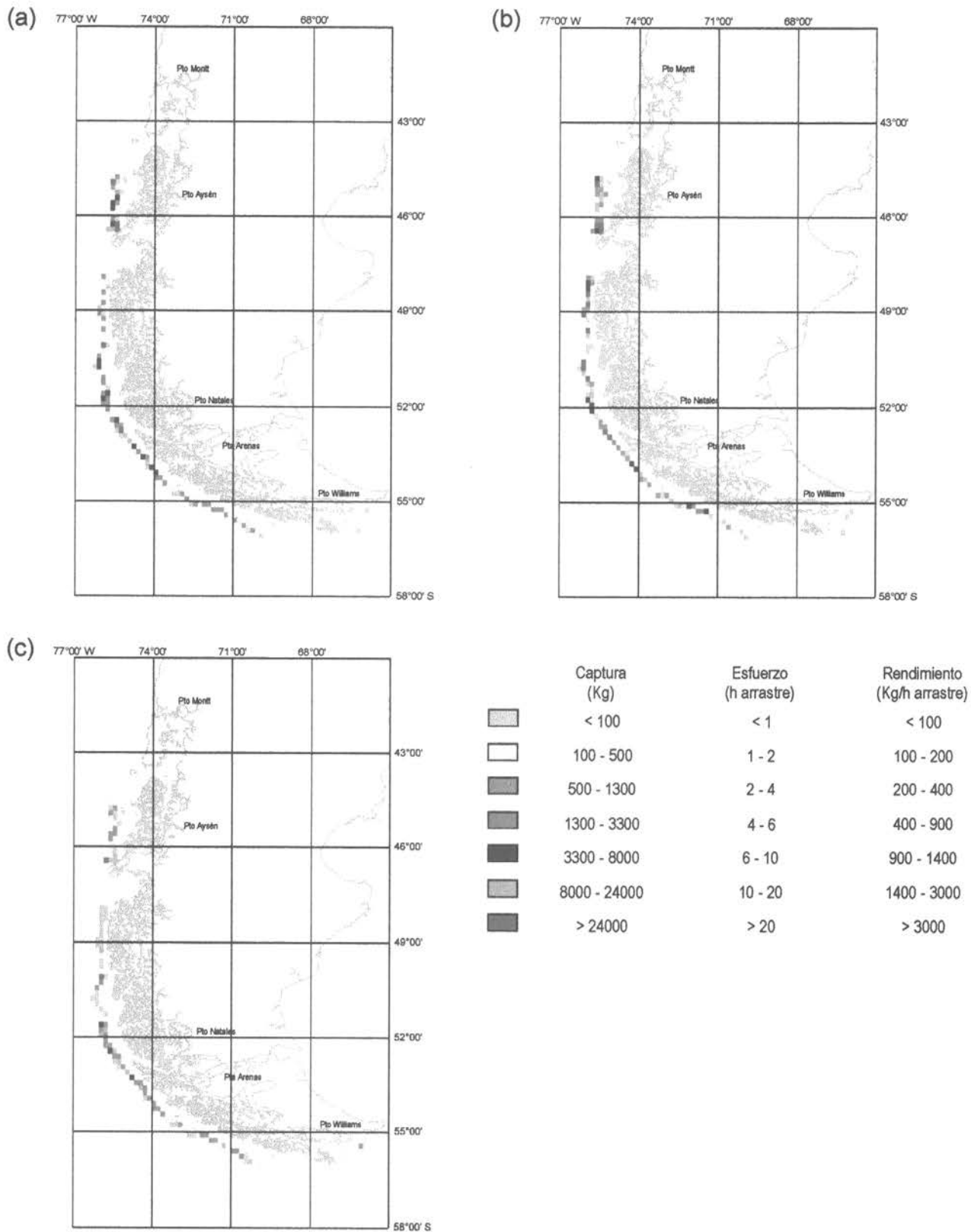


Fig. 27 Distribución espacial de la captura (a), esfuerzo (b) y rendimiento de pesca (c), de merluza de cola. Pesquería sur-austral. Período septiembre - noviembre (1995).

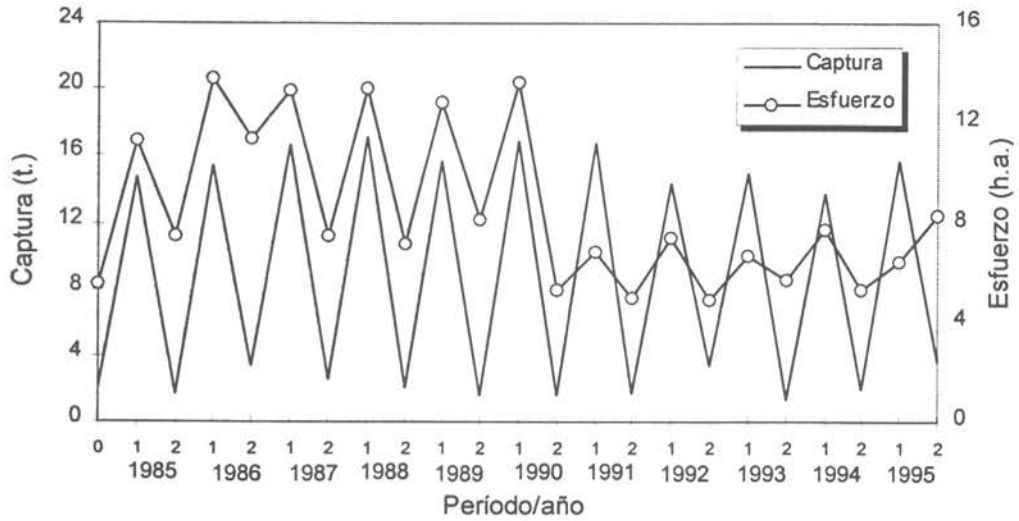


Fig. 28.- Captura de merluza de cola y esfuerzo promedio mensual por cuadrícula, para la serie 1985 - 1995, por período.

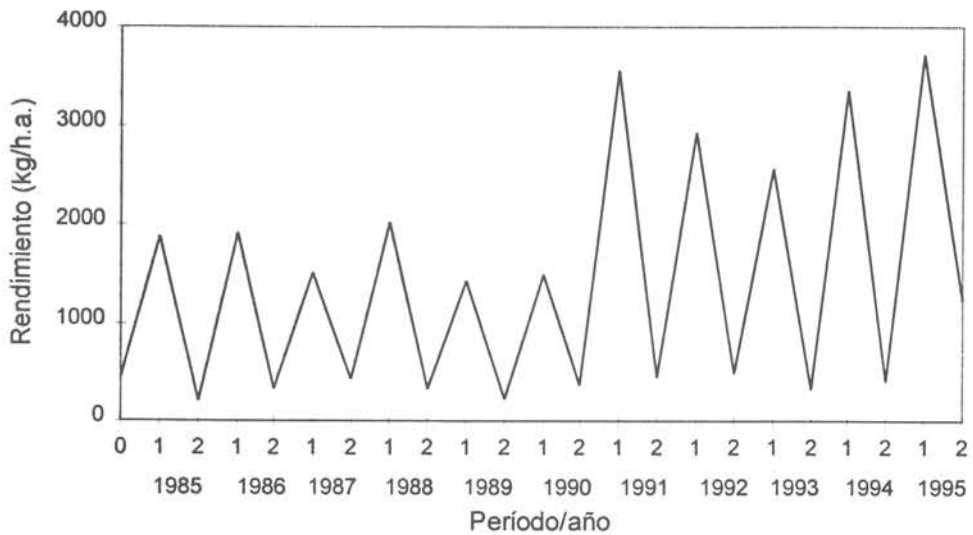
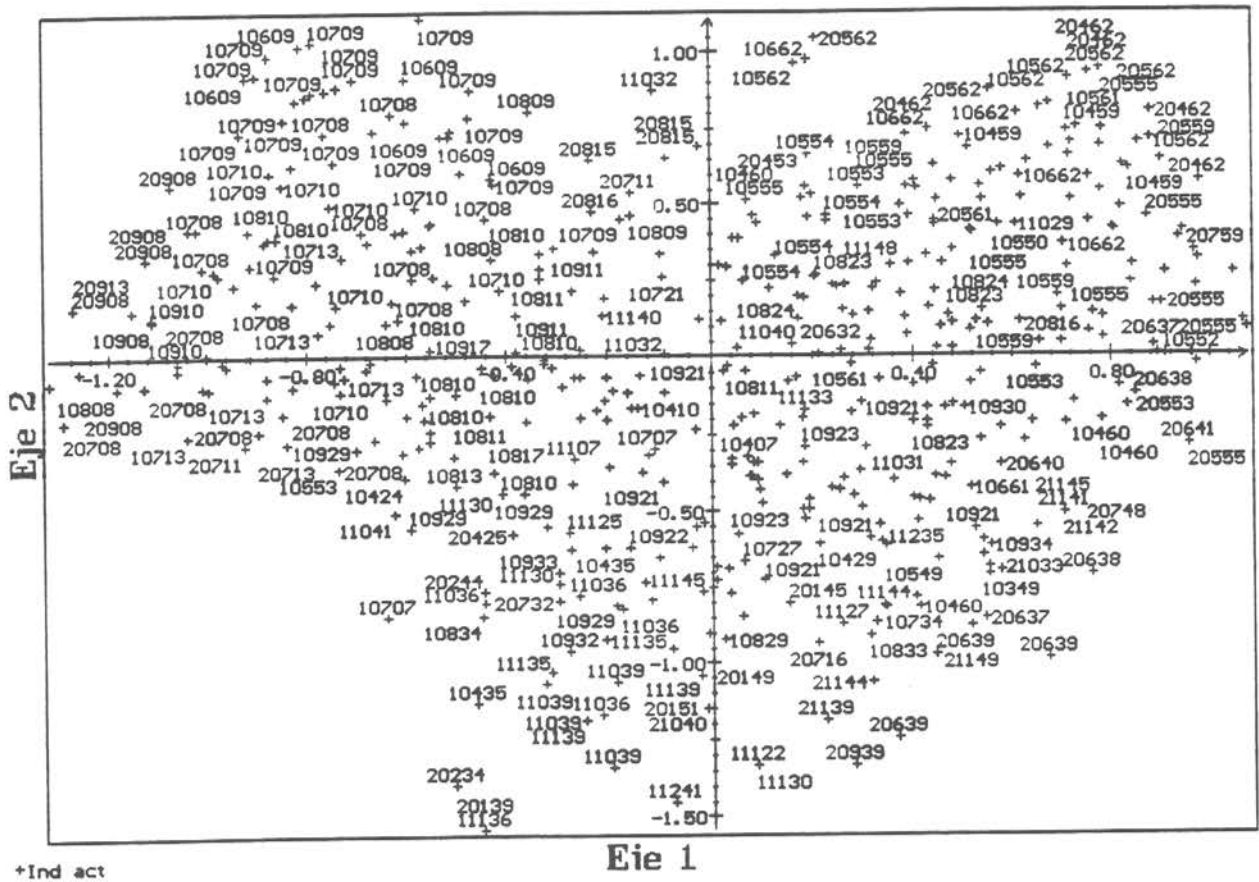


Fig. 29.- Rendimiento promedio de la merluza de cola por cuadrícula, para la serie 1985 - 1995, por período.



PLANO FACTORIAL





PLANO FACTORIAL

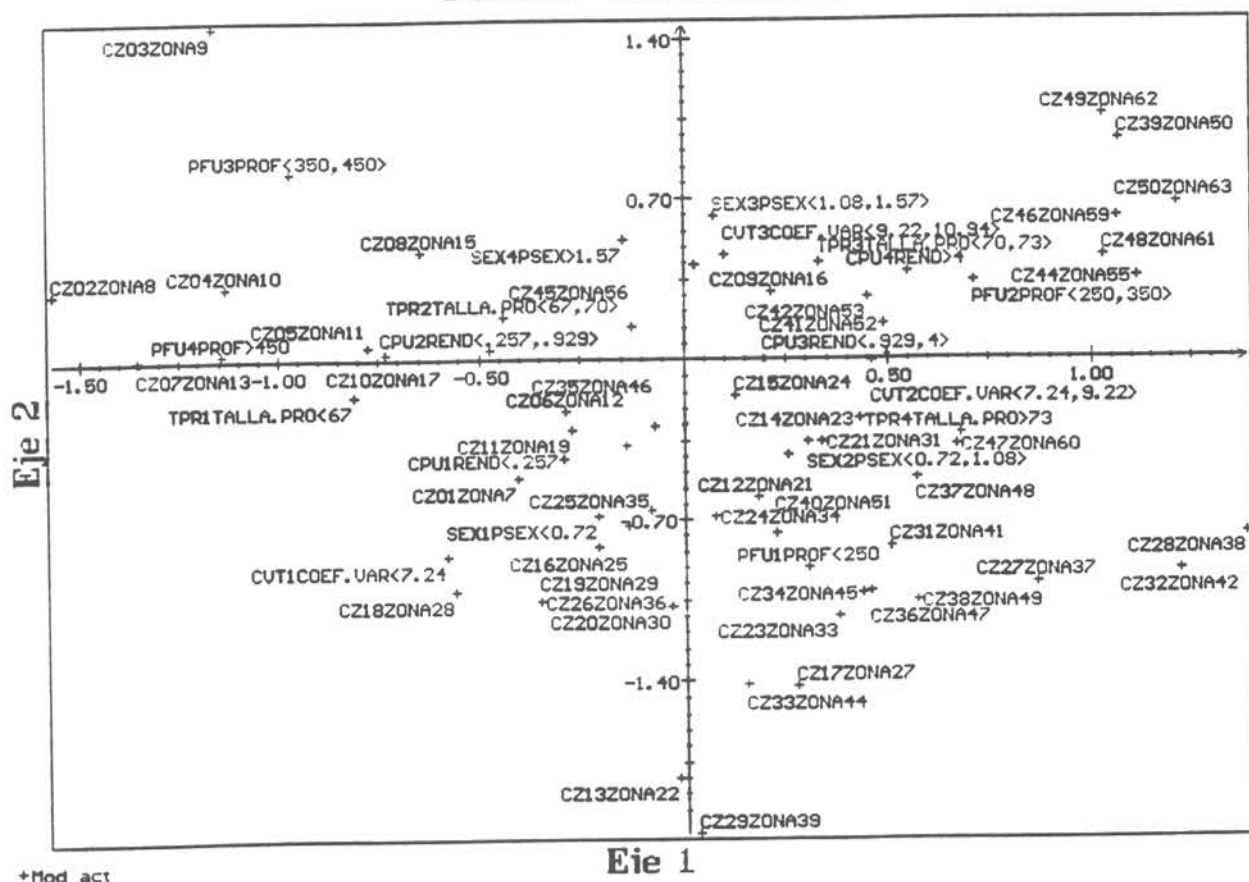


Fig. 31. Plano factorial de las modalidades activas del Análisis Factorial de Correspondencia Múltiple



PLANO FACTORIAL

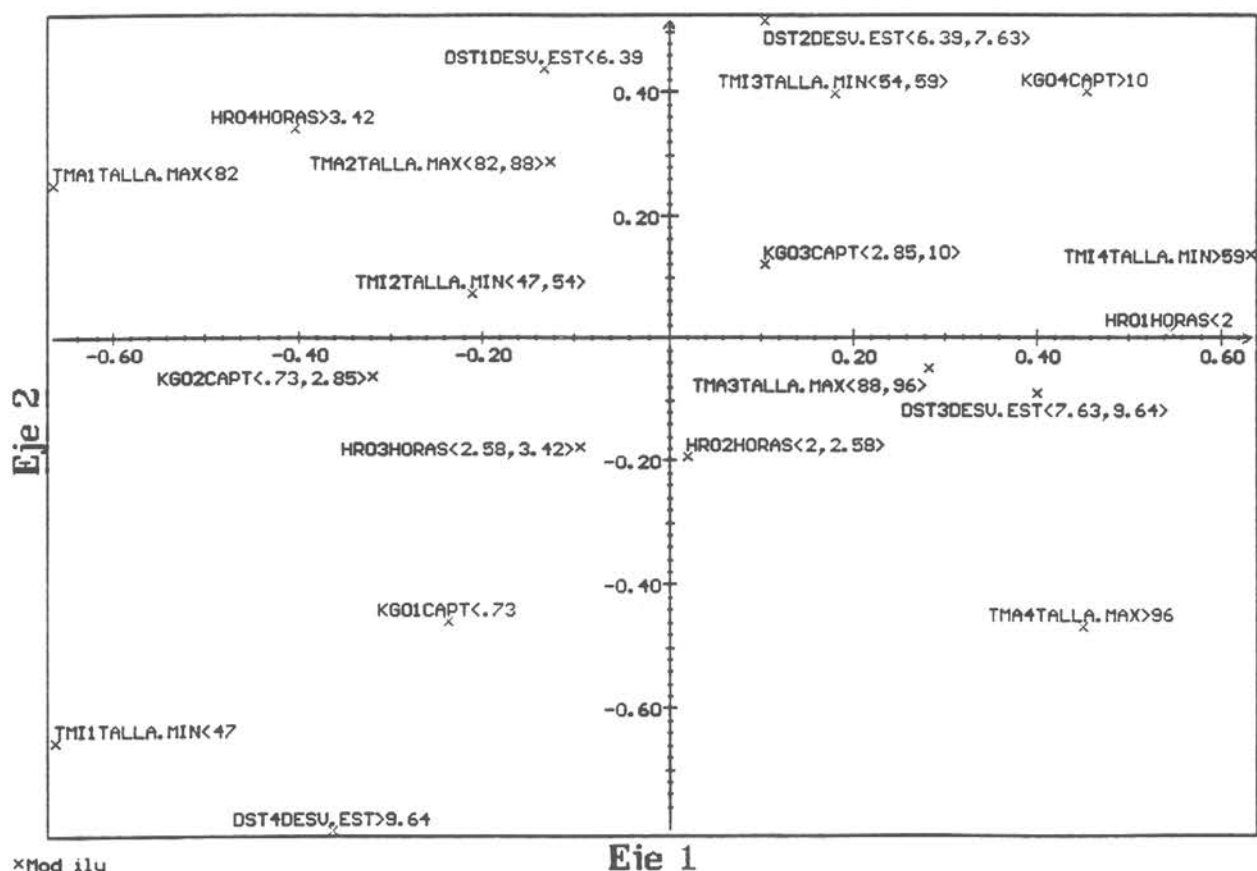


Fig. 32. Plano factorial de las modalidades suplementarias del Análisis Factorial de Correspondencia Múltiple



PLANO FACTORIAL

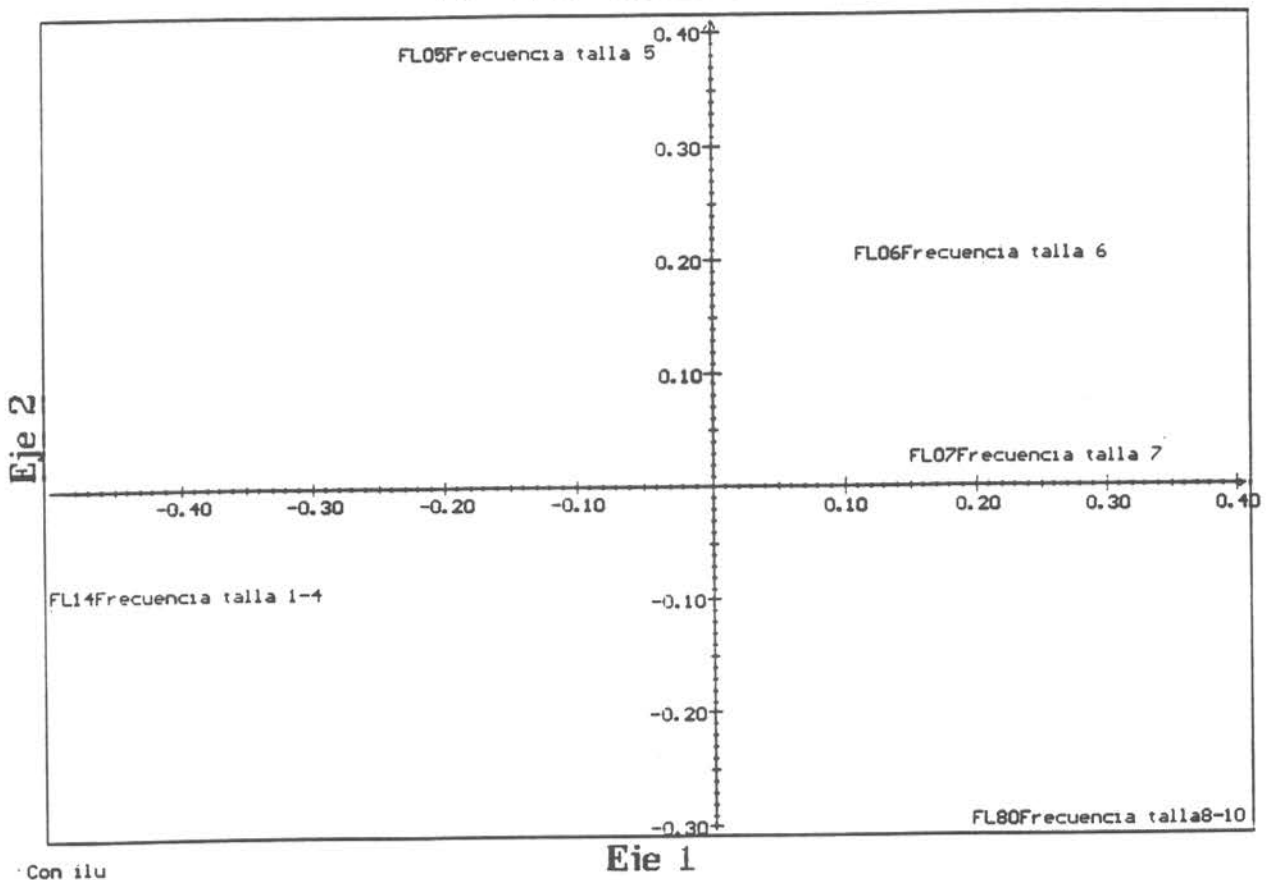


Fig. 33. Plano factorial de las variables continuas del Análisis Factorial de Correspondencia Múltiple

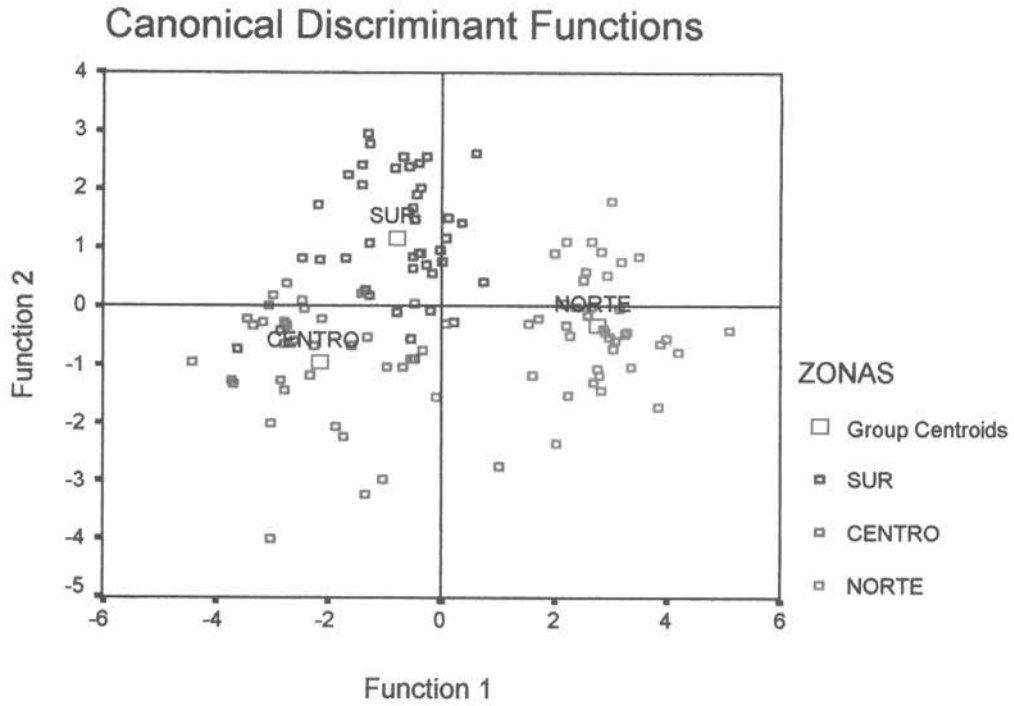


Fig. 34.- Ploteo de la función discriminante canónica, donde se identifican los tres caladeros.

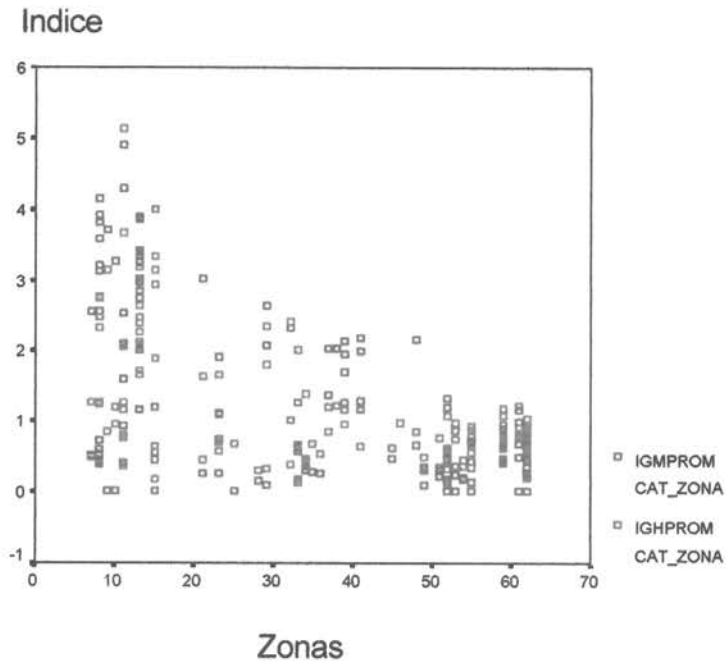


Fig. 35.- Índice gonádico promedio de machos (IGMPROM) y hembras (IGHPRM) de merluza de cola, por zona.

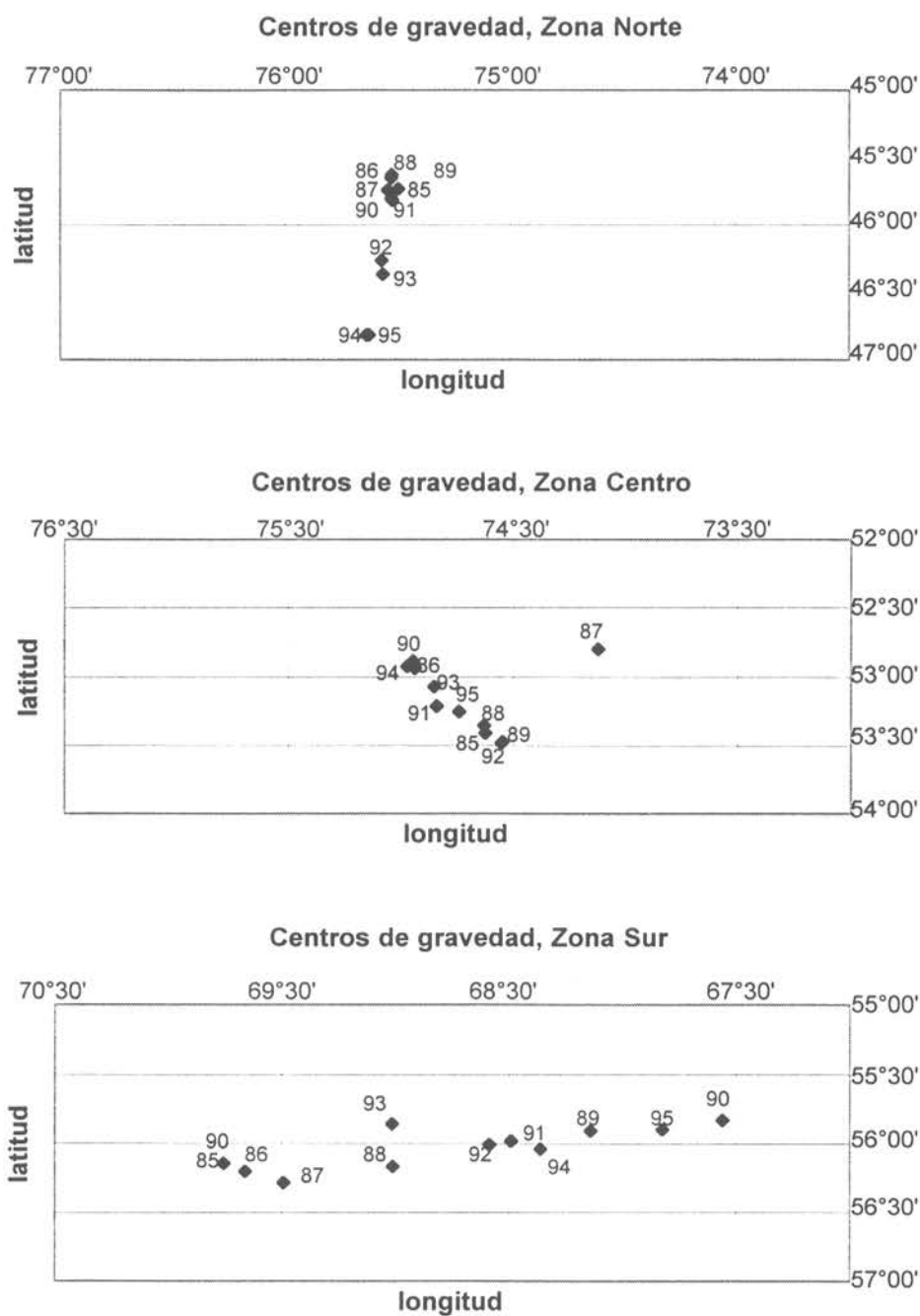


Fig. 36.- Desplazamiento de los centros de gravedad del esfuerzo de pesca por zona. Pesquería sur-austral, período 1985-1995

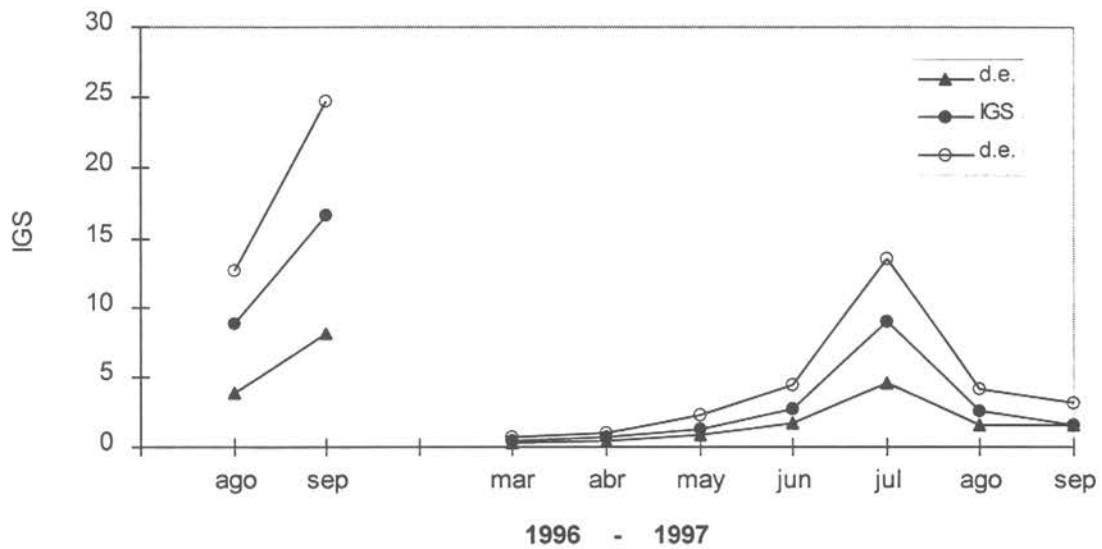


Fig. 37.- Valores promedios mensuales del IGS de *M. magellanicus*, con sus respectivas desviaciones estándares.

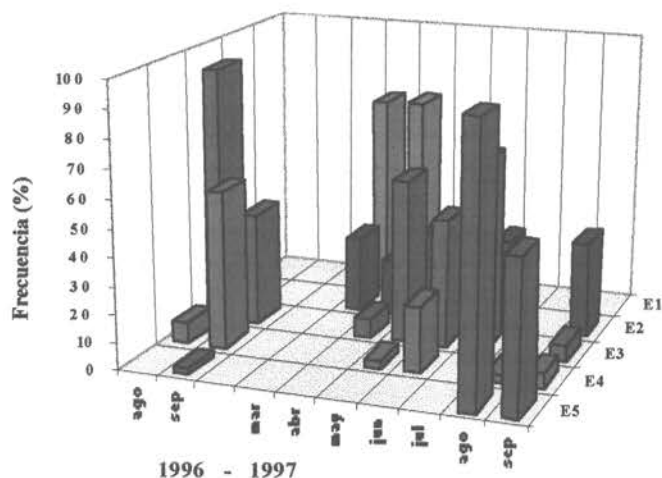


Fig. 38.- Frecuencia porcentual de los estados de madurez macroscópicos de *M. magellanicus*, para los meses de muestreo.

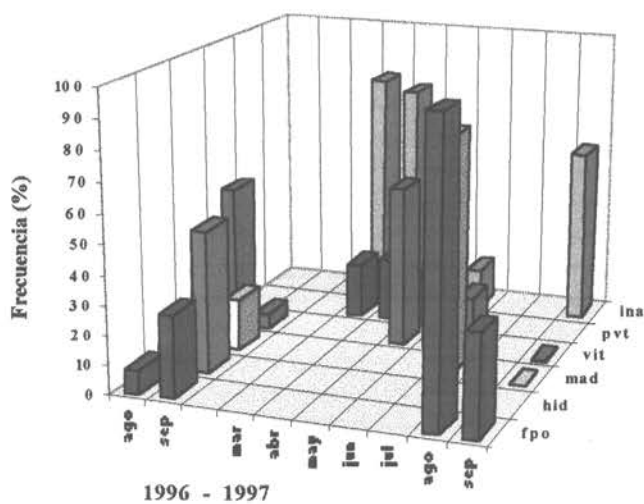


Fig. 39.- Frecuencia porcentual de los estados de madurez microscópicos de *M. magellanicus*, para los meses de muestreo.

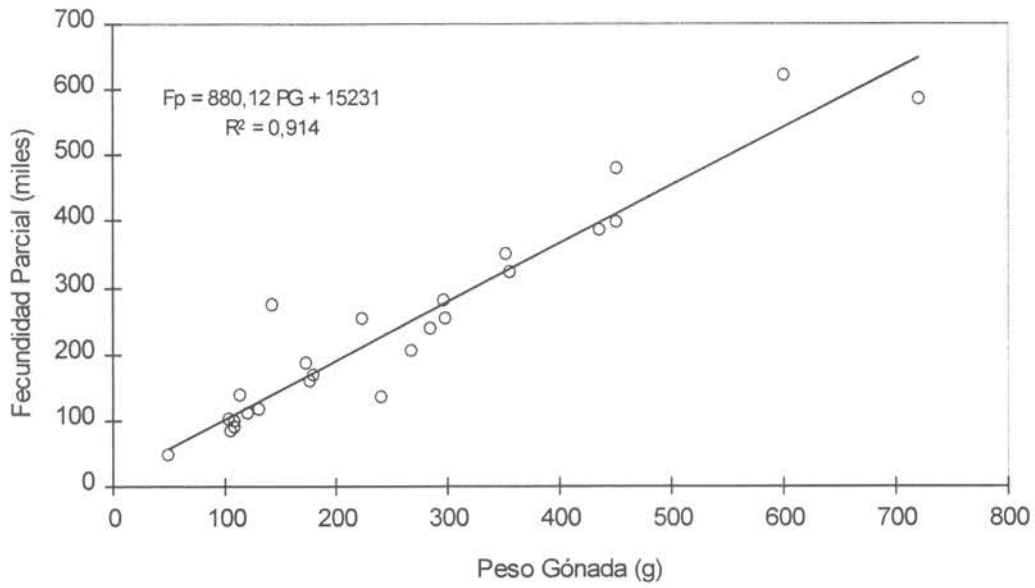


Fig. 40.- Relación entre el peso de la gónada y la fecundidad parcial estimada en *M. magellanicus*.

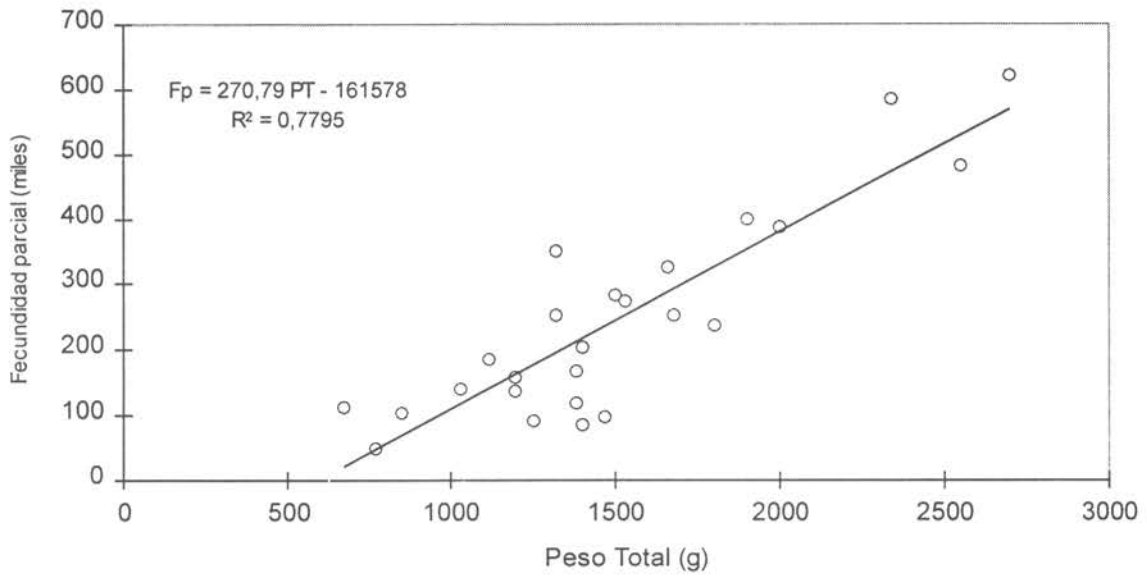


Fig. 41.- Relación entre el peso total y la fecundidad parcial estimada en *M. magellanicus*.

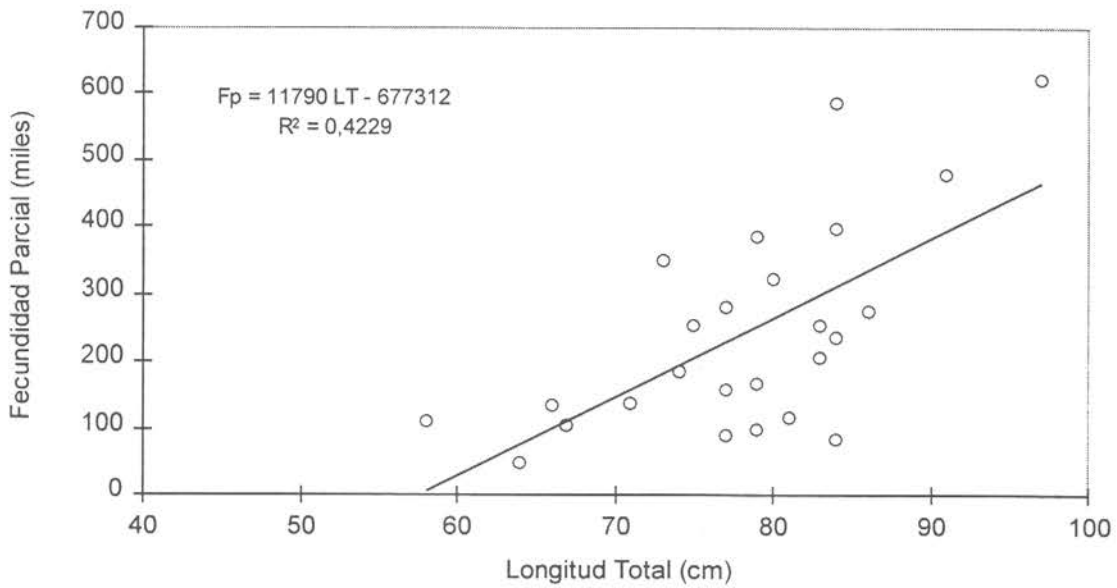


Fig. 42.- Relación entre la longitud total y la fecundidad parcial estimada en *M. magellanicus*.

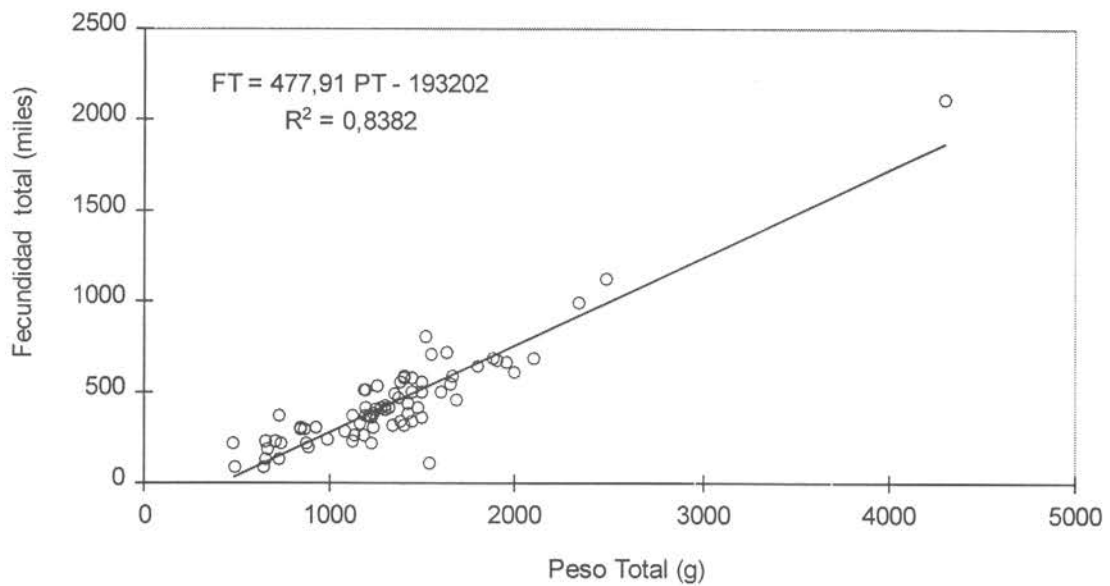


Fig. 43.- Relación entre el peso total y la fecundidad total estimada en *M. magellanicus*.

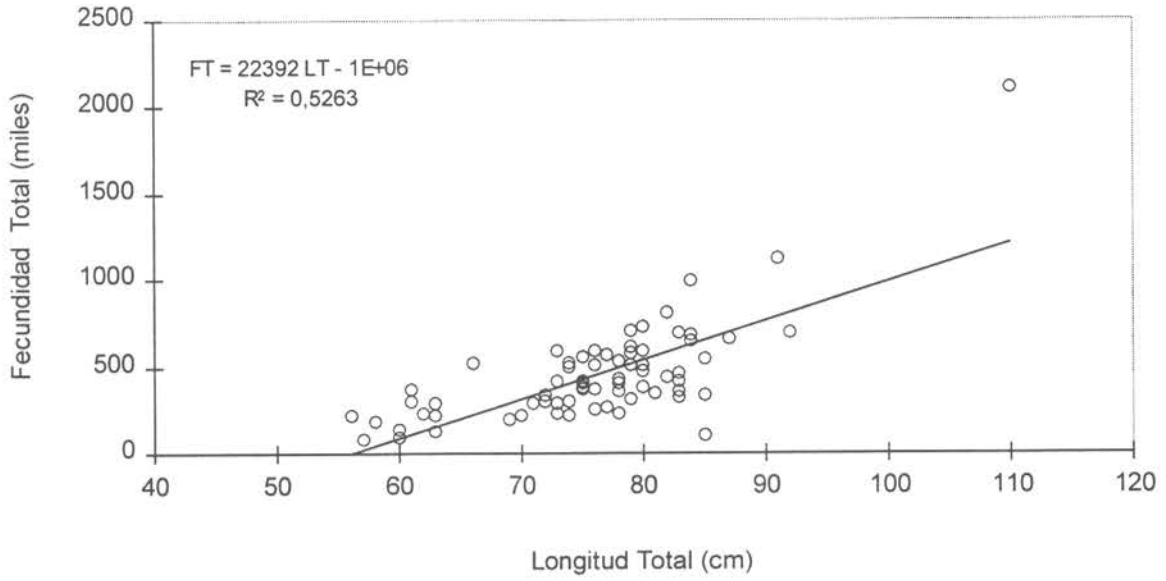


Fig. 44.- Relación entre la longitud total y la fecundidad total estimada en *M. magellanicus*.

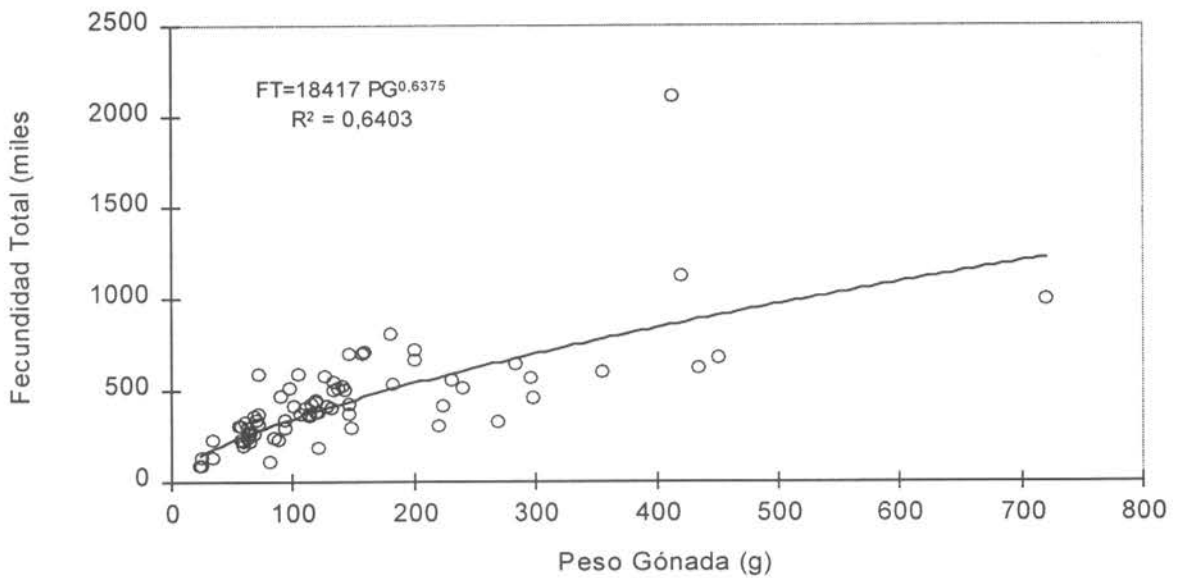


Fig. 45.- Relación entre el peso de la gónada y la fecundidad total estimada en *M. magellanicus*.

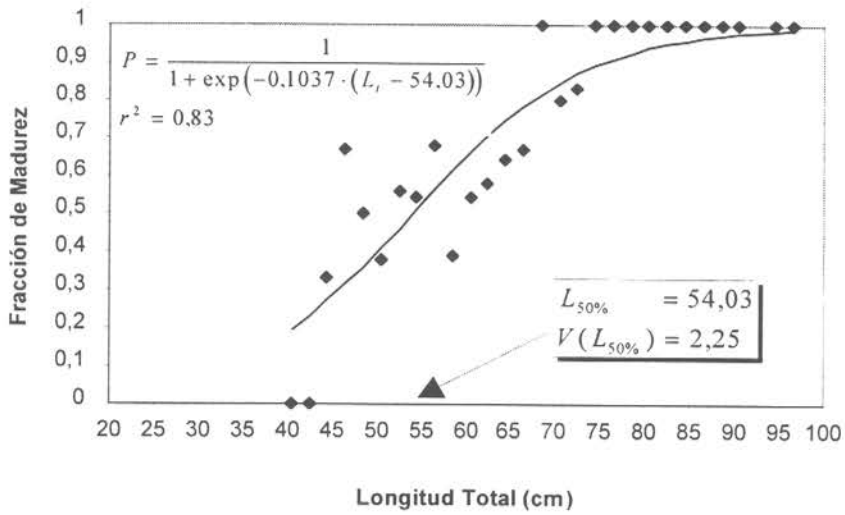


Fig. 46.- Curva de madurez sexual microscópica de *M. magellanicus* de acuerdo al modelo logístico. Hembras

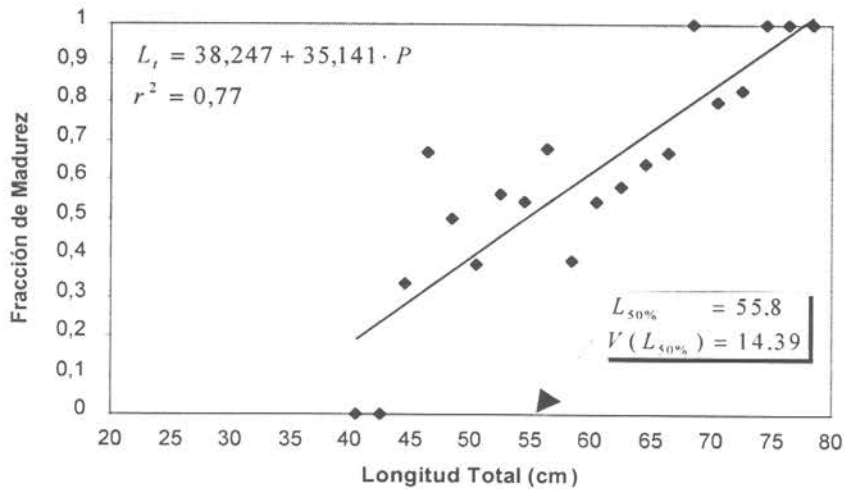


Fig. 47.- Curva de madurez sexual microscópica de *M. magellanicus* de acuerdo al modelo lineal predictiva inverso. Hembras.

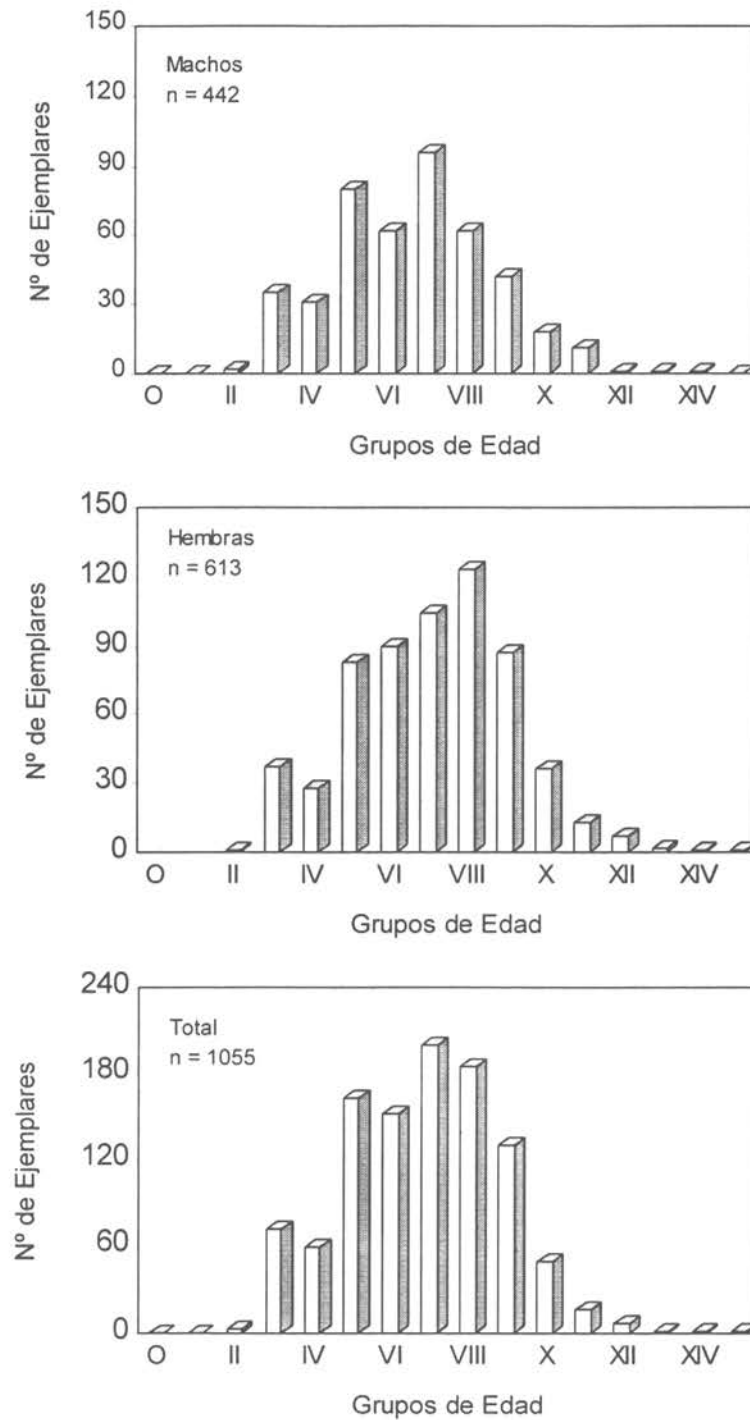


Fig. 48.- Composición por grupo de edad de las muestras analizadas de merluza de cola. Pesquería demersal sur - austral. Año 1996.

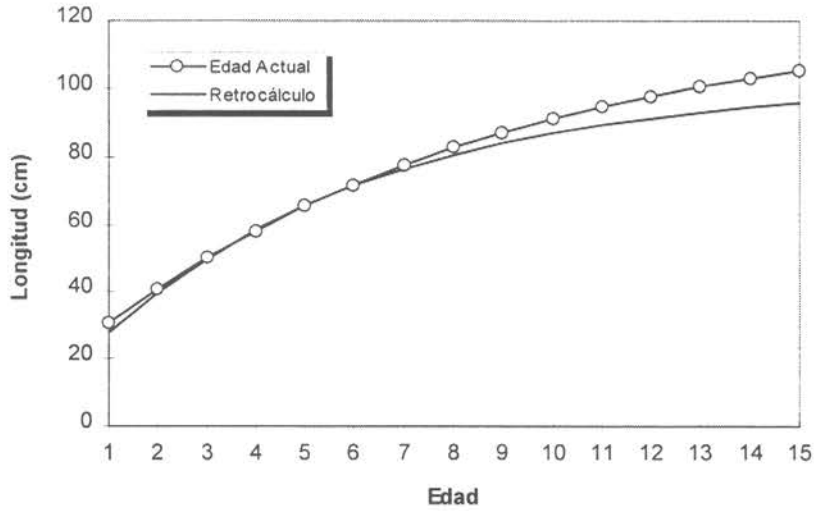


Fig. 49.- Curva de crecimiento en longitud de hembras de *M. magellanicus*, según la ecuación de von Bertalanffy, empleando el método de edad actual y de retrocálculo. Año 1996.

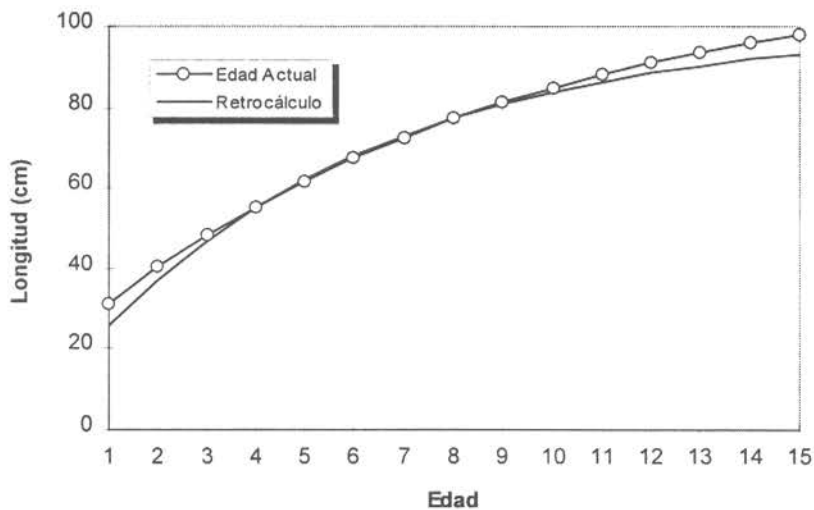


Fig. 50.- Curva de crecimiento en longitud de machos de *M. magellanicus*, según la ecuación de von Bertalanffy, empleando el método de edad actual y de retrocálculo. Año 1996.

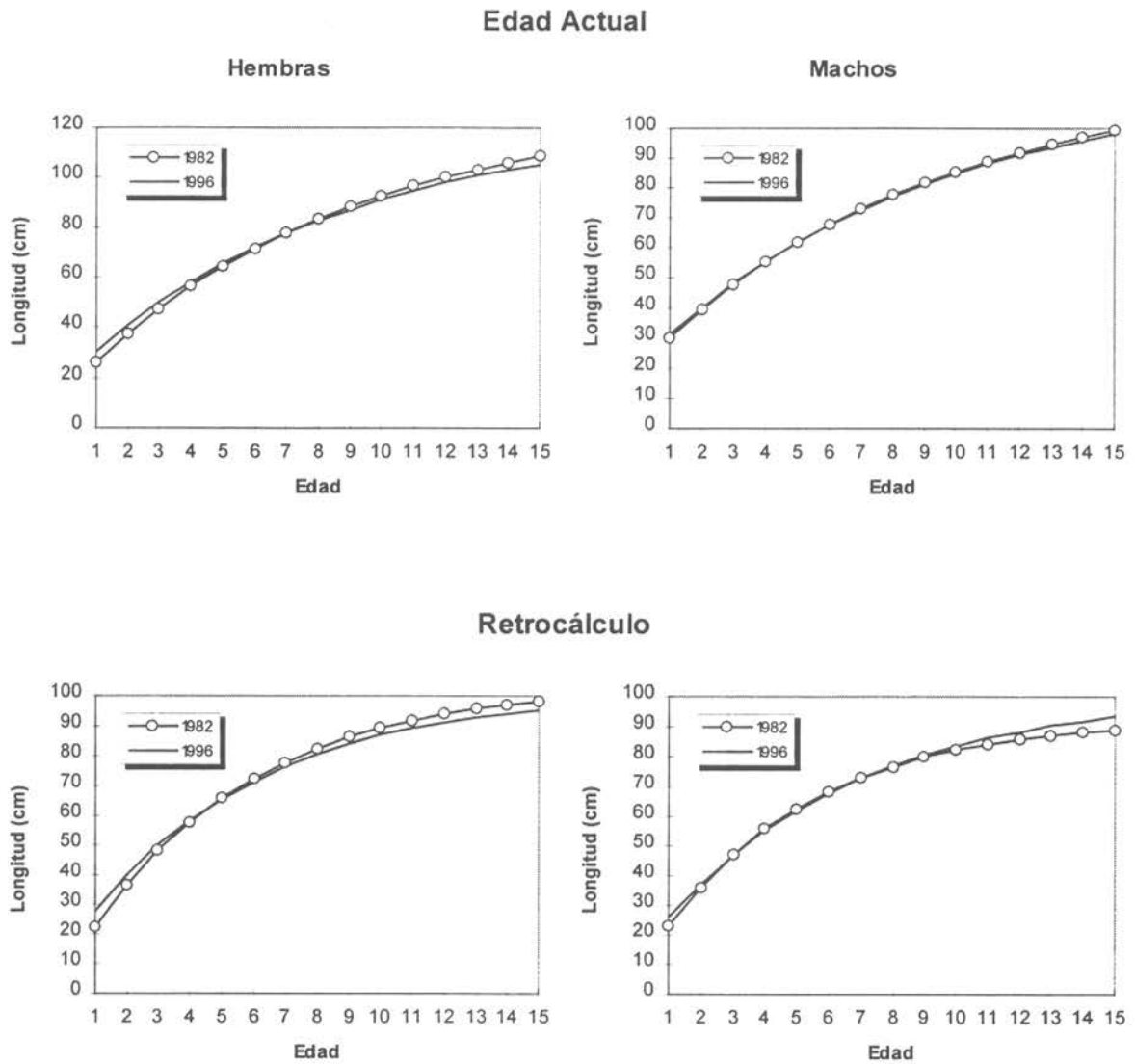
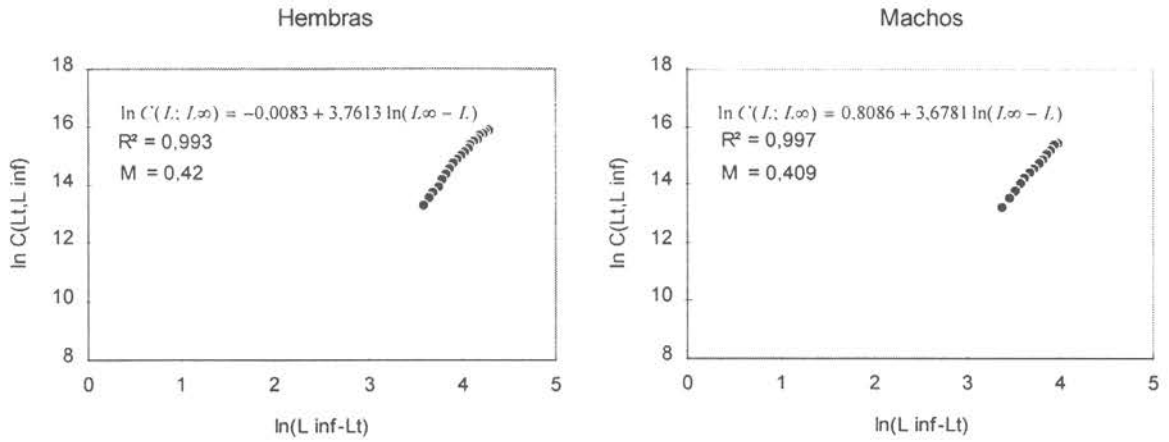


Fig 51.- Curva de crecimiento en longitud de hembras y machos de *M. magellanicus*, según la ecuación de Von Bertalanffy, empleando el método de edad actual y de retrocálculo.

Edad actual



Retrocálculo

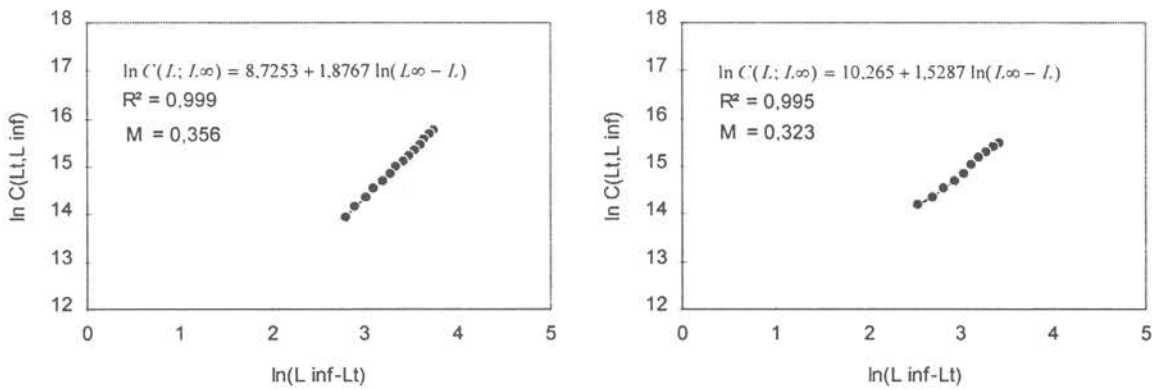


Fig. 52.- Curvas de captura acumuladas basada en datos de composición de tallas de merluza de cola del año 1982, por sexo. Método de Edad Actual y Retrocálculo (Jones & van Zalinge, 1982).

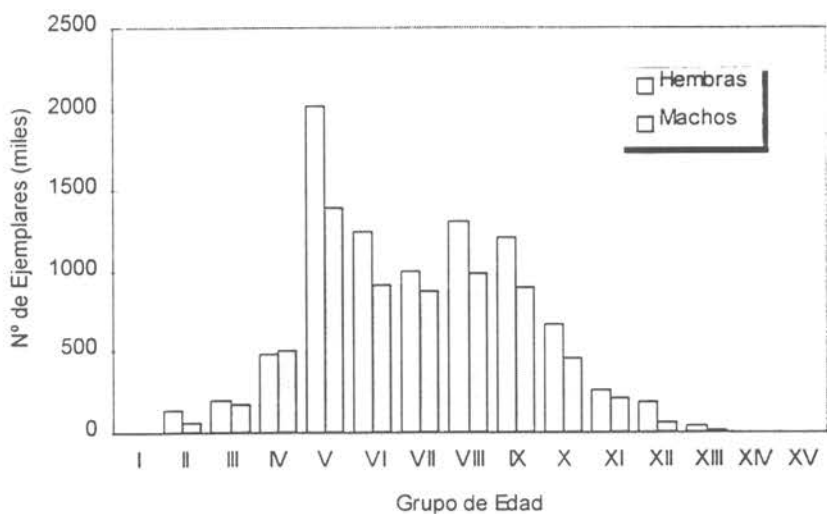


Fig. 53.- Número de ejemplares en la captura de *M. magellanicus* por grupo de edad y sexo. Pesquería demersal sur - austral, año 1982.

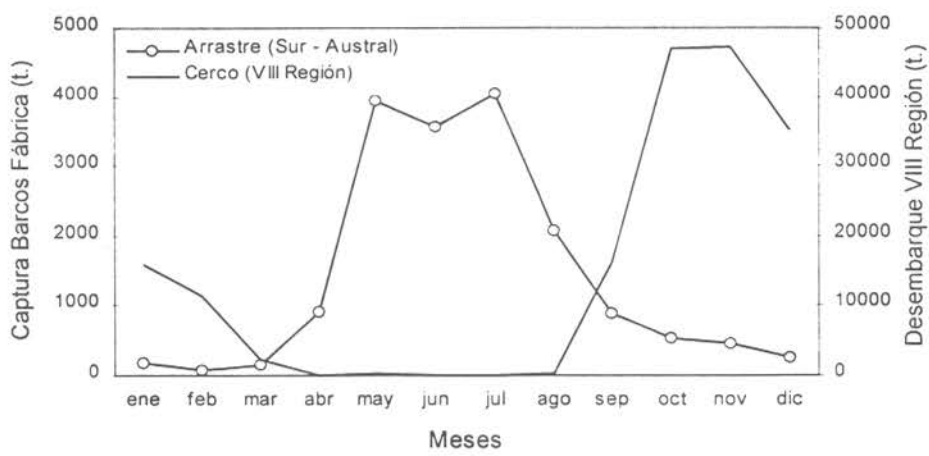


Fig. 54.- Estacionalidad de la captura de merluza de cola de la flota arrastrera fábrica (promedio serie 1983 - 95) y desembarque de la flota cerquera en la VIII Región (promedio 1991 - 96).



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

TABLAS

Tabla 1.- Nombre de las variables y modalidades usadas en el análisis de datos, para identificar caladeros en la pesquería de merluza de cola.

	999999	2	5	11	90	50
4 Captura por lance						
KG01 CAPT<.73						
KG02 CAPT<.73,2.85>						
KG03 CAPT<2.85,10>						
KG04 CAPT>10						
4 Rendimiento por lance						
CPU1 REND<.257						
CPU2 REND<.257,.929>						
CPU3 REND<.929,4>						
CPU4 REND>4						
4 Horas de arrastre						
HR01 HORAS<2						
HR02 HORAS<2,2.58>						
HR03 HORAS<2.58,3.42>						
HR04 HORAS>3.42						
4 Profundidad de calado						
PFU1 PROF<250						
PFU2 PROF<250,350>						
PFU3 PROF<350,450>						
PFU4 PROF>450						
4 Proporción sexual						
SEX1 PSEX<0.72						
SEX2 PSEX<0.72,1.08>						
SEX3 PSEX<1.08,1.57>						
SEX4 PSEX>1.57						
4 Talla mínima observada						
TMI1 TALLA.MIN<47						
TMI2 TALLA.MIN<47,54>						
TMI3 TALLA.MIN<54,59>						
TMI4 TALLA.MIN>59						
4 Talla máxima observada						
TMA1 TALLA.MAX<82						
TMA2 TALLA.MAX<82,88>						
TMA3 TALLA.MAX<88,96>						
TMA4 TALLA.MAX>96						
4 Talla promedio observada						
TPR1 TALLA.PRO<67						
TPR2 TALLA.PRO<67,70>						
TPR3 TALLA.PRO<70,73>						
TPR4 TALLA.PRO>73						
4 Desviación estándar talla						
DST1 DESV.EST<6.39						
DST2 DESV.EST<6.39,7.63>						
DST3 DESV.EST<7.63,9.64>						
DST4 DESV.EST>9.64						
4 Coeficiente variación talla						
CVT1 COEF.VAR<7.24						
CVT2 COEF.VAR<7.24,9.22>						
CVT3 COEF.VAR<9.22,10.94>						
CVT4 COEF.VAR>10.94						

1 Frecuencia talla clase 1-4	0 1 1 2
FL14 Frecuencia talla 1-4	
1 Frecuencia talla clase 5	0 1 1 2
FL05 Frecuencia talla 5	
1 Frecuencia talla clase 6	0 1 1 2
FL06 Frecuencia talla 6	
1 Frecuencia talla clase 7	0 1 1 2
FL07 Frecuencia talla 7	
1 Frecuencia talla clase 8-10	0 1 1 2
FL80 Frecuencia talla 8-10	

50 Categorías de zonas 1 A 50

CZ01 ZONA7; CZ02 ZONA8
CZ03 ZONA9; CZ04 ZONA10
CZ05 ZONA11; CZ06 ZONA12
CZ07 ZONA13; CZ08 ZONA15
CZ09 ZONA16; CZ10 ZONA17
CZ11 ZONA19; CZ12 ZONA21
CZ13 ZONA22; CZ14 ZONA23
CZ15 ZONA24; CZ16 ZONA25
CZ17 ZONA27; CZ18 ZONA28
CZ19 ZONA29; CZ20 ZONA30
CZ21 ZONA31; CZ22 ZONA32
CZ23 ZONA33; CZ24 ZONA34
CZ25 ZONA35; CZ26 ZONA36
CZ27 ZONA37; CZ28 ZONA38
CZ29 ZONA39; CZ30 ZONA40
CZ31 ZONA41; CZ32 ZONA42
CZ33 ZONA44; CZ34 ZONA45
CZ35 ZONA46; CZ36 ZONA47
CZ37 ZONA48; CZ38 ZONA49
CZ39 ZONA50; CZ40 ZONA51
CZ41 ZONA52; CZ42 ZONA53
CZ43 ZONA54; CZ44 ZONA55
CZ45 ZONA56; CZ46 ZONA59
CZ47 ZONA60; CZ48 ZONA61
CZ49 ZONA62; CZ50 ZONA63

Tabla 2.- Número de lances, Captura, Esfuerzo y Rendimiento promedio mensual de merluza de cola por cuadrícula, para cada uno de los períodos de análisis. Pesquería sur-austral, 1985-1995.

Período	Nº de lances	Captura (t.)		Esfuerzo (h.a.)*		Rendimiento (kg/h.a.)	
		\bar{x}	D.S.	\bar{x}	D.S.	\bar{x}	D.S.
enero - marzo (85)	119	2019,19	4519,73	5,52	11,10	448,30	951,94
abril - agosto (85)	204	14753,90	21360,29	11,30	14,87	1888,66	6151,69
septiembre - marzo (85 - 86)	187	1708,38	2778,99	7,45	9,43	204,10	177,91
abril - agosto (86)	182	15419,68	21085,59	13,78	22,45	1924,71	5410,22
septiembre - marzo (86 - 87)	163	3367,14	5510,21	11,37	18,58	328,98	370,73
abril - agosto (87)	172	16601,00	27338,67	13,28	23,73	1515,77	2078,29
septiembre - marzo (87 - 88)	178	2565,27	3772,31	7,50	10,56	428,81	487,76
abril - agosto (88)	192	17084,18	25704,99	13,35	23,24	2010,85	5149,55
septiembre - marzo (88 - 89)	232	2096,01	3410,45	7,18	10,83	315,80	429,22
abril - agosto (89)	209	15631,96	24923,00	12,80	21,89	1425,48	1128,81
septiembre - marzo (89 - 90)	205	1587,43	2429,15	8,12	12,59	228,13	248,47
abril - agosto (90)	193	16883,48	24482,67	13,61	23,03	1503,41	1187,43
septiembre - marzo (90 - 91)	171	1544,69	3770,02	5,29	8,08	355,90	577,28
abril - agosto (91)	158	16745,94	26233,29	6,86	12,87	3547,26	9975,22
septiembre - marzo (91 - 92)	135	1724,90	3269,27	5,01	8,26	448,08	585,42
abril - agosto (92)	162	14390,07	26039,12	7,40	11,99	2939,11	5025,89
septiembre - marzo (92 - 93)	173	3388,59	13561,80	4,87	5,37	483,09	825,86
abril - agosto (93)	159	14895,87	32453,02	6,65	10,22	2561,98	2457,66
septiembre - marzo (93 - 94)	165	1312,27	2159,03	5,74	7,94	332,58	1012,84
abril - agosto (94)	158	13729,34	28953,74	7,72	11,88	3345,09	9450,10
septiembre - marzo (94 - 95)	156	1937,45	3687,34	5,29	6,73	412,44	1018,83
abril - agosto (95)	155	15662,92	20673,07	6,47	8,62	3716,00	7941,84
septiembre - diciembre (95)	108	3593,98	8444,40	8,31	11,94	1232,87	7900,85
Promedio total	3936	8838,12	19491,23	8,69	15,10	1351,05	4399,40

h.a. = hoaras de arrastre

Tabla 3.- Número de lances y captura de la flota arrastrera fábrica en la pesquería demersal sur - austral. Se detalla la captura de Merluza de cola, su participación y rendimiento de pesca (kg./hora de arrastre). Período 1985 - 1995.

ZONA	Número	Captura			Horas	Rendimiento	
	Lances	Total	M. Cola	%	Arrastre	M. Cola	Total
1985	8603	57779	17564	30,40	21363	822	2705
1986	9399	58328	17990	30,84	25958	693	2247
1987	7819	58873	17670	30,01	21377	827	2754
1988	8719	62609	19631	31,35	24335	807	2573
1989	8331	54788	18726	34,18	23832	786	2299
1990	7350	52014	18951	36,44	21695	874	2398
1991	3024	34966	14755	42,20	9096	1622	3844
1992	3484	40378	16201	40,12	12526	1293	3224
1993	2605	27273	12938	47,44	9221	1403	2958
1994	3356	28311	12544	44,31	11834	1060	2392
1995	2440	20692	9949	48,08	9420	1056	2197

Tabla 4.- Proporción de cuadrículas según niveles de rendimiento (kg./h.a) de merluza de cola, por período y año. Pesquería sur-austral, 1985-1995.

Período Año	Clases de Rendimiento						
	1	2	3	4	5	6	7
en - mz /85	26,1	25,2	23,5	16,0	4,2	3,4	1,7
ab - ag /85	7,4	3,9	11,3	22,1	22,1	22,1	11,3
sp - mz /85-86	29,9	36,4	21,4	10,7	1,6	0,0	0,0
ab - ag /86	7,1	4,4	8,8	23,1	17,6	22,5	16,5
sp - mz /86-87	19,0	28,2	28,2	20,2	1,2	3,1	0,0
ab - ag /87	10,5	4,7	10,5	20,3	16,9	27,3	9,9
sp - mz /87-88	14,0	21,9	29,2	22,5	8,4	2,8	1,1
ab - ag /88	6,8	4,2	5,2	22,4	21,9	29,2	10,4
sp - mz /88-89	33,2	13,4	25,0	25,0	1,7	1,3	0,4
ab - ag /89	4,8	4,3	8,1	21,1	19,6	33,5	8,6
sp - mz /89-90	37,6	21,5	24,9	12,7	2,9	0,5	0,0
ab - ag /90	5,7	3,1	5,2	23,8	17,1	34,2	10,9
sp - mz /90-91	32,7	17,5	30,4	11,1	2,3	4,1	1,8
ab - ag /91	6,3	1,9	8,2	7,0	10,8	33,5	32,3
sp - mz /91-92	20,0	17,8	25,9	25,2	5,2	5,2	0,7
ab - ag /92	2,5	6,2	11,7	16,7	11,7	23,5	27,8
sp - mz /92-93	16,2	20,8	27,2	26,6	4,0	3,5	1,7
ab - ag /93	5,0	5,7	10,7	9,4	13,2	20,1	35,8
sp - mz /93-94	29,1	27,3	27,9	10,9	2,4	1,8	0,6
ab - ag /94	9,5	4,4	10,8	13,9	11,4	23,4	26,6
sp - mz /94-95	37,8	14,1	20,5	17,9	5,8	2,6	1,3
ab - ag /95	5,8	2,6	7,1	13,5	11,6	22,6	36,8
sp - nv /95	33,3	16,7	13,9	20,4	2,8	11,1	1,9

Tabla 5.- Posición, nombre y número de modalidades de cada variable contenida en la matriz de datos, utilizada en el Análisis Factorial de Correspondencia Múltiple.

6 VARIABLES ACTIVAS 70 MODALIDADES ASOCIADAS	
2. Rendimiento por lance	(4 modalidades)
4. Profundidad de calado	(4 modalidades)
5. Proporción sexual	(4 modalidades)
8. Talla promedio observada	(4 modalidades)
10. Coeficiente variación talla	(4 modalidades)
16. Categorías de zonas 1 A 50	(50 modalidades)
5 VARIABLES SUPLEMENTARIAS 20 MODALIDADES ASOCIADAS	
1. Captura por lance	(4 modalidades)
3. Horas de arrastre	(4 modalidades)
6. Talla mínima observada	(4 modalidades)
7. Talla máxima observada	(4 modalidades)
9. Desviación estándar talla	(4 modalidades)
5 VARIABLES ILUSTRATIVAS CONTINUAS	
11. Frecuencia talla clase 1-4	(continua)
12. Frecuencia talla clase 5	(continua)
13. Frecuencia talla clase 6	(continua)
14. Frecuencia talla clase 7	(continua)
15. Frecuencia talla clase 8-10	(continua)

Tabla 6.- Valores propios de los ejes factoriales

PRECISION DE LOS CALCULOS: TRAZA ANTES DIAGONALIZACION.. 5.1667

SUMA DE LOS VALORES PROPIOS 5.1667

NUMERO	VALOR PROPIO	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
1	0,3339	6,46	6,46
2	0,2960	5,73	12,19
3	0,2573	4,98	17,17
4	0,2413	4,67	21,84
5	0,2202	4,26	26,10
6	0,2128	4,12	30,22
7	0,2039	3,95	34,17
8	0,1966	3,80	37,97
9	0,1904	3,69	41,66
10	0,1842	3,56	45,22
11	0,1821	3,52	48,75
12	0,1738	3,36	52,11
13	0,1719	3,33	55,44
14	0,1685	3,26	58,70
15	0,1667	3,23	61,93
16	0,1667	3,23	65,15
17	0,1644	3,18	68,34
18	0,1600	3,10	71,43
19	0,1545	2,99	74,42
20	0,1527	2,96	77,38
21	0,1439	2,78	80,16
22	0,1388	2,69	82,85
23	0,1291	2,50	85,35
24	0,1236	2,39	87,74
25	0,1169	2,26	90,01
26	0,1117	2,16	92,17
27	0,1017	1,97	94,14
28	0,0941	1,82	95,96
29	0,0857	1,66	97,62
30	0,0739	1,43	99,04
31	0,0494	0,96	100,00

Tabla 7.- Distribución detallada de las modalidades del Factor 1 del Análisis Factorial de Correspondencia Múltiple.

EDICION SOBRE EL FACTOR 1 DE MODALIDADES

ID	V. TEST	MODALIDAD	VARIABLE	PESO	Nº
PFU3	-10.77	PROF<350,450>	Profundidad de calado	9.00	1
TPR1	-10.62	TALLA.PRO<67	Talla promedio observada	127.00	2
PFU4	-10.39	PROF>450	Profundidad de calado	71.00	3
CZ02	-9.91	ZONA8	Categorías de zonas 1 a 50	37.00	4
TMI1	-8.46	TALLA.MIN<47	Talla mínima observada	123.00	5
TMA1	-8.14	TALLA.MAX<82	Talla máxima observada	115.00	6
CVT1	-7.62	COEF.VAR<7.24	Coficiente variación talla	128.00	7
CZ03	-6.92	ZONA9	Categorías de zonas 1 a 50	33.00	8
CZ07	-6.50	ZONA13	Categorías de zonas 1 a 50	22.00	9
CPU2	-6.11	REND<.257,.929>	Rendimiento por lance	125.00	10
CZ04	-5.80	ZONA10	Categorías de zonas 1 a 50	25.00	11
HR04	-5.55	HORAS>3.42	Horas de arrastre	137.00	2
TPR2	-4.93	TALLA.PRO<67,70>	Talla promedio observada	100.00	13
DST4	-4.85	DESV.EST>9.64	Desviación estándar talla	132.00	14
KG02	-4.19	CAPT<.73,2.85>	Captura por lance	127.00	15
CPU1	-3.77	REND<.257	Rendimiento por lance	26.00	16
KG01	-3.13	CAPT<.73	Captura por lance	128.00	17
CZ05	-2.97	ZONA11	Categorías de zonas 1 a 50	14.00	18

ZONA CENTRAL

CPU3	2.61	REND<.929,4>	Rendimiento por lance	132.00	73
TMA3	3.68	TALLA.MAX<88,96>	Talla máxima observada	129.00	74
SEX2	3.93	PSEX<0.72,1.08>	Proporción sexual	126.00	75
TPR3	4.26	TALLA.PRO<70,73>	Talla promedio observada	126.00	76
CZ48	4.32	ZONA61	Categorías de zonas 1 a 50	17.00	77
PFU1	4.58	PROF<250	Profundidad de calado	58.00	78
DST3	5.27	DESV.EST<7.63,9.64>	Desviación estándar talla	131.00	79
CZ44	5.71	ZONA55	Categorías de zonas 1 a 50	25.00	80
CZ46	5.89	ZONA59	Categorías de zonas 1 a 50	29.00	81
TMA4	5.91	TALLA.MAX>96	Talla máxima observada	130.00	82
KG04	5.95	CAPT>10	Captura por lance	130.00	83
CVT2	5.97	COEF.VAR<7.24,9.22>	Coficiente variación talla	128.00	84
HR01	6.84	HORAS<2	Horas de arrastre	121.00	85
CPU4	7.17	REND>4	Rendimiento por lance	128.00	86
CZ49	7.42	ZONA62	Categorías de zonas 1 a 50	47.00	87
TMI4	8.36	TALLA.MIN>59	Talla mínima observada	31.00	88
TPR4	10.19	TALLA.PRO>73	Talla promedio observada	58.00	89
PFU2	11.96	PROF<250,350>	Profundidad de calado	183.00	90

EDICION SOBRE EL FACTOR 1 DE VARIABLES CONTINUAS

COORD.	PESO	VARIABLE	MEDIA	DESV. TIPO	NUMERO
-.50	511.00	Frecuencia talla clase 1-4	.27	.22	1
ZONA CENTRAL					
.40	511.00	Frecuencia talla clase 8-10	.15	.15	5

Tabla 8.- Distribución detallada de las modalidades del Factor 2 del Análisis Factorial de Correspondencia Múltiple.

EDICION SOBRE EL FACTOR 2 DE MODALIDADES					
ID.	V.TEST	MODALIDAD	VARIABLE	PESO	Nº
PFU1	-13.74	PROF<250	Profundidad de calado	158.00	1
CVT1	-11.25	COEF.VAR<7.24	Coeficiente variación talla	28.00	2
DST4	-10.70	DESV.EST>9.64	Desviación estándar talla	132.00	3
SEX1	-9.49	PSEX<0.72	Proporción sexual	139.00	4
TMI1	-8.34	TALLA.MIN<47	Talla mínima observada	23.00	5
CZ29	-7.86	ZONA39	Categorías de zonas 1 A 50	14.00	6
TMA4	-6.21	TALLA.MAX>96	Talla máxima observada	130.00	7
KG01	-5.99	CAPT<.73	Captura por lance	128.00	8
CPU1	-5.57	REND<.257	Rendimiento por lance	126.00	9
TPR4	-4.95	TALLA.PRO>73	Talla promedio observada	158.00	10
SEX2	-4.63	PSEX<0.72,1.08>	Proporción sexual	126.00	11
CZ23	-4.26	ZONA33	Categorías de zonas 1 A 50	14.00	12
CZ38	-3.54	ZONA49	Categorías de zonas 1 A 50	11.00	13
CZ34	-3.43	ZONA45	Categorías de zonas 1 A 50	11.00	14
CZ26	-3.37	ZONA36	Categorías de zonas 1 A 50	10.00	15
CZ25	-2.83	ZONA35	Categorías de zonas 1 A 50	18.00	16
CZ33	-2.83	ZONA44	Categorías de zonas 1 A 50	4.00	17
CZ13	-2.59	ZONA22	Categorías de zonas 1 A 50	2.00	18

ZONA CENTRAL

TMA1	3.00	TALLA.MAX<82	Talla máxima observada	115.00	73
CZ46	3.42	ZONA59	Categorías de zonas 1 A 50	29.00	74
TMA2	3.90	TALLA.MAX<82,88>	Talla máxima observada	137.00	75
HR04	4.61	HORAS>3.42	Horas de arrastre	137.00	76
CPU4	4.93	REND>4	Rendimiento por lance	128.00	77
KG04	5.24	CAPT>10	Captura por lance	130.00	78
CVT4	5.40	COEF.VAR>10.94	Coeficiente variación talla	128.00	79
TPR3	5.42	TALLA.PRO<70,73>	Talla promedio observada	126.00	80
TMI3	5.43	TALLA.MIN<54,59>	Talla mínima observada	138.00	81
DST1	5.58	DESV.EST<6.39	Desviación estándar talla	124.00	82
PFU2	5.64	PROF<250,350>	Profundidad de calado	183.00	83
CVT3	5.89	COEF.VAR<9.22,10.94>	Coeficiente variación talla	127.00	84
DST2	6.55	DESV.EST<6.39,7.63>	Desviación estándar talla	124.00	85
SEX4	6.67	PSEX>1.57	Proporción sexual	125.00	86
CZ49	7.62	ZONA62	Categorías de zonas 1 a 50	47.00	87
SEX3	7.88	PSEX<1.08,1.57>	Proporción sexual	121.00	88
CZ03	8.61	ZONA9	Categorías de zonas 1 a 50	33.00	89
PFU3	9.00	PROF<350,450>	Profundidad de calado	99.00	90

EDICION SOBRE EL FACTOR 2 DE VARIABLES CONTINUAS

COORD.	PESO	VARIABLE	MEDIA	DESV. TIPO	NUMERO
-.30	511.00	Frecuencia talla clase 8-10	.15	.15	1
ZONA CENTRAL					
.41	511.00	Frecuencia talla clase 5	.22	.10	5

Tabla 9.- Caladeros identificados en la pesquería de merluza de cola empleando el método de Análisis Factorial de Correspondencia Múltiple.

ZONAS	CODIGO DE ZONAS	LOCALIZACION
1 Norte	CZ01 hasta CZ18	43°00' - 50°00' L.S.
2 Centro	CZ19 hasta CZ38	50°00' - 55°25' L.S.
3 Sur	CZ39 hasta CZ50	55°25' - 57°25' L.S.

Tabla 10.- Coeficientes estandarizados de la función discriminante.

	Function	
	1	2
LHARRAS	-.178	-.138
LIGHP	.384	.121
LIGMP	.303	-.964
LLCV	1.816	.630
LLDS	-1.700	-.418
LLMAX	.020	-.279
LLMIN	.022	.751
LLPROM	-.079	.142
LREND	-.235	.697
LPROF	.874	.444
PSEX	.387	-.112

Tabla 11.- Correlación de la variable predictora con la variable canónica en la función discriminante.

	Function	
	1	2
LPROF	.805*	.261
LIGHP	.307*	-.299
LLMAX	-.258*	-.028
LLPROM	-.228*	.112
LIGMP	.296	-.487*
LREND	-.048	.327*
LLMIN	-.117	.314*
LLDS	-.092	-.276*
LHARRAS	.147	-.267*
LLCV	-.055	-.264*
PSEX	.098	.200*

Pooled within-groups correlations between discriminating variables and standardized canonical discriminant functions
Variables ordered by absolute size of correlation within function.

*. Largest absolute correlation between each variable and any discriminant function

Tabla 12.- Porcentaje de clasificación de los tres grupos definidos a través del Análisis Factorial de Correspondencia Múltiple, empleando Análisis Discriminante. Período 1990-1991.

Classification Results^{b,c}

		ZONAS	Predicted Group Membership			Total
			NORTE	CENTRO	SUR	
Original	Count	NORTE	39	1	0	40
		CENTRO	1	32	3	36
		SUR	0	4	37	41
	%	NORTE	97.5	2.5	.0	100.0
		CENTRO	2.8	88.9	8.3	100.0
		SUR	.0	9.8	90.2	100.0
Cross-validated ^a	Count	NORTE	39	1	0	40
		CENTRO	1	31	4	36
		SUR	0	7	34	41
	%	NORTE	97.5	2.5	.0	100.0
		CENTRO	2.8	86.1	11.1	100.0
		SUR	.0	17.1	82.9	100.0

a. Cross validation is done only for those cases in the analysis. In cross validation, each case is classified by the functions derived from all cases other than that case.

b. 92.3% of original grouped cases correctly classified.

c. 88.9% of cross-validated grouped cases correctly classified.

Tabla 13.- Porcentaje de clasificación de los tres grupos definidos a través del Análisis Factorial de Correspondencia Múltiple, empleando Análisis Discriminante. Período 1994-1995.

Classification Results^a

		NTRATO	Predicted Group Membership			Total
			NORTE	CENTRO	SUR	
Original	Count	NORTE	34	6	1	41
		CENTRO	1	21	10	32
		SUR	0	17	66	83
	%	NORTE	82.9	14.6	2.4	100.0
		CENTRO	3.1	65.6	31.3	100.0
		SUR	.0	20.5	79.5	100.0

a. 77.6% of original grouped cases correctly classified.

Tabla 14.- Meses de muestreos, talla promedio, rango de talla y números de ejemplares analizados de merluza de cola en el presente estudio.

Meses	Análisis Macroscópico				Análisis Microscópico			
	Long.	Desv. est.	Amplitud	n	Long.	Desv. est.	Amplitud	n
1996								
Agosto	76,1	9,5	56-110	69	76,0	9,5	56-110	67
Septiembre	77,2	7,9	61-97	39	77,2	7,9	61-97	39
1997								
Marzo	52,6	20,4	35-90	22	59,0	20,5	40-90	16
Abril	57,6	26,1	36-116	90	59,9	25,7	40-109	55
Mayo	70,3	16,1	40-110	158	70,1	15,8	40-110	98
Junio	75,7	11,9	42-97	59	75,4	11,9	42-97	58
Julio	68,7	12,3	40-110	249	67,7	13,6	40-97	130
Agosto	73,2	6,3	57-98	30	73,2	6,3	57-98	30
Septiembre	68,6	15,4	46-98	35	68,6	15,4	46-98	34

Tabla 15.- Frecuencia porcentual de estados de madurez macroscópicos determinados en merluza de cola durante los meses de muestreo.

Meses	Estado 1	Estado 2	Estado 3	Estado 4	Estado 5	Amplitud	n
1996							
Agosto			92,5	7,5		56-110	69
Septiembre			41,0	56,4	2,6	61-97	39
1997							
Marzo	72,7	27,3				35-90	22
Abril	73,3	20,0	6,7			36-116	90
Mayo	7,0	31,8	58,6	2,5		40-110	158
Junio	1,7	28,8	45,8	23,7		42-97	59
Julio			100			45-110	249
Agosto				3,3	96,7	57-98	30
Septiembre		34,3	5,7	5,7	54,3	46-98	35

Tabla 16.- Frecuencia porcentual de estados de madurez microscópicos de *M. magellanicus* para los meses de muestreo.

Meses	Inactivo	Previtelino	Vitelo	Maduro	Hidratado	PO	Atresia	n
1996								
Agosto			49,3	38,8	7,5	8,1	79,1	67
Septiembre			5,1	17,9	48,7	28,2	60,0	39
1997								
Marzo	81,3	18,8						16
Abril	78,2	21,8						55
Mayo	28,6	16,3	55,1					98
Junio	13,8	5,2	81,0					58
Julio	25,4	7,7	16,9	50,0			5,4	130
Agosto						100,0		30
Septiembre	58,8		2,9	2,9		35,3		34

Tabla 17.- Ecuaciones y coeficientes de regresión estimados para las relaciones entre peso pez, peso gónada *versus* fecundidad parcial y total, para *M. magellanicus*.

Regresión	valor de "a"	valor de "b"	valor de R ²	tipo de regresión
Fecundidad parcial				
P.gónada - F.parcial	15231	880,120	0,914	Lineal
P.total - F.parcial	-161578	270,790	0,780	Lineal
P.tot-P.gon-F.parcial	-152407	320,210	0,589	Lineal
L.total - F.parcial	-677312	11790	0,423	Lineal
P. total - P.gónada	-167,270	0,2852	0,733	Lineal
Fecundidad total				
P.gónada - F.total	18417	0,4375	0,640	Potencial
P.total - F. total	-193202	477,910	0,838	Lineal
P.tot-P.gon-F. total	-194614	539,020	0,788	Lineal
L.total - F. total	-1000000	22392	0,526	Lineal
P. total - P.gónada	0,0038	1,4455	0,589	Potencial

Tabla 18.- Clave edad-talla de merluza de cola hembras. Pesquería demersal sur – austral. Año 1996.

Talla	Frec.	Grupo de Edad														
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
30 - 31																
32 - 33	1		1													
34 - 35																
36 - 37	6			6												
38 - 39	7			7												
40 - 41	8			8												
42 - 43	3			3												
44 - 45	5			5												
46 - 47	4				3	1										
48 - 49	8			1	4	1	2									
50 - 51	4				3	1										
52 - 53	2					2										
54 - 55	4					2	1	1								
56 - 57	8			2	1	5										
58 - 59	17			2	5	8	1	1								
60 - 61	17			1	2	9	4		1							
62 - 63	14			2	1	6	2	2	1							
64 - 65	22				4	11	5	2								
66 - 67	30				3	13	9	4	1							
68 - 69	27				2	8	10	4	3							
70 - 71	33					7	9	9	4	4						
72 - 73	45					3	13	13	9	4	3					
74 - 75	48					6	11	14	10	6	1					
76 - 77	44						11	15	13	4	1					
78 - 79	44						6	15	17	5	1					
80 - 81	46						4	13	18	9	2					
82 - 83	36						1	4	20	8	1		1	1		
84 - 85	28							4	12	9	1	2				
86 - 87	27						1	1	6	10	7	1	1			
88 - 89	21							2	4	6	3	4	2			
90 - 91	13								4	8	1					
92 - 93	12									6	5		1			
94 - 95	12									5	5		1			1
96 - 97	6									3	2				1	
98 - 99	5										3	2				
100 - 101																
102 - 103	2											2				
104 - 105																
106 - 107	2											2				
108 - 109																
110 - 111	2												1	1		
Total	613		1	37	28	83	90	104	123	87	36	13	7	2	1	1

Tabla 19.- Clave edad-talla de merluza de cola machos. Pesquería demersal sur-austral. Año 1996.

Talla	Frec.	Grupo de Edad														
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
30 - 31																
32 - 33																
34 - 35	1			1												
36 - 37	5		1	4												
38 - 39	6			6												
40 - 41	8			8												
42 - 43	8		1	7												
44 - 45	5			3	1	1										
46 - 47	12			1	7	4										
48 - 49	17			1	8	7	1									
50 - 51	11			1	3	5	1	1								
52 - 53	17				2	9	2	4								
54 - 55	13			1	1	8	3									
56 - 57	14			1	3	4	6									
58 - 59	19				2	7	5	4	1							
60 - 61	18			1	2	7	4	3	1							
62 - 63	14				2	4	7	1								
64 - 65	22					7	5	8	2							
66 - 67	26					10	2	6	4	2	1	1				
68 - 69	21					1	8	7	3		1	1				
70 - 71	23					3	4	11	3	2						
72 - 73	23					3	3	9	4	3	1					
74 - 75	36						5	10	14	6	1					
76 - 77	23						2	11	5	3	1	1				
78 - 79	26						2	10	6	7	1					
80 - 81	17						1	6	7	3						
82 - 83	12							4	4	3	1					
84 - 85	11							1	5	3	2					
86 - 87	7						1		1	4		1				
88 - 89	7									2	4	1				
90 - 91	6								1	3	2					
92 - 93	5								1	1	1	1	1			
94 - 95	2											1		1		
96 - 97	4										1	2			1	
98 - 99	2										1	1				
100 - 101	1											1				
102 - 103																
104 - 105																
Total	442		2	35	31	80	62	96	62	42	18	11	1	1	1	

Tabla 20.-Clave edad-talla de merluza de cola ambos sexos. Pesquería demersal sur – austral. Año1996.

Talla	Frec.	Grupo de Edad														
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
30 - 31																
32 - 33			1													
34 - 35	1			1												
36 - 37	11		1	10												
38 - 39	13			13												
40 - 41	16			16												
42 - 43	11		1	10												
44 - 45	10			8	1	1										
46 - 47	16			1	10	5										
48 - 49	25			2	12	8	3									
50 - 51	15			1	6	6	1	1								
52 - 53	19				2	11	2	4								
54 - 55	17			1	1	10	4	1								
56 - 57	22			3	4	9	6									
58 - 59	36			2	7	15	6	5	1							
60 - 61	35			2	4	16	8	3	2							
62 - 63	28			2	3	10	9	3	1							
64 - 65	44				4	18	10	10	2							
66 - 67	56				3	23	11	10	5	2	1	1				
68 - 69	48				2	9	18	11	6		1	1				
70 - 71	56					10	13	20	7	6						
72 - 73	68					6	16	22	13	7	4					
74 - 75	84					6	16	24	24	12	2					
76 - 77	67						13	26	18	7	2	1				
78 - 79	70						8	25	23	12	2					
80 - 81	63						5	19	25	12	2					
82 - 83	48						1	8	24	11	2		1	1		
84 - 85	39							5	17	12	3	2				
86 - 87	34						2	1	7	14	7	2	1			
88 - 89	28							2	4	8	7	5	2			
90 - 91	19								5	11	3					
92 - 93	17								1	7	6	1	2			
94 - 95	14									5	5	1	1	1		1
96 - 97	10									3	3	2			2	
98 - 99	7										4	3				
100 - 101	1											1				
102 - 103	2											2				
104 - 105																
106 - 107	2											2				
108 - 109																
110 - 111	2												1	1		
Total	1055		3	72	59	163	152	200	185	129	54	24	8	3	2	1

Tabla 21.- Estimación de los parámetros de crecimiento en longitud (L_{∞} , K y t_0), de merluza de cola por sexo, empleando el método de edad actual. Año 1996.

Hembras

Parámetro	Estimado	Error estándar	Intervalo de confianza (95%)	
			Inferior	Superior
L_{∞}	123,3241	6,5716	110,4176	136,2307
K	0,1173	0,0147	0,0884	0,1462
t_0	-1,4309	0,2924	-2,0052	-0,8567

Machos

Parámetro	Estimado	Error estándar	Intervalo de confianza (95%)	
			Inferior	Superior
L_{∞}	115,9147	7,9913	100,2052	131,6242
K	0,1118	0,0184	0,0757	0,1479
t_0	-1,8080	0,4127	-2,6192	-0,9967

Tabla 22.- Estimación de los parámetros de crecimiento en longitud (L_{∞} , K y t_0), de merluza de cola por sexo, empleando el método de retrocálculo. Año 1996.

Hembras

Parámetro	Estimado	Error estándar	Intervalo de confianza (95%)	
			Inferior	Superior
L_{∞}	101,4702	1,1569	99,2020	103,7385
K	0,1794	0,0048	0,1700	0,1887
t_0	-0,7647	0,0355	-0,8342	-0,6951

Machos

Parámetro	Estimado	Error estándar	Intervalo de confianza (95%)	
			Inferior	Superior
L_{∞}	100,6440	1,7207	97,2699	104,0181
K	0,1653	0,0061	0,1533	0,1773
t_0	-0,7879	0,0463	-0,8786	-0,6971

Tabla 23.- Matrices de varianza y covarianza de los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy. Método edad actual y retrocálculo, por sexo. Año 1996.

Edad actual

Machos	L_{∞}	k	T_0
L_{∞}	63,86083404	-0,145027873	-2,93577954
k	-0,145027873	0,000337339	0,007177215
t_0	-2,93577954	0,007177215	0,170308809

Hembras	L_{∞}	k	T_0
L_{∞}	43,18552609	-0,095605209	-1,696132471
k	-0,095605209	0,000216388	0,004041445
t_0	-1,696132471	0,004041445	0,085497825

Retrocálculo

Machos	L_{∞}	k	T_0
L_{∞}	2,960766529	-0,010311207	-0,064215766
k	-0,010311207	3,73983E-05	0,000253622
t_0	-0,064215766	0,000253622	0,002143391

Hembras	L_{∞}	k	T_0
L_{∞}	1,338484665	-0,00538895	-0,032906114
k	-0,00538895	2,2735E-05	0,000151767
t_0	-0,032906114	0,000151767	0,001257741

Tabla 24.- Comparación del crecimiento de merluza de cola utilizando el modelo de von Bertalanffy. Test T^2 de Hotelling y Suma de Cuadrados Residuales (RSS) (Chen *et al*, 1992).

RSS				T^2			
		F_{cal}	F_{tabla}			F_{cal}	F_{tabla}
1996	Edad Actual	49,83	2,61	1996	Edad Actual	145,32	7,85
	Retrocálculo	156,8	2,61		Retrocálculo	353,4	7,83
1982	Edad Actual	59,08	2,61	1982	Edad Actual	182,94	7,84
	Retrocálculo	209,2	2,61		Retrocálculo	540,06	7,83

RSS				T^2			
		1996 - 82				1996 - 82	
		F_{cal}	F_{tabla}			F_{cal}	F_{tabla}
Edad Actual	Machos	0,23	2,61	Edad Actual	Machos	0,89	7,84
	Hembras	3,86	2,61		Hembras	17,7	7,83
Retrocálculo	Machos	26,81	2,61	Retrocálculo	Machos	82,5	7,83
	Hembras	154,41	2,61		Hembras	493,7	7,83

Tabla 25.- Longitud promedio por edad, estimada con las ecuaciones de crecimiento y tasa de crecimiento entre edades, empleando la edad actual en machos y hembras. Año 1996.

Edad (años)	Edad Actual					
	Machos			Hembras		
	Longitud Promedio (cm)	Tasa Incremento		Longitud Promedio (cm)	Tasa Incremento	
		Absoluto (cm)	Relativo (%)		Absoluto (cm)	Relativo (%)
1	31,16	31,16		30,60	30,60	
2	40,13	8,97	28,77	40,86	10,26	33,54
3	48,15	8,02	19,98	49,98	9,13	22,34
4	55,32	7,17	14,89	58,10	8,12	16,24
5	61,73	6,41	11,59	65,32	7,22	12,42
6	67,46	5,73	9,29	71,74	6,42	9,83
7	72,58	5,13	7,60	77,45	5,71	7,96
8	77,17	4,58	6,32	82,53	5,08	6,56
9	81,27	4,10	5,31	87,04	4,52	5,47
10	84,93	3,67	4,51	91,06	4,02	4,61
11	88,21	3,28	3,86	94,63	3,57	3,92
12	91,14	2,93	3,32	97,80	3,18	3,36
13	93,76	2,62	2,88	100,63	2,82	2,89
14	96,11	2,34	2,50	103,14	2,51	2,50
15	98,20	2,10	2,18	105,37	2,23	2,17

Tabla 26.- Longitud promedio por edad, estimada con las ecuaciones de crecimiento y tasa de crecimiento entre edades, empleando el método de retrocálculo en machos y hembras. Año 1996.

Edad (años)	Retrocálculo					
	Machos			Hembras		
	Longitud Promedio (cm)	Tasa Incremento		Longitud Promedio (cm)	Tasa Incremento	
		Absoluto (cm)	Relativo (%)		Absoluto (cm)	Relativo (%)
1	25,75	25,75		26,75	26,75	
2	37,16	11,41	44,31	38,64	11,90	44,47
3	46,83	9,67	26,03	48,65	10,00	25,88
4	55,03	8,20	17,51	57,06	8,41	17,29
5	61,98	6,95	12,63	64,13	7,07	12,39
6	67,87	5,89	9,50	70,07	5,95	9,27
7	72,86	4,99	7,36	75,07	5,00	7,13
8	77,10	4,23	5,81	79,27	4,20	5,60
9	80,68	3,59	4,65	82,81	3,53	4,46
10	83,72	3,04	3,77	85,78	2,97	3,59
11	86,30	2,58	3,08	88,28	2,50	2,91
12	88,49	2,18	2,53	90,38	2,10	2,38
13	90,34	1,85	2,09	92,14	1,77	1,95
14	91,91	1,57	1,74	93,63	1,48	1,61
15	93,24	1,33	1,45	94,88	1,25	1,33

Tabla 27.- Estimación de los parámetros de crecimiento en longitud (L_{∞} , K y t_0), de merluza de cola por sexo, empleando el método de edad actual, 1982.

Hembras				
Parámetro	Estimado	Error estándar	Intervalo de confianza (95%)	
			Inferior	Superior
L_{∞}	129,9247	4,6354	120,8331	139,0164
K	0,1134	0,0093	0,0952	0,1315
t_0	-0,9970	0,1785	-1,3471	-0,6468

Machos				
Parámetro	Estimado	Error estándar	Intervalo de confianza (95%)	
			Inferior	Superior
L_{∞}	117,6552	6,2897	105,3147	129,9958
K	0,1113	0,0135	0,0847	0,1378
t_0	-1,6737	0,2758	-2,2149	-1,1326

Tabla 28.- Estimación de los parámetros de crecimiento en longitud (L_{∞} , K y t_0), de merluza de cola por sexo, empleando el método de retrocálculo, 1982.

Hembras				
Parámetro	Estimado	Error estándar	Intervalo de confianza (95%)	
			Inferior	Superior
L_{∞}	104,1465	0,7447	102,6866	105,6064
K	0,1894	0,0032	0,1832	0,1957
t_0	-0,2791	0,0204	-0,3191	-0,2391

Machos				
Parámetro	Estimado	Error estándar	Intervalo de confianza (95%)	
			Inferior	Superior
L_{∞}	92,5971	0,9209	90,7918	94,4025
K	0,2110	0,0050	0,2011	0,2209
t_0	-0,3468	0,0277	-0,4012	-0,2925

Tabla 29.- Valores de los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy, para merluza de cola (*M. magellanicus*).

Localidad	Sexo	L_{∞} (cm)	k	t_0	Amplitud (cm)	Fuente
40°00' - 45°20' L.S Costa chilena	ambos	66,8 (LT)	0,3598	-0,0708	24 - 73	Aguayo, 1974
Costa argentina	macho	45,79 (LPA)	0,0949	-2,55		Tomo y Torno, 1987
	hembra	49,01(LPA)	0,0867	-3,06		
43°00' - 57°00' L.S Costa chilena	ambos**	103,2(LT)	0,2171	0,2189	28 - 114	Aguayo y Gili, 1984
Al sur 45°00' S Costa argentina	ambos	92,27 (LT)	0,2390	-0,9970		Giussi, A.R.; datos sin publicar. Citado por Prenski <i>et. al.</i> , 1996
43°00' -57°00 L.S. Costa chilena	macho*	115,9 (LT)	0,1118	-1,808	35 - 100	Estudio actual (1996)
	hembra*	123,3 (LT)	0,1173	-1,431	33 - 111	
	macho**	100,6(LT)	0,1653	-0,7879	35 - 100	
	hembra**	101,5(LT)	0,1793	-0,7647	33 - 111	
43°00' - 57°00' L.S. Costa Chilena	macho*	117,7(LT)	0,1113	-1,6737	29 - 106	Estudio Actual (1982)
	hembra*	129,9(LT)	0,1134	-0,997	30 - 114	
	macho**	92,6(LT)	0,2110	-0,347	29 - 106	
	hembra**	104,2(LT)	0,1894	-0,2791	30 - 114	

LT : Longitud total; LPA: Longitud preanal

* Edad Actual

** Retrocálculo

Tabla 30.- Análisis de varianza resultante de la aplicación del método de Jones & van Zalinge (1982) empleado para estimar la mortalidad natural de merluza de cola. Método Edad Actual, hembras.

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,99650258
Coefficiente de determinación R ²	0,9930174
R ² ajustado	0,99260666
Error típico	0,06980654
Observaciones	19

Análisis de Varianza

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los Cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	11,7809637	11,78096369	2417,62322	9,0332E-20
Residuos	17	0,0828402	0,004872953		
Total	18	11,8638039			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	-0,08302924	0,30381638	-0,27328759	0,78792449	-0,72402666	0,55796817
Variable X 1	3,76125534	0,07649596	49,1693321	9,0332E-20	3,59986274	3,92264794

Tabla 31.- Análisis de varianza resultante de la aplicación del método de Jones & van Zalinge (1982) empleado para estimar la mortalidad natural de merluza de cola. Método Edad Actual, machos.

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,998835
Coefficiente de determinación R ²	0,99767135
R ² ajustado	0,99745966
Error típico	0,03551758
Observaciones	13

Análisis de Varianza

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los Cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	5,94515725	5,94515725	4712,77391	7,7783E-16
Residuos	11	0,01387648	0,0012615		
Total	12	5,95903373			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	0,80856389	0,19916543	4,05976028	0,00188397	0,37020352	1,24692425
Variable X 1	3,67805741	0,05357722	68,6496461	7,7783E-16	3,56013467	3,79598014

Tabla 32.- Análisis de varianza resultante de la aplicación del método de Jones & van Zalinge (1982) empleado para estimar la mortalidad natural de merluza de cola. Método retrocálculo, hembras.

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,99980863
Coefficiente de determinación R ²	0,9996173
R ² ajustado	0,9995854
Error típico	0,01162665
Observaciones	14

Análisis de Varianza

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los Cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	4,23702315	4,23702315	31343,7767	7,0887E-22
Residuos	12	0,00162215	0,00013518		
Total	13	4,2386453			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	8,72525752	0,03544815	246,141397	1,3605E-23	8,64802263	8,80249241
Variable X 1	1,87672957	0,01060049	177,041737	7,0887E-22	1,85363308	1,89982605

Tabla 33.- Análisis de varianza resultante de la aplicación del método de Jones & van Zalinge (1982) empleado para estimar la mortalidad natural de merluza de cola. Método retrocálculo, machos.

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,9978237
Coefficiente de determinación R ²	0,99565213
R ² ajustado	0,99510865
Error típico	0,03166861
Observaciones	10

Análisis de Varianza

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los Cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	1,837296	1,837296	1831,98217	9,7886E-11
Residuos	8	0,0080232	0,0010029		
Total	9	1,8453192			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	10,2648888	0,10884913	94,3038171	1,7848E-13	10,0138821	10,5158956
Variable X 1	1,52869812	0,03571586	42,8016608	9,7886E-11	1,44633715	1,6110591

Tabla 34.- Análisis de varianza resultante de la aplicación del método de Chapman & Robson (1960), empleado para estimar la mortalidad natural de merluza de cola. Método retrocálculo, hembras.

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,87004481
Coefficiente de determinación R ²	0,756978078
R ² ajustado	0,708373693
Error típico	0,44151645
Observaciones	7

Análisis de Varianza

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los Cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	3,035999066	3,035999066	15,57427559	0,010889612
Residuos	5	0,974683878	0,194936776		
Total	6	4,010682944			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	16,37587764	0,769267414	21,28762682	4,24086E-06	14,39841603	18,3533925
Variable X 1	-0,32928489	0,083438766	-3,94642567	0,010889612	-0,54377072	-0,11479906

Tabla 35.- Análisis de varianza resultante de la aplicación del método de Chapman & Robson (1960), empleado para estimar la mortalidad natural de merluza de cola. Método retrocálculo, machos.

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,864110694
Coefficiente de determinación R ²	0,746687291
R ² ajustado	0,696024749
Error típico	0,570273219
Observaciones	7

Análisis de Varianza

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los Cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	4,793113772	4,793113772	14,73844905	0,012135173
Residuos	5	1,62605772	0,325211544		
Total	6	6,419171492			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	16,75975516	0,993604212	16,86763698	1,33911E-05	14,20561839	19,31389192
Variable X 1	-0,41374223	0,107771508	-3,83906877	0,012135173	-0,69077726	-0,1367072

Tabla 36.- Estimaciones de mortalidad natural para merluza de cola, empleando un segmento de la curva de captura y métodos bioanalógicos.

Método	M	V(M)	CV
Curva captura			
-Jones /van Zalinge			
Edad Actual			
Machos	0,409	0,002513	0,123
Hembras	0,426	0,001289	0,084
Retrocálculo			
Machos	0,323	0,000116	0,033
Hembras	0,356	0,000040	0,018
-Chapman & Robson			
Machos	0,414	0,011615	0,260
Hembras	0,329	0,006960	0,253
Bioanalógicos			
-Taylor			
Edad Actual			
Machos	0,120	0,000371	0,161
Hembras	0,124	0,000228	0,122
Retrocálculo			
Machos	0,173	0,000039	0,036
Hembras	0,188	0,000023	0,025
-Rikhter & Efanov			
(Hembras)			
Edad Actual			
Logística	0,464	0,010953	0,225
Retrocálculo			
Logística	0,466	0,000004	0,004
-Pauly			
Edad Actual			
Machos	0,163	0,000768	0,170
Hembras	0,165	0,000619	0,151
Retrocálculo			
Machos	0,219	0,000522	0,105
Hembras	0,230	0,000531	0,100