

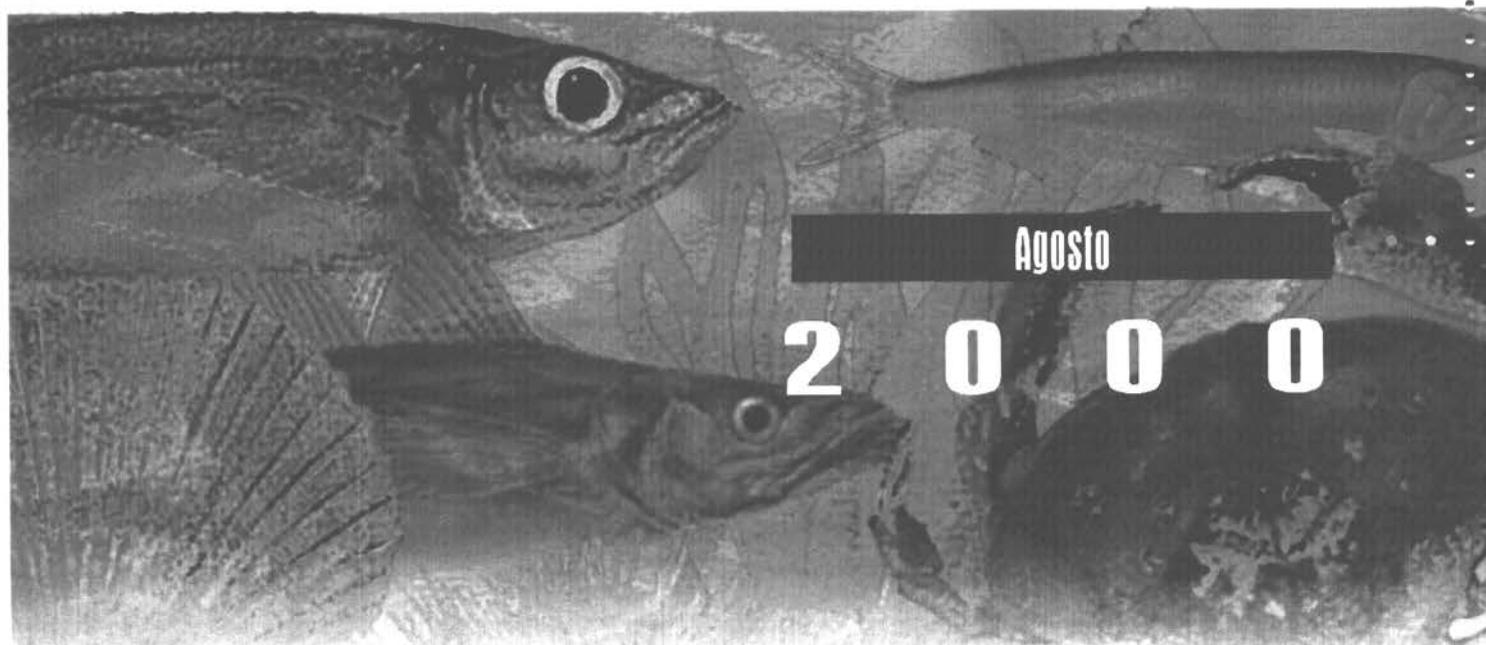


INFORME FINAL

FONDO INVESTIGACION PESQUERA

FIP Nº 97 - 14

**Estrategias de explotación en
merluza del sur y congrio dorado
en la zona sur austral bajo
incertidumbre del tamaño y
rendimiento sustentable
del stock**



Agosto

2 0 0 0

REQUIRENTE

CONSEJO DE INVESTIGACION PESQUERA - CIP
Presidente del Consejo: DANIEL ALBARRAN RUIZ-CLAVIJO

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO - IFOP
Director Ejecutivo (S): SERGIO AVILES GOYCOOLEA



JEFE DE PROYECTO

IGNACIO PAYA

AUTORES

**IGNACIO PAYÁ
NELSON EHRHARDT
HUMBERTO POOL
MARIO AGUAYO
VILMA OJEDA
RENATO CÉSPEDES**

• Agosto, 2000 •

PERSONAL PARTICIPANTE

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Investigadores

Ignacio Payá
Humberto Pool
Mario Aguayo
Vilma Ojeda
Renato Céspedes

Técnicos

Luis Adasme
Carlos Montenegro
Cecilia Bravo
Juan Olivares

UNIVERSIDAD DE MIAMI, USA

Dr. Nelson Ehrhardt

COLABORADOR EXTERNO

Alejandro Zuleta V.



RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe entrega los resultados del proyecto, como también las gestiones requeridas para recopilar la mayor información incorporada (tallas a partir de calibres) y los procesos que han sido necesarios efectuar para lograr los objetivos, lo que ha significado una importante extensión en la ejecución del proyecto.

En la Pesquería Demersal Sur Austral (PDA), que se inició en 1976, actualmente operan cinco flotas, dos arrastreras (hielera y fábrica), dos espineleras (hielera y fábrica) y artesanal, las que han orientado su operación principalmente a merluza del sur, capturándose congrio dorado como fauna acompañante y otras especies.

El sobredimensionamiento de la flota entre 1989 y 1991 tuvo una repercusión negativa en las biomásas de merluza del sur y congrio dorado, produciéndose una disminución de los rendimientos de pesca que condujo a una reducción de las flotas. No obstante, producto de las medidas de regulación adoptadas desde 1992 en adelante, las capturas y rendimientos de pesca de ambos recursos se han mantenido, en general, estables en los años recientes.

La información pesquera histórica generada de la operación de la flota de la PDA ha sido empleada para los procesos requeridos en el proyecto. Mientras, los procesos biológicos de merluza del sur y congrio dorado requeridos en el proyecto fueron extraídos de antecedentes bibliográficos.

Inicialmente en este proyecto, se aplicó un procedimiento ADAPT en la evaluación de stock de merluza del sur. Los resultados obtenidos no fueron buenos, encontrándose una tendencia creciente de la abundancia del recurso (en especial de las hembras) hacia los últimos años, lo cual no era consistente con estado de



explotación del stock. Situación que condujo a una revisión de los datos de entrada.

El análisis realizado indica que la principal fuente de incertidumbre proviene de las matrices de captura a la edad, las cuales en los últimos años presentan un aumento importante de la presencia de individuos juveniles. Esta mayor presencia parece ser más bien un problema de muestreo que una condición real del stock.

Se identificó la necesidad de mejorar las matrices de captura en número a la edad considerando la información de exportación por calibre, basado en la información de Aduana y la información de calibres solicitada a las empresas pesqueras. Esta actividad significó: gestiones en recopilación de los datos, extensos procesos en generar una base de datos, y procesos de transformación a estructuras de tallas y estructuras de edades, lo cual implicó un mayor tiempo de ejecución del proyecto.

Las nuevas estructuras de tallas en merluza del sur generadas desde las exportaciones por calibre presentan una fuerte componente de individuos menores de 60 cm entre 1987 y 1991, la cual luego disminuye notablemente, producto de la entrada en vigencia en 1990 de la talla mínima de captura (60 cm).

Las frecuencias de tallas provenientes de los calibres fueron transformadas a estructuras de edades, las cuales se compararon con las estructuras de edades provenientes de los muestreos de las capturas (IFOP) y empleadas en la evaluación de stock, verificándose que desde la edad 10 en adelante, ambas estructuras son similares, validando el procedimiento de calibres por ser fuente de información independiente.

Las estructuras de edades generadas desde los calibres revelaron que desde 1987 hasta 1991, se capturó un gran número de individuos menores de 10 años de edad, principalmente en aguas interiores de la X y XI Región. Este hecho, no registrado



en las estructuras de edades provenientes de los muestreos de las capturas industriales de aguas exteriores, significa un mejoramiento sustancial en el proceso de evaluación de stock. Esta alta presencia de juveniles en los desembarques principalmente artesanales no había sido detectada, debido al escaso muestreo realizado, producto de la imposibilidad en aquellos años de embarcar muestreadores en botes y lanchas artesanales.

Para obtener la CPUE estandarizada se aplicaron modelos lineales aditivos basados en la transformación logarítmica de la CPUE y en la factorización del efecto de los años, estaciones, zonas de pesca y barcos. Las zonas fueron definidas sobre la base de análisis históricos de la concentración espacio-temporal del esfuerzo de pesca. Los modelos fueron estadísticamente significativos y permitieron identificar los efectos de los años, estaciones, zonas y barcos. No obstante, sólo explicaron el 25% de la variabilidad total, probablemente debido a que se utilizó la información a nivel de lance de pesca.

Los ANOVA realizados muestran efectos importantes de interacciones entre años y zonas: 1) zonas en declinación a través de los años, que fueron históricamente las de mejor rendimiento y 2) zonas que tienden a mantenerse fluctuando sin tendencia aparente que pasan posteriormente a ser las de mejor rendimiento relativo y corresponden a aquellas donde se realiza la concentración reproductiva.

Para evitar el efecto de la zona de concentración reproductiva (Zona1), se estimaron CPUE estándar sin considerar los datos de esta zona, ya que la concentración reproductiva alteraría la proporcionalidad entre la CPUE y la abundancia del stock, que se requiere del índice de calibración.

Las CPUE estandarizadas sin la Zona 1 de las flotas arrastreras fábrica y hielera muestran una clara tendencia decreciente. Sin embargo, en la flota arrastrera



fábrica se observa un repunte en los últimos dos años, que no se verifica en la flota arrastrera hielera.

Una vez mejorada la matriz de datos con la información de exportaciones por calibres y generados los índices de CPUE, se probaron diferentes modelos de evaluación, seleccionando el análisis secuencial de poblaciones calibrado con la CPUE de la flota arrastrera fábrica y la CPUE arrastrera hielera, esta calibración se realizó mediante un procedimiento ADAPT.

La evaluación de stock se realizó separadamente para cada sexo incorporando incertidumbre en la mortalidad por pesca y en los índices de CPUE. Esto se efectuó mediante procedimientos de Montecarlo, lo cual permitió realizar 1000 evaluaciones de stock para cada sexo.

La biomasa total de merluza disminuyó desde 759 mil t en 1981 (con un intervalo de confianza al 95% de 675 mil a 857 mil t) hasta 148 mil t en 1998 (con un intervalo de confianza al 95% de 122 mil a 189 mil t), lo que corresponde a una caída de 80%. Esta disminución también se presenta en la producción de huevos y en los reclutamientos.

Se ajustaron para cada uno de los 1000 resultados de la evaluación de stock un modelo stock-recluta de Ricker, el cual permitió proyectar los reclutamientos en las simulaciones de las diferentes estrategias de explotación. Este modelo presentó una conducta lineal, evidenciando una clara situación de sobrepesca por reclutamiento.

También, se analizó la incorporación de diferentes variables ambientales en el modelo de Ricker, logrando un buen ajuste al incorporar la temperatura superficial del mar de Pto. Williams del mes del desove. Por lo tanto, los reclutamientos estarían determinados por la producción de huevos del stock y por la supervivencia



de los huevos y larvas, la cual estaría relacionada con las condiciones ambientales presentes durante el desove. Sin embargo, la gran incertidumbre de la temperatura no permitió emplear este modelo en las proyecciones de reclutamientos.

Se estimaron 1000 valores de los puntos biológicos de referencia (PBR) F0,1, F20%PH, F33%PH, F40%PH y F66%PH. Para esto se consideró la incertidumbre de la mortalidad natural y de los patrones de explotación. El riesgo fue definido como la probabilidad que la mortalidad por pesca supere los PBR.

Se analizaron las estrategias de explotación de: Captura constante, tasa de explotación constante, tasa de explotación constante con umbral de escape y de escape de huevos constante. Para esto, se simuló 1000 veces la conducta del stock desde el año 2001 hasta el año 2049, considerando que la captura que se realizará en el año 2000 será igual a la cuota de captura de 24 mil t.

La estrategia de captura constante resultó no ser sostenible en el mediano plazo (20 años) a menos que las capturas se reduzcan muy drásticamente a niveles de 5 mil t. Se encontró que existe una alta probabilidad que el stock no soporte por más de 5 años capturas anuales de 20 mil t.

La estrategia de capturar siempre un mismo porcentaje de la biomasa, solo se puede aplicar con porcentajes muy bajos de 4 a 6%, aunque el stock no se recuperará y continuará disminuyendo, debido a la fuerte inercia declinante que trae, producto de su baja tasa de renovación.

Al limitar los porcentajes de explotación constante a una producción mínima de huevos por sobre el 20% de la producción de huevos de 1981, la pesquería debería cerrarse por unos 10 años para recuperar el stock. Sin embargo, esta recuperación sólo disminuirá la probabilidad de tener que cerrar la pesquería, la cual siempre se mantiene alta ($>0,5$) aún con tasas de explotación de 4%.



La estrategia de escape de huevos constante muestra que la situación del stock es extremadamente crítica, ya que para mantener un escape constante igual a la producción de huevos actual, existe una probabilidad muy alta ($>0,5$) de tener que cerrar la pesquería durante los próximos 5 años.

En el caso de congrio dorado, la evaluación de stock se realizó empleando un análisis secuencial de poblaciones calibrado con la CPUE de la flota arrastrera hielera, mediante un procedimiento ADAPT. Se ajustaron para cada sexo relaciones stock-recluta de Ricker que incorporan el índice de oscilación del sur. Esto permitió realizar las proyecciones de reclutamientos para las diferentes estrategias de explotación. Al igual que en merluza del sur, se calcularon los diferentes puntos biológicos de referencia y se estimó el riesgo de sobrepasarlos para cada una de las estrategias de captura.

La biomasa de congrio dorado en 1998 se estimó en 26.566 t, lo que representa solo el 34% del valor máximo de 77.539 t registrado en 1987. El índice que muestra mayor degradación es el reclutamiento con niveles inferiores a los tres millones de individuos, en tanto que en el comienzo de la pesquería (1982), se superaba los doce millones de efectivos. No obstante, la proyección de estos indicadores a largo plazo, muestran que tomándose las medidas adecuadas, el recurso puede sostener una pesquería a niveles interesantes y rentables para la industria, aún cuando esto significa que en los primeros años se deberá realizar un ajuste en los niveles de captura para recuperar el stock.



Estos niveles adecuados de captura, se sostendrían sobre la base de estrategias de captura bien definidas y que corresponden a tasas de explotación constante inferiores a un 14% o a porcentajes de escape constante de huevos iguales o superiores a un 33% de los huevos producidos en 1982. Por otra parte, una estrategia de captura constante resulta muy riesgosa y casi improbable de ser alcanzada a los niveles de captura actualmente ejercidos. No obstante, con las estrategias de explotación constante con y sin umbral y la estrategia de escape constante se logran niveles de captura similares a los actuales. Esto se alcanza aplicando muy baja presión de pesca en forma constante o siguiendo los porcentajes de explotación y/o escape antes mencionados, lo que implica que en los primeros años de seguir estas estrategias, las capturas debiesen ser menores a las actuales, provocando una recuperación sostenida del recurso en el mediano plazo, pudiendo después de ello, contar con un bajo riesgo de colapsar el recurso si se aplican capturas similares a las actuales.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



INDICE GENERAL

	página
RESUMEN EJECUTIVO -----	i
INDICE GENERAL -----	ix
INDICE DE FIGURAS -----	xiii
INDICE DE TABLAS -----	xxv
1. INTRODUCCION -----	1
2. OBJETIVO GENERAL -----	3
3. OBJETIVO ESPECIFICO -----	3
4. METODOLOGIA -----	5
4.1 Objetivo específico N° 1-----	5
4.2 Objetivo específico N° 2-----	7
4.2.1 Primer informe de avance-----	9
4.2.1.1 Antecedentes de las evaluaciones de stock-----	9
4.2.1.2 Programa ADASIM-----	10
4.2.1.3 Evaluación del programa ADASIM con los datos de merluza del sur -	13
4.2.1.4 Revisión de las matrices de captura en número y pesos medios a la edad	16
4.2.2 Segundo informe de avance-----	18
4.2.2.1 Estandarización del esfuerzo captura por unidad de esfuerzo (CPUE)	18
4.2.3 Tercer informe de avance-----	24
4.2.3.1 Planteamiento de trabajo con la información básica de las series históricas-----	24
4.2.3.2 Conversión de desembarque por categoría comercial a frecuencia de talla-----	25
4.2.4 Evaluación de stock-----	30
4.2.4.1 Merluza del sur: datos, modelo e incertidumbre-----	30



4.2.4.2	Congrio dorado: datos, modelo e incertidumbre-----	34
4.2.5	Modelos de proyección-----	36
4.2.5.1	Proyección de los reclutamientos y relación stock-recluta-----	36
4.2.5.2	Proyección de las abundancias y biomاسas por edades-----	38
4.3	Objetivo específico N° 3-----	40
4.3.1	Estrategias de explotación-----	40
4.3.1.1	Estrategia de captura constante-----	40
4.3.1.2	Estrategia de tasa de explotación constante -----	41
4.3.1.3	Estrategia de tasa de explotación constante con umbral -----	42
4.3.1.4	Estrategia de escape constante -----	42
4.3.2	Puntos biológicos de referencia (PBR): criterios de éxito y colapso-----	43
4.3.2.1	Umbral de sobreexplotación-----	43
4.3.2.2	Niveles de explotación recomendados como objetivos de manejo-----	46
4.3.3	Estimación del riesgo -----	48
5.	RESULTADOS -----	51
5.1	Objetivo específico N° 1-----	51
5.1.1	Procesos pesqueros -----	51
5.1.1.1	Fluctuaciones históricas del tamaño de la flota-----	51
5.1.1.2	Variaciones anuales y espacio temporal del esfuerzo de pesca por flota -----	52
5.1.1.3	Capturas y rendimientos de pesca-----	55
5.1.1.4	Distribución espacio temporal de las capturas y rendimientos de pesca -----	57
5.1.1.5	Selectividad de las redes de arrastre -----	60
5.1.2	Procesos biológicos-----	60
5.1.2.1	Unidades de stock -----	60
5.1.2.2	Migraciones -----	63
5.1.2.3	Zonas de desove-----	64
5.1.2.4	Epocas de desove principales -----	65
5.1.2.5	Zonas de concentración de huevos y larvas-----	66
5.1.2.6	Zonas y épocas de concentración de juveniles -----	66



5.1.2.7	Mortalidad natural-----	68
5.1.2.8	Crecimiento-----	69
5.1.2.9	Madurez-----	71
5.1.2.10	Fecundidad-----	73
5.2	Objetivo específico N° 2-----	76
5.2.1	Resultados del primer informe de avance-----	76
5.2.1.1	Primera plicación del ADASIM a merluza del sur-----	76
5.2.1.2	Revisión de la información de entrada al ADASIM-----	81
5.2.1.3	Revisión de la conversión de la captura en peso a captura en número 82	
5.2.1.4	Relación peso – longitud ($w - l$)-----	91
5.2.2	Resultados del segundo informe de avance-----	91
5.2.2.1	Índice auxiliar de abundancia relativa (CPUE)-----	91
5.2.2.2	CPUE en merluza del sur-----	92
5.2.2.3	CPUE en congrio dorado-----	97
5.2.3	Resultados del tercer informe de avance-----	99
5.2.3.1	Construcción de la base de datos de exportaciones por calibre-----	99
5.2.3.2	Validación de la base de exportaciones con respecto al <u>SERNAPESCA</u>	103
5.2.3.3	Estructuras de tallas desde las estadísticas de exportaciones-----	104
5.3	Objetivo específico N°3-----	105
5.3.1	Evaluación final del stock de merluza del sur-----	105
5.3.2	Relación stock-recluta-----	107
5.3.3	Puntos biológicos de referencia (PBR)-----	108
5.3.4	Estrategia de captura constante-----	109
5.3.5	Tasa de explotación constante-----	112
5.3.6	Tasa de explotación constante con umbral-----	113
5.3.7	Escape constante de huevos-----	115
5.3.8	Evaluación de stock de congrio dorado-----	117
5.3.9	Relación stock-recluta-----	119
5.3.10	Puntos biológicos de referencia-----	119
5.3.11	Estrategia de captura constante-----	120
5.3.12	Estrategia de escape constante de huevos-----	121
5.3.13	Estrategia de tasa de explotación constante-----	122
5.3.14	Estrategia de tasa de explotación constante con umbral de escape--	124



6.	DISCUSION	127
6.1	Objetivo específico N° 1	127
6.1.1	Procesos pesqueros	127
6.1.2	Procesos biológicos	129
6.2	Objetivo específico N° 2	132
6.2.1	Primera aplicación del ADASIM en merluza del sur	132
6.2.2	CPUE estandarizada	134
6.2.2.1	Merluza del sur	134
6.2.2.2	Congrio dorado	136
6.2.3	Estructuras de tallas desde exportaciones por calibre	137
6.3	Objetivo específico N° 3	139
6.3.1	Evaluación de stock de merluza del sur	139
6.3.2	Estrategias de explotación en merluza del sur	143
6.3.3	Evaluación de stock de congrio dorado	145
6.3.4	Estrategias de explotación en congrio dorado	147
7.	CONCLUSION	151
7.1	Objetivo específico N° 1	151
7.2	Objetivo específico N° 2	152
7.3	Objetivo específico N° 3	153
7.3.1	Evaluación de stock de merluza del sur	153
7.3.2	Estrategias de explotación en merluza del sur	153
7.3.3	Evaluación de stock de congrio dorado	154
7.3.4	Estrategias de explotación en congrio dorado	155
8.	BIBLIOGRAFIA	157

FIGURAS

TABLAS

ANEXOS

ANEXO 1. Cooperación solicitada a las empresas pesqueras

ANEXO 2. Filtros y funciones



INDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Número de buques por flota y total de la pesquería demersal sur austral entre 1976 y 1998 (no incluye buques dirigidos a bacalao de profundidad).
- Figura 2. Esfuerzo de pesca por flota de la pesquería demersal sur austral entre 1980 y 1998.
- Figura 3. Distribución espacio - temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastrera fábrica 1982 y 1983.
- Figura 4. Distribución espacio - temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastrera fábrica 1984 y 1985.
- Figura 5. Distribución espacio - temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastrera fábrica 1986 y 1987.
- Figura 6. Distribución espacio - temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastrera fábrica 1988 y 1989.
- Figura 7. Distribución espacio - temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastrera fábrica 1990 y 1991.
- Figura 8. Distribución espacio - temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastrera fábrica 1992 y 1993.
- Figura 9. Distribución espacio - temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastrera fábrica 1994 y 1995.
- Figura 10. Distribución espacio - temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastrera fábrica 1996 y 1997.



- Figura 11 Distribución espacio - temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastrera fábrica 1998.
- Figura 12 Distribución del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastrera hielera 1985 y 1986.
- Figura 13 Distribución del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastrera hielera 1987 y 1988.
- Figura 14 Distribución del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastrera hielera 1989 y 1990.
- Figura 15 Distribución del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastrera hielera 1991 y 1992.
- Figura 16 Distribución del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastrera hielera 1993 y 1994.
- Figura 17 Distribución del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastrera hielera 1995 y 1996.
- Figura 18 Distribución del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastrera hielera 1997 y 1998.
- Figura 19 Distribución espacio - temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota espinelera fábrica 1987 - 1988.
- Figura 20 Distribución espacio - temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota espinelera fábrica 1989 - 1990.
- Figura 21 Distribución espacio - temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota espinelera fábrica 1991 - 1992.
- Figura 22 Distribución espacio - temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota espinelera fábrica 1993 - 1994.



- Figura 23 Distribución espacio - temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota espinelera fábrica 1995 - 1996.
- Figura 24 Distribución espacio - temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota espinelera fábrica 1997 - 1998.
- Figura 25 Distribución del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota espinelera hielera 1987 y 1988.
- Figura 26 Distribución del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota espinelera hielera 1989 y 1990.
- Figura 27 Distribución del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota espinelera hielera 1991 y 1992.
- Figura 28 Distribución del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota espinelera hielera 1993 y 1994.
- Figura 29 Distribución del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota espinelera hielera 1996 y 1997.
- Figura 30 Distribución del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota espinelera hielera 1998.
- Figura 31 Captura (t) por flota y rendimiento de merluza del sur por flota, 1980 y 1998.
- Figura 32 Capturas (t) por flota y rendimiento de congrio dorado por flota entre 1980 y 1998.
- Figura 33 Patrón de explotación de merluza del sur para machos. Ajuste con patrón de explotación histórico.
- Figura 34 Fluctuación de la biomasa de merluza del sur para machos. Ajuste con patrón de explotación histórico.



- Figura 35 Patrón de explotación de merluza del sur para machos. Ajuste con patrón de selectividad reciente.
- Figura 36 Fluctuación de la biomasa de merluza del sur para machos. Ajuste con patrón de explotación histórico.
- Figura 37 Ajuste de patrón explotación en merluza del sur para hembras. Ajuste con patrón de explotación histórico.
- Figura 38 Fluctuación de la biomasa de merluza del sur para hembras en el área total de la pesquería. Ajuste con patrón de explotación histórico.
- Figura 39 Fluctuación de la biomasa de merluza del sur para hembras en el área total de la pesquería. Ajuste con patrón de explotación reciente.
- Figura 40 Fluctuación del patrón de explotación en merluza del sur ambos sexos. Ajuste con patrón de explotación histórico.
- Figura 41 Fluctuación de la biomasa de merluza del sur para ambos sexos en el área total de la pesquería.
- Figura 42 Ajuste del patrón de explotación en merluza del sur para ambos sexos. Ajuste con patrón de explotación reciente.
- Figura 43 Fluctuación de la biomasa de merluza del sur ambos sexos en el área total de la pesquería. Ajuste con patrón de explotación reciente.
- Figura 44 Fluctuación de la captura de merluza del sur total por grupo de edad en el período de 1981 – 1996.
- Figura 45 Proporción de edades en las capturas anuales de merluza del sur para ambos sexos.
- Figura 46 Peso medio individual de merluza del sur por grupo de edad y año para ambos sexos.



- Figura 47 Variación de la CPUE total de merluza del sur ambos sexos.
- Figura 48 Variación de la CPUE de ambos sexos por edad y año.
- Figura 49 Variación de la CPUE de ambos sexos por edad (reclutadas) y años.
- Figura 50 Respuesta de logCPUE de la flota arrastrera fábrica a los factores considerados en el análisis multiplicativo de la CPUE de merluza del sur.
- Figura 51 Tendencias diferenciales de los rendimientos de merluza del sur de la flota AF, por zona de pesca, que sugieren una interacción entre los factores Año y Zona.
- Figura 52 Efecto sobre el logCPUE de la flota AH de los factores principales considerados en el análisis multiplicativo de la CPUE de merluza del sur.
- Figura 53 Gráfico de interacciones entre el factor Año y Estación en los datos de CPUE de la flota AH.
- Figura 54 Gráfico de interacciones entre el factor Año y Zona en los datos de CPUE de la flota AH.
- Figura 55 CPUE estandarizada de las flotas arrastrera fábrica (AF) y arrastrera hielera (AH).
- Figura 56 Efecto sobre el logCPUE de la flota EF de los factores principales considerados en el análisis multiplicativo de la CPUE de merluza del sur.
- Figura 57 CPUE promedio anual de embarcaciones espineleras fábrica.
- Figura 58 Respuesta de logCPUE de la flota AF a los factores considerados en el análisis multiplicativo de la CPUE de congrio dorado.



- Figura 59 Respuesta del logCPUE de la flota AH a los factores considerados en el análisis multiplicativo de la CPUE de congrio dorado.
- Figura 60 CPUE estandarizada de congrio dorado de la flota arrastrera fábrica (AF) y arrastrera hielera (AH).
- Figura 61 Exportaciones de merluza del sur congelada, según registros de Aduana y SERNAPESCA
- Figura 62 Exportaciones de merluza del sur fresco refrigerado, según registros de Aduana y SERNAPESCA.
- Figura 63 Proporción de la producción registrada en calibres únicos en la información de Aduana.
- Figura 64 Relación entre exportaciones registradas en calibres únicos y el total de las exportaciones.
- Figura 65 Capturas oficiales, capturas reconstituidas desde la producción y factor de producción global.
- Figura 66 Distribución de tallas de machos obtenidas desde exportaciones por calibre.
- Figura 67 Distribución de tallas de hembras obtenidas desde exportaciones por calibre.
- Figura 68 Distribución de edades de machos desde las exportaciones por calibre (línea gruesa) y desde los muestreos de IFOP (línea delgada).
- Figura 69 Distribución de edades de hembras desde las exportaciones por calibre (línea gruesa) y desde los muestreos de IFOP (línea delgada).



- Figura 70 Estimación de la mortalidad natural por el método de curva de captura convertida a tallas basadas en la estructura de tallas virginal de 1977 (A) y ajustada para machos (B) y hembras (C).
- Figura 71 Promedio e intervalos de confianza al 95% de las CPUE de arrastre fábrica (A) y hielera (B).
- Figura 72 Ajuste de la CPUE para flota arrastrera fábrica para la evaluación de las hembras.
- Figura 73 Ajuste de la CPUE para flota arrastrera hielera para la evaluación de las hembras.
- Figura 74 Ajuste de la CPUE para flota arrastrera fábrica para la evaluación de los machos.
- Figura 75 Ajuste de la CPUE para flota arrastrera hielera para la evaluación de los machos.
- Figura 76 Promedios e intervalos de confianza al 95% para la biomasa total (A), la abundancia (B) y los reclutamientos (C).
- Figura 77 Mortalidades por pesca ponderadas por la abundancia de la fracción 4 + (A) y la fracción 9 + (B) para hembras.
- Figura 78 Mortalidades por pesca ponderadas por la abundancia de la fracción 4 + (A) y la fracción 9 + (B) para machos.
- Figura 79 Ajuste de relación stock - recluta de Ricker para hembras (A) para metros del modelo de Ricker para 1000 bootstrapings (B) y ajuste del modelo de Ricker con temperatura del mar (C).
- Figura 80 Rendimiento y producción de huevos por recluta (A), distribución de valores $F_{0,1}$ (B) y F_{max} (C).



- Figura 81 Distribución de valores de F20%PH (A), F33%(B), F40% (C) y F66%(PH).
- Figura 82 Riesgo de no alcanzar a mantener diferentes capturas constantes (A), biomasa histórica y proyectada (B) y detalle de biomasa proyectada (C).
- Figura 83 Mortalidad por pesca máxima generada por las diferentes capturas constantes para hembras (A) y machos (B).
- Figura 84 Reclutamiento de merluza del sur de hembras (A) y machos (B) proyectados con diferentes capturas constantes.
- Figura 85 Trayectorias de riesgo de sobrepasar los puntos biológicos de referencia al aplicar diferentes capturas constantes, para merluza del sur.
- Figura 86 Trayectorias de riesgo de sobrepasar los puntos biológicos de referencia al aplicar diferentes capturas constantes al cabo de 20 y 49 años, para merluza del sur.
- Figura 87 Capturas promedio generadas con diferentes tasas de explotación constantes (A), biomasa histórica y proyectada (B) y detalle de biomasa proyectada (C).
- Figura 88 Mortalidades por pesca máxima para hembras (A) y machos (B) de merluza del sur generadas con diferentes tasas de explotación constante.
- Figura 89 Reclutamiento de merluza del sur de hembras (A) y machos (B) proyectados con diferentes tasas de captura constantes.
- Figura 90 Trayectorias de riesgos de sobrepasar los puntos biológicos de referencia al aplicar diferentes capturas constante, para merluza del sur.



- Figura 91 Trayectorias de riesgo de sobrepasar los puntos biológicos de referencia al aplicar diferentes tasas de capturas constantes al cabo de 20 y 49 años, para merluza del sur.
- Figura 92 Probabilidad de alcanzar el umbral de 1.26×10^{13} huevos para diferentes tasas de exportación (A) capturas promedios obtenidas por tasa de explotación con umbral (B) y biomاسas totales y biomاسas resultantes (C), para merluza del sur.
- Figura 93 Mortalidad por pesca máxima generada por las diferentes tasas de explotación considerada un umbral de 1.26×10^{13} huevos para hembras (A) y machos (B) de merluza del sur.
- Figura 94 Reclutamiento de merluza del sur de hembras (A) y de machos (B) proyectados con diferentes tasas de explotación para $1,26 \times 10^{13}$ huevos de umbral de escape.
- Figura 95 Trayectorias de riesgos de sobrepasar los puntos biológicos de referencias al aplicar diferentes tasas de explotación con umbral de $1,26 \times 10^{13}$ de huevos, para merluza del sur.
- Figura 96 Riesgos de sobrepasar los puntos biológicos de referencia al cabo de 20 y 49 años para diferentes tasas de explotación con umbral de escape de $1,26 \times 10^{13}$ huevos, para merluza del sur.
- Figura 97 Capturas promedio (A), probabilidad de capturas iguales a cero (B), producción de huevos (B) y biomاسas totales (C) producidas con distintos escapes constantes de huevos.
- Figura 98 Mortalidad por pesca generada con distintos escapes constantes de huevos para merluza del sur hembra (A) y machos (B).
- Figura 99 Reclutamiento generados con distintos escapes constantes de huevos para merluza del sur hembra (A) y machos (B).



- Figura 100 Trayectorias de riesgos de sobrepasar los puntos biológicos de referencia con distintos escapes constantes de huevos.
- Figura 101 Riesgos de sobrepasar los puntos biológicos de referencia al cabo de 20 y 49 años para distintos escapes constantes de huevos.
- Figura 102 Promedio e intervalo de confianza al 95% de la CPUE de flota Arrastre Hielera.
- Figura 103 Ajuste de la CPUE para la flota arrastrera hilera para la evaluación de machos y hembras
- Figura 104 Promedio e intervalo de confianza al 95% para la biomasa total, abundancia y reclutamiento.
- Figura 105 Mortalidades por pesca, ponderados por la abundancia de la fracción 3 + para machos y hembras.
- Figura 106 Ajuste de la relación stock - recluta de Ricker con I.O.S para machos y hembras y parámetros de Ricker para 1000 bootstrapping.
- Figura 107 Histograma para los diferentes Puntos Biológicos de Referencia Estimados.
- Figura 108 Trayectorias de riesgo de no alcanzar la captura deseada y reclutamiento, biomasa y F_{max} .
- Figura 109 Riesgo de sobrepasar los PBR estimados a diferentes niveles de captura constante.
- Figura 110 Riesgo de 20 a 49 años estimados a diferentes niveles de captura constante.
- Figura 111 Trayectorias de capturas, biomasa, reclutas y F_{max} proyectadas a partir de diferentes niveles de escape constante de huevos.



- Figura 112 Riesgo de sobrepasar los PBR estimados a diferentes niveles de escape constante de huevos.
- Figura 113 Riesgo a 20 y 49 años de sobrepasar los PBR estimados a diferentes niveles de escape constante de huevos.
- Figura 114 Trayectoria de captura, biomasa, reclutamiento y F_{max} proyectadas a partir de diferentes tasas de explotación constante.
- Figura 115 Trayectorias de riesgos de sobrepasar los PBR estimados a diferentes niveles de tasa de explotación constante.
- Figura 116 Trayectorias de riesgo a 20 y 49 años de sobrepasar los PBR estimados a diferentes niveles de tasa de explotación constante.
- Figura 117 Trayectoria de captura, biomasa, reclutamiento y F_{max} proyectadas a partir de tasas de explotación constante con umbral.
- Figura 118 Trayectorias de riesgos de sobrepasar los PBR estimados a diferentes niveles de tasas de explotación constante con umbral.
- Figura 119 Trayectorias de riesgo a 20 y 49 años de sobrepasar los PBR estimados a diferentes niveles de tasa de explotación constante con umbral.





INDICE DE TABLAS

- Tabla 1 Patrón de explotación de merluza del sur machos.
- Tabla 2 Biomasa de merluza del sur macho en el área total de la pesquería.
- Tabla 3 Patrón de explotación de merluza del sur machos.
- Tabla 4 Biomasa de merluza del sur machos. Ajuste con patrón de explotación histórico.
- Tabla 5 Patrón de explotación de hembras.
- Tabla 6 Biomasa de merluza del sur hembras estimadas por ADASIM 1.3. Ajuste con patrón de explotación histórico.
- Tabla 7 Biomasa de merluza del sur hembras estimadas por ADASIM 1.3. Ajuste con patrón de explotación reciente.
- Tabla 8 Patrón de explotación de merluza del sur ambos sexos.
- Tabla 9 Biomasa (t) de merluza del sur ambos estimadas por ADASIM y con patrón de explotación aun no estabilizado.
- Tabla 10 Patrón de explotación ambos.
- Tabla 11 Biomasa de merluza del sur ambos estimados ADASIM 1.3. Ajuste con patrón de explotación reciente.
- Tabla 12 Cifras de capturas empleadas en serie histórica de merluza del sur.
- Tabla 13 Serie histórica del desembarque de merluza del sur, fuente SENAPESCA 1981 – 1996.



- Tabla 14 Valores de captura total por año, registros empleados en los procesos de IFOP y datos publicados por SENAPESCA para merluza del sur.
- Tabla 15 Desembarque empleado en los procesos período 1981 – 1996 de congrio dorado por zonas.
- Tabla 16 Procedencia de la información empleada en los procesos de claves edad – talla; distribuciones de frecuencia – longitud y relaciones peso – longitud de merluza del sur.
- Tabla 17 Procedencia de la información empleada en los procesos de claves edad – talla; distribuciones de frecuencia – longitud y relaciones peso – longitud de congrio dorado.
- Tabla 18 Serie histórica del número de muestra de frecuencias de longitud utilizadas en los procesos del mar interior de merluza del sur.
- Tabla 19 Serie histórica del número de muestra que sustenta los parámetros de la relación longitud – peso utilizados en los procesos del mar interior.
- Tabla 20 Anova para la flota Arrastrera Fábrica con factores Año, Estación , Barco y Zona para el período 1978-1997, según el modelo multiplicativo presentado en la sección Métodos.
- Tabla 21 ANOVA de CPUE mensuales ponderada por el número de lances de la flota arrastrera fábrica. Cada interacción se obtuvo de a una, después de ajustar los efectos principales. La suma de cuadrados residuales corresponde al resultante de la interacción Año Zona.
- Tabla 22 CPUE estándar de la flota arrastrera fábrica para el período 1979-1997.
- Tabla 23 Coeficientes resultantes del análisis multiplicativo de los datos de CPUE la flota arrastrera fábrica.



- Tabla 24 Anova para la flota Arrastrera Hielera con factores Año, Estación, Barco y Zona para el período 1978-1997, según el modelo multiplicativo presentado en la sección Métodos.
- Tabla 25 ANOVA de CPUE mensuales ponderada por el número de lances de la flota arrastrera fábrica. Cada interacción se obtuvo de a una, después de ajustar los efectos principales. La suma de cuadrados residuales corresponde al resultante de la interacción Año: Estación.
- Tabla 26 CPUE estándar de la flota AH para el período 1985-1997.
- Tabla 27 Coeficientes resultantes del análisis multiplicativo de los datos de CPUE de la flota arrastrera hielera.
- Tabla 28 Anova para la flota EF con factores Año, Estación, Barco y Zona para el período 1987-1997, según el modelo multiplicativo presentado en la sección Métodos.
- Tabla 29 ANOVA de CPUE mensuales ponderada por el número de lances de la flota EF. Cada interacción se obtuvo de a una por vez, después de ajustar los efectos principales. La suma de cuadrados residuales corresponde al resultante de la interacción Año: Barco.
- Tabla 30 ANOVA para la flota Arrastrera Fábrica con factores Año, Estación, Barco y Zona y la variable logp para el período 1978-1997, según el modelo multiplicativo presentado en la sección Métodos.
- Tabla 31 CPUE estándar de la flota AF para el período 1978-1997.
- Tabla 32 Efecto sobre el logCPUE de la flota AH de los factores principales considerados en el análisis multiplicativo de la CPUE de congrio dorado.
- Tabla 33 CPUE estándar de la flota AH para el período 1985-1997.



- Tabla 34 Mortalidad natural de machos desde curva de captura.
- Tabla 35 Mortalidad natural de hembras desde curva de captura.
- Tabla 36 Biomosas, número de individuos y reclutamientos totales de merluza del sur.
- Tabla 37 Mortalidad por pesca ponderada por la abundancia en merluza del sur.
- Tabla 38 Biomasa total (3+), número (3+) y reclutamiento (edad 3) para congrio dorado.
- Tabla 39 Mortalidad por pesca de machos y hembras para congrio dorado.



1. INTRODUCCION

Las pesquerías de merluza del sur (*Merluccius australis*) y congrio dorado (*Genypterus blacodes*) se encuentran declaradas en estado de plena explotación y sometidas a dicho régimen, en las áreas de pesca comprendidas entre los paralelos 41°28,6 L.S. y 57°L.S., desde el límite este fijado por el artículo 47 D.S. N° 430 (MINECON) de 1991, hasta el límite oeste correspondiente a la línea imaginaria trazada a una distancia de 60 millas marinas para el área norte y de 80 millas para el área sur, medidas desde las líneas de base normales.

La administración de estas pesquerías está basada en el establecimiento de cuotas globales anuales de captura, en el cierre de los registros artesanales e industriales y en regulaciones a los artes y aparejos de pesca. Estas medidas permiten regular la mortalidad por pesca y el esfuerzo que son aplicados a los stocks. En este contexto, los modelos utilizados para la evaluación de estos recursos, por su naturaleza, están sujetos a incertidumbre en los parámetros de entrada, lo cual requiere de un análisis de incertidumbre y riesgo en relación con el tamaño del stock y a su rendimiento sustentable. Además, en las pesquerías de merluza del sur y congrio dorado se hace necesario contar en el corto y mediano plazo con un plan de manejo, para lo cual se requiere de un análisis de estrategias de explotación bajo incertidumbre, evaluando los riesgos asociados que se definan al efecto. En definitiva, un estudio de este tipo permitirá contar con los fundamentos técnicos que permitan definir estrategias de manejo para los recursos y sus pesquerías, establecer cuotas anuales de captura y en definitiva elaborar un plan de manejo.





2. OBJETIVO GENERAL

Evaluar las estrategias de explotación en la pesquería de merluza del sur (*Merluccius australis*) y congrio dorado (*Genypterus blacodes*) que permitan conocer los riesgos en la conservación en el mediano y largo plazo, a distintos niveles de captura.

3. OBJETIVO ESPECIFICO

- 3.1 Revisión y/o recopilación de todos los antecedentes biológicos pesqueros disponibles sobre los recursos en estudio.
- 3.2 Formular el o los modelos de evaluación de stock y/o explotación, considerando las características del recurso y su pesquería, así como también la calidad y cantidad de información disponible.
- 3.3 Evaluar las estrategias de explotación que representan niveles de captura de mediano y largo plazo, considerando un análisis de riesgo que estime probabilidades de éxito o fracaso de los objetivos de conservación que se definan al efecto.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



4. METODOLOGÍA

Se presenta en forma separada para cada objetivo específico

4.1 Objetivo específico N°1

Revisión y/o recopilación de todos los antecedentes biológicos pesqueros disponibles sobre los recursos en estudio.

Para la realización de este objetivo se revisó la información disponible en publicaciones técnicas y científicas. Las publicaciones técnicas consideran los informes de proyectos realizados por el IFOP, Institutos privados y Universidades. Entre estos se dio especial importancia a los proyectos financiados por el Fondo de Investigación Pesquera (FIP).

Procesos pesqueros

Para desarrollar los restantes objetivos del proyecto, como por ejemplo la estandarización del esfuerzo, se requiere conocer los cambios históricos en los patrones espacio temporales de la actividad de la flota industrial. Por tanto, la recopilación de la información fue orientada principalmente en los siguientes antecedentes históricos:

- Tamaño de la flota
- Esfuerzo de pesca: variaciones espacio temporal
- Captura y rendimiento de pesca
- Selectividad de las redes de arrastre



Con relación al análisis históricos de la conducta del esfuerzo espacio temporal de las flotas industriales se construyeron cartas anuales de la distribución mensual del esfuerzo pesca por cada 30° de latitud. Para fines comparativos el esfuerzo de pesca se expresó como el porcentaje del total del esfuerzo aplicado por cada flota durante un año. Para las dos flotas arrastreras se consideró como unidad de esfuerzo las horas de arrastre y para las espineleras el número de anzuelos calados. Los resultados obtenidos en estos procesos fueron empleados posteriormente para la estandarización del esfuerzo (objetivo específico 2).

Procesos biológicos

La revisión de la información fue dirigida principalmente a los siguientes aspectos:

- Unidades de stock
- Migraciones
- Zonas de desove
- Epocas principales de desove
- Zonas de concentración de huevos y larvas
- Zonas y épocas de concentración de juveniles.
- Mortalidad Natural
- Crecimiento
- Madurez
- Fecundidad.



4.2 Objetivo específico N°2

Formular el o los modelos de evaluación de stock y/o explotación, considerando las características del recurso y su pesquería, así como también la calidad y cantidad de información disponible.

Para lograr un adecuado cumplimiento del objetivo fue necesario completar con la máxima información posible de la pesquería, como también efectuar una serie de reuniones técnicas de coordinación y ejecución de actividades que se puede resumir cronológicamente.

Fecha	Actividad
26/12/97	Inicio del proyecto (Toma de razón).
7/98	1 ^{er} Informe de avance. Se realizaron evaluaciones de stock y se identificó la necesidad de mejorar las matrices de captura en número, debido a la débil información de talla artesanal. Se determinó solicitar mayor información directamente a las empresas (ver Anexo 1).
23/7/98	Reunión con gerentes de las empresas de EMDEPES y FRIOSUR, no asistió el gerente de PESCACHILE, pero fue contactado personalmente.
10/98	Propuesta técnica de extensión de contrato. Debido a la necesidad de realizar nuevos análisis, no comprometidos en la oferta técnica original y a la demora de las empresas en entregar la información, se solicita una extensión del proyecto, considerando un 2° informe avance.
11/98	Entrega de datos de exportaciones por tipo de productos y calibres por parte de las empresas EMDEPES y PESCACHILE, mientras que FRIOSUR se excusa de no tener la información solicitada.



- 1/99 2° Informe de avance. Se generan las estructuras de tallas de las capturas totales a partir de información de exportación entregada por las empresas.
- 2/99 Venida del Dr. Ehrhardt, revisión de la consistencia de los datos, se generan dudas que deben ser analizadas.
- 2/3/99 Se rescatan los archivos de exportaciones de ADUANA presentes en IFOP.
- 30/3/99 Se genera base de datos de los archivos de ADUANA.
- 4/99 Se realiza reunión con el FIP para informar estado de avance. Debido al gran tiempo invertido en generar la base de datos de exportaciones y a que las frecuencias de tallas obtenidas mediante este procedimiento son diferentes a las registradas por IFOP, se consideró necesario realizar la evaluación de stock y analizar los resultados en un taller técnico con personal del FIP y de la Subsecretaría de Pesca. Se acordó entregar un tercer informe de avance y prorrogar el pre-informe final.
- 8/99 3^{er} Informe de avance. Entrega resultados obtenidos al utilizar la información de exportación de merluza del sur por calibre, su transformación en base de datos y la generación de estructuras de tallas totales exportadas del recurso, las cuales fueron pasadas en estructuras de edades de la captura, mediante la aplicación de las claves talla-edad.
-

Por tanto, este segundo objetivo del proyecto se ha caracterizado por un proceso de desarrollo que ha tomado una envergadura mayor a lo considerado originalmente. Producto de ello, a continuación se detalla de forma resumida las principales metodologías desarrolladas en este objetivo, las cuales fueron incluidas en los tres informes de avances.



4.2.1 Primer informe de avance

4.2.1.1 Antecedentes de las evaluaciones de stock

El análisis de población virtual (APV) o análisis secuencial de poblaciones (ASP) es el método de cálculo utilizado para estimar en forma indirecta las abundancias de merluza del sur y congrio dorado. Este método se caracteriza por ser indeterminado, ya que el número de parámetros a estimar es mayor que el número de ecuaciones a resolver. Debido a esto, un número importante de parámetros deben ser ingresados al modelo como valores conocidos, entre éstos los principales son: 1) Mortalidad natural (M); 2) Mortalidades por pesca por edades del año más reciente; 3) Mortalidades por pesca de las edades más viejas para cada año. En estas condiciones los estimados de abundancia que se obtienen dependen completamente de los valores ingresados, los cuales son seleccionados sobre la base del conocimiento de la pesquería.

Para solucionar el problema de la subjetividad en los valores de los parámetros de mortalidad por pesca del año más reciente, se han desarrollado los procedimientos de calibración ("Tunning"), los cuales consisten en determinar los valores de éstos parámetros en función de una variable auxiliar externa, que se relaciona con la abundancia del recurso. Para el caso de merluza del sur y congrio dorado, se ha utilizado como índice auxiliar la captura por unidad de esfuerzo (CPUE).

Para merluza del sur hasta 1995 se utilizó la CPUE correspondiente a la flota arrastrera fábrica, única información existente con estandarización del esfuerzo de pesca. Su uso se basaba en que dada la gran cobertura geográfica de la operación de esta flota, sus valores de CPUE en gran medida representaban la abundancia del recurso (Payá y Aguayo, 1993 y Aguayo *et al.* 1996a). Sin embargo, a partir de 1996 se empezó a utilizar una CPUE global o combinada para todas las flotas, lo que permitiría recoger en mejor forma la tendencia de la abundancia del recurso



(Aguayo *et al.* 1996b). No obstante, esta CPUE global se basa en los valores de CPUE estimados con esfuerzos de pesca no estandarizados.

Para congrio dorado se ha utilizado la CPUE proveniente de la captura de esta especie dividida por el esfuerzo total, ya que este recurso, se captura conjuntamente con merluza del sur, siendo casi imposible separar el esfuerzo aplicado para cada especie. Al igual que en merluza del sur, hasta 1995 se utilizó como índice auxiliar la CPUE de la flota arrastrera fábrica y desde 1996 una CPUE global o combinada de todas las flotas (Payá y Aguayo, 1993 y Aguayo *et al.* 1996c)

En los estudios realizados hasta la fecha, la calibración del ASP con la CPUE, se ha realizado empleando un procedimiento ad-hoc, en el cual la CPUE se relaciona linealmente con la biomasa media del stock mediante el ajuste de una función lineal. En el presente proyecto, se emplea un procedimiento estadísticamente más robusto denominado ADAPT, el cual realiza el ajuste de la relación entre la biomasa media y la CPUE mediante un procedimiento mínimo cuadrático no lineal. Este procedimiento ha sido implementado con éxito para la merluza común (Payá *et al.* 1998) mediante el programa ADASIM.

4.2.1.2 Programa ADASIM

Análisis secuencial de poblaciones (ASP)

El ADASIM realiza un análisis secuencial de poblaciones (ASP) calibrado con índices auxiliares (abundancia directa y/o CPUE) minimizando una función objetivo mediante el algoritmo de MARQUADT. El análisis secuencial se realiza utilizando la ecuación de captura de Baranov:

$$C_{i,j} = \frac{F_{i,j} N_{i,j} (1 - e^{-Z_{i,j}})}{Z_{i,j}}$$



El primer set de parámetros de entrada que se utilizan son las mortalidades por pesca de las edades más viejas ($F_{i,j}$), las mortalidades por pesca del último año ($F_{i,J}$), las selectividades del último año ($S_{i,J}$) y la mortalidad natural (M). El primer set de datos que se utiliza considera las matrices de captura en número y pesos promedios a la edad.

Reordenando la ecuación de captura, se estima la abundancia del último año ($N_{i,J}$):

$$N_{i,J} = \frac{C_{i,J} Z_{i,J}}{F_{i,J} (1 - e^{-Z_{i,J}})}$$

Luego se estima la abundancia que las cohortes tuvieron en los años anteriores (solución hacia atrás), resolviendo numéricamente la ecuación de captura mediante el método de Newton-Rapson.

Una vez realizado el primer ASP, se recalculan las mortalidades por pesca de las edades más viejas siguiendo el decaimiento exponencial de las cohortes de la penúltima y antepenúltima edades.

El ajuste de las mortalidades por pesca de las edades más viejas se efectúa reingresando el nuevo valor calculado para éstas mortalidades y realizando un nuevo ASP. Esto se repite hasta que los valores de mortalidad por pesca de las edades más viejas convergen. Este procedimiento se conoce como suavización y no importando los valores de ingreso iniciales, siempre converge a la misma solución.



Calibración con CPUE

Se calcula la biomasa media de individuos ($BM_{i,j}$) presentes en el stock como:

$$BM_{i,j} = \frac{N_{i,j}(1 - e^{-Z_{i,j}})}{Z_{i,j}} W_{i,j}$$

considerando los datos de CPUE anuales se calcula la función objetivo como:

$$FOB = \sum_i \sum_j \lambda_j \left[\ln(1 + BM_{i,j} q_i) - \ln(1 + cpue_{i,j}) \right]^2$$

Los lambdas corresponden a multiplicadores de LaGrange que permiten ponderar el peso de la suma de cuadrados de cada año, los cuales deben sumar 1. El parámetro q corresponde a la capturabilidad.

El algoritmo de MARQUADT modifica los parámetros iniciales y evalúa la función objetivo. Para esto cada vez que se recalcula el ASP, se realiza nuevamente el proceso de suavización de las mortalidades por pesca de las edades más viejas.

Variabilidad en ADASIM

En la oferta técnica se planteó analizar la variabilidad de las matrices de captura, la CPUE y la mortalidad por pesca. Sin embargo, se consideró que primero era necesario evaluar la conducta del ADASIM sin considerar la incertidumbre en los datos de entrada (ver más adelante), ya que primero se debe tener una buena evaluación de stock antes de introducir incertidumbre en los estimados



4.2.1.3 Evaluación del programa ADASIM con los datos de merluza del sur

Matriz de captura-edad ($C_{i,j}$)

Las matrices de captura edad totales para ambos sexos entre 1981-1996, corresponden a la sumatoria de las matrices provenientes de las diferentes flotas incluido el espinel artesanal.

La composición por edades de las flotas arrastreras ha sido obtenida mediante la expansión de claves edad-talla, construidas con lecturas de otolitos muestreadas en las capturas. Previamente, la captura en peso se ha convertido en número por clase de longitud total en base a frecuencias de longitudes de las capturas y la relación longitud-peso total.

Matrices de peso promedio ($W_{i,t}$)

Para el área total de la pesquería se ha utilizado una matriz de peso-edad ponderada para todas las flotas. Estos pesos corresponden a valores promedios calculados a partir de datos de talla promedio por grupo de edad, mediante el procedimiento de Piennar y Ricker (1968) que corrige estos valores al considerar las varianzas asociadas a cada grupo de edad.

Mortalidad natural

Los valores de M son 0,26 para machos y 0,17 en hembras. Estimaciones realizadas por Aguayo *et al.* (1986).



Indice auxiliar de la abundancia relativa

Para probar la conducta del ADASIM con los datos de merluza del sur, se utilizó como información auxiliar el índice de abundancia relativa estimada por Aguayo *et al.* (1998) y cuyo detalle se describe a continuación.

La información utilizada para estimar un índice anual de CPUE estándar y el poder de pesca de barcos individuales incluye la captura (kg) y el esfuerzo de pesca (horas de arrastre o número de anzuelos) de los lances de pesca clasificados según la categoría: barco, año y mes, generados a partir de la base de dato de bitácora de la Pesquería Demersal Austral que comprende los períodos 1983-1996 en la flota arrastrera fábrica (B/AF), 1985-1996 en la arrastrera hielera (B/AH), 1987-1996 en la espinelera fábrica (B/EF) y 1987-1996 en la espinelera hielera (B/EH), exceptuando en esta última serie el año 1995, en el cual no registraron operaciones de pesca.

a. Modelo multiplicativo

Sea i el índice barco, j el índice año y k el índice mes, entonces:

$$CPUE_{ijk} = CPUE_{i'j'k'} \alpha_i^{X_{i2}} \beta_j^{X_{j3}} \gamma_k^{X_{k4}} \varepsilon_{ijk}$$

donde, i' , j' y k' son las categorías de referencia correspondientes al barco, año y mes. Las variables X son variables de clasificación que toman valores 1 o 0 según el efecto del factor está presente o no. La variable ε es un desvío aleatorio que representa la variación de la CPUE por las restantes causas no consideradas explícitamente en el modelo.

Los coeficientes de interés β_j correspondientes al efecto año fueron estimados mediante un modelo log-lineal, suponiendo que $\ln(\varepsilon)$ se distribuye normal con



media cero y varianza σ^2 estimada por los cuadrados medios de los residuales que resultan del ajuste del modelo log-lineal.

La CPUE estándar fue estimada por el antilogaritmo de la suma de β_j y el término constante corregido por $\sigma^2/2$.

b. CPUE global

Las CPUE estándar por flotas fueron transformadas en un índice relativo respecto de la CPUE del año 1990 y combinadas en un índice de CPUE global mediante un promedio ponderado de ellas por las capturas.

c. CPUE por sexo

La CPUE global fue asignada por sexo según la proporción del sexo en la captura en peso.

La CPUE combinada global es un valor adimensional que refleja la tendencia de la abundancia relativa para todas las flotas industriales y la artesanal. En esta ocasión, la CPUE se utilizó como valor total y también separada por sexo, de acuerdo con la proporción sexual anual y por edad de acuerdo con las siguientes expresiones:

$$CPUE_{i,j} = CPUE_t * (P_{x(i,j)} / P_{x(i,90)})$$

donde :

$CPUE_{i,j}$: captura por unidad de esfuerzo combinada de la edad i en el año t

$CPUE_j$: captura por unidad de esfuerzo combinada para el año j

$P_{x(i,j)}$: proporción del sexo "x" a la edad i en el año j

$P_{x(i,90)}$: proporción del sexo "x" a la edad i en el año 1990



La proporción de cada sexo "x" en cada edad i en el año j, esta dada por la expresión:

$$P_{x(i,j)} = B_{c(i,j)} / (B_{cm} + B_{ch})$$

donde:

B_c : biomasa de la captura a la edad i en el año j.

B_{cm}, B_{ch} : biomاسas de capturas totales de machos y hembras.

Esta proporción está relativizada respecto de 1990, año en que se incorporó la mayor cantidad de buques espineleras industriales, produciéndose un importante cambio en el patrón de explotación.

Comparación de resultados con evaluaciones anteriores

Los resultados obtenidos al aplicar ADASIM fueron comparados con los resultados obtenidos en la evaluación de stock realizada por Aguayo *et al.* (1998), quienes utilizaron las mismas matrices, CPUE estandarizada y parámetros de entrada que en este proyecto. La diferencia radica en que estos autores utilizaron finalmente un procedimiento de calibración *ad-hoc*.

4.2.1.4 Revisión de las matrices de captura en número y pesos medios a la edad.

Como se verá en la sección de resultados la aplicación del ADASIM en merluza del sur no entregó buenos resultados, debido a esto se consideró de máxima importancia revisar detalladamente los datos, parámetros y supuestos utilizados en el procedimiento de estimación de las matrices de captura en número y pesos medios a la edad. El procedimiento utilizado para estimar estas matrices considera los siguientes pasos:



a. Expansión del número de individuos medidos en los muestreos de frecuencia longitud al número total de individuos capturados.

Primero se estima el peso de la muestra (WM) de cada longitud (2 cm) mediante la transformación a peso de la longitud media del intervalo (l), según la siguiente fórmula:

$$WM_l = f_l a L_l^b$$

El número total de individuos en la captura (C) se obtiene expandiendo el número total de individuos muestreados en función de la captura en biomasa (CB), mediante la ecuación:

$$C = \left(\sum_l f_l / \sum_l WM_l \right) CB$$

b. Descomposición del número total de individuos capturados por intervalo de longitud.

Se realiza a través de la siguiente ecuación:

$$C_l = \left(f_l / \sum_{l=1}^n f_l \right) C$$

donde, C_l corresponde al número de individuos del intervalo de talla "l".

c. Descomposición del número total de individuos capturados por edad

Los individuos presentes en cada intervalo de longitud (C_l) se asignan a las diferentes edades según una clave talla-edad. Esta clave indica las probabilidades (P_{li}) de que un individuo de una determinada longitud pertenezca a cada una de las diferentes edades.

$$C_l = \sum C_{li}$$
$$C_{li} = P_{li} * C_l$$



Para estimar los pesos promedios (W_i) a la edad se utilizó la relación longitud-peso y la corrección de Piennar y Ricker (1968), que incorpora la variabilidad existente en torno a cada longitud promedio.

4.2.2 Segundo informe de avance

4.2.2.1 Estandarización del esfuerzo captura por unidad de esfuerzo (CPUE)

Merluza del sur

En la PDA, conjuntamente con la disminución de las flotas, las embarcaciones han concentrado su operación en la época y zonas de desove, bajo las actuales limitaciones de la veda reproductiva y control cuotas de capturas por zonas. Esto significa que cualquier modelo de estandarización para estas flotas debe incorporar los factores espaciales y temporales y además, debido a la reducción del número de barcos, mayor parte de la información que se generará no tendrá utilidad como índice auxiliar, ya que gran número de embarcaciones ya no se encuentra en operación.

a. Unidad de esfuerzo

Existe un gran número de unidades de esfuerzo posibles que van desde aquellas que reflejan más bien el esfuerzo nominal de pesca, como por ejemplo el número de viajes totales o el número de viajes con pesca, hasta aquellas unidades de esfuerzo más cercanas al esfuerzo efectivo de pesca (esfuerzo que se relaciona directamente con la mortalidad por pesca de la población), como por ejemplo el área y el volumen filtrado por la red. Mientras más cercana es la unidad de esfuerzo seleccionada al esfuerzo efectivo aplicado sobre la población, mayor es la cantidad de información requerida. Por ejemplo, para calcular el área barrida por la red se necesita conocer el diseño de las redes de pesca de cada embarcación durante todo el período a analizar. No obstante, debido a la dificultad de obtener los diseños



de redes por parte de las empresas pesqueras esta información histórica no se encuentra disponible.

En consecuencia, la unidad de esfuerzo de pesca para las flotas arrastreras fábrica y arrastrera hielera utilizada fue las horas de arrastre, las cuales se calculan como la diferencia entre las horas de inicio del virado de la red y del término del calado. Por su parte, para las flotas espineleras la unidad de esfuerzo fue el número de anzuelos calados. Esta información es la registrada en las bitácoras de pesca.

b. Modelo general de regresión lineal múltiple utilizado en la estandarización

Una de las primeras estandarizaciones de esfuerzo de pesca fueron realizadas por Gulland (1956), quién demostró que al transformar logaritmicamente la CPUE ésta se normaliza y se pueden realizar análisis de varianza. Estas ideas las continuó Robson (1966) desarrollando un modelo de regresión múltiple, basado en el logaritmo de la CPUE y variables "dummy" que factorizan el efecto de las áreas y los poderes de pesca de los barcos. Posteriormente, Kimura (1981) desarrolló un modelo similar, en el cual se factoriza el efecto de los años en vez de las áreas, pero además incluyó variables estructurales y operacionales que afectan el poder de pesca de una embarcación.

En la oferta técnica original se comprometió el uso de modelos que son una extensión del modelo de Kimura *op. cit.* realizada por Payá (1992) para incluir los efectos de las áreas de pesca y la interacción entre áreas y épocas de pesca. Este modelo es muy similar al modelo aplicado por Large (1992), pero a diferencia de este último considera en forma explícita las variables de las características estructurales y operacionales que pueden afectar el poder de pesca de una embarcación.

Sin embargo, en el transcurso del proyecto se ha analizado que para que estos tipos de modelos sean exitosos, se requiere contar con toda la información de las



características operacionales y estructurales de las embarcaciones, ya que el poder de pesca de cada embarcación debe ser correctamente modelado. Si alguna de las características de las embarcaciones no es considerada, se genera un error de modelación del poder de pesca que se traspassa a los otros factores del modelo o bien al termino de error no explicado por el modelo. De las características de los barcos algunas son fáciles de obtener (eslora, tonelaje de registro grueso, HP del motor, etc.), pero otras son muy difíciles de registrar, como por ejemplo, cambios en los equipos de detección (sonar, radar, ecosonda, etc.) y cambios en los capitanes así como la experiencia de ellos.

Una mejor alternativa de modelación es la sugerida por Gavaris (1988), quién dio forma al modelo multiplicativo general para estandarizar la CPUE empleando regresión lineal múltiple. En este caso, no se modela el poder de pesca, sino que se estima directamente al interior del modelo. Por lo tanto, se evita que el poder de pesca quede mal estimado, producto de una modelación incompleta del mismo.

Este enfoque también permite obtener el índice de abundancia directamente de los factores anuales del modelo, sin la necesidad de estimar previamente el esfuerzo de pesca estandarizado, el cual finalmente no se utiliza en los estimados de abundancia ni en los otros cálculos del proyecto.

c. Modelo multiplicativo de la CPUE

El modelo multiplicativo es idéntico al detallado en el punto 4.2.1.3 en la aplicación del programa ADASIM, y tiene la forma:

$$CPUE_{ijk} = CPUE_{i'j'k'}^{X_1} \alpha_i^{X_2} \beta_j^{X_3} \gamma_k^{X_4} \varepsilon_{ijk}$$

donde, U es la CPUE, i indica el año, j el mes, k el barco y l la zona. Los índices i', j' y k' señalan las categorías de referencia usadas en la parametrización del



modelo. Los factores α_i , β_j , γ_k y δ_l representan la proporción de la CPUE en la categoría indicada respecto de la categoría de referencia. Las variables X son variables de clasificación que toman valores 1 o 0, según el efecto del factor está presente o no. La variable ε es un desvío aleatorio que representa la variación de la CPUE por las restantes causas no consideradas en el modelo.

Si la CPUE es considerada una variable lognormal (Gulland, 1956) el modelo se expresa como un análisis de varianza de clasificación múltiple,

$$\ln(U_{ijkl}) = \mu + \alpha'_i + \beta'_j + \gamma'_k + \delta'_l + e_{ijkl}$$

tal que, $\alpha'_i = \ln(\alpha_i)$, $\beta'_j = \ln(\beta_j)$, $\gamma'_k = \ln(\gamma_k)$, $\delta'_l = \ln(\delta_l)$ y $e = \ln(\varepsilon)$ se distribuye normal con media cero y varianza σ^2 estimada por los cuadrados medios de los residuales que resultan del ajuste del modelo log-lineal.

La CPUE estándar se estima por:

$$\hat{\alpha}_i = e^{\mu + \alpha'_i + \frac{\sigma^2}{2}}$$

Congrio dorado

Congrio dorado ocurre de manera incidental en la captura de merluza del sur (especie objetivo de esta pesquería). Es decir no obstante la intencionalidad del patrón de pesca, el arte de pesca captura una proporción de las especies que se encuentran dentro de su área de influencia. Por esta razón, todas las especies capturadas en el lance se pueden considerar interactuando tecnológicamente entre sí.

Cuando la especie es incidental en la captura y ocurre la interacción tecnológica mencionada, no es posible estimar directamente un índice de CPUE estandarizado, ya que no se puede hablar con propiedad que existe un esfuerzo dirigido a esa especie. Una forma de soslayar este problema es estimar el esfuerzo estándar dirigido a la especie objetivo.



$$E^* = \frac{C^*}{cpue^*}$$

donde $CPUE^*$ es la captura por unidad de esfuerzo que resulta del análisis multiplicativo de las bitácoras de pesca de merluza del sur, y luego hacer el cuociente de la captura C de congrio dorado sobre el esfuerzo estándar estimado.

$$cpue = \frac{C}{E^*}$$

Esta ha sido la manera como hasta ahora se ha estimado la CPUE de las flotas industriales de la PDA.

Aunque este método resuelve el problema de obtener un índice de abundancia, no permite analizar los factores que determinan la variación de la CPUE ni tampoco de la interacción tecnológica que se postula.

Otra forma de estimar una CPUE en congrio dorado, que no tiene los reparos anteriores, se basa en la hipótesis de la existencia de interacción tecnológica y un modelo multiplicativo para la CPUE total en función de efectos asociados a la capturabilidad del barco y a la abundancia anual de congrio dorado. A continuación se describe el método:

Análisis multiplicativo

Si se designa por E el esfuerzo total y suponemos interacción tecnológica, entonces la captura de congrio dorado en el lance k , realizado por el barco j en el año i se obtiene mediante la ecuación de captura

$$C_{ijk} = q_i N_{jk} E_{total,ijk}$$



Dado que, la captura de congrio dorado es una proporción de la captura total del lance

$$C_{ijk} = p'_{ijk} C_{total,ijk}$$

entonces se obtiene

$$cpue_{ijk} = p_{ijk} q_i N_{jk}$$

donde $p = \frac{1}{p'}$

Este modelo multiplicativo básico se puede extender para incluir factores asociados con diferencias relativas de la abundancia entre meses y zonas de pesca. Así, tomando logaritmos se puede postular un modelo lineal con tres efectos aditivos y una variable covariante.

$$\ln(cpue_{ijkl}) = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_k + \gamma_l + \ln(p_{ijkl}) + e_{ijkl}$$

donde,

- $\ln(cpue_{ijkl})$: es el logaritmo natural de la captura por unidad de esfuerzo total observada en un lance cualquiera realizado en el barco k en el año i , en el mes j y en la zona l
- μ : es una media general que depende del año, mes, barco y zona de referencia,
- α_i : es el efecto del factor Año,
- β_j : es el efecto del factor Mes,
- δ_k : es el efecto del factor Barco,
- γ_l : es el efecto del factor Zona,
- $\ln(p_{ijkl})$: es el logaritmo natural del recíproco de la proporción de la captura de congrio dorado en la captura total de un lance, realizado por el barco k en el año i , en el mes j y en la zona l , y
- e_{ijkl} : es un desvío aleatorio normal.



4.2.3 Tercer informe de avance

4.2.3.1 Planteamiento de trabajo con la información básica de las series históricas.

Para estimar la distribución de edades de la captura en número intervienen directamente factores tales como: la distribución de frecuencia – longitud; las claves edad- talla del período y las relaciones peso - longitud.

Merluza del sur

La serie histórica de información del mar exterior se tiene procesada con la información más adecuada de que se ha dispuesto (Tabla 16 del 1^{er} informe de avance).

Para el mar exterior, casi la totalidad de los procesos dispone de CET (clave edad-talla); frecuencia de longitudes y relaciones peso - longitud de su propia información por año.

En el caso de la pesquería de espinel realizada en el mar exterior, existe mucho menos información y se da el caso de no contar con distribuciones de frecuencia de longitudes en los años 1987; 1988; 1992; 1993; 1994 y 1995.

En el caso del mar interior, la distribución de frecuencia de longitud más antigua que se posee es la de 1987 y fue la frecuencia de ese año la que se aplicó hacia años anteriores (Tabla 18 1^{er} informe de avance). No obstante, esta estructura de talla proviene de muestreos realizados en un barco espinelero fábrica que operó en aguas interiores y no se cuenta con muestreos de las capturas artesanales. Siendo 1987 un año trascendente en la operación en cuanto a volumen de pesca (el desembarque artesanal aumentó considerablemente), se hace sumamente necesario complementar las frecuencias de tallas a partir de este año en adelante.



Para esto se utilizó la información de exportaciones por calibre, como se explica más adelante.

4.2.3.2 Conversión de desembarque por categoría comercial a Frecuencia de talla.

Este punto ha sido abordado durante toda la ejecución del proyecto, caracterizándose por su gran envergadura en tiempo e informándose su grado de avance en los tres informes, el tiempo invertido ha tenido como objetivo en lograr contar con la mayor información disponible de la PDA y los factores que afectan la evaluación de stock, para así ejecutar los procesos del tercer objetivo específico. A continuación se detalla la metodología empleada para lograr este punto.

Una forma de contar con las distribuciones de frecuencia – longitud anual que faltan o que están incompletamente muestreadas en la PDA, es recurriendo a los registros que llevan las empresas pesqueras en relación con calibres para exportación.

Esta información referente a calibres de exportación, previo uso de claves de traspaso, permiten conocer la distribución de tallas presente de toda la flota que abastecía a la empresa, lo cual sería un reflejo del rango de tallas en que estaba actuando la pesquería.

La transformación de desembarques expresados en algún tipo de categoría comercial a distribuciones de tallas en los desembarques fue propuesta por primera vez por Berry (1969) para las pesquerías de camarón del Golfo de México. Arredondo (1991) aplicó un procedimiento similar en la reconstrucción de las tallas de la merluza del sur para una fracción de los desembarques y exportaciones de PESCACHILE y al mismo tiempo desarrolló las formulaciones de las varianzas de los estimados puntuales de las tallas basándose en el método Delta. Ehrhardt y Legault (1996) expandieron el algoritmo de Berry (1969) en el que incluyen un



proceso de re-muestreo que permite la asignación de frecuencias de tallas dentro de las categorías comerciales y a través del mismo calcular las varianzas de los estimados en forma numérica.

El desembarque de merluza del sur en general ha sido dirigido al proceso de congelado de exportación. En dicho proceso las empresas han generado estratificaciones por talla de los individuos de acuerdo a especificaciones internacionales de sus propios mercados. Estas estratificaciones, calibres, o categorías comerciales comprenden entonces las exportaciones que se reportan en las estadísticas de exportaciones. Estas estadísticas anuales por calibres se encuentran dadas en peso (kg) y especificadas por empresa. Estas estadísticas por ser globales del recurso son de extraordinario valor para crear un banco de datos de frecuencias de talla para el desembarque total, y como tal podrían utilizarse en la evaluación del mismo. Sin embargo, para realizar la transformación de capturas en peso por calibre a frecuencia en números por talla se requiere contar con una caracterización de las frecuencias de talla para cada calibre y entonces realizar un proceso de integración de los aportes en números de cada calibre al total desembarcado. Esto se requiere realizar independientemente para cada una de las empresas que reportan exportaciones, debido a la falta de estandarización de los calibres que cada una de ellas ha elaborado históricamente.

Cabe destacar que la frecuencia de talla por calibre, una vez disponible para un período, es aplicable a toda la serie de años. Esto es posible si es que no existen cambios significativos en los factores de condición biológica de la especie. Si esto último ocurriera, se tendría que individuos de una talla determinada por cambiar anualmente de peso por unidad de talla podrían migrar de un calibre al otro puesto que los calibres se definen usualmente en unidades de biomasa.

En lo que sigue se describe la estimación de frecuencias de talla a partir de calibres de merluza del sur empleando un algoritmo descrito por Ehrhardt y Legault (1996).



Los pasos del proceso se explican primero y luego se dan los detalles de los mismos.

Considérese que:

- $i = 1, \dots, m$ sean las categorías comerciales o calibres
- $j = 1, \dots, n$ sean las clases o intervalos de talla de los individuos
- Y_i = desembarques totales en peso de cada categoría comercial i
- $P_{i,j}$ = proporción de individuos en la categoría i que corresponden al intervalo de talla j .
- W_i = peso promedio de cada especificación del producto contenido en cada categoría i
- G_i = número de individuos desembarcados en cada categoría i
- C_j = número de individuos desembarcados en cada intervalo de talla j

Los pasos del algoritmo para generar los estimadores puntuales son:

1. $G_i = Y_i/W_i$
2. $C_j = G_i * P_{i,j}$

Para incorporar incerteza en el proceso de cálculo se incluye el paso 3:

3. Se supone o estiman distribuciones para W_i

Para cada re-muestreo (bootstrap) o simulación Monte Carlo se realizan los pasos siguientes:

4. Elegir al azar valores de W'_i desde las distribuciones de W_i
5. Se estima $G'_i = Y_i/W'_i$
6. Re-muestrear (Bootstrap o simulación Monte Carlo) las distribuciones de talla de individuos en cada calibre para crear $P'_{i,j}$



7. Se estima $C'_j = G'_i * P'_{i,j}$
8. Repetir los pasos 4-7.

Estimadores puntuales del número de individuos desembarcados dentro de las categorías comerciales (C_j) es un proceso directo en que los desembarques totales (Y_i) se dividen por el peso promedio (W_i) del tipo de producto en la categoría para generar el número total de individuos desembarcados en cada categoría (G_i). De esta manera el paso 1 calcula $G_i = Y_i / W_i$. Sin embargo, existen varias posibilidades de como utilizar el peso promedio (W_i) puesto que éste se puede generar a partir de muestreos directos del producto dentro de cada calibre o mediante el uso de relaciones largo-peso aplicables a cada intervalo de talla dentro de las distribuciones de talla de cada categoría comercial.

Los desembarques en números por calibre (G_i) se convierten enseguida a desembarques en números para cada talla j dentro de un calibre i (C_j) mediante la multiplicación de G_i por la fracción $P_{i,j}$ correspondiente a cada intervalo de talla j . De esta forma el paso 2 integra todas las frecuencias desembarcadas de una talla j a través de todos los calibres i mediante $C_j = G_i P_{i,j}$. Una posible variante a este proceso es la de utilizar una distribución de pesos en lugar de números correspondientes a cada talla a nivel de calibres, la cual se puede utilizar para distribuir el peso total del calibre entre las tallas y luego dividir el peso resultante por talla por el peso promedio correspondiente a la talla.

Los pesos promedio del tipo de producto en cada calibre se obtuvieron ya sea desde Arredondo (1991) para los calibres de Pesca Chile, desde las definiciones mismas de los calibres, directamente desde información disponible en las empresas y/o de relaciones largo-peso existentes (Arredondo *op. cit.* e informes y bases de datos de IFOP). Las distribuciones de tallas por calibre fueron obtenidas desde las empresas de acuerdo a las siguientes categorías comerciales: Pesca Chile: M0, M1/1, M1, M2, M3, M4, M5, y M5E; FrioSur: C1, C2, C3, C4, C5, y C6; EMDEPES:



3S, 2S, S, M, L, 2L, 3L, 4L, y 5L; Taiyo: C1X, C0, C1, C2, C3, C4, C5, C5X; DEARIM: D1X, D1, D2, D3, D4, D5, D5X. Esta información genera las distribuciones de error de W_i necesarias en el paso 3 del algoritmo de cálculo, así como también las distribuciones de talla por calibre necesarias en los pasos 6 y 7 del algoritmo.

El algoritmo anterior fue aplicado a las estadísticas de exportaciones por calibres comerciales de cada empresa a partir del año 1987 a 1997.

La obtención de la información de las estadísticas de exportaciones por calibre fue inicialmente abordada mediante la cooperación de las principales empresas en actual operación PESCA CHILE, FRIO-SUR, EMDEPES, solicitada según se detalla en el Anexo 1. Sin embargo, se identificó que era necesario complementar los resultados obtenidos con estas fuentes de información, para esto se determinó analizar los datos disponibles de las exportaciones por empresa en el Servicio de Aduanas.

La información registrada por Aduanas no se corresponde con ningún tipo de base de datos, en el sentido que los diferentes campos no son llenados en forma estándar. Por lo tanto, para poder emplear esta información fue necesario primero estudiar la naturaleza de los registros y luego generar una base de datos propiamente tal, empleándose filtros y funciones (ver Anexo 2).

Una vez generada la base de datos de exportaciones por calibre desde Aduanas, se procedió a aplicar el algoritmo descrito anteriormente, obteniendo las estructuras de tallas por año, las cuales fueron transformadas a estructuras de edades mediante la aplicación de claves talla-edad.

Las claves talla-edad para cada año fueron construidas considerando todas las lecturas de edad realizadas a lo largo de cada año para las diferentes flotas y zonas de operación.



4.2.4 Evaluación de stock

4.2.4.1 Merluza del sur: datos, modelo e incertidumbre

4.2.4.1.1 Datos utilizados en la evaluación final de merluza del sur

Se emplearon tres matrices de captura a la edad por sexo. La matriz de captura total desde 1981 hasta 1986 proviene de los muestreos realizados por IFOP, desde 1987 hasta 1997 corresponde a la generada desde las estadísticas de exportaciones por calibre. También se consideró el año 1998 provenientes de los muestreos realizados por IFOP, esto con la finalidad de poder realizar la evaluación de stock lo más actualizada posible. La segunda matriz empleada corresponde a la matriz de captura a la edad de la flota arrastrera fábrica de la zona sur ($>47^{\circ}\text{S}$) y por último la matriz de captura de la flota arrastrera hielera.

Las estimaciones de la mortalidad natural por sexo fueron revisadas empleando los datos de frecuencia de tallas de capturas de investigación realizadas en el proyecto JAMARC durante 1977, cuando el recurso se encontraba en condiciones virginales. Para esto se empleó el método de curva de captura linealizada para tallas (Sparre y Venema, 1995).

La CPUE generada en el presente proyecto fue actualizada hasta 1998, con los resultados de la última estandarización de esfuerzo realizada por Aguayo *et al.* (2000).

4.2.4.1.2 Modelo de evaluación

Para realizar la evaluación de stock final fue necesario replantear el uso del programa ADASIM. Luego de analizar los resultados de diferentes modelos de



evaluación, se escogió realizar un análisis secuencial de poblaciones calibrado por flota con la CPUE como índice de abundancia, la calibración se realizó mediante un procedimiento ADAPT.

Las características del modelo ADAPT finalmente empleado fueron:

1. Calibración con CPUE por flota

La principal diferencia con el modelo ADASIM empleado inicialmente en este proyecto radica en que la calibración se realizó por flotas separadamente, para lo cual se consideraron los índices de CPUE de la flota arrastrera fábrica (CPUE_{AF}) y arrastrera hielera (CPUE_{AH}).

Para esto se estimó la CPUE en número de individuos por unidad de esfuerzo (hora de arrastre) para cada edad. El esfuerzo se obtuvo como cociente de la captura (en peso) y la CPUE obtenida del proceso de estandarización del esfuerzo.

En el caso de la flota arrastrera fábrica la CPUE proviene solo de la zona exterior sur, ya que en la estandarización no se consideró la zona norte, donde el recurso se concentra a desovar, debido a que la CPUE de esa zona refleja más bien la concentración reproductiva y no la abundancia relativa del recurso. Consecuentemente la CPUE_{AF} en número se calculó considerando solo la captura en número de individuos de la zona sur.

Las CPUE predichas (CPUEPRE) por el modelo se estiman como:

$$CPUEPRE^{AF}_{i,j} = q^{AF}_i NM_{i,j}$$

$$CPUEPRE^{AH}_{i,j} = q^{AH}_i NM_{i,j}$$



Donde los supraíndices AF y AH representan a las flotas arrastreras fábrica y hielera, respectivamente. El subíndice “i” corresponde a la edad y el “j” a los años. NM representa el número medio y q la capturabilidad.

La capturabilidad fue estimada por:

$$q_{i,j} = \frac{\sum_j CPUE_{i,j} NM_{i,j}}{\sum_j NM_{i,j}^2}$$

2. Calibración con diferentes períodos de capturabilidad

Del análisis de los residuos por años y edades resultó claro que se han producido cambios importantes en la capturabilidad, identificándose tres períodos por flota

Arrastre fábrica: 1981-1986, 1987-1994 y 1995-1998.

Arrastre hielera: 1985-1988, 1990-1994 y 1995-1998

3. Calibración con diferentes rangos de edades por período de capturabilidad

También resultó evidente que la calibración por edades no podía incluir a todas las edades, debido a cambios notables de las zonas de operación y probablemente de la disponibilidad del recurso. En esto tiene un efecto muy importante la mayor participación de individuos juveniles dada la nueva matriz de datos. Los rangos de edades seleccionadas fueron:

Flota	Período	Rango de edades
Arrastre fábrica	1981-1986	4 a 20 años
	1987-1994	4 a 15 años
	1995-1998	4 a 17 años



Arrastre hielero	1985-1988	4 a 20 años
	1989-1994	4 a 15 años
	1995-1998	4 a 17 años

4. Función Objetivo

La función objetivo (FOB) a minimizar fue:

$$FOB = \sum_F \sum_P \sum_R \sum_i \sum_j (\ln(CPUEPRE_{i,j}) - \ln(CPUE_{i,j}))^2$$

donde la sumatoria de "F" representa las dos flotas, la sumatoria de "P" los períodos de capturabilidad, la sumatoria de "R" los rangos de edades de cada período, la sumatoria de "i" las edades y de "j" los años.

5. Parámetros a resolver y mortalidades por pesca

El parámetro a resolver para minimizar la FOB fue la mortalidad por pesca de la edad completamente reclutada del último año.

Las mortalidades por pesca del último año se obtienen con el producto de la mortalidad por pesca completamente reclutada y el vector de selectividad a la edad. La selectividad se calculó como el promedio entre 1993 y 1996.

Las mortalidades por pesca de las edades más vieja fueron consideradas iguales a las mortalidades por pesca de la antepenúltima edad, ya que la edad más vieja corresponde a un grupo plus. La F de la penúltima edad se calculó como el promedio de las F de las dos edades anteriores.



4.2.4.1.3 Incertidumbre de la evaluación de stock de merluza del sur

Debido a la gran cantidad de tiempo invertido en la generación de las bases de datos de exportaciones por calibre, no fue posible dentro del plazo del proyecto realizar un análisis de la incertidumbre asociada a la generación de las nuevas matrices de captura a la edad. Por lo tanto, como fuentes de incertidumbre, se consideraron la mortalidad natural y los índices de CPUE por flota.

Se generaron 1000 valores de M desde una distribución normal con media y desviación estándar conocida, provenientes de las estimaciones de M desde las curvas de captura convertidas a tallas.

Para cada flota, se generaron 1000 series de CPUE muestreadas desde una distribución normal con media y desviación estándar provenientes de los resultados del ajuste del modelo de regresión múltiple del proceso de estandarización.

El modelo de evaluación fue implementado en planilla de cálculo EXCEL y la incertidumbre fue programada mediante VISUALBASIC.

4.2.4.2 Congrio dorado: datos, modelo e incertidumbre

Para este recurso se empleó el programa ADASIM que realiza la calibración del análisis secuencial de poblaciones con una sola serie de CPUE como índice de abundancia.

La CPUE empleada corresponde a la proveniente de la flota arrastrera hielera, la cual presenta una mayor participación en las capturas de este recurso que la flota arrastrera fábrica. La CPUE fue actualizada a 1998 desde Aguayo *et al.* (1999).



Se generó la versión 1.8 del ADASIM que incluye las siguientes modificaciones:

1. Se incluyó en el programa un nuevo ciclo para alcanzar la convergencia del patrón de explotación del último año y el patrón de explotación promedio entre 1994 y 1997.
2. Considerando el ingreso de las flotas espineleras y el cambio en las zonas de operación del arrastre hielero, se incluyeron dos períodos de capturabilidad: 1982-1990 y 1991-1998.
3. Al igual que en merluza del sur, el análisis de residuales mostró que no era posible incluir todas las edades en la calibración, logrando los mejores resultados al considerar el rango de 10 a 14 años de edad.
4. Debido a que la edad más vieja es un grupo plus, su mortalidad por pesca (F) se consideró igual a la F de la penúltima edad, la cual se calculó como el promedio de las F de las edades anteriores. Para las hembras, este promedio consideró desde la edad 12 a 13 y en los machos de la edad 11 a 13.

Incertidumbre de la evaluación de stock de congrio dorado

Se consideró incertidumbre en la CPUE y en la mortalidad natural. Se generaron 1000 series de CPUE muestreadas desde una distribución normal con media y desviación estándar provenientes de los resultados del ajuste del modelo de regresión múltiple del proceso de estandarización.

Se emplearon 1000 valores de M muestreados desde una distribución uniforme cuyos límites corresponden a los rangos estimados por diferentes métodos en la literatura. Para el caso de las hembras los límites fueron 0,18 a 0,26 y para los machos de 0,22 a 0,30.



La incertidumbre fue incorporada realizando 1000 veces la evaluación de stock con el programa ADASIM 1.8.

4.2.5 Modelos de proyección

Para evaluar las diferentes estrategias de explotación se realizaron proyecciones de los reclutas, de las abundancias y biomاسas por edades y se analizó la conducta de estas variables a diferentes estrategias de explotación.

4.2.5.1 Proyección de los reclutamientos y relación stock-recluta

Para merluza del sur y congrio dorado, se consideraron como reclutas a los individuos de 3 y 4 años de edad, respectivamente. Debido a que los individuos de edades menores no aparecen bien representados en la matriz de captura.

Para realizar las proyecciones se ajustó el modelo stock-recluta de Ricker (1954), que considera que existe una relación depensatoria, basada en que a grandes abundancias de adultos disminuyen los reclutamientos. En el modelo de Ricker se consideró el efecto de variables ambientales (VA):

$$R = A * PH * EXP(-B * PH) + CVA + e$$

en donde R es el reclutamiento, PH es la producción de huevos, "A", "B" y "C" son parámetros a estimar y e es el término de error

La producción de huevos (PH) se estimó como:

$$PH_j = \sum_{i=i_r}^I N_i e^{(-F_i - M) * yfrac} fec_i m_i$$



donde "yfrac" es la fracción del año cuando se realiza el desove, para merluza del sur es 8/12 y para congrio dorado 9/12, "fec" es la fecundidad y "m" la madurez. La proporción de hembras maduras a la edad t que se obtuvo a partir de la ojiva de madurez a la talla. Para merluza del sur de los estimados de Balbontín y Bravo (1993) y para congrio dorado de los cálculos de Chong (1993).

$$m_i = m(l(i)) = \frac{l}{1 + e^{a_m - b_m l(i)}}$$

la fecundidad por la ecuación de la fecundidad a la talla (Balbontín y Bravo 1993; Chong, 1993).

$$fec = af L^{bf}$$

y la ecuación de crecimiento en talla. Para merluza del sur de Ojeda y Aguayo (1986) y para congrio dorado de Chong y Aguayo (1990).

$$l(i) = L_\infty (1 - e^{-k(i-i_0)})$$

Las variables ambientales analizadas fueron:

- Temperatura superficial del mar en Pto. Williams.
- Índice de Oscilación del sur (IOS).
- Precipitaciones en Pta. Arenas.



4.2.5.2 Proyección de las abundancias y biomásas por edades

a. Modelo de proyección

La proyección se inició a partir del vector de abundancia por edades estimados por el modelo de evaluación para el año 1996 (antepenúltimo año de la evaluación indirecta). Siguiendo el decaimiento exponencial de las cohortes se estimó para el inicio de los años la abundancia como:

$$N_{i,j} = N_{i-1,j-1} e^{(-F_{ref,j-1} r_i - M)}$$

y la biomasa por:

$$B_{i,j} = N_{i,j} W_{i,j}$$

en donde:

- $N_{i,j}$: Abundancia de la edad "i" en el año "j"
- $B_{i,j}$: Biomasa de la edad "i" en el año "j".
- $F_{ref,j}$: Mortalidad por pesca de la edad de referencia
- r_i : Patrón de reclutamiento promedio de los 5 penúltimos años
- M : Mortalidad natural
- Z : $F+M$
- w_i : es el peso promedio a la edad i, se estima a partir de la talla media a la edad mediante la relación longitud-peso y la corrección de Piennar y Ricker (1968), que considera la varianza de la talla a la edad. Para merluza del sur se empleo el peso promedio de 1993-1996 y para congrio dorado de 1994-1997.



Debido a que las proyecciones se iniciaron desde el vector de abundancia de 1996, los valores de F_{ref} desde 1997 al 2000, se ajustaron según la siguiente ecuación,

$$CBPRO_j = \sum_i \frac{F_{ref,j} r_i N_{i,j} (1 - e^{-Z_{i,j}})}{Z_{i,j}} W_{i,j}$$

de manera que las capturas proyectadas (CBPRO) correspondieran a las siguientes cifras por año y recurso:

Año	merluza del sur	congrío dorado
1997	23469	4762
1998	24357	5007
1999	27690	5099
2000	24000	4500

Desde 2001 en adelante los valores de F_{ref} dependieron de la estrategia de explotación evaluada (ver más adelante).

b. Variabilidad en la proyección

Las 1000 muestras aleatorias de los patrones de explotación (r_i) se obtuvieron de los resultados del modelo de evaluación. Los pesos promedios a la edad se consideraron sin error. Las muestras de mortalidad natural fueron las mismas generadas en el proceso de evaluación de stock.



4.3 Objetivo específico N° 3

Evaluar las estrategias de explotación que representan niveles de captura de mediano y largo plazo, considerando un análisis de riesgo que estime probabilidades de éxito o fracaso de los objetivos de conservación que se definan al efecto.

4.3.1 Estrategias de explotación

Caddy y Mahon (1995) reconocen cuatro tipos básicos de estrategias de explotación que se presentan en el Lámina 1.

4.3.1.1 Estrategia de captura constante

La explotación del stock se realiza considerando todos los años la misma captura independientemente del tamaño del stock (Lámina 1a). Esta estrategia genera una biomasa de escape (peces que no son capturados) que depende directamente de la abundancia del stock.

Se evaluaron las siguientes capturas constantes:

a. Captura constante máxima (CCM)

La estrategia de captura constante produce tasas de explotación variables y a menos que la captura se establezca a un nivel realmente bajo, siempre existirá una alta probabilidad de sobreexplotación, cuando se produzcan años de baja abundancia del stock (Caddy y Mahon *op. cit.*). Por lo tanto, para un stock que presenta niveles de abundancia fluctuantes, se recomienda que la máxima captura a fijar este por debajo del mínimo nivel histórico de la biomasa, de forma tal de dejar



un mínimo de biomasa desovante para la renovación del stock (Caddy y Mahon *op. cit.*). En consecuencia, siguiendo este criterio en el presente proyecto se definió a partir de los resultados de la evaluación de stock la máxima captura constante (CCM).

b. Captura de la cuota anual de 1996 (CCA)

Para evaluar el riesgo de mantener los niveles actuales de captura de la pesquería, se analizó una captura constante igual a la cuota anual de 1996, que corresponde a 24000 t para merluza del sur y 4600 t para congrio dorado.

c. Captura constante intermedia (CCI)

Se consideró un valor de captura constante intermedio entre CCA y CCM.

4.3.1.2 Estrategia de tasa de explotación constante

Todos los años el stock se explota a la misma tasa, por lo que la captura anual y el escape son proporcionales a la abundancia del stock (Lámina 1b).

a. Tasas de explotaciones actuales

Para seleccionar las tasas de explotación, se consideró que las últimas evaluaciones de stock entregaron estimados de biomasa total de 219 mil t para merluza del sur (Aguayo *et al.* 1996a) y de 14 mil t para congrio dorado (Aguayo *et al.* 1996b). Por otra parte, las capturas realizadas en 1996 fueron 24000 t de merluza del sur y 4600 t de congrio dorado, lo que significa que las tasas de explotación actuales son de 0,11 para merluza del sur y de 0,33 para congrio dorado.



b. Tasa de explotación igual a 0,5 veces la tasa actual

En la actualidad esto produciría capturas de 12000 t en merluza del sur y de 2300 t en congrio dorado.

c. Tasa de explotación igual a 1,5 veces la tasa actual

En la actualidad esto produciría capturas de 36000 t en merluza del sur y de 6900 t en congrio dorado.

4.3.1.3 Estrategia de tasa de explotación constante con umbral

Es similar a la anterior, pero busca evitar que el stock disminuya más allá de un valor mínimo umbral, el cual determina el cierre de la pesquería (Lámina 1c).

Las tasas de explotación fueron las mismas que las identificadas en la estrategia de tasa de explotación constante. El nivel umbral se consideró como umbral la producción de huevos que corresponde al 20% de la producción de huevos virginal, que se supuso igual a la estimada para el año 1981 y 1982, para merluza del sur y congrio dorado, respectivamente.

4.3.1.4 Estrategia de escape constante

Esta estrategia se basa en dejar escapar la misma biomasa del stock cada año, por lo que esta biomasa de escape debe ser la mínima para asegurar la renovación del stock (Lámina 1d).

Se analizaron tres niveles de escapes que corresponden al 20%, 33% y 66% de la producción de huevos de 1981 y 1982, para merluza del sur y congrio dorado, respectivamente.



4.3.2 Puntos biológicos de referencia (PBR): criterios de éxito y colapso

Se evaluó considerando que para un manejo adecuado, desde el punto de vista biológico, el stock no debería exceder ciertos umbrales de sobreexplotación y que el manejo debe tener por objetivo propender a niveles de explotación adecuados (Mace, 1994). Para esto se definen umbrales de sobreexplotación y objetivos de explotación, los cuales se adoptaron como criterios de colapso y éxito, respectivamente.

4.3.2.1 Umbrales de sobreexplotación

Para definir los umbrales de sobreexplotación, se debe considerar que el stock puede experimentar dos tipos de sobreexplotación:

a. Sobreexplotación por crecimiento:

Ocurre cuando el esfuerzo de pesca es tan alto que el rendimiento total disminuye al aumentar el esfuerzo. Los peces son capturados antes de que puedan crecer hasta alcanzar una talla lo suficientemente grande como para contribuir substancialmente a la biomasa (Sparre y Venema, 1995).

Como umbral de sobreexplotación por crecimiento se utilizará el punto biológico de referencia $F_{m\acute{a}x}$, que corresponde a la mortalidad por pesca a partir del cual los rendimientos marginales son iguales o menores a cero (Gulland y Boerema 1973).

El $F_{m\acute{a}x}$ se obtiene a partir del modelo de rendimiento por recluta (Thompson y Bell, 1934) y corresponde a la tasa de mortalidad por pesca donde la curva de rendimiento por recluta alcanza su máximo, es decir donde la pendiente es igual a cero.



El Y/R se calcula mediante la ecuación:

$$Y/R = \sum_{i=i_r}^{i_{max}} \frac{F r_i (1 - e^{-(F r_i - M)})}{F r_i + M} e^{-\sum_{i=i_r}^{i-1} F r_i + M} w_i$$

donde:

- F : es la tasa de mortalidad por pesca de las edades completamente reclutadas,
- M : es la tasa de mortalidad natural,
- i_r : es la edad de reclutamiento,
- i_{max} : es la edad máxima de sobrevivencia considerada,
- r_i : es el patrón de explotación a la edad i , que corresponde a la mortalidad por pesca de la edad i con respecto a la edad que presenta la mayor mortalidad por pesca F_{mayor} :

$$r_i = \frac{F_i}{F_{mayor}}$$

- w_i : es el peso promedio a la edad i , se estima a partir de la talla media a la edad mediante la relación longitud-peso y la corrección de Piennar y Ricker (1968), que considera la varianza de la talla a la edad.

El cálculo del Y/R por sexos se obtiene reemplazando en la ecuación correspondiente los valores específicos para cada sexo de los parámetros de crecimiento, patrón de explotación, M, i_r y i_{max} .



El valor de $F_{\text{máx}}$ se calcula resolviendo numéricamente la ecuación:

$$\frac{\partial Y/R(F)}{\partial F} = 0$$

b. Sobreexplotación por reclutamiento:

Para entender este concepto se debe considerar la relación teórica entre el stock parental y los reclutas. Existen dos modelos stock-reclutas clásicos, el modelo de Beverton y Holt (1957) y el de Ricker (1954). El primero describe un crecimiento asintótico de los reclutas conforme aumenta el stock parental, en el cual la asíntota es producto de mortalidades denso-dependientes. El segundo establece que los reclutas aumentan conforme aumentan el stock parental, pero luego de un cierto nivel de stock parental estos comienzan a disminuir, producto de procesos compensatorios como el canibalismo. La sobreexplotación por reclutamiento sucede cuando la pesca ha reducido el stock parental a un nivel tan bajo, que existe un relación lineal entre los reclutas y el stock parental (Sparre y Venema, 1995).

Idealmente para definir el criterio de sobrepesca del reclutamiento se debe disponer de la relación existente entre el stock desovante y los reclutas. Sin embargo, en la mayoría de las especies, el ajuste de los modelos stock-reclutas a los datos es deficiente, debido a tres razones principales: 1) la variabilidad producida por factores abióticos que oscurecen las relaciones biológicas subyacentes, 2) los modelos son biológicamente demasiado simples y 3) los errores de medida (Sissenwine y Shepherd, 1987).

Como alternativa a los modelos de stock-reclutas se han generado una serie de criterios de explotación alternativos que no consideran estos modelos.



La mortalidad por pesca $F_{20\%PH}$, corresponde a un umbral, por sobre la cual el riesgo de sobrepesca del reclutamiento se considera alto. Esta tasa de mortalidad permite, no disminuir la producción de huevos (o la biomasa del stock desovante) de largo plazo por debajo de 20% de la producción de huevos virginal (Mace 1994).

Para la estimación de $F_{20\%PH}$, se adoptará la hipótesis de la dominancia de las hembras (Beverton y Holt, 1957, sección 6.1.2), según la cual el éxito de la reproducción sólo depende de la disponibilidad de las hembras, por lo que la producción de huevos por recluta (PH/R) se estimará para este sexo.

$$PH/R = \sum_{i=r}^I \frac{F r_i (1 - e^{-(F r_i + M)})}{F r_i + M} e^{-\sum_{i=r}^{i-1} F r_i + M} fec_i m_i$$

A los parámetros ya definidos a propósito de la ecuación del Y/R se agrega la ojiva de madurez m_i y la fecundidad fec_i .

4.3.2.2 Niveles de explotación recomendados como objetivos de manejo

Los niveles de explotación recomendados para un stock se pueden definir de dos formas, por una parte el stock debería ser explotado de forma tal de aprovechar la producción somática en el largo plazo y por otra parte, la explotación no debería afectar la capacidad de renovación del stock, de forma tal de permitir la persistencia del stock. Considerando estos dos conceptos se definen los siguientes objetivos de manejo.

a. Objetivo de aprovechamiento del crecimiento somático del stock

A medida que aumenta la mortalidad por pesca el rendimiento obtenido del stock aumenta, describiendo una curva asintótica para el caso de merluza común (Payá



1993). Al acercarse a la asíntota el rendimiento marginal (rendimiento obtenido al aplicar una unidad más de mortalidad por pesca) disminuye acercándose a cero. Para permitir una explotación adecuada del stock, este debería mantenerse con un nivel de rendimiento marginal positivo (Gulland y Boerema, 1973).

La mortalidad por pesca $F_{0,1}$ corresponde a un nivel de explotación deseado, que permite mantener un rendimiento marginal positivo (Gulland y Boerema *op. cit.*).

Al igual que $F_{máx}$, el $F_{0,1}$ se obtiene a partir del modelo de rendimiento por recluta (Thompson y Bell, 1934) y corresponde a la tasa de mortalidad por pesca donde la pendiente de la curva de rendimiento por recluta alcanza el 10% de la pendiente en el origen (Gulland y Boerema 1973).

El valor de $F_{0,1}$ se calculará resolviendo numéricamente la ecuación:

$$\left. \frac{\partial Y/R(F)}{\partial F} - 0,1 \cdot \frac{\partial Y/R(F)}{\partial F} \right|_{F=0} = 0$$

b. Objetivo de mantención de la renovación poblacional

La pesquería debe ser explotada de forma tal que en el largo plazo se asegure la renovación de la población.

El $F_{66\%PH}$ (o $F_{2/3PH}$) es una mortalidad por pesca conservadora que se recomienda para merluza del sur y congrio dorado, debido a su grado actual de sobreexplotación (Aguayo *et al.* 1996a y 1996b). El $F_{66\%PH}$ corresponde a la mortalidad por pesca que permite mantener en el largo plazo una producción de huevos igual al 66% de la producción de huevos virginal. Se calcula en forma similar a $F_{66\%PH}$, pero resolviendo numéricamente la siguiente ecuación:



$$PH / R(F) - 0,66PH / R(0) = 0$$

De igual forma se calcularon los F33%PH y F40%PH como objetivos de manejo para stocks que no se encuentran sobreexplotadas.

c. Variabilidad en los puntos biológicos de referencia

Para los diferentes PBR se obtendrán 1000 muestras ("boots"), mediante procedimientos de "Montecarlo", que considerarán la variabilidad de los datos y parámetros utilizados en el cálculo de los PBR.

Las 1000 muestras aleatorias de los patrones de explotación (promedio de 1993 - 1996) y de la mortalidad natural (M), fueron las mismas generadas en la evaluación de stock. Los pesos promedios (w_i), la madurez y las fecundidades fueron consideradas constantes.

4.3.3 Estimación del riesgo

El análisis de riesgo se basa en estudiar e incorporar en las estimaciones de CTP las principales fuentes de variación que se producen en las diferentes etapas del procedimiento de cálculo y estimar la probabilidad (riesgo) de sobrepasar el objetivo de manejo.

El estudio de la variabilidad en el procedimiento de estimaciones de abundancia inicialmente se trató con soluciones analíticas, basadas en el cálculo de varianzas y covarianzas, mediante el uso de estadística clásica, como el método delta. Ejemplos de estos procedimientos de análisis se encuentran en los estudios presentes en Beamish y McFarlane (1989). Entre estos, Kimura (1989) deriva fórmulas para estimar la varianza debido a errores en los muestreos biológicos de las edades,



longitudes y pesos, considerando diferentes estratos en el análisis. Tyler *et al.* (1989) simulan, mediante un modelo "pool" dinámico, el efecto de errores en la determinación de edad sobre los estimados de rendimientos por recluta. Otros ejemplos de estudios de los errores de determinación de edad son citados por estos autores. En el trabajo de Restrepo *et al.* (1992), se encuentran más citas de aproximaciones analíticas a las estimaciones de errores en el análisis secuencial de poblaciones.

Restrepo y Fox (1988) presentan un procedimiento de simulación de "Montecarlo" que incorpora el grado de conocimiento disponible de la incertidumbre de los parámetros de entrada en un modelo de rendimiento por recluta de Beverton y Holt. Este procedimiento tiene la ventaja que no requiere de la aproximación analítica de la estadística clásica, sino que se basa en métodos intensos de remuestreo computacional. Francis (1992) mediante una simulación de "Montecarlo" realiza un análisis de riesgo del cálculo de una captura total permisible. Restrepo *et al.* (1992) realizan un análisis de riesgo de la captura total permisible, también utilizando simulaciones basados en métodos de "Montecarlo".

Las aproximaciones de los trabajos de Francis (1992) y Restrepo *et al.* (1992) son las que se aplicaron en el presente trabajo. Estas consisten básicamente en modelar las diferentes etapas del cálculo de la CTP y estimar las incertezas de éstas, mediante simulaciones de "Montecarlo".

El riesgo es una probabilidad de que ocurra un evento no deseado en un plazo de tiempo determinado (Francis, 1992) y puede ser definido de diferentes formas dependiendo de la pesquería, así Francis *op. cit.* define el riesgo para la pesquería del orange roughy (*Hoplostostelus atlanticus*) como la probabilidad que en un plazo de 5 años la CTP sea mayor que dos tercios de la biomasa vulnerable al inicio de la temporada de pesca. Otro criterio de riesgo es la probabilidad que dentro de



un plazo de 5 años la biomasa del stock desovante disminuya a menos del 20% de su valor virginal (ver citas de Cordue y Francis, 1994).

En el presente proyecto se considerarán cuatro tipos de riesgo considerando dos horizontes de tiempo, uno de mediano plazo de 20 años, que corresponde al número de edades de merluza del sur y otro de largo plazo de 50 años.

a. Riesgo de sobreexplotar por crecimiento

Probabilidad de sobrepasar el umbral de sobreexplotación por crecimiento, definido como $F_{máx}$.

b. Riesgo de sobreexplotar por reclutamiento

Probabilidad de sobrepasar el umbral de sobreexplotación por reclutamiento, definido por $F_{20\%PH}$.

c. Riesgo de no alcanzar el objetivo de explotación por crecimiento

Probabilidad de sobrepasar el objetivo de explotación por crecimiento, definido por $F_{0,1}$.

d. Riesgo de no alcanzar el objetivo de explotación por reclutamiento

Probabilidad de sobrepasar el objetivo de explotación por reclutamiento, definido por $F_{66\%PH}$.



5. RESULTADOS

5.1 Objetivo específico N°1

Revisión y/o recopilación de todos los antecedentes biológicos pesqueros disponibles sobre los recursos en estudio.

5.1.1 Procesos pesqueros

Para comprender la dinámica de la Pesquería Demersal sur Austral (PDA), como también poder plantear en forma adecuada el modelo de estandarización de pesca se requiere conocer en detalle los cambios históricos en los patrones espacio-temporales de operación de las cuatro flotas industriales, así como variaciones en los tamaños de las distintas flotas, los esfuerzos de pesca y los rendimientos de pesca.

5.1.1.1 Fluctuaciones históricas del tamaño de la flota

En términos del número total de embarcaciones que han operado en esta pesquería, se observa un gran crecimiento desde 1976 a 1990 con 72 buques, luego se produce una fuerte caída llegando actualmente a un congelamiento en los permisos con aproximadamente 20 buques (Fig.1).

La pesquería se inició en 1976 con la operación de la flota arrastrera fábrica, la cual alcanzó su mayor tamaño en 1978 con 16 embarcaciones, luego esta flota se mantuvo fluctuando en torno a 11 unidades hasta 1990 (Fig.1). Desde 1991 se aprecia una caída sostenida del número de embarcaciones llegando en 1998 a sólo 5 embarcaciones.



En 1984 comienza a operar la flota arrastrera hielera con 2 unidades, las cuales aumentan a 7 embarcaciones en 1987, número que se ha mantenido relativamente estable hasta la fecha (Fig.1).

En 1986 ingresa a operar el primer barco espinelero fábrica, produciéndose un rápido crecimiento de esta flota, alcanzando 23 embarcaciones en 1990, luego se produce una tendencia decreciente llegando en 1998 a 6 embarcaciones en operación (Fig.1).

En 1987 inicia sus operaciones la flota espinelera hielera con 5 embarcaciones, para luego aumentar exponencialmente hasta 29 embarcaciones en 1990. De igual forma como creció esta flota disminuyó fuertemente hasta 6 embarcaciones en 1994, operando actualmente 2 embarcaciones (Fig. 1).

5.1.1.2 Variaciones anuales y espacio temporal del esfuerzo de pesca por flota

En todas las flotas se aprecia una clara reducción del esfuerzo de pesca, siendo la excepción la flota arrastrera hielera que ha incrementado su esfuerzo desde 2 mil hr arr. en 1985 hasta 20,3 mil hr arr. en 1998 (Fig. 2). El esfuerzo de la flota arrastrera fábrica disminuyó desde 28 mil hr arr. en 1981 hasta 6 mil hr arr. en 1998. El esfuerzo de los espineleros fábrica creció hasta 45 millones de anzuelos en 1991, para luego disminuir hasta 8 millones de anzuelos en 1998. El esfuerzo de los espineleros hieleros creció hasta 26 millones de anzuelos en 1990, para luego caer fuertemente a tan solo 1,9 mil anzuelos en 1998.

Flota arrastrera fábrica

Las variaciones del porcentaje del esfuerzo anual aplicado por mes y cada 30' de latitud entre 1982 y 1998 se presentan en las figuras 3 a 11.



En términos generales el patrón de operación de esta flota se puede caracterizar de la siguiente forma. La flota opera durante el primer semestre en la zona sur (54° - 57° S), luego se desplaza a la zona norte ($44^{\circ}30'$ - 47° S) donde opera hasta octubre, para luego dispersarse hacia al sur (47 - 57° S). Este patrón se observa con mayor claridad entre los años 1982 a 1989 (Figs. 3 a 6). Desde 1991 hasta 1998 este patrón se mantiene en forma cercana, presentando el esfuerzo de pesca una mayor dispersión espacial, producto de la disminución de la flota y de la baja en los rendimientos de pesca.

Destaca en el patrón de operación de la flota, la fuerte concentración del esfuerzo de pesca en la zona norte ($44^{\circ}30'$ - 47° S) durante los meses de julio a septiembre, donde se obtienen los mejores rendimientos de pesca, debido a la concentración de merluza del sur para desovar en las inmediaciones de Isla Guamblín. También, destaca el efecto de las vedas reproductivas que se aplican en esta zona desde 1991, lo cual se aprecia en la disminución de esfuerzo durante el mes de agosto y el aumento del esfuerzo en julio y septiembre (Figs. 7 a 11).

Flota arrastrera hielera

Las variaciones del porcentaje del esfuerzo anual aplicado por mes y cada 30' de latitud entre 1985 y 1998 se presentan en las figuras 12 a 18.

La principal característica de esta flota es que su operación está restringida al norte de los 47° S, donde pesca a lo largo de todo el año. Desde 1985 hasta 1990 la principal zona de operación estuvo entre los $42^{\circ}30'$ y $44^{\circ}30'$ S (Figs. 12 a 14), destacándose la intensificación del esfuerzo entre julio y septiembre, durante la concentración reproductiva de la merluza del sur. En 1991 y 1992, el esfuerzo se intensificó después de la veda (Fig. 15). En los años siguientes, el esfuerzo se ha aplicado tanto antes como después de la veda, así como al norte y sur del área vedada en agosto (Figs. 16 y 18).



Flota espinelera fábrica

Las variaciones del porcentaje del esfuerzo anual aplicado por mes y cada 30' de latitud entre 198 y 1996 se presentan en las figuras 19 a 24.

Entre 1986 y 1987 esta flota operó principalmente en las aguas interiores entre las latitudes 43°30' y 45°30'S (Fig. 19). En 1989 esta flota fue autorizada para operar en aguas exteriores al sur de la latitud 44°30'S, desde entonces y hasta 1994, sus principales zonas de pesca se ubicaron en la zona sur entre los 51°00' y 53°00'S (Figs. 20 y 22), luego en 1995 y 1996 se incorporan otras zonas más hacia el norte, como son las que se ubican entre los 49°30' y 53°S (Fig. 23), y en 1997 y 1998 se observan dos áreas importantes uno en los primeros meses entre 49°30' y 51°S y otra entre junio y septiembre entre 47°30' y 49°S (Fig. 24). Desde 1993 en adelante se observa una disminución del esfuerzo entre septiembre y diciembre, producto de que gran parte de esta flota orienta el esfuerzo de pesca a bacalao de profundidad.

Flota espinelera hielera

Las variaciones del porcentaje del esfuerzo anual aplicado por mes y cada 30' de latitud entre 1987 y 1996 se presentan en las figuras 25 a 30.

Entre 1987 y 1998 esta flota operó principalmente desde abril hasta octubre entre los 42°30' y 46°30'S (Fig.25). En 1989 concentró su operación hacia el último trimestre del año, en una zona más restringida que abarcó desde los 43°30' a los 45°30'S (Fig. 26). Desde 1990 hasta 1992 la flota continuó operando principalmente en la zona norte, pero realizó algunas incursiones hacia el sur, entre los 54° y 55°S (Figs. 26 y 27). En 1993 la operación se concentró en los 43° a 44°30'S en el primer semestre y en los 46°S durante el segundo semestre (Fig. 28). En 1994 la flota sólo operó durante el primer trimestre del año (Fig. 28), finalmente entre 1996 y 1998 la operación se restringió de mayo a julio entre los 45° y 48°S (Figs. 29 y 30).



Esta flota a igual que la flota espinelera fábrica, opera entre septiembre y diciembre principalmente en bacalao de profundidad, recurso que su principal objetivo en 1995, año que no se registró operación dirigida a merluza del sur.

5.1.1.3 Capturas y rendimientos de pesca

Merluza del sur

Entre 1980 y 1985 la captura de merluza del sur disminuyó desde 37 mil t hasta 25 mil t, luego aumentó en tres años a 70 mil t (1988), para disminuir fuertemente hasta 21 mil t en 1993, en los últimos años este nivel de captura se ha mantenido relativamente estable, capturándose alrededor de 25 mil t (Fig. 31a). Cabe recordar que a partir de 1992 se inició una mayor regulación sobre los niveles de capturas que están determinados por la cuota anual de captura, fijados por la Subsecretaría de Pesca.

La flota arrastrera fábrica presenta una tendencia histórica decreciente desde 37 mil t en 1980 hasta aproximadamente 4,5 mil t en los últimos años (Fig. 31b). Por su parte, la flota arrastrera hielera es la única flota que presenta en términos generales una tendencia creciente y estable, desde 1,9 mil t en 1985 hasta aproximadamente 6 mil t en los últimos años. Las capturas de merluza del sur de la flota espinelera fábrica también presentan una tendencia decreciente, desde 10,7 mil t en 1988 hasta 4 mil t hacia los últimos años. La captura de la flota espinelera hielera creció hasta 6,5 mil t en 1990, para luego disminuir fuertemente hasta prácticamente desaparecer con menos de 500 t en 1998. Las capturas artesanales fueron máximas en 1988 con 30 mil t, luego disminuyeron sostenidamente hasta 5,4 mil t en 1994, para luego aumentar hasta 9,6 mil t en 1998.



Los rendimientos de pesca de merluza del sur, obtenidos por la flota arrastrera fábrica, se mantuvieron relativamente estables desde 1983 hasta 1987 en 1,8 t/hr arr. (tonelada por hora de arrastre), para luego disminuir sostenidamente hasta 0,7 t/hr arr. en 1998 (Fig. 31c). Los rendimientos de la flota arrastrera hielera caen desde 1 t/hr arr. en 1986 hasta 0,3 t/hr arr. en 1998 (Fig. 31c). Los rendimientos de los espineleros fábrica disminuyen desde 573 g/anz (gramos por anzuelo) en 1988 hasta 228 g/anz en 1993, luego tienden a aumentar hasta 520 g/anz en 1998 (Fig. 31d). Los rendimientos de pesca de los espineleros hieleros fueron máximos en 1990 con 248 g/anz, para luego caer drásticamente a 9 g/a en 1997, pero en 1998 ascienden fuertemente a 260 g/anz (Fig. 31d).

Congrio dorado

Las capturas totales de congrio dorado aumentaron desde 3,8 mil t en 1980 hasta 14,5 mil t en 1988, luego disminuyen hasta 4,4 mil t en 1993, para mantenerse en estos niveles en los últimos años (Fig. 32a). Las capturas de congrio dorado de la flota arrastrera fábrica se mantuvieron relativamente estables en torno a las 5,5 mil t hasta 1986 (Fig. 32b). En 1987 se alcanzó el máximo de 6 mil t, para luego caer fuertemente hasta 0,4 mil t en 1998. Las capturas de los arrastreros hieleros aumentaron hasta 2,5 mil t en 1988, luego disminuyeron hasta 0,7 mil t en 1991, para posteriormente aumentar hasta 2,2 mil t en 1998 (Fig. 32b). Las capturas de la flota espinelera fábrica disminuyeron desde 5,7 mil t en 1988 hasta 1,4 en 1998. Las capturas de los espineleros hieleros aumentaron hasta 4,6 mil t en 1990, para luego disminuir capturando en 1998 solo 0,2 mil t. La captura de los artesanales fue máxima en 1987 con 1,9 mil t, luego disminuyen hasta 0,4 mil t en 1997 y 1 mil t en 1998.

Los rendimientos de pesca de los arrastreros fábrica crecieron desde 0,16 t/hr arr. en 1980 hasta 0,5 t/hr arr. en 1987, luego disminuyen fuertemente hasta 0,05 t/hr arr. en



1997 (Fig. 32c). Por su parte, los rendimientos de la flota arrastrera hielera son muy similares a los de la flota arrastrera fábrica, tanto en magnitud como tendencia, pero en 1998 el rendimiento fue 1,1 t/hr arr. Los rendimientos obtenidos por los espineleros fábrica fueron máximos en 1988 con 300 g/anz, luego caen fuertemente hasta 50 g/a en 1993-1994, para posteriormente crecer y alcanzar valores entre 100 g/anz y 150 g/anz entre 1997 y 1998 (Fig. 32d). Mientras, los rendimientos de pesca de espineleros hieleros fluctuaron entorno a los 150 g/anz entre 1988 y 1994, para luego ser casi despreciables en 1997 con 21 g/anz, pero en 1998 ascienden a 110 g/anz (Fig. 32d).

5.1.1.4 Distribución espacio temporal de las capturas y rendimientos de pesca.

Flota arrastrera fábrica

En los primeros años de la pesquería, en el período 1979 - 1984 la captura de merluza del sur representó entre el 40 y el 59% de las capturas anuales, (28.000 - 42.000 t). En general, los mayores niveles se obtuvieron entre mayo a noviembre con máximos en mayo - junio y octubre que corresponden a las áreas 51° - 57°S y 43°30' - 46°30'S, respectivamente. Las capturas variaron entre aproximadamente 42 mil t en 1989 y 30 mil t en 1984.

En el área norte de la pesquería (43° - 47°40'S) los mayores niveles de captura fueron obtenidos entre los 200 y 400 m de profundidad. En el área sur en la subzona 47°41'S - 52°S las mayores capturas se registraron entre los 151 y 300m de profundidad y en la subzona 52°01' - 57°00'S entre los de 250 y 400 m (Young, 1982; Aguayo *et al.* 1986; Aguayo, 1995).

En los primeros años de la pesquería (1976 - 1978) el mayor esfuerzo de pesca (mn^2) fue aplicado en la subzona 43° - 47°40'S. Posteriormente, la flota se desplaza



más al sur buscando nuevos caladeros con mayores rendimientos. En el período 1984 el mayor esfuerzo se aplicó en la subzona 52° - 57°S.

Los mayores rendimientos (t/mn^2) se obtuvieron desde mayo a julio en el área 52° - 57°S y desde julio a septiembre entre los 43° y 49°S.

En los últimos diez años hasta 1997, la flota se ha reducido en forma significativa de 16 embarcaciones en 1978 a 5 en 1998. Las capturas y esfuerzo de pesca se han concentrado, en general, en el primer semestre en la zona sur exterior (47°01'S - 57°S), desplazándose hacia la zona norte exterior (44°30' - 47°S) en los meses de julio y septiembre, para posteriormente en primavera volver a la zona sur exterior. Los mayores rendimientos de pesca se encuentran en la zona norte exterior (Céspedes *et al.* 1998).

Flota arrastrera hielera

Esta flota comienza a operar en 1984 y su área de acción ha sido prácticamente la zona de aguas exterior norte (41°28'S - 47° 00'S). Sin embargo, en los últimos años ha extendido su radio de acción en forma esporádica hasta la latitud 38°S.

Las mayores capturas y esfuerzo de pesca sobre merluza del sur se han producido entre los meses de mayo a septiembre. Para congrio dorado, las mayores capturas se producen en septiembre. En general, las mayores capturas y esfuerzo de pesca sobre merluza del sur se producen entre los meses de mayo a octubre. Para congrio dorado esto sucede en septiembre y octubre.

Los mayores rendimientos de pesca para merluza del sur se registran en la zona norte exterior entre mayo y septiembre. Una situación similar se observa para



congrío colorado, sin embargo, desde 1996 se viene observando buenos rendimientos en la zona al norte de la latitud 41°28,6'S.

Flota espinelera fábrica

Esta flota inicia sus actividades de pesca desde 1986, operando al comienzo en aguas interiores de la XI región. A partir de 1989 se les autoriza a pescar en aguas exteriores desde la latitud 44°30'S al sur. En los últimos años durante el primer semestre la flota orientó el esfuerzo a merluza del sur, pero, en el segundo lo orientó a bacalao de profundidad. Por lo tanto, en los años más recientes las mayores capturas y rendimientos de pesca sobre merluza del sur se han obtenido en la zona sur exterior entre enero y julio, en cambio para congrío dorado se han producido en la zona norte exterior.

Flota espinelera hielera

En el periodo 1987 - 1991, la mayor captura y esfuerzo de pesca sobre merluza del sur y congrío dorado se produjo en la zona de aguas exteriores norte principalmente en los meses de enero y febrero. En segundo lugar destaca la zona de aguas exteriores sur en igual período.

En los últimos años esta flota ha tenido una escasa incidencia en la captura de merluza del sur y congrío dorado, operando en sólo algunos meses del año en áreas cercanas a la Península de Taitao y Golfo de Penas.



5.1.1.5 Selectividad de las redes de arrastre

Merluza de sur

No existen estudios específicos para las redes de arrastre en esta pesquería. Zuleta (1982) considerando la relación factor de selección *versus* captura total del lance de Bohl *et al.* (1971, fide Zuleta, 1982) para las merluzas del Cabo (*Merluccius capensis* y *Merluccius paradoxus*), calculó la edad de primera captura al 50% de retención para una red de abertura de malla de 130 mm. Esta longitud fue determinada considerando un factor de selección de 3,2 corregido según un volumen de captura promedio por lance de 5,5 toneladas. En definitiva el valor de l_c es igual al (factor selección por abertura de malla) fue de 41,6 cm y la edad de primera captura a partir de la ecuación de crecimiento en longitud de 4,56 años.

Congrio dorado

Este recurso es capturado como fauna incidental de merluza del sur en la pesca de arrastre. Por esta razón, se han mantenido las consideraciones hechas para especie objetivo principal en lo referente al tamaño de malla. No existen otros antecedentes.

5.1.2 Procesos biológicos

5.1.2.1 Unidades de stock

Merluza del sur

Los únicos antecedentes que existen a la fecha sobre unidades poblacionales de merluza del sur son los realizados por el Instituto de Fomento Pesquero en 1993, a



través de la aplicación de varias técnicas como: marcadores genéticos, análisis de la carga parasitaria y análisis morfométrico.

En el caso de los marcadores genéticos se analiza un total de 670 ejemplares, 400 correspondientes a aguas exteriores y 270 a aguas interiores.

El análisis a través de la electroforésis de proteína señaló que no se evidenciaron diferencias en las muestras de aguas exteriores e interiores de la PDA, de manera que se trataría de una unidad de stock desde el punto de vista genético (Chong y Galleguillos, 1993).

Por otra parte, el análisis de las variaciones en composición y magnitud de la fauna parasitaria y de la morfometría de la merluza del sur, señaló que existe una alta similitud cualitativa en la composición de la fauna parasitaria y en la morfometría de las merluzas entre las zonas de estudio. No obstante, la existencia de diferencias significativas entre zonas de pesca reveló la existencia de un alto grado de residencia de las merluzas en las zonas de pesca. Esto permite distinguir patrones de migraciones y de variaciones de la alimentación a lo largo de la ontogenia, así como también en aguas interiores y exteriores de la XI y XII regiones. En definitiva, el estudio concluye en que existe sólo un stock ecológico en el área de estudio (George - Nascimento, 1993).

Otro estudio realizado por Chong (1993) consideró el análisis de estructuras duras (otolitos sagitales), de acuerdo a lo recomendado por Ihssen *et al.* (1981 fide Chong, *op. cit.*). Hay que destacar que estos análisis han entregado importante evidencia fenotípica de las diferencias entre las unidades estudiadas en otolitos. (Smith, 1992; Rojo, 1977; Mc Korn *et al.* 1974; Messieh, 1977, fide Chong *op. cit.*) y en escamas (Cook y Lord, 1977; Poilton y Messinger, 1975; Major *et al.* 1973; Anas, 1963 y Dark y Landrum, 1962, fide Chong *op. cit.*).



Las muestras de otolitos (3.000) fueron proporcionadas por IFOP y correspondieron a muestreos realizados a bordo de barcos arrastreros factorías y hieleros en 1990. Se consideraron de acuerdo con Smith (1992, fide Chong *op. cit.*) seis medidas de otolitos, a las cuales se les realizaron diferentes análisis multivariados: 1) Análisis de componentes principales; 2) Análisis de varianza multivariado y 3) Análisis de discriminantes lineales

Aún cuando se encontraron ciertas diferencias en la morfología de los otolitos de merluza del sur por sexo, éstas pueden estar relacionadas con las diferentes tasa de crecimiento que presentan por sexo (Ojeda y Aguayo, 1986).

En definitiva, las variables morfológicas de los otolitos soportan la existencia de grupos locales, sin embargo, la capacidad discriminante de estas variables indican que la sobreposición es tan alta que estos grupos presentan un alto grado de mezcla que impide considerarlos como unidades discretas, requisito básico para definir una unidad de stock. Sin embargo, estos resultados no deberían ser considerados como concluyentes o deben ser complementadas con otros estudios que permitan confirmar la existencia de un solo stock de merluza del sur.

Congrio dorado

El único antecedente existente para identificar unidades de stock en congrio dorado corresponde a un estudio de diferenciación de stock basada en otolitos (Chong, 1993).

La muestra de otolitos analizada fue de 2.365 (1.131 de la zona norte y 1.234 zona sur. Y al igual que en merluza del sur el número de medidas fueron seis, las cuales fueron sometidas análisis multivariados: 1) Componentes principales; 2) Análisis de varianza multivariado y 3) Análisis de discriminantes lineales.



El resultado de los análisis muestra que aún cuando las variables morfológicas presentan diferencias entre las unidades de pesquería norte y sur, esto es, soportan la existencia de grupo locales, la capacidad discriminante indican que la sobreposición es tan alta que estos grupos presentan un alto grado de mezcla que impide considerarlos como unidades discretas, siendo un requisito básico para definir una unidad de stock. Este estudio por si solo no es conclusivo respecto a definir la existencia de una o más unidades de stock, siendo necesario incorporar otras técnicas.

5.1.2.2 Migraciones

No existen estudios específicos sobre el comportamiento migracional de merluza del sur o austral. Los antecedentes que se conocen se derivan básicamente de la actividad de las flotas que operan sobre este recurso que constituye el principal objetivo de la pesquería.

En este contexto Aguayo (1995) señala que se han identificado dos tipos de migración:

a) Migraciones latitudinales

Desde julio en adelante hay una migración de desove desde los centros de abundancia localizados en el área norte de la pesquería ($41^{\circ}28' S - 47^{\circ}00' S$) y en el área sur ($47^{\circ}01' S + 57^{\circ}00' S$) hasta el área Isla Guablín. Desde octubre en adelante la merluza del sur migra hacia el norte hacia el sur, probablemente en busca de alimento.



b) Migración de aguas exteriores hacia aguas interiores y viceversa

A fines de primavera y comienzos de verano hay una importante migración desde aguas exteriores hacia aguas interiores (fiordo y canales). Las causas de esta migración no se conocen a cabalidad, pero probablemente sea de carácter trófico, asociado a una abundancia estacional de la sardina de los canales (*Sprattus fuegensis*). En el otoño, la merluza comienza a desplazarse hacia aguas exteriores, preparándose los adultos para el desove que se produce a fines de invierno y comienzos de primavera.

Congrio dorado

No existen antecedentes sobre el comportamiento migracional de congrio dorado. Dado que la flota tiene como recurso objetivo la merluza del sur, cuyas migraciones espacio temporales son seguidas por las flotas individuales, cualquier posibilidad de determinar algún desplazamiento de congrio dorado queda enmascarado.

5.1.2.3 Zonas de desove

Merluza del sur

Mediante el análisis del estado de madurez gonádico y el índice gonadosomático (IGS) se ha determinado que el desove de merluza del sur ocurre principalmente en el área aledaña a Isla Guablín (44° - 46° S). Agregaciones secundarias de desoves se producen al norte del área principal (área de Isla Guafo) y al sur en el área 52° - 54° S (Aguayo y Zuleta, 1989; Aguayo *et al.* 1990a).



Congrio dorado

De los antecedentes de fluctuaciones mensual del índice gonadosomático y de los estados de madurez sexual se ha observado que el congrio dorado presenta en general un patrón reproductivo similar a la merluza del sur. El desove se realizaría (principalmente durante el segundo semestre desde agosto a octubre) en el área norte de la pesquería (41°28' - 47°S) y en el área sur (47° - 57°S), siendo de mayor intensidad en el área norte (Aguayo *et al.* 1986; Aguayo *et al.* 1994; Céspedes *et al.* 1997).

5.1.2.4 Epocas de desove principales

Merluza del sur

Chong (1991) señala que la merluza austral presenta un ciclo de madurez gonádica que se inicia en febrero y abril con el desarrollo de ovocitos previtelogénicos y vitelogénicos. Estos últimos alcanzan su mejor preponderancia en mayo y junio, culminando la madurez y produciéndose desoves masivos durante los meses de julio, agosto y septiembre.

Balbontín y Bravo (1993) basado en el análisis de los ovarios, señaló que en agosto se observa una intensa actividad reproductiva, lo que fue corroborado por los altos valores de los índices gonádicos.

Congrio dorado

Los antecedentes que existen y que se derivan del análisis histórico de la pesquería demersal sur austral señalan que el desove se realiza principalmente durante el segundo semestre desde agosto a octubre (Aguayo *et al.* 1986; Aguayo *et al.* 1994; Céspedes *et al.* 1997).



5.1.2.5 Zonas de concentración de huevos y larvas

Merluza del sur

No existen antecedentes de estudios sistemáticos de la distribución de huevos y larvas. Los únicos antecedentes disponibles provienen de un crucero de evaluación directa del stock desovante de merluza del sur en la zona sur austral (Lillo *et al.* 1996). La zona estudiada abarcó desde la zona norte de Isla Guafo (43°20' S) hasta Cabo Raper (46°20' S). De todas las estaciones se constató sólo un foco positivo al noreste de la Isla Guafo. El aporte de huevos de merluza del sur fue escaso con una densidad no mayor de 8 huevos /10m².

Las larvas de merluza del sur mostraron una distribución latitudinal reducida, con presencia entre las cercanías de Cabo Raper (47° S) y la Isla Garrido (45°12' S). Se encontraron 8 registros positivos con un promedio de 21 larvas/10m², fluctuando sus niveles de abundancia entre 7 y 38 larvas/10m². Esta situación posicionó a esta especie como la segunda de relevancia cuantitativa.

Congrio dorado

No hay antecedentes

5.1.2.6 Zonas y épocas de concentración de juveniles

Merluza del sur

Aguayo (1995) señala que las áreas de crianza de juveniles se encuentran en fiordos y canales de la X, XI y XII región. Sin embargo, hay que señalar la presencia, a veces importante, de juveniles en las capturas de arrastreros principalmente en aguas exteriores de la X y XI región.



En estudios de áreas de reclutamiento de merluza del sur en aguas interiores de la X y XI región (Céspedes *et al.* 1996a) y XII región (Céspedes *et al.* 1996b) donde la actividad de pesca es sobre la base del espinel, se han definido como reclutas a los individuos inferiores a la talla de primera madurez de 69,4 cm (Balbontín y Bravo, 1993) y como prereclutas a los menores de 30 cm. Por tanto, en el contexto global de la pesquería se puede considerar como juveniles a todos los individuos inferiores a la talla de primera madurez que corresponden a las edades I y IX años.

En aguas interiores de la X región la mayor presencia de reclutas se observó en el Seno de Reloncaví, seguido de las áreas: Esteros Continentales, Golfo de Ancud y Grupo Chanques. En la XI región, las áreas más importantes fueron: Seno Aysén, Estero Quitralco, Islas Guaitecas y Canal Puyuguapi. En nivel secundario se ubican el Canal Jacaf, Estero Barros Arana y Estero Walker. Una baja presencia se observó en el área de los canales exteriores.

Las épocas de mayor presencia de juveniles en aguas interiores son otoño e invierno en la X y XI.

Congrio dorado

No existen estudios específicos que determinen las áreas de concentración de juveniles. No obstante, se entregan algunos antecedentes que provienen de los análisis de las pesquerías demersal austral en el marco de los proyectos "Diagnóstico de las Principales Pesquerías demersales sur austral" (Young, 1982; Aguayo *et al.*, 1985, 1987, 1989 y 1992).

Como juveniles se consideran, al igual que en merluza del sur, las tallas menores a la de primera madurez (50%) determinada en 90 cm por Chong (1993).



En general, los juveniles están presentes en toda el área de la pesquería con una mayor concentración, en especial en el caso de los machos, en la unidad de pesquería norte (44°28'S - 47°S). Cabe destacar que esta situación se repite en un área más al norte (38°S - 41°S) visitada en algunas épocas del año por la flota arrastrera hielera en los últimos cuatro años.

5.1.2.7 Mortalidad natural

Merluza del sur

Aguayo *et al.* (1985) presentan los primeros estimados de mortalidad natural (M). En los machos se estimó un valor de 0,26 que corresponde a un promedio geométrico de valores provenientes del análisis curvas de captura. A su vez en las hembras el valor de M fue 0,24.

Ojeda *op. cit.* estimaron M por métodos bioanalógicos que se basan en el supuesto de la existencia de una relación entre la mortalidad natural y uno o más parámetros biológicos ambientales u otros y métodos que emplean un segmento de curvas de captura. En las primeras, el rango de valores de M; está entre 0,10 - 0,15 para machos y 0,09 - 0,14 para hembras. En los segundos, el rango es de 0,28 - 0,29 en machos y de 0,13 - 0,17 para hembras. En definitiva no se recomienda un valor en particular para cada sexo, manifestando los autores que se puede elegir ciertos valores a partir del rango en que fluctúa este parámetro, de acuerdo a la confiabilidad que merezcan los datos con que se han implementado las diferentes funciones.

Aguayo y Zuleta (1989) hicieron estimados de M las cuales han venido usándose hasta hoy en día en las distintas evaluaciones de stock mediante el Análisis Secuencial de Poblaciones. Estos nuevos valores ajustados con el método de Beverton y Holt (1957), usando datos de frecuencia de longitudes del año 1977



(inicio de la pesquería) y parámetros de crecimiento son 0,26 para machos y 0,17 para hembras.

Congrio dorado

Los primeros estimados de mortalidad natural corresponden a 0,35 para machos y 0,23 para hembras (Aguayo *et al.* 1985) y se obtuvieron como un promedio geométrico de M estimados por los métodos de Höening (Setongo y Larkin, 1973, fide Aguayo *op. cit.*) y el de Beverton y Holt (1957), los cuales dieron valores consistentes entre sí.

En Ojeda *et al.* (1986) estimaron M mediante métodos biológicos (Taylor, 1958; Rikhter y Efanov, 1976; Pauly, 1980 y Höening, fide Ojeda *op. cit.*), obteniendo valores entre 0,22 y 0,30 para machos y entre 0,18 a 0,26 en hembras. De estos valores Aguayo *et al.* (1986) seleccionaron 0,28 y 0,25 para machos y hembras, respectivamente. Estos valores se han venido utilizando en las evaluaciones de stock hasta la fecha.

5.1.2.8 Crecimiento

Merluza del sur

Ojeda y Aguayo (1986) realizaron un estudio de edad y crecimiento de *Merluccius australis* determinando mediante la lectura de anillos de crecimiento hasta 30 años. Sin embargo, las edades máximas observadas con mayor frecuencia en las capturas son 13 y 16 años en machos y hembras, respectivamente. Los parámetros de crecimiento fueron ajustados por métodos no lineales a partir de los datos de talla - edad y peso - edad. Las expresiones que representan el crecimiento en longitud y peso por sexo son los siguientes:

**a) Crecimiento en longitud**

$$L_t = 110,2cm \left[1 - e^{-0,095836(t+0,85300)} \right] \quad machos$$

$$L_t = 121,4cm \left[1 - e^{-0,082736(t+1,29547)} \right] \quad hembras$$

$$L_t = 121,0cm \left[1 - e^{-0,080096(t+1,45712)} \right] \quad ambos$$

b) Crecimiento en peso

$$W_t = 9.137,4g \left[1 - e^{-0,104840(t+0,55152)} \right]^{3,28238} \quad machos$$

$$W_t = 15.723,9g \left[1 - e^{-0,082664(t+1,29896)} \right]^{3,49274} \quad hembras$$

$$W_t = 13.196,7g \left[1 - e^{-0,086052(t+1,34981)} \right]^{3,46365} \quad ambos$$

Congrio dorado

Chong y Aguayo (1990) determinaron la edad y crecimiento de *Genypterus blacodes* en el Pacífico sur oriental, mediante la lectura de otolitos. En número de anillos anuales discriminados fue de 13 en los machos y de 16 en las hembras, presentándose crecimiento diferencial entre sexos. Los parámetros de crecimiento del modelo de crecimiento de von Bertalanffy fueron ajustados por método no lineal. Las expresiones que representan el crecimiento son:

**a) Crecimiento en longitud**

$$L_t = 117,5\text{cm} \left[1 - e^{-0,17955(t+0,53808)} \right] \quad \text{machos}$$

$$L_t = 134,8\text{cm} \left[1 - e^{-0,14131(t+0,37357)} \right] \quad \text{hembras}$$

b) Crecimiento en peso

$$W_t = 12.463,0\text{g} \left[1 - e^{-0,11850(t+1,54596)} \right]^{3,14} \quad \text{machos}$$

$$W_t = 16.754\text{g} \left[1 - e^{-0,11531(t+1,30768)} \right]^{3,37} \quad \text{hembras}$$

5.1.2.9 Madurez**Merluza del sur**

Chong (1991) realizó un estudio de los estados de madurez de merluza del sur basado en la escala de madurez establecido por Hunter y Goldberg, 1980 (fide Chong *op. cit.*). Del análisis se desprende que la merluza del sur o austral presenta un ciclo de madurez gonádica que se inicia en febrero y abril con el desarrollo de ovocitos previtelogénicos y vitelogénicos. Estos últimos alcanzan su máxima preponderancia en mayo y junio, culminando la madurez y produciéndose desoves masivos durante los meses de julio, agosto y septiembre. Desde noviembre y posiblemente octubre se produce una fuerte regresión ovárica con un intenso proceso de atresia, que afecta fundamentalmente a ovocitos en estado avanzado de madurez, en diferentes grados de vitelogénesis, lo que indicaría un período de



reposo o inactividad reproductiva relativamente largo de 4 - 5 meses y que todos los ovocitos que se desarrollan durante una época reproductiva no son liberados.

La frecuencia simultánea de ovocitos en diferentes estados en los ovarios, determina que esta especie es un desovante parcial o fraccionado, con un período de desove intenso, relativamente corto de 3 - 4 meses en época invernal.

Por otra parte, el análisis del Índice gonadosomático señala variaciones que corroboran los estados de madurez gonádico.

Congrio dorado

Chong (1993) estudió el ciclo reproductivo de *Genypterus blacodes* de muestras obtenida de la pesca de arrastre al sur de la latitud 41°28,6'S. Del análisis histológico de las gónadas, se desprende que esta especie presenta un período de maduración a partir de julio para iniciar el desove en el mes de septiembre, proceso que se prolongaría hasta los primeros meses de verano. La época de puesta máxima se presentó en octubre y noviembre, meses donde se detectó la presencia de folículos postovulatorios.

Además, la presencia de ovocitos en diferentes estados de desarrollo en una misma gónada y en diferentes meses del año, permite indicar que el congrio dorado es un desovante parcial o múltiple.



5.1.2.10 Fecundidad

Merluza del sur

Chong (1991) realizó un estudio de fecundidad en hembras de merluza del sur. La mayor fecundidad absoluta la presenta un ejemplar de 97 cm y peso de 8.100 g, con un total de 3.828.891 ovocitos y una fecundidad relativa de 473 ovocitos. Por otra parte, la menor fecundidad la presentó un ejemplar de 65 cm y de 2.200 g con una fecundidad de 719.362 ovocitos y fecundidad relativa de 327 ovocitos. El autor señala que la fecundidad total muestra una clara tendencia al aumento con la longitud total y el peso total, representado por ejemplares de tallas menores que presentan menor fecundidad, situación que no sucede con la fecundidad relativa. El mejor ajuste correspondió a una función logarítmica. Sin embargo, el coeficiente de correlación fue bajo, lo que se debería al bajo tamaño de la muestra analizada.

Las ecuaciones que relacionan la fecundidad con la longitud total (LT) y peso total (PT) son los siguientes:

$$\log FT = 2,359 \log LT + 1,785 \quad \text{con} \quad r^2 = 0,456$$

$$\log FT = 0,673 \log PT + 3,843 \quad \text{con} \quad r^2 = 0,44$$

Balbontín y Bravo (1993) determinaron que el porcentaje de hembras sexualmente maduras (y) es representada por una curva logística cuya expresión es la siguiente:



$$y = 100 / (1 - \exp(18,848 - 0,2717 * X))$$

donde X = longitud total del pez

De acuerdo con esta expresión, la talla de primera madurez (50%) es de 69,4 cm.

Por otra parte, la mayor contribución al potencial reproductivo de la población la realizarían las hembras de 80 a 91 cm de longitud total.

Congrio dorado

Chong (1993) determinó una talla de primera madurez (50%) de 90,2 cm para hembras de congrio dorado. La expresión que representa el modelo logístico es la siguiente:

$$P(L) = 100 / (1 + \exp(27,983 + (-0,310 * L)))$$

En relación a la fecundidad total (t) y el peso total menor es el de gónada de hembras (p) correspondió a un modelo de regresión lineal representado por:

$$f = 160,991 * P - 213101,962 \quad \text{con} \quad r^2 = 0,736$$

Por otra parte, la relación entre la fecundidad total (t) y la talla (LT) de hembras es representada por la siguiente expresión:



$$f = 21952,479 - LT - 1600514,091 \quad \text{con} \quad r^2 0,788$$

La relación entre la fecundidad modal y el peso total menos el peso de la gónada (P) de hembras es representada por:

$$F = 30,058 - P - 58544,256 \quad \text{con} \quad r^2 = 0,704$$

Finalmente, la relación entre la fecundidad relativa total (fr) y la relativa modal considerada el peso y la talla mostró en cada caso un bajo coeficiente de determinación ($r^2=0,13$ y $0,11$, respectivamente), lo que señala que la fecundidad Fr y Fr es independiente del peso y talla del pez.

La fecundidad de congrio dorado es relativamente baja comparada con otras especies del mismo ecosistema (como: merluza del sur y común). Esta baja fecundidad estaría determinada por el desarrollo de las gónadas, las cuales alcanzan un peso y tamaño moderado (pesos máximos de 480 - 680 g para tallas mayores a 114 cm). Si se compara con el peso y tamaño de las gónadas como por ejemplo *Merluccius australis*, donde las gónadas presentan pesos de 10952 y 1730 g para tallas sobre 85 cm.



5.2 Objetivo específico N°2

Formular el o los modelos de evaluación de stock y/o explotación, considerando las características del recurso y su pesquería, así como también la calidad y cantidad de información disponible.

5.2.1 Resultados del primer informe de avance

5.2.1.1 Primera aplicación del ADASIM a merluza del sur

Modificaciones al programa ADASIM

La aplicación directa del ADASIM 1.0 desarrollado para la merluza común (Payá *et al.* 1998) no fue exitosa, produciéndose problemas de falta de convergencia de la función objetivo. Debido a esto se aumentó el número de iteraciones de 100 a 300 para permitir una mayor posibilidad de búsqueda, no obstante los problemas de convergencia continuaron. Del análisis de los resultados se pudo apreciar que el principal problema era la forma del patrón de explotación (distribución de las mortalidades por pesca por edades) de los años más recientes.

Para solucionar el problema de la convergencia de la función objetivo y de la forma del patrón de explotación se desarrolló la versión 1.2 del ADASIM en la cual se modificó la forma como se calcula la mortalidad por pesca de la edad más vieja. En la versión 1.0 estas mortalidades por pesca se estiman siguiendo el decaimiento exponencial de las cohortes de la penúltima y antepenúltima edades, lo cual es adecuado para el caso de la merluza común, en la cual los individuos más viejos (14 años de edad), están bien representados en las capturas. Sin embargo, en el caso de merluza del sur cuyos individuos capturados alcanzan 24 años de edad, las dos antepenúltimas edades (22 y 23 años) pueden no estar bien representadas en la captura, debido a problemas de disponibilidad y selectividad de los artes de



pesca. Por lo tanto, en la versión 1.2, la mortalidad por pesca de la edad más vieja se estima como el promedio de las mortalidades por pesca de las edades 12 a 23. Teóricamente, esta modificación debe suavizar el patrón de explotación, asignándole a las últimas edades la mortalidad promedio que experimenta la mayor parte de la fracción completamente reclutada.

No obstante los cambios incorporados en la versión 1.2, los resultados obtenidos no fueron buenos manteniéndose los problemas en la forma del patrón de explotación. La conducta del patrón de explotación no sólo está gobernada por la mortalidad por pesca de la edad más reciente sino también por las mortalidades por pesca del último año. En el ADASIM 1.0 y 1.2, las mortalidades por pesca del último año de cada edad se estiman libremente en el procedimiento de Marquadt, sin imponerles ningún patrón de selectividad. Debido a los problemas encontrados se consideró necesario restringir la forma del patrón de explotación, para lo cual se desarrolló la versión 1.3, en la cual el patrón de explotación del último año corresponde al patrón de explotación promedio de un rango de n años definido por el usuario. De esta forma las mortalidades por pesca por edades del último año se obtienen según la siguiente fórmula,

$$F_{i,j} = F_{\max,j} * S_i$$

en la cual $F_{i,j}$ corresponde a la mortalidad por pesca del último año de la edad i , $F_{\max,j}$ la mortalidad por pesca máxima del último año y S_i al patrón de explotación promedio de los n penúltimos años. Donde,

$$\bar{S}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=J-1-n}^{J-1} S_{i,j} \quad S_{i,j} = \frac{F_{i,j}}{F_{\max,j}}$$



De esta forma, en la versión 1.3 de ADASIM, se busca el valor de $F_{\text{máx},J}$ que minimiza la función objetivo, luego se recalcula el patrón de explotación promedio y se vuelve a ajustar el valor de $F_{\text{máx},J}$. Esto se repite hasta que los valores de $F_{\text{máx},J}$ se estabilizan.

Resultados del ADASIM 1.3

Machos

Como primer criterio se supuso que el patrón de explotación del último año (1996) debería estar gobernado principalmente por la contribución de la pesca de arrastre, es decir, presentar una forma asintótica hacia las edades mayores. Por lo tanto, se ajustó el patrón de explotación del último año (1996) con el patrón de explotación histórico desde 1981 a 1995, incluyendo los años anteriores a 1987 en que sólo operaban flotas arrastreras.

Luego de algunas corridas del ADASIM se logró la convergencia entre estos patrones (Fig. 33 y Tabla 1). Las biomazas estimadas de la fracción 3+ sólo fueron similares a las biomazas estimadas por Aguayo *et al.* (1998) entre los años 1986 y 1990 (Fig. 34 y Tabla 2). Si se considera la fracción 9+ el período de convergencia mejora, extendiéndose hasta 1994.

Como segundo criterio se consideró que el patrón de explotación del último año debería estar compuesto por el aporte combinado de las pescas de arrastre y de espinel. Debido a que en los últimos años la mayor parte de las capturas provienen de pesca de espinel industrial y artesanal, se espera que el patrón de explotación presente una tendencia decreciente hacia las edades mayores. En consecuencia, el patrón de explotación del último año se ajustó al patrón de explotación promedio reciente (Fig. 35 y Tabla 3). Las biomazas estimadas de la fracción 3+ y 9+ que



muestran una mayor similitud con respecto de los resultados de Aguayo *op. cit.*, siendo levemente diferentes en los años anteriores a 1986 (Fig. 36 y Tabla 4). La biomasa 3+ estimada para 1981 (482 mil t) aumenta a casi 557 mil t en 1984, para posteriormente iniciar una disminución sostenida hasta 1993 (118 mil t), luego se mantiene relativamente estable hasta 1996. Por otra parte, la biomasa 9+ presenta mayores valores hasta 1985 respecto a las estimaciones realizadas por estos autores, luego muestra valores muy similares hasta 1994 (alrededor de 50 mil t), disminuyendo a cerca de 45 mil t en 1996.

Hembras

La aplicación del primer criterio, es decir, que el patrón del último año es igual al patrón de explotación histórico (Fig. 37 y Tabla 5), produjo estimados de biomazas notablemente distintos a los calculados por Aguayo *op. cit.* Las mayores diferencias se observaron en la fracción 3+, la cual presentó valores mayores que los estimados por estos autores, mostrando una tendencia creciente en los últimos años, que no es consistente con la conocida situación de deterioro del recurso (Fig. 38 y Tabla 6). Por su parte, los estimados de la abundancia de la fracción 9+ fueron más similares a los de Aguayo *op. cit.*

En vista de los resultados anteriores, se optó por aplicar el criterio de ajustar el patrón del último año al patrón promedio de los años más recientes (1990-1995). Contra todo lo esperado, las biomazas resultantes fueron mucho más divergentes que en el caso del patrón histórico (Fig. 39 y Tabla 7). Estas biomazas se incrementan a valores muy altos, mayores a las 300 mil t en los dos últimos años, produciéndose la mayor divergencia en la fracción 3+.



Ambos sexos

Considerando que las biomásas estimadas 3+ y 9+ de hembras presentaron un aumento importante en los dos últimos años, lo cual no está de acuerdo con la situación del recurso, se consideró necesario probar combinando la información por sexo de entrada al ADASIM, a fin de generar archivos para ambos sexos. Como esto correspondió a un análisis exploratorio para ver si al juntar ambos sexos se modificaban las tendencias crecientes de los últimos años, se utilizó como aproximación preliminar un valor de mortalidad natural de 0,2 para ambos sexos, el cual está dentro del rango de 0,18 de hembras y 0,26 de machos. Las matrices de captura en número de individuos fueron sumadas y los pesos a la edad fueron promediados y ponderados por el número de individuos de cada sexo. Las biomásas estimadas para ambos sexos fueron comparadas con la suma de las biomásas de cada sexo estimadas por Aguayo *op. cit.*

Empleando el primer criterio, se ajustó el patrón de explotación del último año al promedio histórico (Fig. 40 y Tabla 8) y se obtuvo estimados de biomásas muy superiores a los obtenidos por Aguayo *op. cit.*, los cuales también presentaron una tendencia creciente en los últimos años (Fig. 41 y Tabla 9).

Aplicando el segundo criterio, se hizo converger el patrón de explotación del último año con el patrón promedio reciente (1990-1995, Fig. 42 y Tabla 10). Las biomásas obtenidas fueron altas, con una fuerte tendencia creciente en los últimos años, la cual no es aceptable dado el alto grado de explotación de este stock (Fig. 43 y Tabla 11).

Estos resultados hicieron suponer que algún comportamiento o tendencia en la información de entrada al ADASIM pudiese estar generando algún nivel importante de ruido. Por lo tanto, se analizaron las matrices de captura-edad, la proporción de



edad por sexo, el peso medio individual por grupo de edad y la captura por unidad de esfuerzo por sexo, edad y año.

5.2.1.2 Revisión de la información de entrada al ADASIM

Fluctuación de la captura-edad de merluza del sur ambos sexos.

La captura por grupo de edad en el periodo 1981-96 muestran un importante incremento en el número de las edades 3 a la 10, entre las que destacan los grupos 5 a 8 (Fig. 44). El resto de los grupos, en especial, los adultos (14-24) además de mostrar una disminución sostenida desde 1981, efecto de la explotación, comienza a estabilizarse desde 1992 en adelante.

Hasta 1983 los grupos de edad 16 a 24 tienen una alta presencia en las capturas, disminuyendo posteriormente en forma notoria por efecto de la explotación, en especial, los grupos 20-24 (Fig. 45). Esta disminución va aparejado con un importante incremento en las capturas de grupos de edades juveniles (3-8), lo que puede apreciarse a partir de 1987, destacando los años 1987, 1988, 1993, 1994 y 1995.

Peso medio individual de merluza del sur ambos por grupo de edad y año

En general, los pesos medios individuales por grupo de edad presentan una tendencia estable en el periodo 1981-96, a excepción de los grupos 7 a 14 que presentan un incremento a partir de 1994 (Fig. 46). Esta situación contribuye a aumentar de forma importante la biomasa de estos años, dando la impresión de un aumento de la abundancia real.



Variación de la CPUE de merluza del sur ambos por grupo de edad y año

La tendencia de la CPUE total estandarizada es de una disminución acentuada hasta 1986 y luego una etapa de disminución lenta y gradual (Fig. 47). Esta CPUE total fue dividida por edad utilizando la proporción en peso de las edades en las matrices de captura. El análisis de la CPUE por edad señala un incremento de los valores, en especial, en los grupos de edad juveniles de 7 a 9 años (Fig. 48). Al examinar en detalle la fracción constituida por los grupos 12-22 que podría considerarse reclutada (no se considera los grupos 23 y 24 por baja representación), se observa que la tendencia de la CPUE es en general declinante (Fig. 49).

En definitiva, se debe considerar que el procedimiento ADASIM requiere una gran cantidad de información adecuada y calidad en la CPUE e índices auxiliares. De los resultados se observa que en particular el aumento de las hembras en los últimos años, se explica por un aumento de la CPUE de las edades juveniles. Por lo tanto, es necesario analizar el uso de la CPUE como índice y evaluar si es más conveniente utilizar solo la CPUE global o separarla por flota, y a su vez si es posible dividir las por edades, dada la calidad de la información contenida en las matrices de captura-edad de merluza del sur.

5.2.1.3 Revisión de la conversión de la captura en peso a captura en número

Si bien en los primeros años de la década de los ochenta se observó un incremento en las capturas de estas especies, desde 1989 hasta el presente, la pesquería se ha caracterizado por la declinación de las capturas.

Esta baja en las capturas, no obstante se trate de una pesquería regulada, motiva el desarrollo de un mayor estudio de los procedimientos metodológicos empleados, a



fin de obtener cada vez una mejor representación de lo que ocurre en la población y en la fracción explotada.

El análisis secuencial de las poblaciones requiere del conocimiento de la estructura interna de la población en estudio. Estos procesos en la medida de que sean implementados con datos de cada área o tipo de pesquería en particular, entregarán la información estructural de forma más precisa.

En la presente sección se revisan los elementos que intervienen en el proceso de conversión de la captura en peso a captura en número, como son:

- Cifras de Captura empleadas en la serie histórica
- Claves edad – talla
- Distribuciones de frecuencia – longitud
- Relaciones peso – longitud

5.2.1.3.1 Cifras de Captura empleadas en la serie histórica

Merluza del sur

Las cifras de captura que se han empleado en los procesos de la serie histórica de merluza del sur se presentan en la Tabla 12, estas son levemente diferentes a lo que entrega SERNAPESCA, Tabla 13.

Los valores de la Tabla 12 corresponden a cifras que se procesan separadas para la unidad de pesquería norte (UPN) de la unidad de pesquería sur (UPS). El criterio de trabajar la información dividiendo en estas dos zonas, mar exterior e interior, tiene como fin responder a los requerimientos de proceso de análisis independiente para la UPN y UPS solicitado por quién administra estas pesquerías. A su vez el



proceso del Mar Exterior se realiza en forma independiente para las capturas que se registran tanto en la pesquería de arrastre como la pesquería con espinel, basado ello en la diferente vulnerabilidad que se presenta con los diferentes tipos de artes empleados.

La diferencia de los valores en cifras de captura empleados en los procesos de IFOP (Tabla 12) con respecto a lo que muestran las cifras publicadas por SERNAPESCA (Tabla 13), varían desde pequeñas diferencias hasta un máximo de aproximadamente 4.000 t en 1992 (Tabla 14). En general, lo procesado en IFOP son cifras algo menores que las que presenta SERNAPESCA, excepto desde 1993 en adelante.

Como los valores de capturas que entrega SERNAPESCA son valores generales para el área total sur – austral y los procesos se requieren separados para la zona norte y la zona sur, se ha empleado cada año las cifras de captura proporcionadas por la SUBPESCA (control de cuota), las cuales sí se obtienen separadas por zona de interés y por tipo de pesquería.

En el desembarque artesanal a través del tiempo se ha procedido de la siguiente forma:

Período 1981 – 1986:

Considera sólo cifras de desembarque artesanal (Tabla 12), pero en la columna de “Desembarque industrial” de la Tabla 13 se puede apreciar que también hubo pesca por parte de embarcaciones industriales y que no se consideraron en el proceso debido a que no se tiene su origen, vale decir, si corresponden a Mar Interior y Mar Exterior.



Período 1987 – 1996:

Se emplea las cifras de desembarque proporcionada por la SUBPESCA , las que son superiores a las que aparecen en las publicaciones de SERNAPESCA.

Hasta 1991 se procesaba el Mar Interior, por semestre y para el **área total**. Cuando se requirió dividirlo por zonas, UPN Y UPS, las mismas matrices de captura en número del área total se dividieron empleando el criterio que a continuación se detalla.

Desde 1981 – 1986:

Se dividió según la proporción que presentaba el arrastre del mar exterior para cada una de estas zonas.

En la Tabla 12 se observa que en el mar exterior el arrastre se efectuaba tanto en la zona norte como en la zona sur. Esta proporción es muy distinta a lo que se observa en la Tabla 13, en relación a como participa el desembarque artesanal, el cual se desarrolla exclusivamente en la zona norte (salvo una tonelada de la pesca de 1985 registrada en la zona sur o XII región).

Desde 1987 – 1991:

Se dividió las matrices del área total del mar interior, según la proporción que presentaba el espinel del mar exterior. Esta proporción también es desajustada de lo real ya que si se observa la Tabla 13, se aprecia que la pesca artesanal es notoriamente mayor en la zona norte (X + XI).

Desde 1992 – a la fecha : Se procesa separado para la UPN y UPS cada año.



Congrio dorado

En esta especie se ha requerido el proceso dividiendo el área en mar exterior (sin separar las capturas de arrastre de las de espinel) y mar interior para la UPN Y UPS. Las cifras de captura empleadas se presentan en la Tabla 15.

5.2.1.3.2 Claves edad – talla (CET)

Para ambas especies las claves edad – talla se han obtenido anualmente. En la Tabla 16 y 17 se presenta la procedencia de la información que se empleó cada año. Se representa allí con una "A" las muestras obtenidas de la pesca de arrastre y con "EE" las de espinel exterior, seguidas de dos dígitos que representan el año a que pertenecen estas muestras.

Merluza del sur

Para el área del **mar exterior**, la mayor parte de las claves edad – talla elaboradas cuentan con muestras provenientes del muestreo en la flota de arrastre. Mientras, para el **mar interior**, en general, se ha empleado las CET de mar exterior arrastre. No obstante para el mar interior se tienen CET de esta área para 1987, 1988, 1994 y 1995.

En los años 1987 y 1988 los muestreos fueron obtenidos a bordo de barcos **palangreros fábrica** y los muestreos allí colectados fueron analizados permitiendo elaborar claves edad – talla con el siguiente número de muestras:



Años 1987 y 1988

Primer semestre 1987 Machos N = 304
Segundo semestre 1987 Machos N = 406, Total anual machos N = 710

Primer semestre 1987 Hembras N = 286
Segundo semestre 1987 Hembras N = 397, Total anual hembras N = 710

Primer semestre 1988 Machos N = 948
Segundo semestre 1988 Machos N = 877, Total anual machos N = 1825

En los años 1994 y 1995 los muestreos fueron obtenidos de la pesquería **artesanal** (Pesca de Investigación). Del análisis de muestras en conjunto para ambos años se elaboraron claves edad – talla que cuentan con el siguiente número de muestras:

Años 1994 - 1995

Clave artesanal Machos zona norte N = 699.
Clave artesanal Hembras zona norte N = 435

Los meses con muestras incluidas en las claves se señala con **X** en el Cuadro 1.

**Cuadro 1**

Meses con muestras de otolitos empleados en la elaboración de claves edad – talla

Meses	Palangreros fábrica		Artesanales	
	1987	1988	1994	1995
Enero				X
Febrero		X		X
Marzo	X	X		
Abril	X	X		X
Mayo		X		X
Junio				X
Julio	X			X
Agosto	X			
Septiembre				
Octubre			X	
Noviembre			X	
Diciembre			X	

Congrio dorado

En la serie histórica que se ha empleado en los procesos de análisis secuencial de poblaciones se tiene que casi la totalidad de la información procesada proviene de muestreos en la pesca de arrastre.

Desde el año 1982 hasta 1987, se elaboraban claves edad - talla para el área total de la pesquería. Como los análisis van cambiando con el transcurso del tiempo, se presentó la necesidad de estudiar el área dividiendo la información en UPN y UPS. Ello significó tomar las muestras e identificarle la zona de donde procedían, pero se dio el caso de que un buen número de ellas en cada año quedaba sin poder identificar si procedía de zona norte o zona sur y por lo tanto bajaba el número de muestras que entraba en los procesos por zona. Esto implicó tener que aplicar en ese período (1982 - 1987) las claves del área total a cada proceso por zona.



Desde 1988 en adelante, cada año y zona ha contado con sus propios muestreos, no obstante si los muestreos de una zona se conseguían en baja cantidad (ej. ZN del año 1991, 1992 y 1994) se les debió adicionar el año más próximo de muestras que contara con buena información (Tabla 17).

Para el año 1993 de la serie en estudio se cuenta con muestras, pero en el proceso efectuado para ingresar al estudio secuencial de poblaciones, se prefirió aplicar en ese año las claves edad - talla del año 1992.

5.2.1.3.3 Distribuciones de frecuencia – longitud

Merluza del sur

En el **mar exterior**, para la pesquería de arrastre se ha contado con muestreos continuos que se han empleado cada año (Tabla 16). No sucede lo mismo con la operación de pesca de espinel en el mar exterior, la que difícilmente ha podido ser muestreada, por ello, en los procesos de Espinel del Mar Exterior, ha debido repetirse en algunos años la distribución de frecuencia – longitud de otro período para suplir la ausencia de muestreo del modo que se muestra en la Tabla 16.

Para el mar interior, la información con que se cuenta se señala en la Tabla 18. No obstante, en la serie histórica de captura en número que se ha empleado en el análisis secuencial de poblaciones, en 1995 no se usó la distribución de frecuencia – longitud artesanal que se tenía para la zona norte.

El empleo de otras distribuciones no propias del área ocasiona cambios notables en la conversión de la captura en número como se aprecia en el ejemplo del Cuadro 2.

**Cuadro 2**

Número de individuos obtenidos empleando diferentes distribuciones de frecuencia - longitud en los procesos de conversión.

Año	1995
UPN	UPN
Aplicando frecuencia longitud de ZN 1995 Artesanal	Aplicando frecuencia longitud 1991 Espinel Exterior
C = 7.308 t	C = 7.308 t
Conversión de la captura en	peso a número de individuos
N machos = 2.210.593	N machos = 881.888
N hembras = 764.402	N hembras = 1.161.491
Total = 2.974.995	Total = 2.043.379

Este efecto de cambio en el número total y por sexo es muy notorio en este ejemplo porque se presentó el uso de una distribución de mar exterior para expandir una cifra de captura de mar interior. En esta especie la proporción macho y hembra es bastante diferente ya sea se trate de Zona Norte o Zona Sur, o mar interior o exterior.

Congrio dorado

Para los procesos del **mar exterior**, cada año y zona cuenta con información propia salvo excepciones que se destacan en negrillas en la Tabla 17. Últimamente se ha logrado obtener muestreos de la pesca del espinel exterior, los cuales se han usado en conjunto con la información de arrastre.

Para el **mar interior** como no se tiene información específica, se empleó en las conversiones de la captura las mismas distribuciones de frecuencias utilizadas en el mar exterior (Tabla 17).



5.2.1.4 Relación peso – longitud (w – l)

Merluza del sur

En la Tabla 16 se puede apreciar que cada año en arrastre cuenta con funciones $w-l$ (excepto 1982), las cuales son empleadas en la transformación de la captura en peso a captura en número. Los mismos parámetros obtenidos con muestreos de la pesca de arrastre son los empleados en la conversión de la captura de Espineta Exterior, ya que esta pesquería cuenta con escasa información.

En el Mar Interior, en la Tabla 19 se muestra la información con que se cuenta, existen tres años con información susceptible de ser empleada. En la columna de Observaciones se señala los parámetros que se usaron en cada año.

Congrio dorado

Las relaciones peso - longitud están sustentadas en muestras de la pesquería de arrastre. Cada proceso cuenta con información del período y zona de estudio y las excepciones en que hubo que repetir algún parámetro o adicionar la información de un año con otro se señala en la Tabla 17.

5.2.2 Resultados del segundo informe de avance

5.2.2.1 Índice auxiliar de abundancia relativa (CPUE)

Como se mencionó las cuatro flotas industriales presentan patrones espaciales y temporales diferentes. La flota arrastrera fabrica cubre todo el área del mar exterior, pero no las aguas interiores, mientras que la flota espinelera fábrica opera tanto en el mar exterior como en el interior. Por su parte, las flotas hieleras, arrastrera y



espinelera, operan principalmente en la zona norte de la pesquería. Esta heterogeneidad de zonas de operación dificulta la realización de un modelo de estandarización global que incorpore todas las flotas, ya que se produciría un modelo muy poco balanceado, ya que para algunos estratos espaciales o zonas, se dispondría sólo de los datos de dos de las flotas y en algunos casos de sólo una. Debido a ésto, se decidió realizar la estandarización en forma separada para cada flota.

5.2.2.2 CPUE en merluza del sur

Arrastreros fábrica (AF)

Para definir las zonas a emplear en los modelos de estandarización se analizó las figuras de las distribuciones espacio-temporales del esfuerzo de pesca entregadas en el primer informe de avance. Desde éstas se identificaron las siguientes zonas de concentración del esfuerzo de pesca:

ZONA 1: 41° 28' – 47° 00'S

ZONA 2: 47° 01' – 54° 00'S

ZONA 3: 54° 01' – 57° 00'S

Una exploración preliminar del efecto de los factores principales (Año, Mes, Barco y Zona) sobre $\log(\text{CPUE})$ sugiere a los tres primeros como los más determinantes de la variación de la respuesta, no así la Zona que explica muy poco (Fig. 50).

La Tabla 20 muestra los resultados del análisis de varianza de los datos de CPUE de la flota arrastrera fábrica con factores Año, Estación, Barco y Zona, usando el modelo propuesto. Todos los efectos principales son significativos y combinados explican el 25% de la variación total.



Interacciones de primer orden entre el factor Año y los demás fueron calculadas usando datos agregados a escala mensual ponderado por el número de lances. Para simplificar el análisis, los barcos fueron clasificados en tres categorías de desempeño (según los cortes: -1.1045, -0.7390 y -0.3734), atendiendo al valor del coeficiente estimado para el efecto Barco con el primer modelo. Cada interacción se obtuvo de una por vez, después de ajustar los efectos principales.

La Tabla 21 muestra que todas las interacciones de primer orden consideradas son significativas, sugiriendo que el efecto Año difiere entre las estaciones, los barcos y las zonas. No obstante, sólo la interacción Año:Zona tiene una magnitud que merece examinarse con más detalle (8% de la variación total y la mitad del efecto Año).

La Fig. 51 muestra que la tendencia de la disponibilidad en las zonas, no obstante exhibir en promedio valores semejantes, no ha sido la misma. Al comienzo de la explotación, período 1978-1982, los rendimientos son claramente mejores hacia el sur (Zona 2 y 3), en el año 1986 los rendimientos ya son similares en las tres zonas y posteriormente mejores en la Zona 1. Esta zona, que corresponde aproximadamente al caladero de Guablín, lugar donde la merluza del sur se concentra todos los años en la temporada de invierno-primavera a desovar, ha mantenido un comportamiento fluctuante sin tendencia aparente, que no refleja los cambios de abundancia que se observan en la mayor parte del rango de distribución del recurso. Es la causa principal de la interacción detectada y por esa razón se ha preferido excluirla de la estimación de la CPUE.

La Tabla 22 entrega los valores estimados de CPUE descartando los datos de la Zona 1. Una tabla más detallada de los coeficientes estimados para todos los factores principales se entrega en la Tabla 23.



Arrastreros hieleros (AH)

Para esta flota el análisis de la distribución espacial y temporal del esfuerzo de pesca realizado en el informe de avance indica que la flota presenta dos zonas principales:

ZONA 1: 41° 28' – 44° 30'S

ZONA 2: 44° 31' – 47° 00'S

Estas zonas corresponden a la subdivisión de la ZONA 1 identificada para la flota AF.

La Fig. 52 sugiere que las variaciones de la CPUE de la flota arrastrera hielera se explican fundamentalmente por los factores Año, Mes y en un grado menor y parecido, por los factores Barco y Zona. La flota AH, comparada con la flota AF, en una extensión geográfica menor, presenta rendimientos más diferenciados entre las zonas y un desempeño más homogéneo entre los barcos.

La Tabla 24 muestra el análisis de varianza de los datos de CPUE de la flota arrastrera hielera. Todos los factores principales son muy significativos, pero explican sólo el 15% de la variación total del logaritmo de la CPUE. Esto significa que no obstante existir probablemente otros factores que explican la variabilidad de los datos, los factores principales y especialmente el Año que posee la mayor suma de cuadrados, son de todas maneras detectables por efecto de la redundancia que proporciona la gran cantidad de información disponible al nivel de lance.

La Tabla 25, al igual de lo acontecido con los AF, muestra interacciones significativas del factor Año con los demás. La interacción Año:Barco es pequeña (contribución menor al 5%), pero las restantes pueden modificar el comportamiento del índice de CPUE en el tiempo de una manera que es necesario calificar.



En la Fig. 53 se puede advertir que la mayor interacción entre el Año y la Estación se produce en el primer año de la serie y en el año 1991, con rendimientos inusualmente bajos durante el invierno y el verano de esos años que se alejan de la tendencia observada en las otras estaciones. Los demás años la tendencia general es parecida en todas las estaciones. Luego con la salvedad de los años indicados la interacción detectada no debería distorsionar la tendencia fundamental de la CPUE, a través de los años.

En cuanto al comportamiento de las series de CPUE por zona, se observan durante los cinco primeros años de explotación rendimientos mejores, con menor variabilidad interanual y declinantes en la Zona 1. En ese mismo período, las demás zonas muestran una gran variabilidad interanual que impide reconocer una tendencia clara. Con posterioridad a 1990, los rendimientos de la Zona 2 tienden a prevalecer sobre el nivel de las demás zonas, exhibiendo siempre amplias fluctuaciones, mientras la Zona 1 continua su tendencia declinante a la cual se incorpora, algo tardíamente, también la Zona 0 (Fig. 54). La tendencia contrapuesta observada entre la Zona 2 y las demás es la causa principal de la interacción detectada. Esta interacción se ha disminuido de la misma manera que se hizo con la flota AF: descartando los lances realizados en la Zona 2 correspondiente al caladero de Guablín.

En líneas generales, los patrones de temporales de los rendimientos por zona descritos para ambas flotas arrastreras tienen dos elementos comunes que merecen destacarse: 1) zonas en declinación que fueron históricamente las de mejor rendimiento y 2) zonas que tienden a mantenerse fluctuando sin tendencia aparente que pasan posteriormente a ser las de mejor rendimiento relativo.



La Tabla 26 muestra la CPUE estándar estimada sin incluir la Zona 2. El intercepto y los coeficientes de todos los factores principales acompañados de su error estándar se entregan en la Tabla 27.

Destaca la similitud en la tendencia decreciente de las CPUE estandarizadas para las flotas arrastreras que se muestra en la Fig. 55. No obstante, en la flota fábrica se registra un aumento de la CPUE en los últimos años que no aparece en la zona hielera

Espineleros fábrica (EF)

Del análisis presentado en el informe de avance con respecto a la distribución espacial y temporal del esfuerzo de pesca se identificaron las siguientes zonas:

ZONA 1 :	41° 28'–47° 00'	AGUAS EXTERIORES
ZONA 2 :	41° 28'–47° 00'	AGUAS INTERIORES
ZONA 3 :	47° 01'–54° 00'	AGUAS EXTERIORES
ZONA 4 :	47° 01'–54° 00'	AGUAS INTERIORES (aguas del Estr. de Magallanes, consideradas interiores)
ZONA 5 :	54° 01'–57° 00'	AGUAS EXTERIORES
ZONA 6 :	54° 01'–57° 00'	AGUAS INTERIORES

Las zonas 1,3 y 6 corresponden a las zonas 1,2 y 3 definidas para la flota arrastrera fábrica, respectivamente. Se adicionaron las zonas correspondientes a la operación de la flota espinelera fábrica en las aguas interiores.

La Fig. 56 sugiere que el desempeño de los barcos es el factor más importante en determinar la respuesta. Le siguen en importancia los factores Año y Zona con efectos muy parecidos y luego el Mes y el factor Aguas (del Mar Exterior y Mar Interior) cuyo efecto es despreciable.



La Tabla 28 muestra que todos los factores principales son muy significativos y participan de un 20% de la variación total. El factor Año continúa siendo el más determinante, pero el factor Barco también, aunque no tanto como lo sugiere la figura anterior. Por otra parte, la Tabla 29 muestra que todas las interacciones de primer orden del factor Año son significativas y explican entre el 7 y 10% de la variación total y que la interacción entre estos dos factores es la más fuerte.

La interacción Año:Barco luce compleja por el número de barcos, pero presenta un patrón caracterizado por tendencias muy discrepantes de un conjunto de barcos cuyos rendimientos declinan drásticamente después del año 1990 (Fig. 57). La flota espinelera presenta cambios de intencionalidad y reporte poco fiable de estadísticas que es necesario analizar con más detalle. Por esta razón, no se estima una CPUE estándar para esta flota, pero no se descartan a futuro.

Espinelera hielera (EH)

Debido a que en la actualidad esta flota quedan sólo dos embarcaciones (Fig. 1) y las capturas de merluza del sur y congrio dorado son escasas (Figs. 31d y 32d), no se realizó la estandarización del esfuerzo de pesca para esta flota.

5.2.2.3 CPUE en congrio dorado

Arrastreros fábrica (AF)

Debido a que el esfuerzo de pesca no se puede identificar por recurso, sólo es posible considerar la distribución espacial del esfuerzo total, como se detalla en la metodología. Por lo tanto, para el congrio dorado se utilizaron las mismas tres zonas identificadas para merluza del sur en la flota AF.



Una exploración preliminar del efecto de los factores principales (Año, Mes, Barco y Zona) sobre $\log(\text{cpue})$ sugiere a los tres primeros como los más determinantes de la variación de la respuesta, y entre estos al factor Barco (Figura 9).

La Tabla 30 muestra los resultados del análisis de varianza de los datos de CPUE de la flota arrastrera fábrica para el modelo propuesto. Todos los efectos principales son significativos y combinados explican el 22% de la variación total, mientras la incidentalidad del congrio dorado en las capturas explica el 17% de la variación total.

La Tabla 31 entrega los valores estimados de CPUE estándar.

Arrastreros hieleros (AH)

Para esta flota se identificaron tres zonas:

Zona 0: 38°00'-57°00'L.S.

Zona 1: 41°28'- 44°30'L.S

Zona 2: 44°31'- 47°00'L.S.

La Fig.59 sugiere que las variaciones de la CPUE de la flota AH se explican fundamentalmente por los factores Año y Barco y en un grado menor por el factor Mes. En la indagación preliminar, la Zona aparece explicando muy poco la variación de la media de la respuesta. La flota AH, comparada con la flota AF presenta un desempeño más homogéneo entre los barcos y menores diferencias entre zonas.

La Tabla 32 muestra el análisis de varianza de los datos de CPUE de la flota arrastrera hielera. Todos los factores principales son muy significativos, pero explican sólo el 15% de la variación total del logaritmo de este índice. Esto significa



que no obstante existir probablemente otros factores que explican la variabilidad de los datos, los factores principales y especialmente el Año que posee la mayor suma de cuadrados, son de todas maneras detectables por la redundancia de información a nivel lances. La incidentalidad explica una porción parecida de la variación, aproximadamente el 14%.

La Tabla 33 muestra la CPUE estándar estimada de los AH para el período 1985-1997.

Las CPUE estándar de congrio dorado de las flotas arrastreras fábrica y hielera presentan la misma tendencia general decreciente (Fig. 60). Sin embargo, existen algunas diferencias, ya que la pendiente de la CPUE de AH es mayor que la de arrastre fábrica. Por otra parte, la CPUE de arrastre hielero presenta su valor más bajo en 1993 mientras que el mínimo del AF ocurrió en 1994. Destaca también la mayor tasa de recuperación que se observa en el arrastre fábrica.

5.2.3 Resultados del tercer informe de avance

Se entrega los resultados del uso de la información de exportación para generar estructuras de tallas

5.2.3.1 Construcción de la base de datos de exportaciones por calibre

Los archivos de Aduana contienen información de todos los tipos de productos exportados, sean estos terrestres o marinos, los cuales están identificados por glosas. No existen bases de datos diferenciadas por tipo de recurso ni por tipo de calibre. La información sobre el tipo de recurso está normalmente referida de múltiples formas, debido a esto para separar la información que correspondía a merluza del sur hubo que estudiar las múltiples formas como este recurso se



encontraba referido, como por ejemplo: M. del Sur, M. Sur, M. Australis, Merluza australis, Merluza del sur, etcétera.

De igual forma los tipos de productos, también presentan diferentes nomenclaturas. Debido a esto se escogió utilizar el programa Microsoft Access, para generar una base de datos que sirviera para el propósito del presente proyecto.

El primer paso fue unir los diferentes archivos de mensuales que se encuentran en formato DBASE para generar un gran archivo con toda la información histórica. Luego, se generó un filtro para identificar los registros de correspondían a merluza del sur, ya que en Aduanas bajo el nombre de merluzas se incluyen: merluza del sur (*Merluccius australis*), merluza común (*Merluccius gayi*), merluza de cola (*Macroronus magellanicus*), merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*), etc. (ver Anexo 2). Los principales campos empleados para poder filtrar la información requerida fueron: [NOMBRE] que corresponde al nombre del recurso y [DES_VARIED] que es la descripción de la variedad del producto.

Una vez generada la base de exportaciones solo para merluza del sur fue necesario, identificar los diferentes tipos de productos. Para esto se emplearon las glosas de exportación que utiliza Aduanas para ordenar su información, de las cuales se seleccionaron las siguientes:

Glosas	Descripción en archivos de Aduana.
3026920	FR-RF-CON EXCLUSION DE LOS FILETES-HIGADOS-HUEVAS-LECHAS-merluza.
3037800	CONGE-CON EXCLUSION DE LOS FILETES-HIGADOS-HUEVAS-LECHAS-merluzas.
3041040	FR-RF-FILETES Y DEMAS CARNES (INCLUSO PICADA)-merluza.
3042040	CONGE-FILETES – merluza.
3049040	CONGE-DEMAS CARNES (INCLUSO PICADA)- merluza.



En estas FR-RF corresponde a productos frescos refrigerados y CONGE a productos congelados. Como se aprecia en estas glosas existen productos, como hígados, huevas, lechas y otras carnes (incluso picada) que no pueden ser asignados a calibres por lo que debieron ser excluidos de la base de datos a generar.

Luego de identificados los productos por glosa, también se procedió a estandarizar la nomenclatura utilizada para los calibres. Esto fue necesario, ya que los nombres de los calibres son ingresados de múltiples formas en Aduana, por ejemplo algunas de las formas del calibre M1 fueron: "**CAL *1**", "**CAT*1**", "**CAL.*1**", "**CAL *1**", "**CAL M 1**", "**CA?1**", "**CAL *1**", etc. Donde los "*" y "?", representan comodines para ubicar las combinaciones de caracteres al interior de los registros de los campos.

Para poder realizar esta tarea, se generó un nuevo campo denominado calibre utilizando las funciones de la base de datos ACCESS de Excel. Las funciones permiten buscar un conjunto de caracteres en un registro y asignar un nuevo registro a otro campo. Por ejemplo,

a(35)="**CAL *1**":b(35)='M1'

a(41)="**CAT*1**":b(41)='M1'

a(9)="**CAL *1**":b(9)='M1'

a(16)="**CAL *1**":b(16)='M1'

a(23)="**CAL M 1**":b(23)='M1'

a(29)="**CA?1**":b(29)='M1'

a(35)="**CAL *1**":b(35)='M1'



Debido a la gran magnitud de la tarea de identificar los calibres, se debieron aplicar varias funciones que se presentan en el Anexo 2 (filtros y funciones). Cabe destacar que esto consumió gran cantidad de tiempo, ya que primero hubo que estudiar las formas en que eran referenciados los diferentes calibres y luego generar las funciones de transformación necesarias.

Un ejemplo de las diferentes denominaciones de calibres empleados por algunas de las principales empresas se presenta en el siguiente Cuadro 3. A cada calibre le corresponde un determinado rango de pesos de las piezas producidas, en el caso de los filetes dos piezas corresponden a un solo individuo.

Cuadro 3

Denominación de calibres empleados por algunas de las principales empresas y su conversión a peso en gramos de las piezas producidas.

FRIOSUR HG		PESCA CISNE HG		PESCA CHILE HG		EMDEPES HG			DAERIM HG	
						FILETES				
M1	0-500	M1	700-800	Cal-1	500-800	SS	150-250	MENOS DE 110	D1	320-670
M2	500-800	M2	800-1000	Cal-2	800-1200	S	250-400	110-170	D2	670-1000
M3C	800-1200	M3	1100-1700	Cal-3	1200-1800	M	400-650	170-230	D3	1000-1700
M3L	1200-1500					L	650-900	230-280	D4	1700-2400
M4	1500-2400	M4	1700-2400	Cal-4	1800-2400	LL	900-1.200	280-450	D5	2400-3500
M5	2400-3500	M5	2400-3500	Cal-5	2400-3000	3L	1.200-1.500	450-850	D5X	3500-UF
M6	3500 UF	M6	3500-UF	Cal-5E	3000-UF	4LC	1.500-1.800	850-1.250		
						4L	1.800-2700	1.250-1.850		
						5L	MAS DE 2.700	MAS DE 1.850		

Existen algunos calibres que en el tiempo se han ido subdividiendo para aprovechar mejor la demanda del mercado, por ejemplo el calibre M3 en FRIOSUR se dividió en M3C y M3L, que corresponden a M3 corto y M3 largo, respectivamente. De igual forma el calibre 4L que se subdividió en 4LC y 4L.



5.2.3.2 Validación de la base de exportaciones con respecto al SERNAPESCA

Una vez generada la base de datos de exportaciones fue necesario conocer el grado de relación entre las estadísticas de exportaciones provenientes de Aduana y aquellas informadas oficialmente por el SERNAPESCA en los anuarios estadísticos de pesca.

Tanto en términos de tendencia como de niveles ambas fuentes de información son consistentes (Figs. 61 y 62). La producción de congelados de merluza del sur presenta una clara tendencia decreciente mientras que la producción de frescos refrigerados crece a través de los años. No obstante, es importante destacar que desde las estadísticas de Aduana fueron excluidos aquellos productos que no son clasificados por calibres, como por ejemplo, cocochas, mejillas, huevas, lechas y otras carnes picadas.

La calidad de la información contenida en los registros de Aduanas ha disminuido en el tiempo, lo cual se refleja al considerar la proporción de la producción total que es registrada correctamente en un solo calibre (Fig. 63). Hasta 1991 esta proporción fluctuó en torno al 90%, pero luego disminuyó hasta cerca de un 0.3 en 1994, para volver a recuperar su calidad en los últimos años. Sin embargo, para el periodo 1991-1997, la relación entre las exportaciones clasificadas en un solo calibre y las totales registradas por SERNAPESCA es buena, lo que respalda la representatividad de la base de datos de exportaciones que fue utilizada (Fig. 64).

Por otra parte, desde las estadísticas oficiales de producción y capturas de merluza del sur de SERNAPESCA se obtuvo el factor de producción global, es decir, la proporción de la captura que se transforma en producción. Este factor se encontró para cada año minimizando la diferencia entre las capturas oficiales y las capturas generadas desde las exportaciones multiplicadas por el factor (Fig. 65). Aunque este factor no se empleó en los cálculos de la estructura de tallas, es interesante



notar como este ha cambiado, experimentando un crecimiento desde 0,6 en 1987 hasta 0,8 en 1995 y luego una disminución a 0,7 en 1997.

5.2.3.3 Estructuras de tallas desde las estadísticas de exportaciones

Una vez obtenidas las estructuras de tallas desde la base de datos de exportaciones, estas fueron validadas con respecto a las capturas anuales. Para esto las estructuras de tallas fueron transformadas a peso mediante la relación longitud-peso del año correspondiente. Luego las estructuras de tallas fueron ajustadas de forma que el peso total de estas fuera igual a la captura total del año correspondiente. Finalmente, las estructuras de tallas fueron suavizadas mediante un promedio móvil centrado de 5 puntos.

Tanto en los machos como en las hembras las estructuras de tallas muestran hasta 1991 una fuerte componente de individuos pequeños, menores de 60 cm, que luego disminuye notablemente (Figs. 66 y 67). Al aplicar las claves talla-edad, se observa que la estructura de edades en ambos sexos presenta una fuerte presencia de individuos de 6 años de edad (Figs. 68 y 69).

En relación con las estructuras de edades que se han utilizado para realizar las evaluaciones de stock del recurso, las cuales provienen de los muestreos que realiza el IFOP, se aprecia que desde la edad 10 en adelante, las estructuras de edades generadas desde las exportaciones por calibre son muy similares (Figs. 68 y 69).

El procedimiento basado en los calibres permite conocer los niveles de capturas realizadas sobre individuos menores de 10 años, lo cual no había sido registrado en forma adecuada por los muestreos de IFOP. Resalta el hecho que desde 1991 en adelante las capturas de individuos menores 10 años de edad disminuyen notablemente.



También destaca que hacia los años más recientes, cuando los muestreos de tallas de las capturas artesanales mejoran, las estructuras de edades generadas por los procedimientos independientes convergen a resultados similares.

5.3 Objetivo específico N°3

Evaluar las estrategias de explotación que representan niveles de captura de mediano y largo plazo, considerando un análisis de riesgo que estime probabilidades de éxito o fracaso de los objetivos de conservación que se definan al efecto.

5.3.1 Evaluación final del stock de merluza del sur

Las curvas de captura convertidas a tallas basadas en las estructuras de tallas virginales registradas en el crucero de evaluación JAMARC 1977 (Fig. 70 A), presentaron buenos ajustes para los dos sexos, con $R^2=0,98$ para machos y $R^2=0,95$ para hembras (Fig. 70B y 70C y Tablas 34 y 35). Las mortalidades naturales estimadas fueron 0,25 para machos y 0,17 para hembras, que son similares a las estimadas por Aguayo *et al.* (1986).

Las 1000 CPUE de arrastre fábrica y hieleras empleadas como índices de abundancia relativa en la evaluación presentaron intervalos de confianzas al 95% más bien estrechos (Fig.71A y B). La tendencia general de la CPUE fue similar entre las flotas dos flotas.

La calibración del análisis secuencial con la CPUE fue satisfactoria en los dos sexos y para las dos flotas consideradas. En el caso de las hembras la CPUE global (suma a través de las edades seleccionadas en la calibración) del arrastre fábrica presentó un muy buen ajuste, lo cual también se aprecia al observar los residuales por edades, no obstante que en la edad 4, se producen algunas desviaciones



importantes en el año 1992 y 1998 (Fig.72). Para la flota arrastrera hielera la CPUE global estimada fue muy cercana a la CPUE observada, al igual que las CPUE por edades, salvo para las edades 4 y 5 en el año 1993 (Fig.73). Para los machos el ajuste de la CPUE global del arrastre fábrica fue muy bueno, aunque también se observa un residual muy grande para la edad 4 en 1996 (Fig. 74). La CPUE del arrastre hielero fue predicha de buena manera, excepto en 1987, donde se producen desviaciones importantes al observar la CPUE en forma global o por edades (Fig. 75). También las edades 4 y 5 presentan desviaciones importantes en 1995.

La biomasa total (4+) se mantuvo estable desde 1981 hasta 1985 en alrededor de 800 mil t, para luego presentar una tendencia decreciente sostenida hasta llegar a 230 mil t en 1993, nivel en el cual se mantuvo hasta 1996, para finalmente disminuir en los dos últimos años, llegando en 1998 a 148 mil t (Fig. 76A y Tabla 36). Este último valor indica que la biomasa total ha disminuido a un 20% de la biomasa presente entre 1981-1985.

La abundancia total (4+) presentó una tendencia decreciente sostenida desde 515 millones de individuos en 1981 hasta 62 millones en 1998, lo cual representa una disminución al 12% de lo existente en 1981 (Fig.76B y Tabla 36). Esto se explica por el mayor peso promedio que presentan los individuos en los últimos años, lo cual produce que la caída en abundancia sea mayor que la observada en biomasa total.

Sorprendentemente, los reclutamientos de individuos de 4 años de edad también presentan una tendencia decreciente sostenida desde el inicio de la serie (Fig.76c y Tabla 36). Los reclutamientos disminuyeron desde 110 millones de individuos en 1981 hasta 2 millones en 1998. Sin embargo, conociendo la alta incertidumbre de los dos últimos años en los análisis secuenciales de población, una señal más



confiable sería los 17 millones de reclutas estimados para 1995, que corresponden al 12% de los reclutas de 1981.

Las mortalidades por pesca ponderadas por la abundancia para las hembras de la fracción total (4+) presentaron una relativa estabilidad desde 1981 hasta 1986, luego doblaron sus valores en 1988, manteniéndose en esos niveles hasta 1991, para luego disminuir hasta 1993 y volver a aumentar sostenidamente hasta 1998, alcanzando los niveles más altos de la serie histórica que corresponden 3,8 veces los registrados en 1981 (Fig.77A y Tabla 37). Por su parte, la mortalidad por pesca la fracción más adulta (9+), luego de presentarse relativamente estable hasta 1986, aumenta sostenidamente hasta 1991, para luego disminuir hasta 1993 y mantenerse estable hasta 1996, para volver a aumentar en los dos últimos años (Fig. 77B y Tabla 37). En 1998 la mortalidad por pesca de esta fracción fue 2,8 veces la registrada para 1981. Esto significa que comparativamente ha aumentado más la mortalidad por pesca hacia la fracción de individuos menores de 9 años, ya que la mortalidad total (4+) presenta un mayor crecimiento (3,8) que la fracción adulta (2,8).

Las mortalidades por pesca para la fracción total (4+) de machos, también se mantuvieron estables hasta 1985 y luego aumentó 3 veces en 1998, manteniéndose en aquellos niveles hasta 1995, sin embargo desde 1996 presentó un fuerte crecimiento llegando en 1998 a sextuplicar los niveles de 1981 (Fig. 78A y Tabla 36). La fracción más adulta (9+) presentó una conducta similar, llegando en 1998 a niveles 7 veces mayores a los de 1981 (Fig. 78B y Tabla 36).

5.3.2 Relación stock-recluta

La producción de huevos y los reclutas que esta genera a los 4 años siguientes mostraron una relación casi lineal al ajustar el modelo de Ricker (Fig.79A). Para este ajuste solo se consideró los reclutamientos hasta 1996, ya que se consideró



muy inciertas las estimaciones de los dos últimos años. Al repetir este ajuste para cada uno de los 1000 resultados de la evaluación de stock, se obtuvieron los parámetros que fueron usados para proyectar separadamente cada uno de los 1000 reclutamientos. Estos parámetros presentaron una clara correlación entre ellos (Fig.79B).

También, se analizaron los ajustes con las variables ambientales encontrándose un ajuste muy bueno al incorporar en la relación stock-recluta la temperatura superficial del mar de Pto. Williams (Fig. 79C). No obstante, lo sorprendente de esta relación, su uso en las proyecciones de reclutamientos fue infructuoso. Se desarrolló un algoritmo para proyectar el reclutamiento considerando un remuestreo aleatorio y con reemplazo de los 12 datos de temperatura disponible. La mayoría de las proyecciones generaron niveles muy bajos o fallas sucesivas de reclutamientos debidas a la variabilidad ambiental.

5.3.3 Puntos biológicos de referencia (PBR)

Tanto el rendimiento por recluta como la producción de huevos por recluta presentaron una conducta asintótica con el aumento de la mortalidad por pesca (Fig.80A).

Los 1000 valores de $F_{0,1}$ presentaron una distribución normal centrada en 0,33 con valores mínimos de 0,24 y máximos de 0,5 (Fig. 80B). Por su parte, la falta de un máximo claro en la curva de rendimiento por recluta dificultó la estimación de los valores de F_{max} , la mayoría de los cuales presentaron valores extremadamente altos, que son insostenibles para cualquier pesquería. Debido a esto y dada delicada situación del stock se abandonó el análisis de este punto de referencia (Fig. 80C).



Los PBR relacionados con la producción de huevos por recluta presentaron una distribución normal centra en 0,43, 0,27, 0,22 y 0,1 para F20%PH, F33%PH, F40%PH y F66%PH, respectivamente (Fig. 81).

5.3.4 Estrategia de captura constante

Las capturas constantes analizadas fluctuaron entre 5 a 20 mil t, los niveles actuales de 24 mil t no fueron sostenibles en el tiempo. Se analizó el riesgo que la captura constante no pudiera ser alcanzada debido a las limitaciones del stock, este riesgo se calculó como el número de veces que no se alcanzó la captura deseada en el total de los 1000 "bootstrappings".

Capturas entre 15 a 20 mil t presentan un alto riesgo ($>0,9$) de no ser sostenibles más allá de 4 años (2004), menores valores de capturas permiten que esta estrategia pueda mantenerse más tiempo (Fig. 82A). Una captura constante de 10 mil t tiene una probabilidad alta ($>0,9$) de no ser alcanzada luego de 8 años (2008), este plazo aumenta a 18 años con una captura constante de 7,5 mil t, mientras que una captura de 5 mil t recién a los 49 años alcanza una probabilidad de 0,9 de no ser alcanzada.

Considerando el total de 1000 bootstrappings, se estimaron indicadores medios (biomasas, capturas, reclutas y mortalidades por pesca) que incluyen aquellos casos en que no se alcanza la captura deseada, en los cuales se considera que la estrategia ha fracasado y se llevan a cero las abundancias y capturas.

La biomasa total proyectada para el 1° de enero del 2001 fue de 55 mil t, la cual disminuye rápidamente al aplicar las capturas constantes (Fig. 82B y C). En este caso las biomasas se hacen igual a cero cuando la estrategia de captura constante se hace insostenible debido a las limitaciones del recurso.



La mortalidad por pesca de referencia (F máxima) promedio de las hembras muestra valores proporcionales a las capturas constantes simuladas, destacando los niveles de F extremadamente altos que deberían aplicarse para mantener capturas de 20 mil t (Fig.83A). Sin embargo, se debe tener cuidado en la interpretación de estos valores promedios más allá de los 23 años de proyección (2023), ya que los casos que continúan son muy escasos lo que estabiliza los promedios a niveles bajos. Las mortalidades por pesca de los machos presentan valores significativamente mayores que los proyectados para las hembras, lo cual refleja que el stock de machos se encuentra mucho más sobreexplotado que el de las hembras, de hecho en las proyecciones siempre falla primero el aporte de los machos lo cual imposibilita continuar con las simulaciones (Fig. 83B).

Los reclutamientos de hembras proyectados para el año 2001 son de 3,5 millones de individuos, lo que representa el 15% de los reclutamientos estimados para el año 1981. Aunque desde 2001 se simulan diferentes capturas constantes, los reclutamientos son iguales entre estas capturas hasta el año 2005, ya que estos provienen de los huevos liberados en el año 2000 (Fig. 84A). La captura de 20 mil t se puede mantener solo hasta el 2004, debido esto el análisis de esta captura llega solo hasta ese año y los reclutas no se siguen proyectando. Las capturas menores se mantienen por más tiempo y generan niveles de reclutamientos mayores ya que permiten una mayor producción de huevos.

Para comprender la conducta de los reclutamientos de los machos, se debe tener presente que la simulación fue hecha considerando que la captura total se divide por sexos según la proporción sexual promedio registrada entre 1993 y 1996. Debido a esto, la captura total está limitada a la contribución que realiza cada sexo. Por lo tanto, cuando los machos no son capaces de contribuir con su fracción de la captura total, la estrategia de captura constante falla y la proyección de



reclutamientos se detiene. Esto es la razón por que no se observan reclutamientos más allá del año 2007 (Fig. 84B).

Las trayectorias de riesgos de sobrepesca por crecimiento (sobrepasar $F_{0,1}$) muestran que sólo la captura de 5 mil t genera riesgos bajos durante los primeros años, pero luego de 20 años estos aumentan significativamente (Fig.85). Las capturas constantes mayores de 10 mil t generan niveles de riesgo elevados desde el primer año de proyección.

El riesgo que el stock este sobreexplotado por reclutamiento, es decir, que se supere la mortalidad por pesca que deja el mar el 20% de la producción de huevos virginal ($F_{20\%PH}$), resulta bajo sólo para la captura de 5 y 7,5 mil t, capturas mayores de 10 mil t generarán una condición crítica de sobrepesca (Fig.85B).

El riesgo de sobrepasar los puntos biológicos de referencia recomendados como objetivos de manejo ("target"), como los $F_{33\%PH}$ y $F_{40\%PH}$, se muestran bajos solo para la captura de 5 mil t, siendo muy elevado para capturas mayores de 7,5 mil t (Fig. 85D y E).

Cuando existe un stock muy sobreexplotado por reclutamiento, como es el caso de la merluza del sur, se debe recuperar el stock desovante, para lo cual se recomienda el PBR que deja en el mar el 66% de la producción virginal de huevos ($F_{66\%PH}$). Los riesgos de no cumplir este objetivo son casi ciertos (iguales a 1), de hecho para el año 2001 ninguna de las capturas permite alcanzar el $F_{66\%PH}$, e incluso la captura de 5 mil t a lo largo del tiempo no puede disminuir este riesgo a menos del 0,94 (Fig. 85E).

El análisis de los riesgos de sobrepasar los diferentes PBR al cabo de 25 y 49 años, muestra que todas las capturas presentan riesgos elevados luego de tantos años de capturas constantes, también se aprecia que los riesgos al cabo de 25 años son



muy similares a los de 49 años. Esto se produce por que el stock desovante no logra recuperarse y aumentar la abundancia (Fig. 86).

5.3.5 Tasa de explotación constante

La tasa de explotación fue definida como la fracción de la biomasa al inicio del año que es capturada a lo largo del año. Se analizaron tasas de 4 a 12%, ya que tasas mayores no se sostuvieron en las proyecciones, debido primero a fallas de la abundancia de machos y luego en la de hembras.

Las capturas proyectadas por el 2001 fluctuaron desde 10 mil t con la tasa de 12% hasta 3 mil t con la tasa de 4%. Mientras mayor fue la tasa más rápida fue la declinación de las capturas a lo largo del tiempo, esto genera que luego de 20 años las mayores capturas se obtengan con las menores tasas (Fig. 87A).

Debido a la naturaleza de esta estrategia siempre la biomasa del stock disminuye, logrando solo regular la velocidad de esta caída (Fig. 87B). La tasa de 12% al cabo de 49 años disminuye la biomasa prácticamente a cero, mientras que la de 4% la disminuye a 2 mil t (Fig. 87C).

Las mortalidades por pesca luego de disminuir se estabilizan y se mantienen constantes a través de los años, dependiendo su nivel del valor de la tasa de explotación y siendo similares entre los sexos (Fig. 88A y B). Destaca que la tasa de 12% no se sostiene más allá del año 2033.

Los reclutamientos proyectados según las diferentes tasas divergen a partir del 2005, ya que antes dependen de la producción de huevos del 2000. Las tasas menores al 10% generan una recuperación en los reclutamientos que dura hasta el año 2014, para luego disminuir sostenidamente (Fig. 89A y B). Esto se explica por que las tasas menores permiten que el stock desovante que proviene de años



anteriores tenga mayor sobrevivencia y por lo tanto produzca más huevos, pero una vez que estas cohortes pasan son los reclutamientos los que alimentan la nueva producción de huevos, los que a su vez son cada vez menores.

Los riesgos de sobreexplotar por crecimiento ($F_{0,1}$) son inexistentes con tasa de 4%, solo altos en los primeros años con tasas de 6% y siempre altos con tasas mayores a 8% (Fig.90A).

Los riesgos de sobrepasar la situación crítica de sobrepesca por reclutamiento ($F_{20\%PH}$), son inexistentes con tasa de 6%, altos en los primeros 5 años con tasas de 8% y muy altos ($>8\%$) con tasas mayores de 10% (Fig.90B).

Al aumentar el porcentaje de la producción de huevos virginal a dejar en el agua los riesgos aumentan para las distintas (Fig. 90C y D). El riesgo de no dejar el 66% de la producción de huevos virginal para que se recupere el stock es 1 para todas las tasas de explotación (Fig.90E).

En un horizonte de 20 y 49 años de proyección, se aprecia que solo las tasas de 4 y 6% generan riesgos bajos de sobrepesca por crecimiento ($F_{0,1}$) y de fuerte sobrepesca por reclutamiento o $F_{20\%PH}$ (Fig.91). La tasa de 4% también genera riesgos bajos de sobrepasar el objetivo de manejo de $F_{40\%PH}$. El riesgo que generan las tasas mayores son muy elevados para todos los PBR.

5.3.6 Tasa de explotación constante con umbral

A la estrategia anterior se le ha agregado un límite de producción de huevos que no puede ser disminuido. Este límite o umbral de producción de huevos se definió como el 20% de la producción de huevos registrada en 1981 y corresponde a $1,26e^{13}$ huevos. Cuando este umbral se alcanza la pesca se detiene (capturas se



igualan a cero) y se proyecta el stock sin pesca hasta que la producción de huevos aumente por sobre el umbral.

Para las diferentes de tasas de explotación se produce una probabilidad de alcanzar el nivel umbral, la cual es mayor mientras mayor sea la tasa de explotación (Fig.92A). Esta probabilidad es mayor en el 2001, luego disminuye y tiende a estabilizarse.

La captura promedio en 2001 resulta muy pequeña (500 t), debido a que más del 90% de los bootstrappings registran capturas cero por haber alcanzado el umbral (Fig.92B). Luego, el stock se recupera y las capturas crecen hasta 2500 t en el 2007, luego vuelven a bajar y subir para estabilizarse en torno a 2000 t. Mientras mayor es la tasa de captura mayor es la fluctuación que presenta la captura. Las biomazas proyectadas crecen y se estabilizan entre los 90.000 y 100.000 t (Fig.92C).

Las mortalidades por pesca presentan una conducta similar a las capturas, con un crecimiento inicial, después una disminución y luego un nuevo crecimiento con una estabilización en torno a 0,07 en las hembras y 0,1 en los machos (Fig.93).

Los reclutamientos bajan hasta el 2004 debido a la inercia de la producción de huevos de los años anteriores, luego crece y se estabiliza en torno a los 5 millones de hembras y machos (Fig.94A y B).

Debido a la limitación del umbral esta estrategia genera riesgos bajos de sobrepasar los diferentes PBR. Esto se debe a que cuando se alcanza el umbral las mortalidades por pesca son cero y se contabilizan como eventos deseados en el cálculo del riesgo de sobrepasar los PBR. Los riesgos de sobrepasar el $F_{0,1}$ no superan en promedio la probabilidad de 0,2, mientras que la probabilidad de



sobrepasar el F20%PH es cercano a 0,1 (Fig. 95). De forma similar los riesgos de superar F33%PH y F40%PH, se encuentran entre valores de 0,1 y 0,3, mientras que la probabilidad de superar el F66%PH es mayor alcanzando valores de 0,5 con tasas de captura de 12%.

Los riesgos al cabo de 20 y 49 años de proyecciones son muy similares y muestran valores muy bajos de sobrepasar F0,1, riesgos inexistentes de sobrepasar el F20%PH y riesgos de sobrepasar F33%PH similares a los riesgos de F0,1 (Fig.96).

5.3.7 Escape constante de huevos

Se analizaron tres niveles de escapes que corresponden al 20%, 33% y 66% de la producción de huevos registrada en 1981, los cuales corresponden a 1,26e13, 2,08e13 y 4,16e13 huevos, respectivamente.

Las capturas promedios generadas con escape constante de huevos de 1,36e13 huevos crecen desde 1500 t en el 2001 hasta 2400 t en el 2006, luego disminuyen a 1200 t en el 2011, para después crecer y estabilizarse en niveles de 1800 t. (Fig. 97B) Para producir un escape de 2,08e13 huevos las capturas promedios deben ser nulas en el 2001 e ir aumentando lentamente hasta 300 t en el 2013, luego éstas crecerán a mayores tasas alcanzado niveles asintóticos de 2500 t a los 49 años. Para permitir que la producción de huevos crezca hacia un escape de 4,16e13 huevos no se deben realizar capturas significativas (>100 t) hasta el 2025, para luego aumentar hasta 1000 t en el 2049.

Debido a las incertidumbres de las simulaciones, existe para cada nivel de escape una probabilidad o riesgo de suspender las capturas. Para los primeros 5 años de proyección las probabilidades de suspender las capturas son altas para los tres niveles de escape (Fig. 97B). Para generar el nivel de escape más bajo, que corresponde al 20% de la producción de huevos del año 1981, la probabilidad de



mantener cerrada la pesquería sólo disminuye al 0,1 al cabo de 8 años. Las probabilidades de necesitar suspender las capturas para alcanzar el escape de $2,08e13$ huevos se mantienen altas ($>0,8$) hasta el 2017, luego disminuyen sostenidamente hasta llegar a una probabilidad de 0,2 en el 2049. La probabilidad de mantener cerrada la pesquería para generar un nivel de $4,16e13$ huevos (66% de los huevos de 1981) es muy alta (0,8) durante todos los años de la proyección.

Para evaluar si se logra alcanzar el escape de huevos deseados se analizó el número promedio de huevos proyectados con respecto a los tres niveles de escape. El nivel de escape menor se puede alcanzar rápidamente al cabo de 4 años, el nivel intermedio al cabo de 30 años y el nivel más alto no se logra alcanzar en los 49 años proyectados (Fig. 97C). Consecuentemente, las biomásas del stock, para el nivel de escape menor, crecen y se estabilizan en torno a las 92 mil t luego de 22 años, las biomásas del nivel de escape intermedio crecen alcanzando asintóticamente niveles de 150 mil t al final de los 49 años y las biomásas del nivel escape mayor crecen linealmente durante todo el período alcanzando las 200 mil t en el 2049, sin embargo estas biomásas aún son incapaces de generar el nivel de escape deseado (Fig. 97D).

Las mortalidades por pesca promedio para generar los $1,26e13$ huevos crecen desde 0,08 hasta 0,11 en el 2005 y luego disminuyen para estabilizarse alrededor del valor 0,07 luego de 20 años (Fig.98). El nivel intermedio de escape genera mortalidades por pesca muy bajas hasta el 2012 y luego estas crecen para alcanzar el nivel de 0,06 en el 2049. Las mortalidades por pesca generadas para el nivel mayor de escape son prácticamente nulas.

Debido a que el modelo stock-recluta usado en la proyección tiene una conducta lineal, las conductas de los reclutamientos son similares a la de la producción de huevos con el desfase de 4 años correspondiente. De esta forma el nivel de escape



menor genera un nivel de reclutas constante al cabo de 10 años de 10 millones de individuos, que representan el 10% de los reclutas de 1981. (Fig.98). El nivel de escape intermedio genera reclutamientos crecientes que alcanzan en el 2049 un nivel asintótico de 15 millones, que corresponden al 14% de los reclutas de 1981. El nivel de escape mayor produce reclutamientos siempre crecientes que llegan en el 2049 a 21 millones que son el 18% de los reclutas de 1981 (Fig. 99).

Estos riesgos fueron calculados con el resultado del total de los 1000 bootstrapins por lo que consideran una gran cantidad de valores de mortalidad por pesca igual a cero, lo que determina que los riesgos de sobrepasar los PBR sean todos muy bajos. Por lo tanto, las altas probabilidades de cierre de la pesquería están considerados como eventos que no generan riesgo, ya que no superan los PBR y protegen al recurso (Fig. 100). La única excepción es el riesgo de sobrepasar el $F_{66\%PH}$ de huevos el cual es alto para el escape de $1.26e^{13}$ huevos durante los primeros 10 años de proyección. Si embargo, a los 20 y 49 años de proyección todos los riesgos de sobrepasar los PBR son muy bajos o inexistentes (Fig. 101).

5.3.8 Evaluación de stock de congrio dorado

En la figura 102, se muestra la trayectoria promedio de la CPUE y el intervalo de confianza al 95%. Se puede apreciar que el intervalo es estrecho, revelando la baja variabilidad que tuvo esta variable. La CPUE presenta una tendencia decreciente entre 1986 y 1993 alcanzando un tercio de la magnitud para luego paulatinamente ir aumentando hasta 1997 llegando alrededor de las 400 t/h.a.

Los residuos de los ajustes de la función objetivo ($CPUE_{obs} - CPUE_{est}$), para los dos sexos y las edades que se consideraron se muestran en la figura 103. En los machos, se aprecie que la edad 14 es la que presenta mayores valores de residuales, en especial el año 1989. A excepción de la edad mencionada, los residuales presentan un comportamiento bueno en ambos sexos, con valores



relativamente bajos y sin una tendencia definida, lo que nos indica que estamos en presencia de una estimación no sesgada.

La estimación de biomasa realizada por el programa ADASIM, muestra una considerable disminución de esta variable (Figura 104), decayendo de 77.539 toneladas en 1987 a 24.815 en 1995 lo que significa una disminución a un 32% (Tabla 38). No obstante, en 1996 se produjo un leve repunte de la biomasa a niveles de 33.000 toneladas, manteniéndose estable hasta 1998. Los límites de confianza para la estimación son relativamente estrechos obteniendo estimaciones para el último año de 26.566 t como límite inferior y 39.723 t como límite superior.

El número de efectivos, también muestra una disminución aunque no tan marcada como la biomasa, variando de 17.856.492 en 1986 a 11.144.067 en 1998 (Tabla 38 y figura 104). Para esta variable, el intervalo de confianza es más amplio observándose por ejemplos valores de 8.497.889 como límite inferior y 15.870.408 como límite superior en 1998. La caída del número de individuos en el último año, estaría respondiendo a la abrupta disminución de los reclutas (Figura 104), los que llegaron a 2.393.965 efectivos en 1998 (Tabla 38), lo que corresponde a un 19% de los reclutas presentes en 1982.

En la figura 105 y tabla 39, se muestran las trayectorias de la mortalidad por pesca para machos y hembras, se aprecia que hasta el año 1996 ambos tienen las mismas tendencias, pero a diferentes niveles. El gran aumento de la mortalidad por pesca entre 1982 y 1990 se debe a la entrada de los espineleros industriales y su aumento en los años siguientes, sin embargo, esto provocó la disminución progresiva del stock. Lo anterior llevo a normar la extracción del recurso en 1992 provocando que se estabilice la mortalidad por pesca. La diferencia en las tendencias entre sexos en los últimos años se debe al número de efectivos de cada sexo presentes en el ambiente.



5.3.9 Relación stock-recluta

Considerando las 1000 estimaciones de número de reclutas de edad 3 y de huevos producidos, se procedió a ajustar una relación stock – reclutas para cada una de los 1000 bootstrapings, tomando en cuenta que esta relación se ve afectada por factores ambientales, que en este caso correspondería al índice de oscilación del sur (I.O.S), ello con el objetivo de conseguir una aproximación lo más realista posible para la posterior proyección de los reclutamientos a partir de los parámetros generados de los ajustes. Los ajustes realizados se consideran adecuados para una relación de este tipo, como puede observarse en la figura 106, donde tanto en machos como en hembras el vector estimado sigue la tendencia de los datos. La forma de la relación entre los parámetros de la función de Ricker depende estrechamente de la forma y tendencia que mantengan los datos a considerar (Figura 106).

5.3.10 Puntos biológicos de referencia

Los histogramas de las frecuencias de ocurrencia de los intervalos de los puntos biológicos de referencia (PBR) se muestran en la figura 107, es notable el hecho que sólo $F_{0,1}$ muestra una distribución tipo poisson, en tanto que en los demás PBR esta se ve truncada hacia valores mayores de F . Esta situación se debe principalmente a dos factores, uno dice relación con la baja variabilidad mostrada por la CPUE, y el otro con la mayor variabilidad introducida en la mortalidad natural a través de su distribución uniforme. Otro factor que afecta las estimaciones de PBR, es la relación existente entre el patrón de explotación y la ojiva de madurez (Aguayo *et al.* 1999).



5.3.11 Estrategia de captura constante

La probabilidad de no alcanzar diferentes capturas constantes a través del tiempo, se muestra en la figura 108. Se observa que a medida que aumenta el nivel de captura constante, la probabilidad de no alcanzarla es mayor y que a partir del quinto año de aplicada esta medida, la posibilidad de que no se cumpla con la captura constante se estabiliza. Lo anterior se corrobora en la figura 108, en donde se aprecia que tanto a los 20 como 49 años la probabilidad es la misma para cada una de los diferentes niveles de captura. Sin embargo, sólo para el PBR de F66%PH existe un riesgo evidente de que se falle en capturar 4500 t.

En lo que dice relación con los niveles de reclutamiento, en los machos estos disminuyen a medida que aumenta el nivel de captura que se desea mantener en el tiempo, mostrando variaciones entre los seis millones de individuos a menos de un millón según el nivel de captura, tendiendo a una estado estable a partir del año 31 para las capturas mayores y en el año 8 en los dos niveles más bajos (Fig. 108). En las hembras la situación es diferente, produciéndose oscilaciones en la trayectoria que varían entre los 3,6 millones y los 2,5 millones de individuos.

Las F_{max} proyectadas son obviamente más altas para los mayores niveles de captura. No obstante, en todos los casos estas tienden a disminuir logrando una asíntota, alcanzando niveles entre los 0,2 y 0,05 a partir del año 35 de aplicada la estrategia (Figura 108).

Al contrario de lo ocurrido con los valores de F_{max} , las trayectorias de biomasa tienden a aumentar hasta el año 17 para luego estabilizarse en distintos niveles, cada uno correspondiente a su nivel de captura, mostrando una gradación lógica, en que los mayores niveles de biomasa se obtienen al mantener las menores capturas.



Riesgo de sobrepasar los las estimaciones de Puntos Biológicos de Referencia (PBR).

En la figura 109, se aprecia que en todos los PBR se produce una disminución del riesgo de que las mortalidades por pesca proyectadas sobrepasen las estimadas como PBR, estableciéndose una asíntota, la que se logra más o menos rápido dependiendo del nivel de captura que se trate. Este comportamiento es lógico dado que a medida que pasa el tiempo, dependiendo del grado de recuperación del stock, al mantener siempre la misma captura las tasas se hacen cada vez menores alcanzando un mínimo en el punto de equilibrio. Por otra parte, el riesgo medido a 20 y 49 años nos indica que a mayor captura mayor riesgo de que esta no sea alcanzada (Figura 110).

5.3.12 Estrategia de escape constante de huevos

Al observar las trayectorias de los indicadores de captura, biomasa, reclutamiento y F_{max} proyectados, se observa una clara estabilización de cada indicador en los distintos niveles de escape de huevos. Esta estabilización se logra alrededor del quinto a décimo año de aplicada la estrategia. Con la estrategia de escape del 33% de los huevos ($6.2E11$ huevos), las capturas se estarían manteniendo a niveles similares a los actuales (Figura 111).

Al analizar la figura 112, se observa que a excepción del PBR20%PH, al dejar el 20% ($3.7E11$) y 33% ($6.2E11$) de la producción de huevos de 1982 en el agua se tiene un riesgo cierto de sobrepasar los PBR estimados. Por otra parte al dejar 66% ($1.36E12$) de los huevos de 1982 en forma constante, los PBR de $F_{0,1}$, $F_{40\%PH}$ y $F_{66\%PH}$ muestran que tendrían un riesgo eminente de ser sobrepasados, esto a partir del séptimo año de implementada la estrategia. Este hecho se ve reforzado al observar el riesgo estimado a 20 y 49 años (Figura 113).



En otro sentido, la figura 112 b muestra el riesgo de que no se logre dejar el número de huevos deseado en el ambiente. Esto indica que al menos en el período de tiempo estipulado, siempre se lograría el objetivo de manejo, esto dado que en ningún nivel de escape de huevos, el stock se ve sobrepasado por la estrategia. Se debe poner atención en el hecho que cuando se desea dejar un nivel del 66% de los huevos en el agua, el primer año se da la probabilidad cierta de que esto no se logre, sin embargo, como el objetivo apunta a un período de largo plazo, se lograría cumplir con él satisfactoriamente.

5.3.13 Estrategia de tasa de explotación constante

Las trayectorias proyectadas de los índices más importantes del stock se presentan en la figura 114, en ella es posible apreciar que cuatro de las cinco tasas consideradas provocan un aumento de la biomasa hasta un nivel asintótico, considerando que a mayor tasa de explotación menor el grado de aumento de la biomasa. En tanto que la tasa de 0,21 provoca que el stock disminuya rápidamente, aún cuando, al igual que las otras esta tiende a estabilizarse pasados los 20 años de su aplicación.

En el caso de las capturas ocurre algo similar que con las trayectorias de biomasa. En este caso, dado que con una tasa de explotación elevada (0,21) el stock se reduce ostensiblemente no es posible mantener capturas mayores a 1000 toneladas en forma constante. Por su parte, las otras tasas muestran una estabilización de los niveles de captura después de 20 años en valores que oscilan entre las 4200 y 5000 toneladas, dependiendo de la tasa de explotación a considerar.

Los reclutamientos de ambos sexos muestran que la tasa de 0,21 provoca una rápida disminución de los efectivos de edad 3 (Figura 114). En las hembras los reclutamientos se estabilizan alrededor de los tres millones y medio ejemplares en las restantes tasas de explotación. En los machos en cambio se produce una



disgregación, observándose un aumento de los reclutas a tasas de explotación por debajo de 0,14, tendiendo a estabilizarse entre los tres millones setecientos mil y cuatro millones setecientos mil individuos, dependiendo de la estrategia, en tanto que para una tasa de 0,14 se produce rápidamente una estabilización a dos millones seiscientos mil reclutas.

Las proyecciones de F_{max} , muestran una banda constante y estable para las tasas de explotación menores a 0,21, mientras que esta última muestra presenta un aumento constante desde principios de la serie.

El riesgo de sobrepasar los PBR estimados se entrega en la figura 115. En ella se aprecia que en todos los casos para una tasa de 0,21 existe una probabilidad cierta de sobrepasar los PBR estimados. Por otra parte, si analizamos el comportamiento de las curvas obtenidas para los PBR de porcentaje de producción de huevos, nos daremos cuenta que a medida que aumenta el porcentaje de huevos a ser mantenidos en el ambiente, mayor número de niveles de tasas de explotación tienden a sobrepasar los PBR con una probabilidad cada vez más alta.

Al revisar las gráficas de riesgo de sobrepasar los PBR a 20 y 49 años (Figura 116), se corrobora lo anteriormente expuesto, obteniéndose los mismos resultados en ambos horizontes de tiempo.

De lo anterior se desprende que de mantenerse una tasa de 0,14 (tasa actual), sólo se sobrepasarían los PBR de $F_{0,1}$ y mayores a $F_{33\%PH}$ estimados en la actualidad, obteniéndose biomazas alrededor de las treinta mil toneladas y capturas aproximadas a las 4500 toneladas.



5.3.14 Estrategia de tasa de explotación constante con umbral de escape

Al igual que en el caso anterior (tasa de explotación constante), las trayectorias de biomasa, captura y reclutamiento siguen una tendencia ascendente los primeros años para luego estabilizarse a diferentes niveles dependiendo del nivel de explotación de que se trate (Figura 117). Sin embargo, cuando nos referimos a la mayor tasa de explotación (0,21), el nivel en que esta se estabiliza se logra en forma abrupta, debido a que una vez alcanzado el nivel umbral de huevos (20% del número de huevos en 1982), no se permite que la acción de la pesca lo sobrepase, por lo que estos niveles mínimos son mantenidos. De lo anterior se desprende que sólo a tasas inferiores a 0,21, no se alcanza el nivel mínimo de huevos que se desea mantener. Para las trayectorias de F_{max} , la situación es similar sólo que a la inversa, obteniéndose un mayor valor de F a una tasa de explotación más alta. Aquí nuevamente se hace notar el efecto del umbral de escape en la tasa de 0,21, haciendo que F_{max} no continúe creciendo mas a partir del año 11.

Al analizar los riesgos de que se sobrepasen los valores de PBR estimados, las trayectorias obtenidas son similares a las de tasa de explotación constante, sólo varían en el hecho que para una tasa de 0,21 no se logra llegar a un valor cierto (1) de probabilidad (Figura 118), dado que en muchos casos en que se sobrepasaba el umbral de huevos estipulado, se detiene la pesca, es decir, la mortalidad por pesca se hace cero (0) en años y boots determinados, esto provocó que al estimar la probabilidad anual no se lograra alcanzar la probabilidad cierta (1), que los PBR sean sobrepasados con una tasa de explotación de 0,21, como ocurría cuando no era considerado un umbral de huevos.

Para los riesgos estimados a 20 y 49 años, se producen los mismos fenómenos que en la tasa de explotación constante, sólo que a una tasa de remoción de 0,21 (alta) nunca se logra la probabilidad cierta (Figura 119), debido a lo expuesto en el párrafo anterior.



En general en todas las estrategias analizadas los riesgos estimados a 20 y 49 años corroboran las tendencias globales de cada estrategia específica y además son iguales entre sí (20 y 49 años), esto ya que en todos los casos a los 20 años ya se ha producido una estabilización en un determinado nivel del riesgo asociado a cada estrategia y subnivel de ella.





6. DISCUSION

6.1 Objetivo específico N° 1

Revisión y/o recopilación de todos los antecedentes biológicos pesqueros disponibles sobre los recursos en estudio.

6.1.1 Procesos pesqueros

La Pesquería Demersal Sur Austral (PDA) que se inició en 1976 con la flota arrastrera fábrica y posteriormente incorporándose las restantes flotas (arrastrera hielera, espinelera fábrica, espinelera hielera y artesanal) ha pasado por una sobredimensión de la flota, la cual ha tenido un efecto negativo en las biomásas de los recursos merluza del sur y congrio dorado y como consecuencia también la actividad económica. Esto último ha llevado como resultado general a una reducción de la flota, que actualmente se encuentra estable dado el congelamiento de nuevos permisos de pesca, es decir un “congelamiento del esfuerzo”.

La reducción de la actividad de las diferentes flotas también ha significado una reorientación de la captura hacia otras especies en la PDA, es así que la flota espinelera fábrica también dirige esfuerzo de pesca a la captura de bacalao de profundidad, principalmente en el segundo semestre. Por otro lado, los buques arrastreros en los últimos años han acrecentado el interés en capturar merluza de tres aletas (para surimi) y merluza de cola (para filete congelado y harina), como también a la captura de orange roughy.



Este escenario muestra que la PDA es una pesquería multiespecífica y que su dinámica no solo responde a la situación de biomasa y patrones biológicos de las principales especies objetivos, sino también de las necesidades empresariales de mercado para mantener sustentable sus actividades comerciales.

Por otro lado, la dinámica de la flota industrial de la PDA ha estado afecta a limitaciones de administración de los recursos, como son los límites geográficos de operación, las zonas administrativas, las vedas en los recursos, tallas mínimas de captura, y otras restricciones, entre las cuales encontramos las cuotas de capturas anuales en merluza del sur y congrio dorado zonificadas por zonas y flotas.

La variación espacio temporal del esfuerzo y las capturas de pesca de merluza del sur y congrio dorado ha tendido a una disminución y estabilización en los últimos años. Lo cual ha significado una fuerte reducción de los rendimientos de pesca (nominales) de merluza del sur y congrio dorado hasta 1993, para posteriormente estabilizarse en valores muy inferiores respecto de los inicios de la PDA. Este escenario actual de estabilidad de estos indicadores no es argumento para vislumbrar una posible recuperación de los recursos en estudios. Para ello se requiere contar con mayores elementos técnicos (biológicos y pesqueros) cuantificables que permita inferir el estado o diagnóstico de los recursos.

Estos antecedentes describen principalmente a merluza del sur y congrio dorado en una delicada situación de sobreexplotación (Aguayo *et al.* 1986, 1992 y 1994), en una pesquería compleja en que se conjugan diversos factores biológicos, pesqueros, administrativos y mercado. Por tanto, el modelo planteado en el estudio para la evaluación del stock de los recursos objetivos intenta recoger esta gama de factores, contando con la mayor información histórica de la PDA.



No obstante, se sugiere generar estudios que evalúen de mejor forma aspectos inherentes a factores pesqueros, como es la selectividad, uso de nuevas tecnologías en la pesca (redes) y detección, y como las variaciones de mercado que reorientan la actividad operacional de la flota.

Otro aspecto importante es generar medidas administrativas y de control que permitan aumentar la confianza en la fidelidad de los datos de bitácoras de pesca, situación que es una restricción en las bases de datos empleadas en el estudio.

Por último, este análisis histórico de los principales indicadores pesqueros, como las fluctuaciones del número de embarcaciones, capturas, rendimientos de pesca y esfuerzo de pesca de las cuatro flotas industriales que operan en la PDA, permitió disponer de los antecedentes necesarios para realizar la estandarización del esfuerzo de pesca, que se requiere para construir un índice de abundancia relativa, a fin de calibrar la abundancia estimada por el procedimiento ADAPT.

6.1.2 Procesos biológicos

Los resultados entregados en este punto emergieron de una recopilación bibliográfica, en donde se presentan de forma resumida los principales antecedentes actualizados sobre los diferentes aspectos biológicos de interés para la evaluación de stock, presentándose situaciones que algunos antecedentes no han sido actualizadas, otros que requieren mayores antecedentes y por último otros que no se cuenta con información, para lo cual se debe generar los estudios para recabar los mayores antecedentes sobre los patrones biológicos de los recursos en estudio, con objeto de que los datos de entrada a los modelos de evaluación de stock tengan una menor incertidumbre.



Tanto merluza del sur como en congrio dorado se ha demostrado que existen evidencias que en el área que opera la PDA se está frente a una sola unidad de stock (Galleguillos, 1993; George-Nacimiento, 1993; Chong, 1993). No obstante estos mismos estudios no son concluyentes y sugieren mayores estudios incorporando nuevas técnicas.

En merluza del sur se ha sugerido una hipótesis de patrón migratorio, basado en la dinámica de la flota y las variaciones de los rendimientos de pesca espacio temporal, sugiriéndose migraciones latitudinales y migraciones entre aguas exteriores e interiores asociados a patrones reproductivos y de alimentación (Aguayo, 1995). Sin embargo, esta hipótesis requiere a la brevedad ser probada mediante estudios de marca y recaptura. En cambio, en congrio dorado no existen antecedentes, lo cual su desconocimiento no permite conocer su ciclo de vida, información básica para comprender la dinámica del recurso y precisar un adecuado modelo en la evaluación de stock. Por lo tanto, se sugiere invertir mayores estudios en dilucidar los patrones migratorios de ambos recursos.

Como se mencionó en merluza del sur, el patrón migratorio está asociado a patrones reproductivos, concentrándose merluza del sur (con altos rendimientos de pesca) principalmente entre julio a septiembre entre los 43° y 47° S para desovar y una segunda área entre los 52° y 54° S., con un máximo en la actividad reproductiva en el mes de agosto (Aguayo *et al.* 1990a); mes que actualmente se establece una veda en merluza del sur para toda el área de la PDA. En cambio en congrio dorado los antecedentes son menores que merluza del sur, pero se ha sugerido un aumento de la actividad reproductiva entre agosto y octubre principalmente entre los 41°28' y 47° S. (Aguayo *et al.* 1986d y 1994). Actualmente se encuentra en ejecución un proyecto FIP (99-15) orientado a dilucidar el período y las principales zonas de desoves en ambos recursos.



Los estudios de huevos y larvas dirigidas a merluza del sur y congrio dorado son escasos e irregulares en el tiempo, siendo necesario reforzar y mantener una continuidad con objeto de verificar la actividad de desove y comprender mejor el ciclo de vida de los recursos; antecedentes básicos para llegar a modelar y evaluar el estado de situación del recurso.

Estudios ejecutados por IFOP han identificado áreas de reclutas de merluza del sur en aguas interiores de la X y XI Región, siendo principalmente capturados ejemplares juveniles por la pesca artesanal en los meses de otoño e invierno (Céspedes *et al.* 1996a y b). Sin embargo, el conocimiento de la fracción juvenil en merluza del sur es aun escaso, sugiriéndose presencia importantes de ejemplares juveniles en aguas exteriores, para lo cual es necesario aumentar los estudios dirigidos a la identificación de las áreas de reclutamiento. Este es otro aspecto requerido para comprender el ciclo de vida del recurso. En el caso de congrio dorado no existen estudios dirigidos a dilucidar la presencia de áreas de reclutamiento o similares, por lo que es mayor el esfuerzo en lograr generar estos antecedentes; no obstante se ha sugerido una mayor presencia de ejemplares juveniles de congrio dorado hacia el norte del 47°S en aguas exteriores.

Tanto en merluza del sur y congrio dorado se ha logrado estimar la mortalidad natural por diferentes tipos de metodologías, quedando a criterio del investigador cual emplear en sus procesos de evaluación de stock; no obstante, estas estimaciones siempre requieren de una frecuente revisión. Los valores de mortalidad natural empleados recientemente en las evaluaciones de stock en merluza del sur son 0,26 y 0,17 para machos y hembras, respectivamente (Aguayo y Zuleta, 1989); mientras en congrio dorado son 0,28 y 0,25 para machos y hembras, respectivamente (Aguayo *et al.* 1986).



En ambos recursos también se han estimados las curvas de crecimientos para cada sexo (Ojeda y Aguayo, 1986; Chong y Aguayo, 1990), empleándose la técnica de lectura de edad de piezas duras (otolito). En general, las hembras crecen más que los machos; pero los estimados de crecimiento en ambas especies requieren de frecuente revisión y actualización.

En la fecundidad, merluza del sur desova un mayor número de huevos que congrio dorado para tallas similares, es decir merluza del sur presenta una fecundidad mayor que congrio dorado. Estas diferencias de fecundidad entre ambas especies están relacionadas con el comportamiento reproductivo y la estrategia de lograr una mayor sobrevivencia de los huevos y larvas, aspecto que se no existen mayores antecedentes. Por otro lado, en ambas especies las tallas que más aportan a la fecundidad son ejemplares con tallas que han reducido su presencia en las capturas, síntoma del grado explotación de los recursos.

6.2 Objetivo específico N° 2

Formular el o los modelos de evaluación de stock y/o explotación, considerando las características del recurso y su pesquería, así como también la calidad y cantidad de información disponible.

6.2.1 Primera aplicación del ADASIM en merluza del sur

Como primera opción se utilizó un procedimiento ADAPT para estimar la abundancia del stock. Este procedimiento considera la calibración del análisis secuencial de poblaciones con los rendimientos de pesca de las diferentes edades, mediante un procedimiento no-lineal de mínimos cuadrados. Los resultados obtenidos no fueron buenos, encontrándose una tendencia creciente de la abundancia del recurso hacia los últimos años, lo cual no es consistente con el estado de explotación del stock.



El análisis realizado indicó que la fuente principal de incertidumbre proviene de las matrices de captura a la edad, las cuales en los últimos años presentan un aumento importante de la presencia de individuos juveniles. Esta mayor presencia parece ser más bien un problema de muestreo que una condición real del stock, ya que en los últimos años la calidad e intensidad del muestreo en las áreas de juveniles han sido mejoradas notablemente con respecto a años anteriores.

Debido a ésto, fue necesario realizar una revisión detallada de la cantidad y calidad de la información que sustentan las matrices de captura a la edad. Para cada una de las 5 flotas (2 arrastreras, 2 espineleras y 1 artesanal) se revisó la información empleada en la construcción de las estructuras de tallas, las claves talla-edad, los parámetros de la relación longitud-peso y las estadísticas de capturas.

Esta revisión identificó la necesidad de complementar las matrices de captura en número considerando la información de exportaciones por calibres, con objeto de disponer de una mejor estructura de tallas de las capturas. En este contexto se revisó la información disponible en IFOP y en Aduana, determinándose la imperiosa necesidad de disponer información detallada de los registros que mantienen las propias empresas pesqueras, como son los calibres de los diferentes productos de exportación y la producción exportada detallada por calibre y producto. Para lo cual, se realizó una reunión con los representantes de las principales empresas, solicitándose la cooperación. Sin embargo, las empresas pesqueras demoraron en entregar estos antecedentes, generando un retraso considerable en la ejecución del presente proyecto, razón que permitió solicitar al FIP una extensión del contrato.



6.2.2 CPUE estandarizada

6.2.2.1 Merluza del sur

La estandarización realizada con los datos al nivel de lance muestran que es posible identificar el efecto de los años, las zonas, las estaciones y los diferentes poderes de pesca (barcos), aunque existe una cantidad importante (75%) de variabilidad que no es explicada por el modelo. Esto parece estar relacionado con la gran variabilidad de los datos cuando éstos se trabajan a la escala más fina, que corresponde al lance. No obstante, también es posible postular que el modelo no incorpora otros factores importantes que expliquen la variabilidad de los datos, especialmente cuando el recurso presenta una conducta de agregación reproductiva tan importante como en el caso de la merluza. Esta conducta de concentración tendería a generar niveles de CPUE relativamente estables a través de los años en la zona de concentración reproductiva (Zona1). Lo anterior se traduce en una interacción entre años y zonas que debe ser considerada cuidadosamente, ya que si se integra una CPUE global de todas las zonas, ésta tendrá una tasa de decaimiento que estará subestimada por la contribución relativamente estable de la zona de concentración reproductiva. Para los efectos de la evaluación de stock, ésto significa que la CPUE global no es directamente proporcional a la abundancia del stock, por lo que no puede ser utilizada en la calibración de los estimados indirectos de la abundancia.

Una alternativa de solución al problema de la zona de concentración reproductiva, es pensar que la proporcionalidad entre la CPUE y la abundancia se presenta sólo en aquellas zonas (2 y 3) en las cuales se verifica esta concentración reproductiva. De esta manera la solución se basa en construir la CPUE estandarizada sólo con los datos de estas zonas. El problema de esta alternativa es que existe una tendencia histórica de las flotas a concentrar su actividad en la época de reproducción para aprovechar los mejores rendimientos de pesca, disminuyendo



las capturas en las zonas 2 y 3. Por lo tanto, se puede decir que la CPUE estandarizada corresponde a la CPUE obtenida por una fracción menor de la flota, ya que las flotas actualmente operan principalmente en la zona 1. Resulta claro entonces que se deben invertir nuevos esfuerzos de investigación para mejorar la construcción de una CPUE estandarizada que sea realmente proporcional a la abundancia del stock.

Por otra parte, también es necesario verificar que en la zona 2 exista un área secundaria de concentración reproductiva. Esto podría explicar los buenos rendimientos obtenidos por los barcos espineleros fábrica entre los 50 y 52°L.S.

Considerando la CPUE estándar de la flota arrastrera fábrica estimada sin la zona 1, llama la atención el aumento verificado en los últimos años, ya que éste no se observa en la CPUE estandarizada de la flota arrastrera hielera que también fue estimada sin la zona 1. Dos explicaciones alternativas se pueden postular, la primera sería que existe una recuperación real del stock producto de la autorregulación del esfuerzo producido por la fuerte reducción del número de embarcaciones y por la regulación realizada por la autoridad en términos de las cuotas anuales de captura. La segunda explicación, se relaciona con la diferencia en las zonas de pesca, ya que la flota arrastrera hielera opera al norte del 47°S y al excluir la zona de reproducción la CPUE estandarizada corresponde sólo a las fluctuaciones de la abundancia en la zona norte más extrema, donde no parece existir otras zonas de concentración reproductiva. Por el contrario, CPUE estandarizada de la flota arrastrera fábrica corresponde a la obtenida al sur del 47°S, donde es posible que exista un segundo foco de desove, por lo que este crecimiento de la CPUE no sería una recuperación del stock. Sin embargo, también se puede argumentar que la CPUE del arrastre fábrica cubre una mayor zona, siendo por lo tanto la más representativa de la condición del recurso.



En consecuencia, aún existen interrogantes importantes sobre la CPUE como índice de la abundancia relativa del stock. La complejidad de este tema ha sido reconocida por el FIP, el cual está siendo abordado por un proyecto destinado a este tema.

6.2.2.2 Congrio dorado

Como especie fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza del sur, la estandarización de la CPUE por flota muestra diferencias de comportamiento. En la flota arrastrera fábrica los principales factores que explican el comportamiento de la CPUE son el Año, Mes, Barco y Zona, siendo el principal el factor Barco. En cambio, la flota arrastrera hielera los principales factores que explican la variabilidad de la CPUE son el Año y el Barco, siendo el Año el principal. Estas diferencias se explican por el régimen operacional de las flotas, la flota arrastrera fábrica tiene una mayor cobertura geográfica en donde los factores espacio temporales juegan un mayor rol en la CPUE, junto con diferencia que existen en las características entre los buques fábricas. En cambio, la flota arrastrera hielera opera prácticamente todo el año en una sola área (41°28' y 47°S), es decir la zona 1 para el caso de la flota arrastrera fábrica.

La tendencia decreciente de la CPUE estandarizada en congrio dorado hasta aproximadamente 1993 y posterior estabilización con leves incrementos no son señales fuertes de hablar de recuperación del recurso, sugiriéndose a igual que en merluza del sur una revisión de la estandarización del esfuerzo, con objeto de lograr un indicador de CPUE que explique de mejor forma las variaciones de abundancia, para su empleo como índice auxiliar en las evaluaciones de stock.



6.2.3 Estructuras de tallas desde exportaciones por calibre

Del proceso de estimación empleado se desprende que existe la posibilidad de reconstruir las distribuciones de tallas para la pesquería de merluza del sur a partir de las estadísticas de exportaciones y calibres. Una dificultad principal es la falta de información sobre algunas denominaciones de exportaciones por parte de la industria.

Para el logro de la actividad fue necesario la cooperación de las principales empresas pesqueras, las cuales aportaron información valiosa en términos de los niveles de producción por tipo de producto y calibres, como también sobre las características de estos calibres, en términos de sus estructuras de tallas y pesos. No obstante, el avance logrado se identificó la necesidad de complementar la información con los datos de exportaciones de Aduana.

El registro de exportaciones de todas las empresas se basó en la información contenida en los archivos del servicio de Aduanas que posee el IFOP. Sin embargo, debido a que la información de Aduana se recolecta para otros fines, los registros sobre tipos de recursos y calibres no presentan una nomenclatura definida, mezclándose una gran variedad de formas de referirse a un recurso y calibre, es que construir una base de datos para efectuar los procesos de transformación a estructuras de tallas significó una gran inversión de tiempo, empleándose procesamientos mediante filtros y funciones de selección. En este sentido, una vez generada la base de datos de exportaciones de merluza del sur se aplicó las diferentes conversiones y claves talla-calibre para transformar las estadísticas de exportaciones por calibre en exportaciones por talla.



Las nuevas estructuras de tallas generadas desde las exportaciones por calibre presentan una fuerte componente de individuos menores de 60 cm entre 1987 y 1991, la cual luego disminuye notablemente. Esta disminución de la frecuencia de tallas pequeñas se deberían a la entrada en vigencia en 1990 del decreto D.S(MINECON) N°245 que establece la talla mínima de captura en 60 cm, con lo cual disminuye el procesamiento de individuos bajo esta talla.

Las estructuras de tallas fueron transformadas a estructuras de edades, utilizando las claves talla-edad para el área total de la pesquería. La comparación de estas estructuras de edades con las provenientes de los muestreos de tallas de las capturas, que son las que habitualmente se emplean en la evaluación de stock, muestran que desde la edad 10 en adelante, ambas estructuras son similares. Esto valida el procedimiento de los calibres, ya que se generan resultados similares mediante fuentes de información completamente independientes.

La estructura de edad desde los calibres revelaron que desde 1987 hasta 1991, se capturó un gran número de individuos menores de 10 años de edad. Esto hecho, que no se observa en las estructuras de edad provenientes de los muestreos de las capturas, es justamente la mejora en la información que se buscaba, ya que se sabía que estas pescas de juveniles estaban subestimadas por problemas de bajo muestreo de las capturas artesanales. Consecuentemente, hacia los años más recientes, en los cuales ha mejorado el muestreo de los artesanales, las estructuras de edades mediante ambos procedimientos son similares.



6.3 Objetivo específico N° 3

Evaluar las estrategias de explotación que representan niveles de captura de mediano y largo plazo, considerando un análisis de riesgo que estime probabilidades de éxito o fracaso de los objetivos de conservación que se definan al efecto.

6.3.1 Evaluación de stock de merluza del sur

La nueva matriz de datos empleada es una mejora significativa en la evaluación de stock, ya que incorpora las capturas realizadas por los artesanales las cuales estaban muy subestimadas en los muestreos de IFOP. No obstante, esta mejora se basa en las exportaciones de los productos por calibre, razón por la cual su calidad depende del hecho que todo lo capturado sea exportado. Esto es valido hasta 1991 cuando no existía prohibición de pescar ejemplares pequeños, pero luego de establecida la talla mínima legal, los peces pequeños capturados han sido descartados, por lo que no se registra su captura en las exportaciones.

Solo recientemente, se dispone de evaluaciones directas del porcentaje de descarte en las capturas artesanales del recurso. Durante el año 1999 se midieron estacionalmente en terreno las estructuras de tallas y los niveles de descarte de las capturas artesanales en diferentes zonas de pesca, registrándose que el descarte puede llegar al 50% de los individuos capturados en algunas estaciones del año y algunas zonas de pesca (Rubilar *et al.* 2000).

El incorporar el efecto de los descartes en las matrices de datos y en los resultados de la evaluación de stock surge ahora como una de las prioridades de investigación. Los posibles efectos en los resultados obtenidos en la presente evaluación podrían ser un aumento de la mortalidad por pesca y por ende una mayor estimación de la



abundancia de los reclutas para los últimos años. Esto explicaría por que en la presente evaluación para los dos últimos años (1997 y 1998) se estimaron valores extremadamente bajos de reclutas, los cuales fueron considerados muy poco confiables y determinó que no se usaran en las proyecciones, las cuales se iniciaron desde los estimados de abundancia de 1996. También, es probable que las proyecciones de reclutas puedan indicar que la situación del stock es aún más crítica que la encontrada en el presente proyecto.

La selección del modelo de evaluación de stock aplicado en el presente proyecto se basó en los posibles efectos del nuevo contingente de individuos menores de 10 años presentes en la nueva matriz de datos. Se probaron dos familias de modelos, los modelos de solución hacia adelante o "forward" y los de solución hacia atrás o "backward". La ventaja de la solución "backward" es que las estimaciones de las abundancias de las edades mayores no son afectadas por la de las edades menores, es decir, si se realiza la evaluación del grupo 11+ solamente cortando la matriz de datos de la edad 10 hacia abajo, los estimados del grupo 11+ serán los mismos que al realizar la evaluación con todas las edades. Esto no sucede con el procedimiento "forward", ya que en este las estimaciones de la abundancia de las edades provienen de la disminución de las reclutamientos estimados por el modelo. También, se probaron modelos de análisis de captura a la edad integrados o "ICA" desarrollados en el "International Council for the Exploration of the Sea" (ICES), pero no fue posible obtener buenos ajustes. Finalmente, el modelo empleado corresponde a un análisis secuencial de poblaciones calibrado mediante un procedimiento ADAPT, el cual generó buenos ajustes, siendo capaz de reproducir las CPPUE por edades obtenidas por la flota arrastrera fábrica y hielera.

La disminución sostenida y simultánea de la producción de huevos y los reclutamientos indica que el stock ya se encontraba en situación de sobrepesca por reclutamiento entre 1981-1985, aunque los niveles de mortalidad por pesca de ese período se encontraban estabilizados. Esto se explica por que entre 1979 y 1980,



las capturas totalizaron 75 mil t, de las cuales 45 mil t fueron pescadas en la zona sur donde se encontraban los individuos de mayor tamaño, que son los que aportan más a la producción de huevos debido a su mayor fecundidad. También, es posible que a esto se haya sumado algún efecto del fenómeno de "El niño" de 1982, sin embargo no existen estudios a este respecto.

Un segundo hito en la sobreexplotación de la merluza del sur se produce a partir de 1987 con el ingreso del espinel. El ingreso del espinel artesanal generó una gran mortalidad por pesca sobre los individuos menores de 10 años de edad, como se demostró al incluir las nuevas estructuras de tallas las capturas generadas desde las exportaciones. También, en 1988 se llegaron a capturar 79 mil t del recurso, cuyo impacto se aprecia en el aumento de la mortalidad por pesca y de la tasa de caída de la biomasa.

Aunque en los últimos años, las capturas se han mantenido estable en torno a las 25 mil t, debido a las cuotas anuales de captura, la abundancia del recurso continúa disminuyendo, especialmente en las edades mayores del stock.

La condición actual del stock es de una clara sobrepesca por reclutamiento, ya que actualmente la producción de huevos es sólo el 20% de la producción de huevos de 1981. Debido a que la producción de huevos virginal que existía en 1977 debe haber sido mayor que la registrada en 1981, luego de soportar las 75 mil t capturadas en 1979-1980, la producción actual de huevos ciertamente se encuentra por debajo del 20% de la producción de huevos virginal.

La presente evaluación del stock concuerda con los trabajos anteriores de Aguayo *et al.* (2000), quienes realizan estimaciones de abundancia muy parecidas a las encontradas en el presente trabajo. Estos autores estiman una biomasa de 750 mil t y 188 mil t para 1981 y 1998, respectivamente. En el presente trabajo se estimó para 1981 una biomasa de 759 mil t, con intervalo de confianza al 95% que incluye



desde 675 mil hasta 857 mil t y para 1998 una biomasa de 148 mil t con intervalo al 95% desde 122 mil a 189 mil t.

La relación entre el stock y los reclutas muestra una relación lineal que refleja claramente la condición de sobreexplotación por reclutamiento del recurso y fue el que se empleó en las proyecciones de los reclutamientos. Sin embargo, los residuales de este modelo se relacionaron muy bien con la temperatura superficial del mar en Pto. Williams durante agosto. Esto permitió ajustar el modelo de Ricker con esta variable ambiental, sin embargo al emplear este modelo en las proyecciones de los reclutamientos considerando un remuestreo aleatorio de la variable ambiental, se generaron muchas fallas de reclutamiento, siendo las proyecciones muy sensibles a la simulación de la conducta de la variable ambiental. Aunque, este modelo finalmente no se empleó en las proyecciones de los reclutamientos, es la primera vez que se encuentra una clara correlación entre una variable ambiental y la dinámica del stock de merluza del sur.

Los reclutamientos de merluza del sur están relacionados con la producción de huevos y la temperatura superficial del mar de Pto. Williams en el mes y año del desove, lo que estaría reflejando el efecto de condiciones ambientales sobre los primeros estadios de la vida, como huevos y larvas. Por lo tanto, resulta claro que se deben invertir esfuerzos en estudiar la variabilidad de los reclutamientos considerando esta variable ambiental y la mejora en las estimaciones de la producción de huevos a través del estudio de la madurez y la fecundidad, las cuales también pueden cambiar como respuesta frente a los altos grados de sobreexplotación que presenta el recurso.



6.3.2 Estrategias de explotación en merluza del sur

La condición de sobreexplotación por reclutamiento que presenta la merluza, sus niveles actuales de abundancia, su relación stock recluta, así como los niveles de captura actuales (24 mil t en 2000), determina que una captura de 20 mil t anuales en forma constante no sea sostenible más allá de 4 a 5 años, ya que el recurso no tendría la biomasa suficiente para soportarla. Niveles de captura menores no permiten un plazo mucho mayor antes que esta estrategia falle. Es claro entonces que es muy poco probable mantener capturas constantes en el tiempo sin poner en serio riesgo el recurso y la pesquería.

Por otra parte, pescar siempre a una misma tasa de explotación (porcentaje de la biomasa al inicio del año) es solo posible cuando estas tasas son muy bajas (4 a 6%), ya que la renovación del stock es muy lenta y los aportes de reclutamientos son menores, por lo que el stock no alcanza a recuperarse en el tiempo. Aunque teóricamente siempre es posible capturar un porcentaje de la biomasa, existirá un límite en el cual esto ya no será rentable para la pesquería.

Al limitar las tasas de explotación constantes a una producción mínima de huevos que corresponde al 20% de la producción de huevos en 1981, y que en realidad representa un porcentaje aún menor con respecto al stock virginal, se enfrenta a la situación que el stock ya alcanzó este límite y por ende debería cerrarse la pesquería en los primeros años para permitir la recuperación del stock. Sin embargo, la recuperación sólo disminuirá la probabilidad de tener que cerrar la pesquería, la cual siempre se mantiene alta ($>0,5$) aún con tasas de explotación de 4%. Esta estrategia permite realizar en promedio de capturas anuales del orden de 2000 t.



Dejar escapar una cantidad de huevos constante para asegurar la renovación del stock parece ser lo más razonable y normalmente se recomienda, para un stock sano, mantener niveles de 33-40% de la producción de huevos virginales, mientras que para recuperar un stock muy explotado, como el caso de merluza del sur, se recomienda aumentar este porcentaje a 66%. Como una aproximación, obviamente subestimada de la producción virginal de huevos, se consideró la producción de huevos de 1981, calculándose estos dos niveles de escape. Sin embargo, el caso de merluza del sur también fue interesante evaluar la opción de mantener un nivel de escape similar a la producción de huevos actuales, que corresponde a un 20% de la producción de huevos de 1981.

La situación extremadamente crítica del stock queda reflejada en el hecho que para mantener la producción actual de huevos, existe una probabilidad muy alta ($>0,5$) para los primeros 5 años de cerrar la pesquería. Esto significa que la producción de huevos del stock en las condiciones actuales no se puede mantener si se continúa pescando, ya que las capturas se basarían en una cantidad cada vez menor de stock desovante. De aplicar esta estrategia, se debería reducir drásticamente y de inmediato la captura a niveles de 1500 t, los cuales luego se estabilizarían en 1800 t en el mediano plazo (20 años).

Obviamente, los niveles de escape de huevos mayores requieren un cierre de la pesquería, para que se recupere la abundancia del stock desovante y aumente la producción de huevos a un 33% de la presente en 1981, la pesquería debería permanecer cerrada por a lo menos 25 años. Este lapso de tiempo concuerda con el número de edades en la pesquería, lo cual implica la renovación de todas las cohortes presentes en el stock.

El nivel de escape de huevos igual al 66% de producción de huevos de 1981, no es alcanzable en los 49 años de proyección aunque permanezca cerrado el stock durante todo el período, esto quiere decir que la renovación del stock es muy baja y



que los reclutamientos que se producirán, dado los niveles actuales de stock desovante, serán muy bajos, alcanzando en el 2049 solo el 18% de los reclutamientos registrados en 1981.

6.3.3 Evaluación de stock de congrio dorado

Las estimaciones realizadas en este estudio se basan en la utilización del algoritmo ADAPT en su versión modificada por Payá y Bustos (1999), el cual considera una modelación de tipo ASP. Se eligió este modelo principalmente por dos razones. La primera dice relación con su utilización en evaluaciones anteriores de este recurso, con lo cual se pretendía ser consistente y tener bases para una posterior comparación de resultados. En segundo lugar, se ha demostrado que los procedimientos que reconstruyen poblaciones retrocediendo en el tiempo (análisis "backward") son robustos y consistentes en sus estimaciones (Lasen y Kirkegard, com pers), tanto así que estos son utilizados como calibradores de procedimientos "forward" tales como filtros de Kalman, que hoy en día se considera una metodología de punta para análisis de evaluación de poblaciones.

Para poder efectuar en buena forma la estimación de stock, se tuvo que realizar modificaciones al algoritmo ADAPT para así poder representar en mejor forma los cambios ocurridos en la pesquería por motivos de modificaciones en la presión y estrategia de captura que se advierte entre los años 1982 y 1990 como un período distinto al comprendido entre los años 1991 a 1998. Esto se logró precisamente estableciendo un año límite como final del primer período para la estimación de las capturabilidades, considerando que este sería un parámetro adecuado para recoger los cambios. Esta modificación provocó que el ajuste mejorase significativamente, reduciéndose la magnitud de los residuales y prácticamente no se apreciaran tendencias, como las que se obtuvieron sin considerar dos períodos de selectividad. Por otra parte, el patrón de explotación utilizado da cuenta del promedio de los patrones de explotación del período 1994 – 1997, esto fue producto de un



exhaustivo análisis de los residuales y las trayectorias de biomasa al utilizar patrones de explotación de diferentes períodos, como por ejemplo el promedio de la serie histórica, obteniéndose residuales de gran magnitud y con tendencias para el período más reciente de la serie. Además al considerar un patrón de explotación promedio para los últimos años de la serie, se asume que éste será similar en los años siguientes y sería el más adecuado para realizar proyecciones del stock.

En términos generales, los resultados de la evaluación son consistentes con los obtenidos en años anteriores Aguayo *et al.* (1997–1999) en términos de tendencia, sin embargo existe discrepancia en los niveles debido a la introducción de nuevos datos como a la información de índices auxiliares utilizada. En este estudio, el índice de CPUE correspondió al de la flota Arrastrera hielera, dado que en los análisis previos se concluyó que este representaba en mejor forma las tendencias en la abundancia del congrio dorado que el índice combinado usado anteriormente por Aguayo *et al.* (*op. cit.*). En lo que respecta a la CPUE, esta fue tomada de las estimaciones realizadas para el informe de CTP de congrio del año 2000 (Aguayo *et al.*, 1999). Fuera de lo anteriormente citado, los datos básicos de entrada para la realización de un ASP son los mismos que los utilizados en evaluaciones anteriores.

La proyección de los reclutamientos fue realizada a partir de una relación stock – recluta tradicional en la literatura, como es la ecuación de Ricker (1975). Normalmente este tipo de ecuación no da muy buenos resultados al realizar los ajustes con los datos de huevos y reclutas producidos a partir de los mismos. Sin embargo, en nuestro trabajo se modificó la ecuación de Ricker adicionando un parámetro que da cuenta de la influencia de factores ambientales que afectarían la relación entre huevos y reclutas. Al incorporar esta variable al modelo, se logró recoger en buena forma las tendencias mostradas por los datos, tanto en machos como en hembras, para las 1000 estimaciones de datos bootstrap realizadas. En este caso se utilizó como variable ambiental el Índice de Oscilación del Sur,



asumiendo que aún cuando esta variable esta relacionada con fenómenos atmosféricos, tiene una fuerte influencia en el ambiente marino, especialmente relacionados los eventos de El Niño y por ende estaría afectando secundariamente la sobrevivencia de huevos y larvas.

En lo que respecta a la estimación de la biomasa desovante y la producción de huevos se debe expresar que éstas se basan en una única estimación de fecundidad y madurez para este recurso realizada en Chile por Chong (1993), por lo que esta podría haber cambiado en años más recientes. Además, esta situación no permite contar con puntos de comparación.

6.3.4 Estrategias de explotación en congrio dorado

Las estrategias de explotación aquí analizadas corresponden a las más utilizadas y recomendadas en la literatura, dependiendo de las características del recurso es como cada una de estas responderá a cada una de ellas.

Para el caso de mantener una captura constante de congrio dorado, queda en evidencia que capturas mayores a o iguales a las 4.000 t tienen una alta probabilidad de no ser alcanzadas en el período aquí proyectado. No obstante, diferentes niveles de biomasa y reclutamiento podrían ser mantenidos en el tiempo, sin embargo estos son bajos a niveles de captura de sobre 4.000 t.

Si consideramos la posibilidad de implementar una estrategia de dejar una cantidad constante de huevos en el ambiente, surge de inmediato la interrogante ¿Qué cantidad de huevos es adecuada dejar en el agua?. En variada literatura de manejo, se ha propuesto que cuando se está bajo un 20% de la producción de huevos de un stock en estado virginal, nos encontramos en una situación de sobre explotación del recurso. Por ello hemos considerado analizar que sucede con el recurso cuando adoptamos la estrategia de dejar un 20%, 33% y 66% de los huevos sin pescar en



forma constante por un período determina de tiempo. Los resultados nos muestran que si optamos por elegir dejar el 20% de los huevos vemos que todos los indicadores tienden a disminuir en los primeros 5 a 10 años para luego estabilizarse, mientras que cuando elegimos dejar un 33% o un 66%, estos índices se mantienen a niveles similares a los actuales o aumentan, respectivamente. De lo anterior, podemos inferir que si deseamos mantener niveles actuales o mejorarlos deberíamos estar dispuestos a dejar en el ambiente niveles iguales o superiores a un 33% de los huevos, o lo que es lo mismo una parte de la biomasa desovante que produzca esos porcentajes de huevos todos los años.

Si en cambio, nos inclinamos por mantener una tasa de explotación constante, es decir, capturar siempre un mismo porcentaje del stock cada año, vemos que con tasa mayores a un 14% todos los indicadores muestran una ostensible disminución. Con una tasa igual al 14%, las biomazas se mantienen alrededor de 30.000 t, pero con captura cercanas a las 4.000 t y los reclutamientos estabilizados a un nivel relativamente bajo. En definitiva tasas iguales o inferiores a un 14% podrían ser sostenibles en el largo plazo.

Si consideramos ahora la misma estrategia anterior pero con la condicionante de dejar un nivel mínimo de huevos en el ambiente, estaríamos definiendo la estrategia de tasa de explotación constante con umbral de escape. En este caso, vemos que las trayectorias de los indicadores del stock son muy similares a las de la estrategia anteriormente analizada, la diferencia radica que a una tasa de captura de un 21% del stock se produce una estabilización en niveles bien determinados en cada uno de los indicadores. Esto se debe al hecho que una vez que se alcanza el umbral (20% de la producción de huevo del año 1982), se deben suspender en forma inmediata la presión de pesca, con lo que se logra una recuperación del nivel de huevos existente pudiendo re-iniciarse la captura. En el caso del congrio dorado la recuperación de un nivel adecuado de huevos es bastante rápida, de un año al siguiente. Ello se explica por el hecho que la producción de huevos es adecuada



para mantener al stock por sobre el 20% de huevo establecido, sin embargo, la captura del 21% deprime en tal forma el stock que este no es capaz de alcanzar el mínimo de huevos que se desea.

De acuerdo con los resultados, optar por una estrategia de captura constante, podría ser adecuado sólo si pesca cantidades iguales o inferiores a las 3.500 t asumiendo un riesgo de un 35% que esta última cifra no fuese alcanzada y esto de acuerdo con los requerimientos de la empresa sería muy poco probable. Con el resto de las estrategias, vemos que si optamos por niveles medios (14%) o bajos de explotación la pesquería, luego de un ajuste de no más de 5 años de aplicarse la estrategia, estaría en condiciones de mantener en el largo plazo niveles de captura similares o levemente superior a los actuales, dado que el stock estaría en buenas condiciones para ello. Por otra parte, al optar por una estrategia de escape constante con porcentajes iguales o mayores a un 33% de los huevos producidos en 1982, se obtendrían capturas equivalentes a las mencionadas anteriormente.





7. CONCLUSION

7.1 Objetivo específico N° 1

La Pesquería Demersal Sur Austral (PDA) se caracterizó por una sobredimensión de la flota y por ende del esfuerzo, uno de los factores que explica la disminución de las biomásas y rendimientos de pesca de merluza del sur y congrio dorado.

La PDA es una pesquería multiespecífica, lo cual producto de la caída de los rendimientos de pesca de la especie objetivo (merluza del sur) ha permitido en estos últimos años a las empresas reorientar el esfuerzo de pesca a recursos que abastezcan otros mercados.

Por tanto, la PDA es una pesquería compleja y muy dinámica, no obstante es posible identificar patrones de operación para cada una de las flotas, las cuales en su historia han estado afectas a normativas que limitan su área de operación bajo cuotas de capturas anuales, como también a patrones biológicos de los recursos (abundancia, migraciones y reproducción).

Los procesos biológicos en merluza del sur son más conocidos que respecto de congrio dorado. Pero la mayoría de los procesos biológicos requieren actualización y aumentar su conocimiento, de forma tal de comprender mejor el ciclo de vida de los recursos en estudio, como también sus relaciones interespecíficas e intraespecíficas.



7.2 Objetivo específico N° 2

La revisión de los datos de entrada se identificó el problema en las estructuras de las capturas, por lo cual se orientó esfuerzo a reunir y lograr con los datos de exportación la reconstrucción de la estructura de talla del recurso.

Las estructuras de tallas estimadas de la exportación presentan entre 1987 y 1991 una fuerte componente de ejemplares menores a 60 cm.

La presencia de ejemplares menores a 60 cm decae posterior a la puesta en vigencia del establecimiento de la talla mínima de captura (60 cm, 1990).

Las estructuras de edades anuales generadas de los datos de exportación en comparación con las estructuras de edades provenientes de los muestreos IFOP muestran similar comportamiento desde la edad 10 en adelante.

La CPUE estandarizada, empleando un modelo multiplicativo, en merluza del sur fueron estadísticamente significativos con los efectos años, meses, zonas y barcos, pero solo explican el 25%, 15% y 20% de la variabilidad total de la flota arrastrera fábrica, arrastrera hielera y espinelera hielera, respectivamente.

Se estimaron CPUE estándar sin considerar la zona 1 (41°28' y 47°S) en merluza del sur con objeto de eliminar el efecto zona, ya que en dicha zona la concentración reproductiva alteraría la proporcionalidad entre la CPUE y la abundancia del stock.

La CPUE estandarizada en congrio dorado estimada por el modelo multiplicativo fueron estadísticamente significativos con los efectos años, meses, zonas y barcos, pero solo explican el 17% y 14% de la variabilidad total de la flota arrastrera fábrica y arrastrera hielera, respectivamente.



7.3 Objetivo específico N° 3

7.3.1 Evaluación de stock de merluza del sur

Se logró un buen ajuste del modelo de evaluación con la nueva matriz de datos que incorpora las grandes capturas de juveniles realizadas a partir de 1987

La biomasa total disminuyó desde 759 (675-857) mil t en 1981 hasta 148 (122-189) mil t en 1998, lo que corresponde a una caída de 80%.

El stock se encuentra fuertemente sobreexplotado por reclutamiento, presentando actualmente solo el 20% de la producción de huevos de 1981 y una relación stock-recluta de conducta lineal.

Dos hitos contribuyeron a la sobreexplotación de la merluza: las 75 mil t de stock desovante capturadas por los industriales en 1979-1980 y las grandes capturas de juveniles realizadas en los ochenta por los artesanales.

La temperatura superficial del mar de Pto. Williams permite mejorar el ajuste de la relación stock-recluta, indicando que el reclutamiento estaría determinada por la producción de huevos del stock y por la supervivencia de los huevos y larvas que estaría relacionada con las condiciones ambientales presentes durante el desove.

7.3.2 Estrategias de explotación en merluza del sur

La estrategia de captura constante no es sostenible en el mediano plazo (20 años) a menos que las capturas se reduzcan muy drásticamente a niveles de 5 mil t. Existe una alta probabilidad que el stock no soporte por más de 5 años capturas anuales de 20 mil t.



La estrategia de capturar siempre un mismo porcentaje de la biomasa, solo se puede aplicar con porcentajes muy bajos de 4 a 6%, aunque el stock no se recuperará y continuará disminuyendo, debido a la fuerte inercia declinante que trae, producto de su baja tasa de renovación.

Al limitar los porcentajes de explotación constante a una producción mínima de huevos por sobre el 20% de la producción de huevos de 1981, la pesquería se debería cerrar por unos 10 años para recuperar el stock. Sin embargo, esta recuperación sólo disminuirá la probabilidad de tener que cerrar la pesquería, la cual siempre se mantiene alta ($>0,5$) aún con tasas de explotación de 4%.

La estrategia de escape de huevos constante muestra que la situación del stock es extremadamente critica, ya que para mantener un escape constante igual a la producción de huevos actual, existe una probabilidad muy alta ($>0,5$) de tener que cerrar la pesquería durante los próximos 5 años.

7.3.3 Evaluación de stock de congrio dorado

El Stock de congrio dorado se encuentra a un 60% de la biomasa existente en 1982 y estabilizado desde 1996.

El número promedio de individuos en 1998 corresponde al 66% de los efectivos de 1982, sin embargo estos muestran una tendencia declinante a partir de 1996.

Los reclutamientos respecto de 1982 corresponden a un 19% y con una tendencia a la disminución desde 1996.



7.3.4 Estrategias de explotación en congrio dorado

La estrategia de captura constante sería la menos recomendada debido a que si se capturan en forma constante valores de biomasa similares a los actuales, existen muy bajas probabilidades que estas se puedan mantener en horizonte de largo plazo.

La estrategia de escape constante sólo sería factible de ser implementada, sin riesgo de colapso a niveles mayores a un 33% de escape de huevos en el largo plazo.

Tanto la estrategia de tasa de explotación constante como la de explotación constante con umbral podrían ser aplicadas en el largo plazo a niveles de extracción iguales o menores a 14% del stock.





8. BIBLIOGRAFIA

- Aguayo, M., Z. Young, R. Bustos, V. Ojeda, T. Peñailillo, C. Vera y H. Robotham. 1985. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales demersales (peces) zona sur austral. Estado de Situación del Recurso 1984. IFOP: AP 85 - 44.
- Aguayo, M., Z. Young, R. Bustos, V Ojeda, T. Peñailillo, R. Gili, C. Vera y H. Robotham, 1986. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales demersales (peces) zona sur austral. 1985 Estado de situación del recurso. IFOP. AP86/55.
- Aguayo, M., Z. Young, R. Bustos, T. Peñailillo, V. Ojeda, C. Vera, H. Hidalgo e I. Céspedes. 1987. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales demersales (peces) zona sur austral. Estado de situación del recurso 1986. CORFO - IFOP.
- Aguayo, M. y A. Zuleta. 1989. Captura total permisible del recurso merluza del sur, aguas exteriores 1989. IFOP - SUBPESCA (Informe restringido).
- Aguayo, M., I. Payá, R. Bustos, V. Ojeda, R. Gili, C. Vera, I. Céspedes y L. Cid. 1990a. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales demersales (peces) zona sur austral. Estado de situación del recurso 1988. CORFO - IFOP AP 89/17a.
- Aguayo, M., I. Payá, V. Ojeda, I. Céspedes y C. Vera. 1990b Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales 1989. Estado de situación y perspectivas del recurso. Pesquerías demersales (Peces) zona sur austral. IFOP (AP 90/12).



- Aguayo, M., I. Payá, R. Roa, I. Céspedes. 1992. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales 1991. Estado de situación y perspectivas del recurso. Pesquerías demersales (peces) zona sur austral. IFOP (SGI - IFOP 92/4).
- Aguayo, M., I. Céspedes, J. Arias, I. Payá, E. Figueroa, V. Ojeda, L. Adasme y L. Muñoz. 1994. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales demersales (peces) zona sur austral 1993. Estado de situación del recurso. IFOP (IFOP 94/3).
- Aguayo, M. 1995. Biology and fisheries of chilean hakes. In: Hake, fisheries, ecology and markets. J. Alheit and T. Picher (De.). Chapman & Hall, London. 305 - 337.
- Aguayo, M., A. Zuleta e I. Payá. 1996a. Investigación CTP regionalizada de merluza del sur 1996 X-XII región. Informe técnico IFOP-SUBPESCA. (Circ. restringida).
- Aguayo, M., A. Zuleta e I. Payá. 1996b. Investigación CTP de merluza del sur 1997. Informe técnico IFOP-SUBPESCA. (Circulación restringida).
- Aguayo, M., A. Zuleta e I. Payá. 1996c. Investigación CTP de congrio dorado 1997. Informe técnico IFOP-SUBPESCA. (Circulación restringida).
- Aguayo, M., A. Zuleta e I. Payá. 1997. Investigación CTP de congrio dorado 1998. Informe técnico IFOP-SUBPESCA. (Circulación restringida).
- Aguayo, M., A. Zuleta e I. Payá. 1998. Inves captura total permisible del recurso merluza del sur 1998. Informe técnico IFOP-SUBPESCA.



- Aguayo, M., H. Pool, A. Zuleta e I. Payá 1999. Investigación CTP de congrio dorado 2000. Informe técnico IFOP-SUBPESCA. Circulación restringida.
- Aguayo, M., A. Zuleta, H. Pool e I. Payá 2000. Inves CTP de merluza del sur 2000. Informe técnico IFOP-SUBPESCA. Circulación restringida.
- Arredondo, M. 1991. Utilización de registros de producción de buques espineleros congeladores en estudios biológico pesqueros de la merluza austral (*Merluccius australis*). Tesis de Ingeniero Pesquero. U. Cat. Valparaíso. 94 p.
- Balbontín, F. y R. Bravo. 1993. Fecundidad, talla de la primera madurez sexual y datos biométricos en la merluza del sur (*Merluccius australis*). Rev. Mar.28:111-132.
- Berry, R.J. 1969. Shrimp mortality rates derived from fishery statistics. Proc. of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute. 22: 66-78.
- Beverton, R. y S.J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. FAO, Fish. Investig. serie II Volumen XIX. Londres: Her majesty's stationery office. 533 p
- Caddy, J.F. y R. Mahon. 1995. Reference points for fisheries management. FAO, Fisheries Tencical Paper nº347. Roma, FAO. 1995. 83 p
- Céspedes, R., L. Adasme, H. Reyes, M. Braun, E. Figueroa, V. Valenzuela, V. Ojeda y R. Roa. 1996a. Identificación de áreas de reclutamiento de merluza del sur en la zona sur austral. Informe final (FIP 93-20), IFOP: 145 p (más figuras y tablas).



- Céspedes, R., C. Techeira, J. Blanco, V. Ojeda, H. Miranda, E. Almonacid y F. Cerna. 1996b. Identificación de áreas de reclutamiento de merluza del sur en la XII Región. Informe Final (FIP 94-24), IFOP: 112p (más figuras y tablas).
- Céspedes, R., Z. Young, V. Ojeda, L. Adasme, F. Cerna, H. Miranda, C. Vera y R. Bravo. 1997. Investigación situación pesquería demersal zona sur-austral 1996. Programa de seguimiento del estado de situación de las pesquerías nacionales. Informe Final IFOP: 97 p.
- Céspedes, R., Z. Young, V. Ojeda, F. Cerna, L. Adasme, H. Hidalgo, R. Bravo, H. Miranda y C. Vera. 1998. Investigación situación pesquería demersal zona sur-austral 1997. Programa de seguimiento del estado de situación de las pesquerías nacionales. Informe Final IFOP: 93 p.
- Chong, J. y M. Aguayo. 1990. Determinación de edad y estimación de los parámetros de crecimiento del congrio dorado, *Genypterus blacodes* (Schneider, 1801) (Osteichthyes, ophidiidae) en el Pacífico sur oriental. Biol. Pesquera 19: 55 - 67.
- Chong, J. 1991. Ciclo reproductivo y fecundidad de la merluza del sur, *Merluccius australis*, en la pesquería sur - austral. Estudio complementario a "Captura total permisible del recurso merluza del sur en aguas interiores, 1991" IFOP - SUBPESCA (circulación restringida).
- Chong, J. 1993. Ciclo de madurez sexual del congrio dorado (*Genypterus blacodes*) en la zona de la pesquería sur - austral. Informe final Determinación de unidades de stock de merluza del sur, Estudio Poblacional de merluza de cola, Estudio de reproducción de congrio dorado y estudio de edad de la merluza común. Estudio encargado por IFOP a la Soc. de Estudios Hidrobiológicos Ltda. 51p. (más tablas y figuras).



- Chong, J y R. Galleguillos. 1993. Determinación de unidades de stock de merluza del sur. Estudio poblacional de merluza de cola. Estudio de reproducción de congrio dorado y estudio de edad de la merluza de cola. Estudio encargado por IFOP a la Sociedad de Estudios Hidrobiológicos Ltda. (Informe interno).
- Dempster, A. P., N. M. David and D. B. Rubin 1977. Maximum likelihood via the EM algorithm. Jour. of the Royal Statist. Society Series B: Methodological 39: 1-22.
- Francis, R.I. 1992. Use of risk analysis to assess fishery management strategies: A case study using Orange Roughy (*Hoplostethus atlanticus*) on the Chatham rise, New Zealand. Can. J. Fish. Sci. 49: 922-930.
- Gavaris, S. 1988. Use of a multiplicative model to estimate catch rate and effort from commercial data. J. Fish. Aquat. Sci. 37:2272-2275.
- George -Nascimento, F. 1993. Análisis comparativo de la fauna parasitaria y morfometría de la merluza austral, *Merluccius australis* (Hutton), en aguas exteriores e interiores de la XI y XII regiones de Chile. Estudio encargado por IFOP (Informe interno).
- Gulland, J.A. 1956. On the fishing effort in English demersal fisheries. Fish. Inv.Ser.2. Mar. Fish., G.B.Minist. Agric. Fish Food 20 :41 p.
- Gulland, J.A. y L.K. Boerema. 1973. Scientific advice on catch levels. Fishery Bulletin. 71:325-335.
- Kimura, D.K. 1981. Standardized measures of relative abundance based on modelling log (c.p.u.e), and their application to Pacific ocean perch (*Sebastes alutus*). J. Cons. Int. explor. Medr 39 : 211-218.



- Kimura D. 1989. Variability in estimating catch-in-numbers-at-age and its impact on cohort analysis. p 57-66. En Beamish R.J. y G.A. McFarlane [Ed]. Effects of ocean variability on recruitment and an evaluation of parameters used in stock assessment models. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 108.
- Large, P.A. 1992. Use of multiplicative model to estimate relative abundance from commercial capue data. ICES. J. Mar. Sci. 49:253-261
- Lillo, S., V. Ojeda, R. Céspedes, F. Balbontín, J. Donoso y J. Osses. 1996. Evaluación directa del stock desovante de merluza del sur en la zona sur austral Informe Final FIP 96-38
- Mace, P. 1994. Relationships between common biological reference point used as thresholds and target of fisheries management strategies. Can. Fish. Aquat. Sci. 51:110-122.
- Ojeda, V. y M. Aguayo. 1986. Edad y crecimiento de merluza del sur (*Merluccius australis*) (Gadiformes - Merlucciidae) Inv. Pesq. (Chile) 33:47 - 59.
- Ojeda, V., T. Peñailillo y M. Aguayo. 1986. Estimación de la tasa instantánea de mortalidad natural de algunas especies demersales explotadas en la zona sur austral de Chile (*Merluccius australis*, *Macruronus magellanicus* y *Genypterus blacodes*). La Pesca en Chile. Esc. de Ciencias del Mar, Univ. Cat. de Valparaíso.
- Payá, I. 1992. Investigación del esfuerzo de pesquero en las pesquerías chilenas. I. Pesquerías demersales (peces) zona sur-austral. IFOP:25 p (tablas y figuras)



- Payá, I y M. Aguayo. 1993. Captura total permisible del recurso congrio dorado, unidad de pesquería sur, 1993. Informe técnico IFOP-SUBPESCA. (Circulación restringida).
- Payá, I., N. Ehrhardt y M. Aguayo. 1998. Análisis del comportamiento de la pesquería de merluza común con cuotas de captura constantes. IFOP, FIP 96-31, 69 p (más figuras y tablas).
- Piennar, L. V. and W. E. Ricker. 1968. Estimating mean weight from length statistics. J. Fish. Res. Board Com. 25:2743-2747.
- Ricker, W.E. 1954. Stock and recruitment. J.Fish.Res.Board.Can., 11:559-623.
- Restrepo V. y W. Fox. 1988. Parameter uncertainty and simple Yield-per-recruit analysis. Trans. Amer. Fish. Soc. 117: 282-289.
- Restrepo V., J. Hoening, J. powers, J. Baird y S. Turner. 1992. A simple simulation approach to risk and cost analysis, wiht applications to swordfish and cod fisheries. Fish. Bull. 90:736-748.
- Robson, D.S. 1996. Estimation of the relative fishing power of individual ships. Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Res. Bull. 3:5-14.
- Rubilar P., R, Céspedes, V. Ojeda, L. Adasme, A. Cuevas, F. Cerna y G. Ojeda. 2000. Análisis de la condición biológica de los recursos merluza del sur y congrio dorado en aguas interiores de la X, XI y XII regiones. FIP 98-02, 83 páginas, 39 figuras y 106 tablas.
- Sissenwine, M. A. y J.G. Shepherd. 1987. An alternative perspective on recruitment overfishing and biological reference point. Can.J.Fish.Aquat.Sci. 44:913-918.



- Sparre, P y S.C. Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO, Doc. técnico de pesca 306/1. Rev.1. 420 p.
- Thompson, W. F. y F.H. Bell. 1934. Biological statistics of the Pacific halibut fishery.2. Effect of changes in intensity upon total yield and yield per unit of gear. Rep. Int. Fish. (Pacific Halibut) Comm. 8: 49 p.
- Tyler A., R. beamish y A. McFarlane. 1989. Implications of age determination errors to yield estimates, p 27-35. En Beamish R.J. y G.A. McFarlane [Ed]. Effects of ocean variability on recruitment and an evaluation of parameters used in stock assessment models. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 108.
- Young, Z. 1982. Pesquería sur austral. En: Análisis de las pesquerías demersales 1981. Programa perspectivas de desarrollo de las pesquerías nacionales. CORFO - IFOP AP 82 - 54.
- Zuleta, A. 1982. Fundamentos técnicos del D.S. N° 555 de 1981, del Ministerio De Economía, Fomento y Reconstrucción. SUBPESCA (Serie DD/6). Informe Interno.



FIGURAS

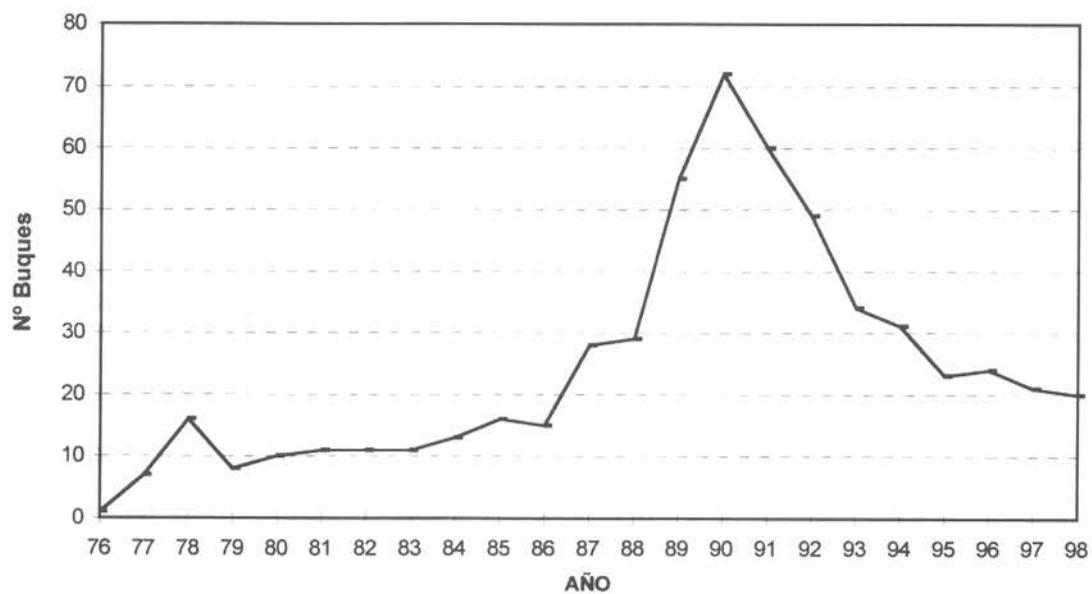
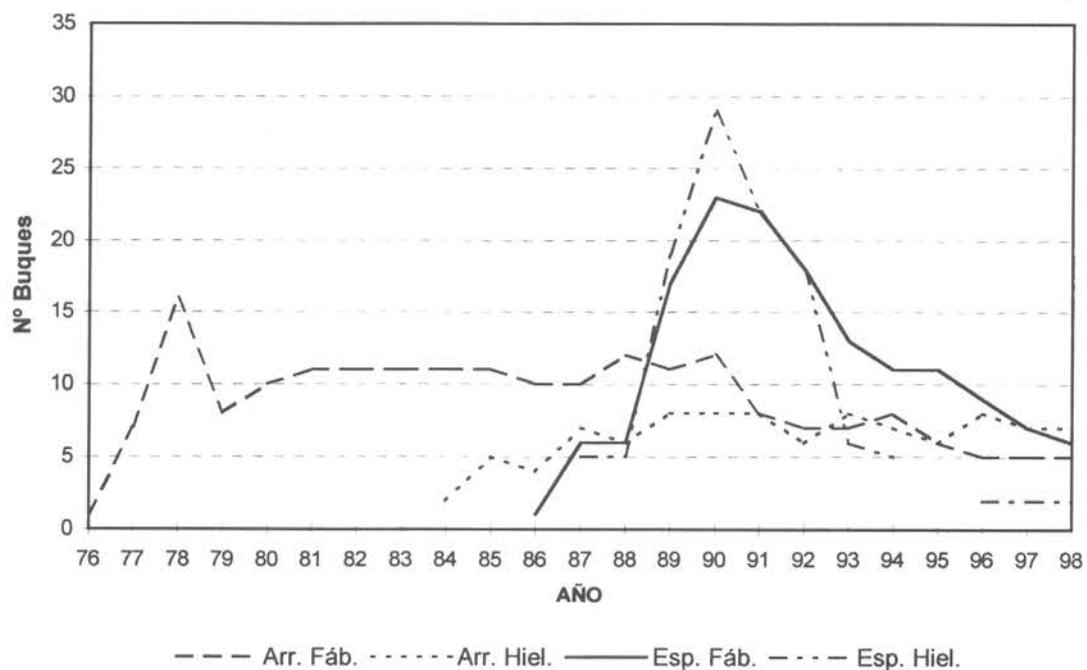


Fig. 1 Número de buques por flota y total de la pesquería demersal sur austral entre 1976 y 1998 (no incluye buques dirigidos a bacalao de profundidad).

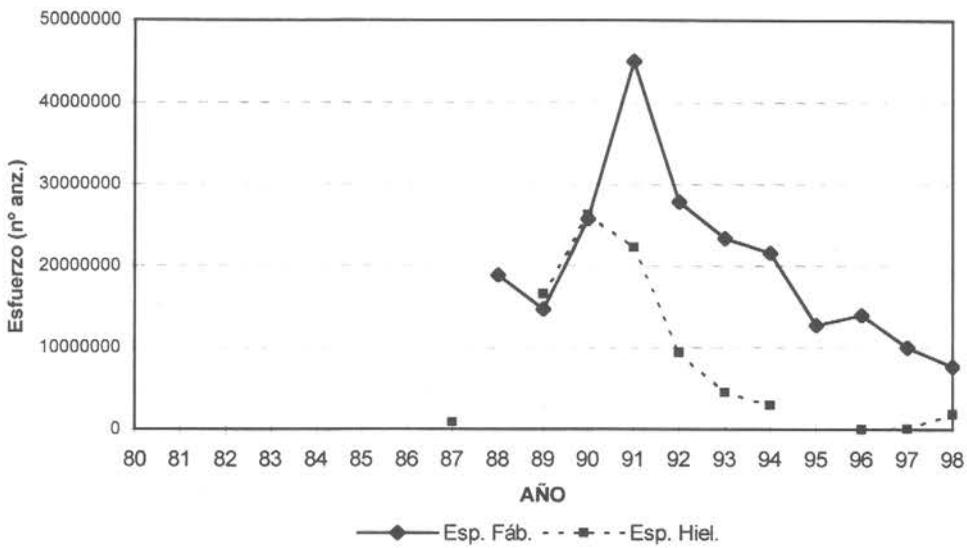
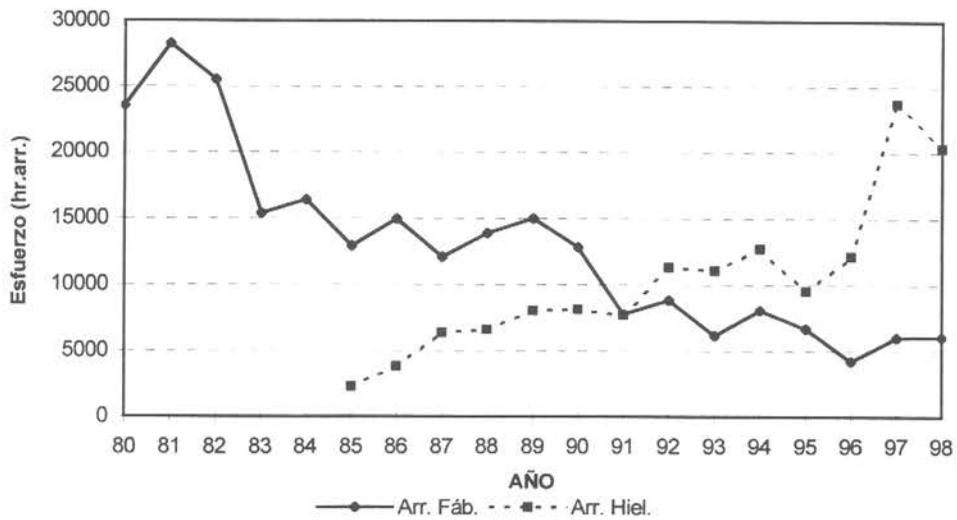


Fig. 2 Esfuerzo de pesca por flota de la pesquería demersal sur austral entre 1980 y 1998.

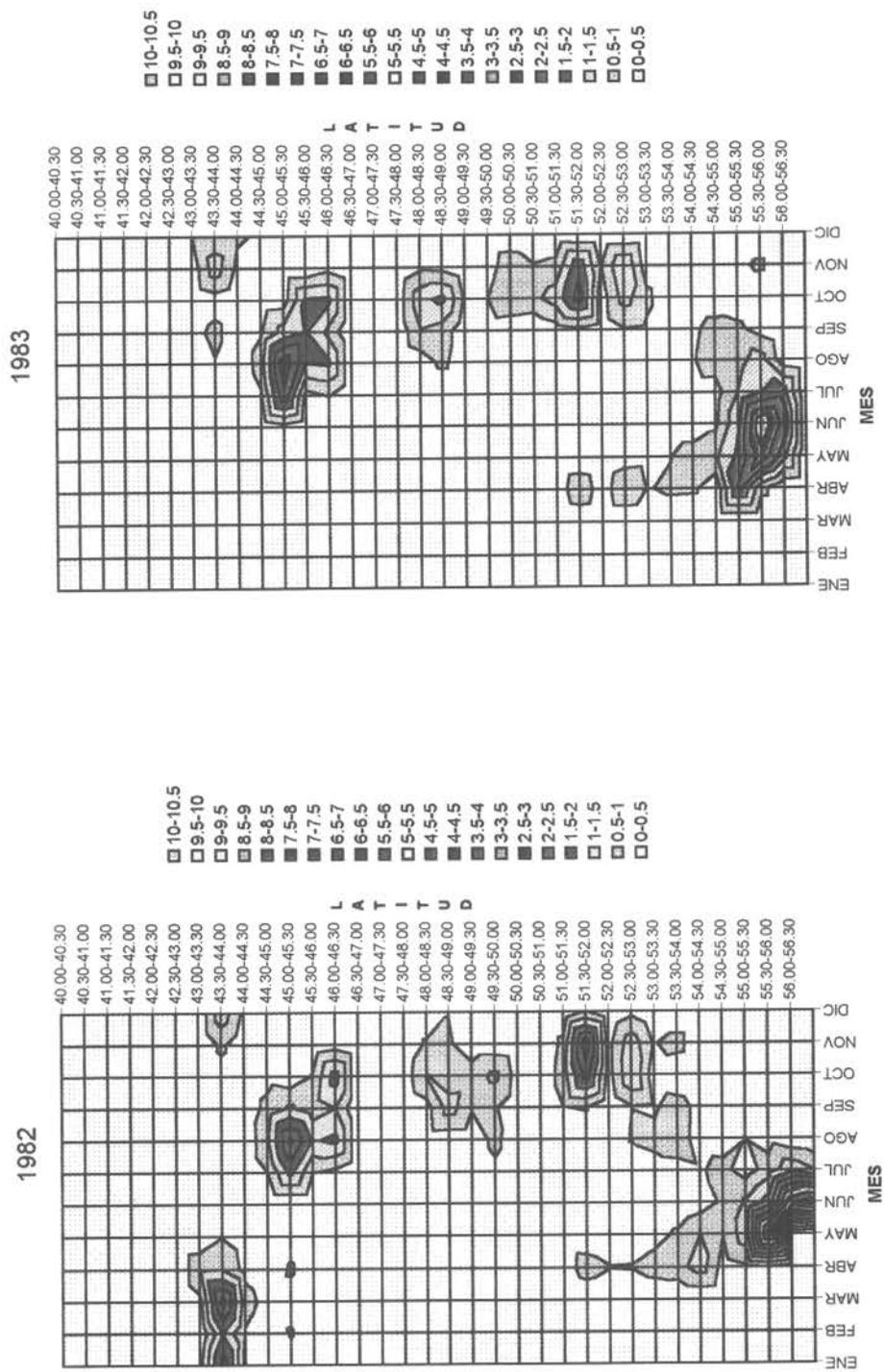


Fig. 3 Distribución espacio-temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastrera fábrica 1982 y 1983.

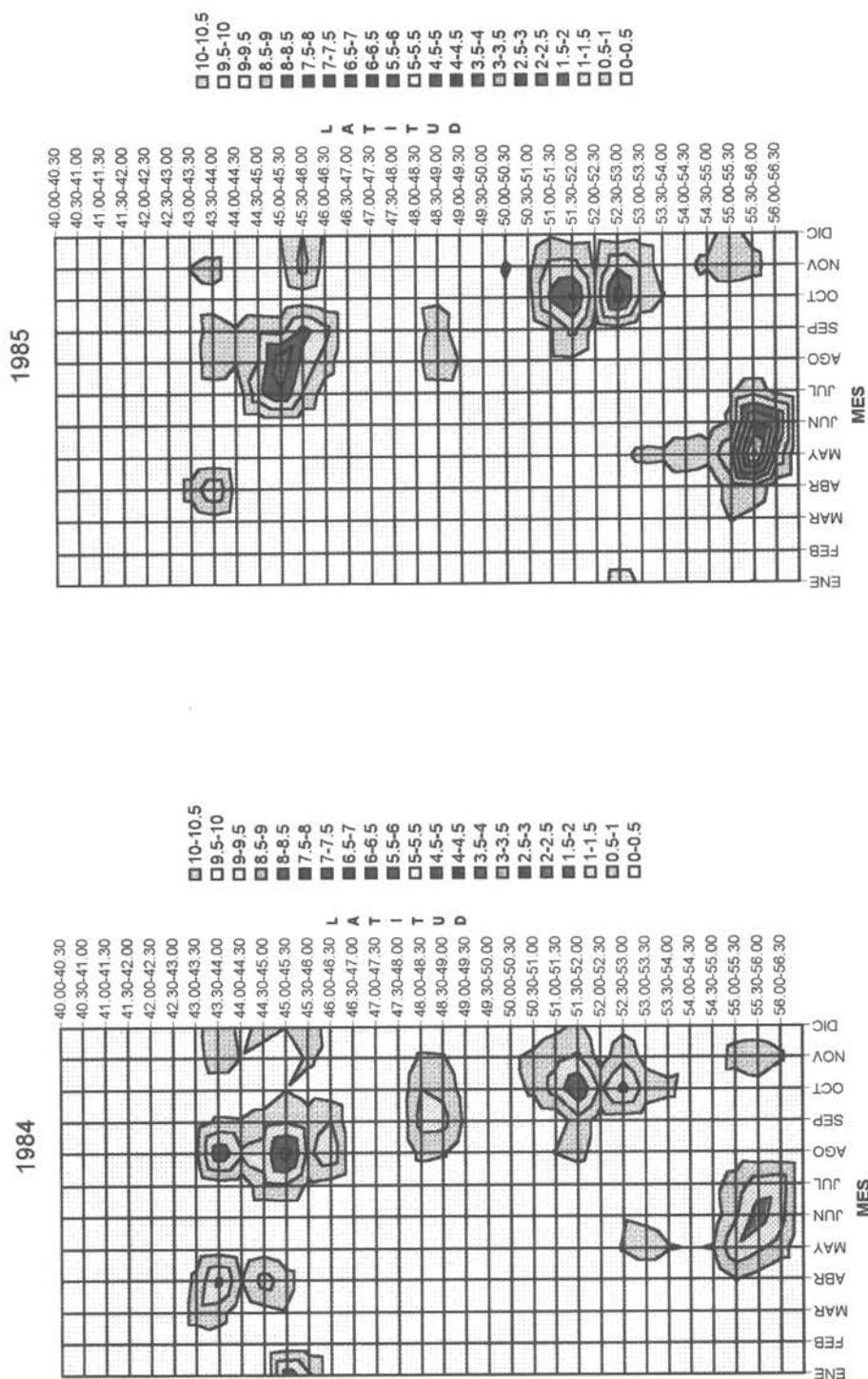


Fig. 4 Distribución espacio temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastrera fábrica, 1984 - 1985.

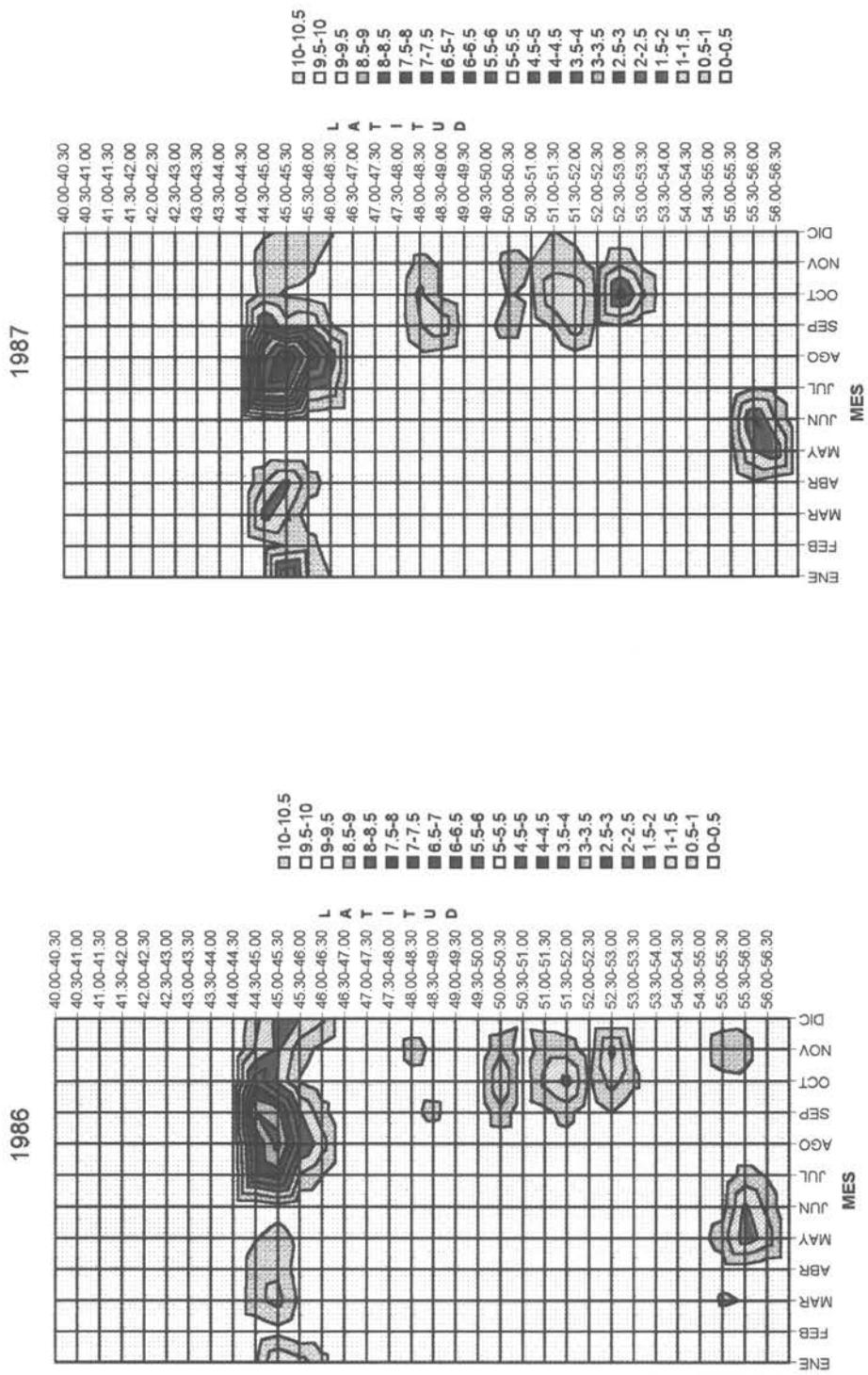


Fig. 5 Distribución espacio temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastrera fábrica, 1986 - 1987.

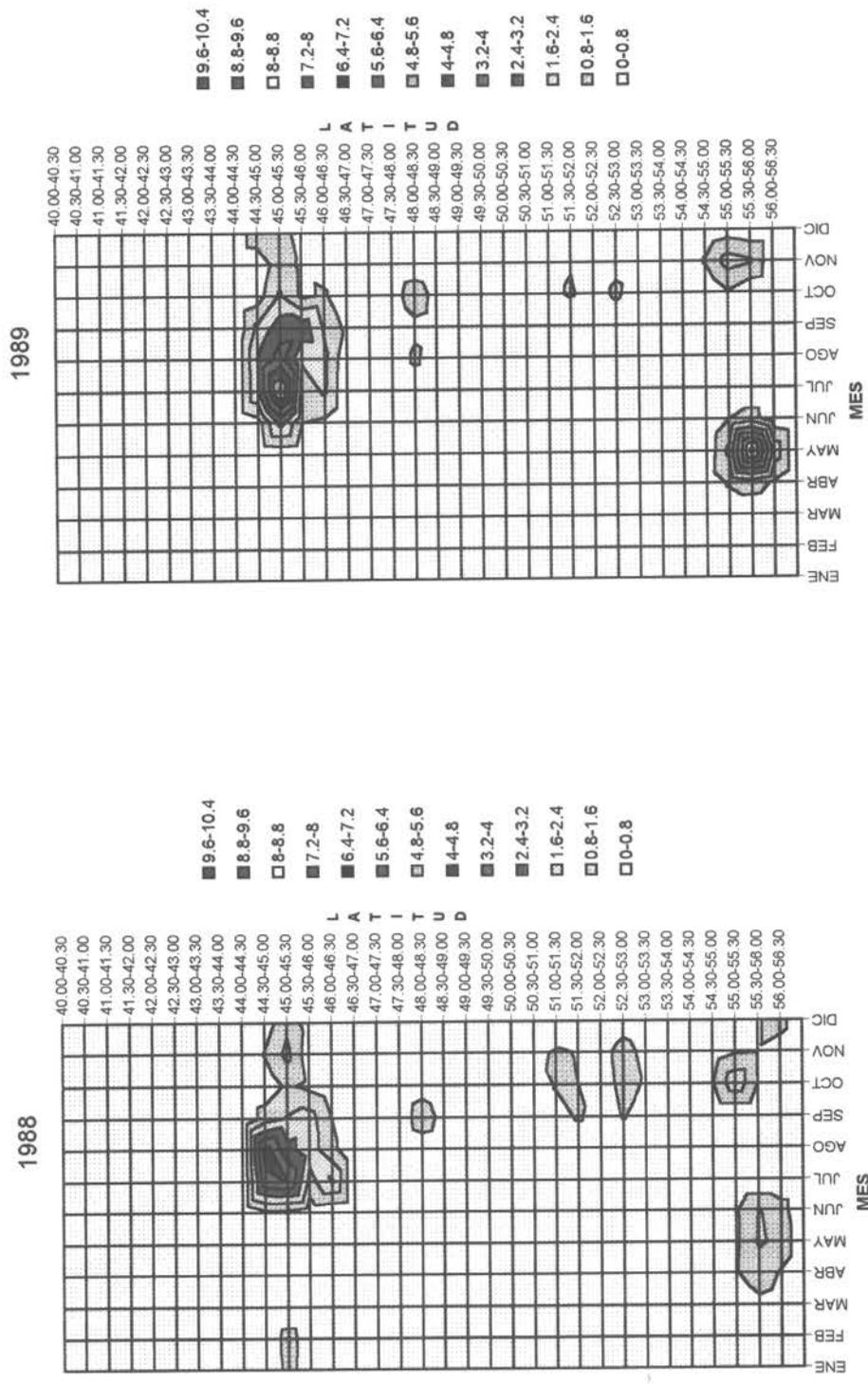


Fig. 6 Distribución espacio temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastrera fábrica, 1988 - 1989.

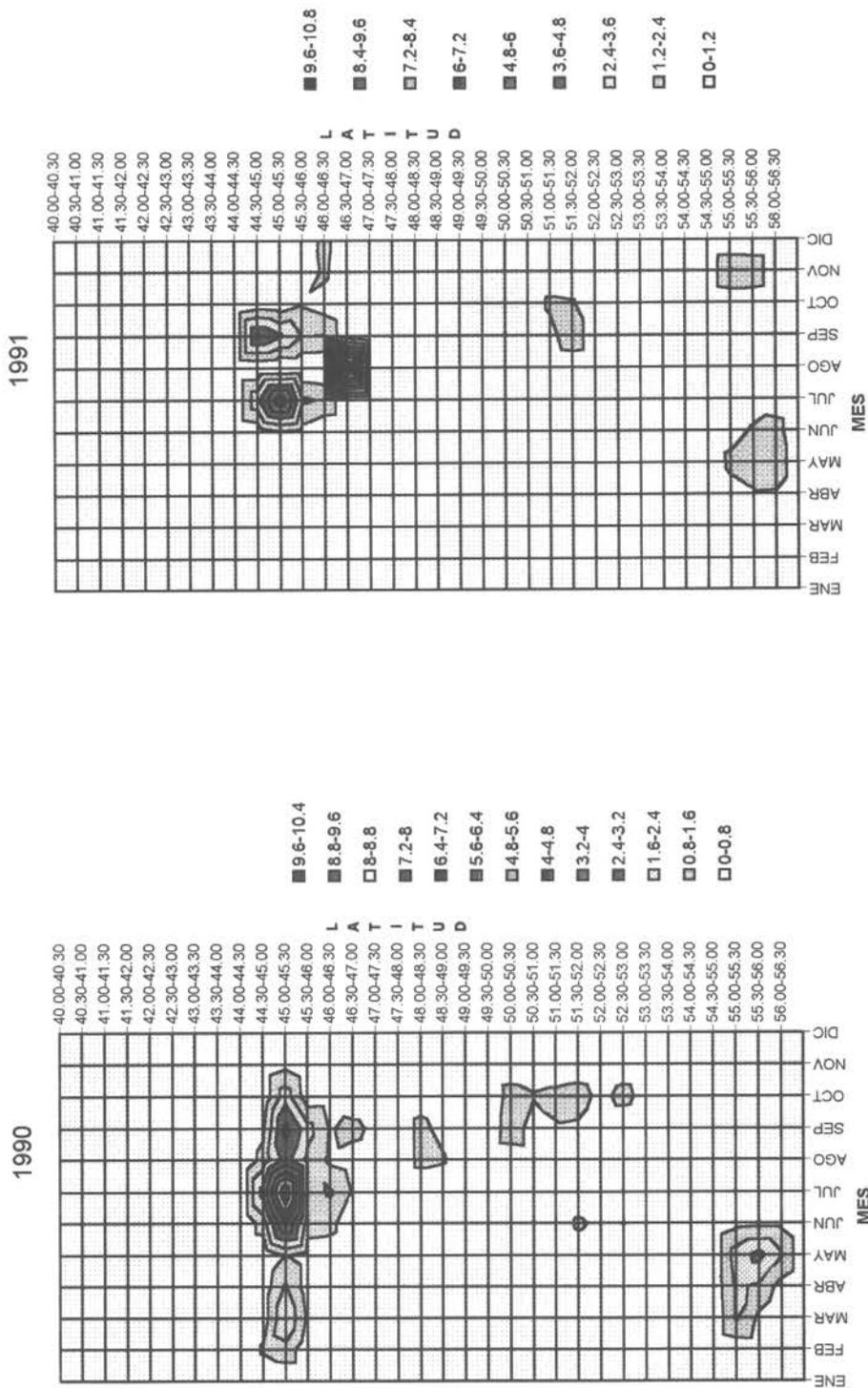


Fig. 7 Distribución espacio temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastrera fábrica, 1990 - 1991.

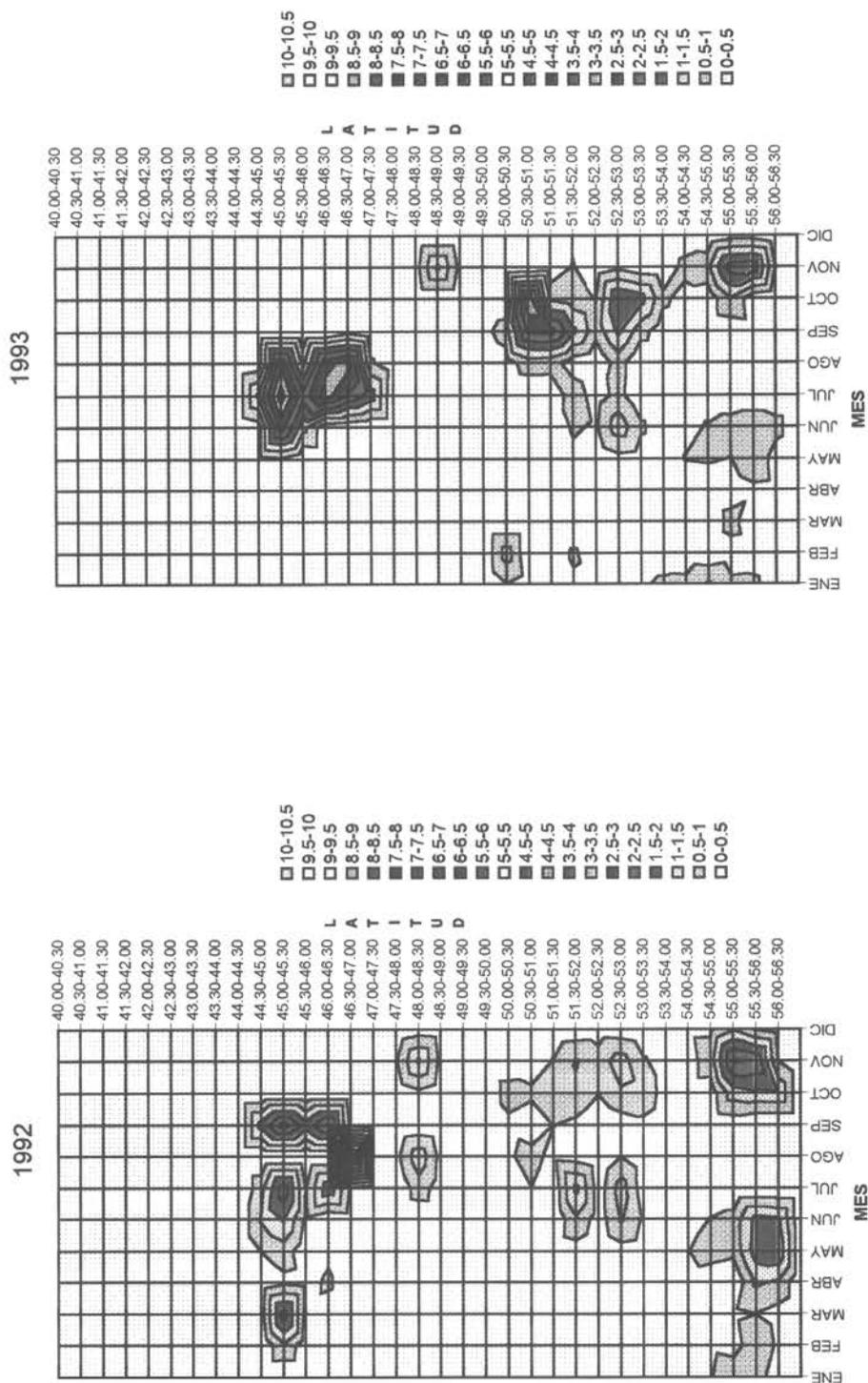


Fig. 8 Distribución espacial temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastlera fábrica, 1992 - 1993.

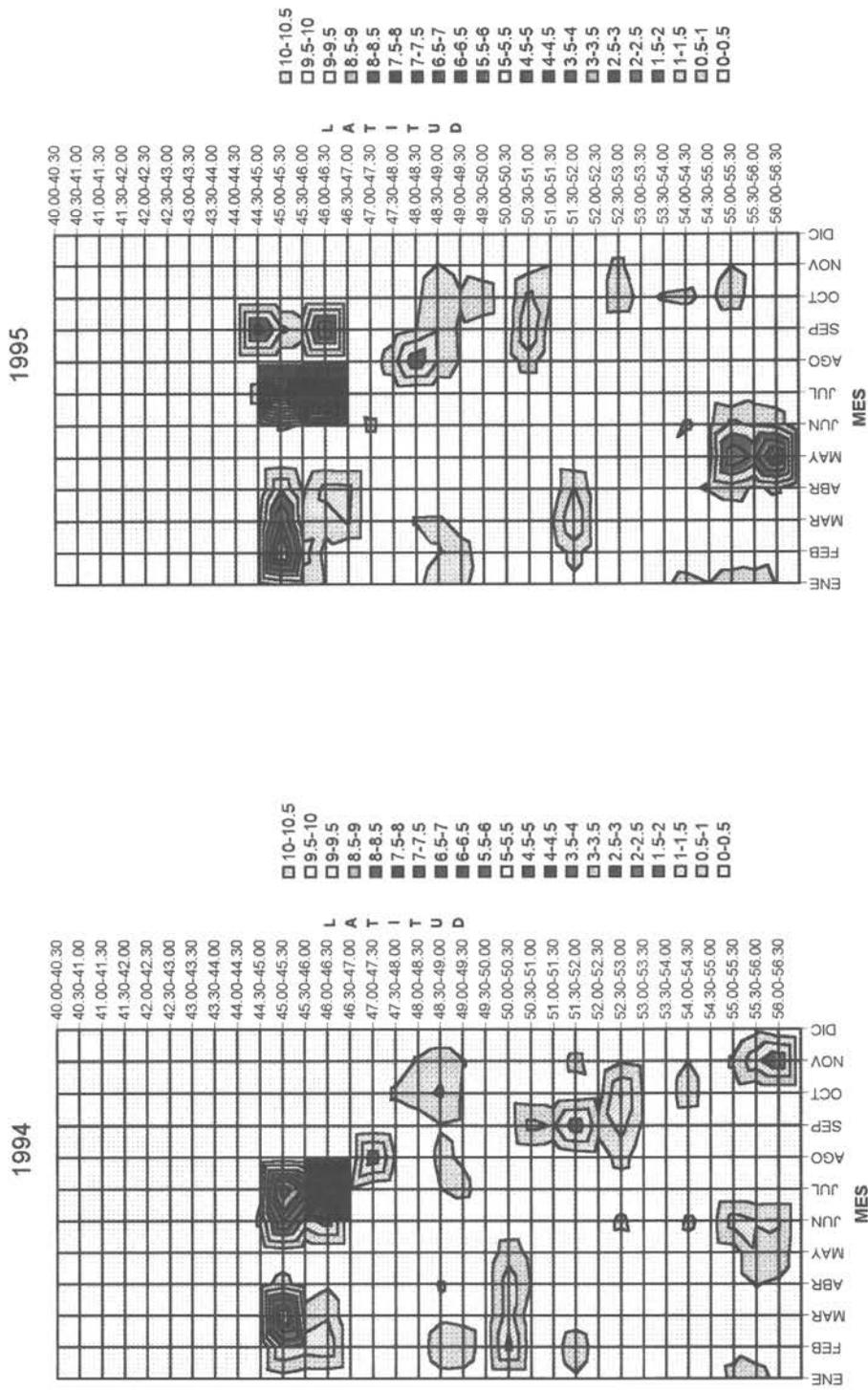


Fig.9 Distribución espacio temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastrera fábrica, 1994 - 1995.

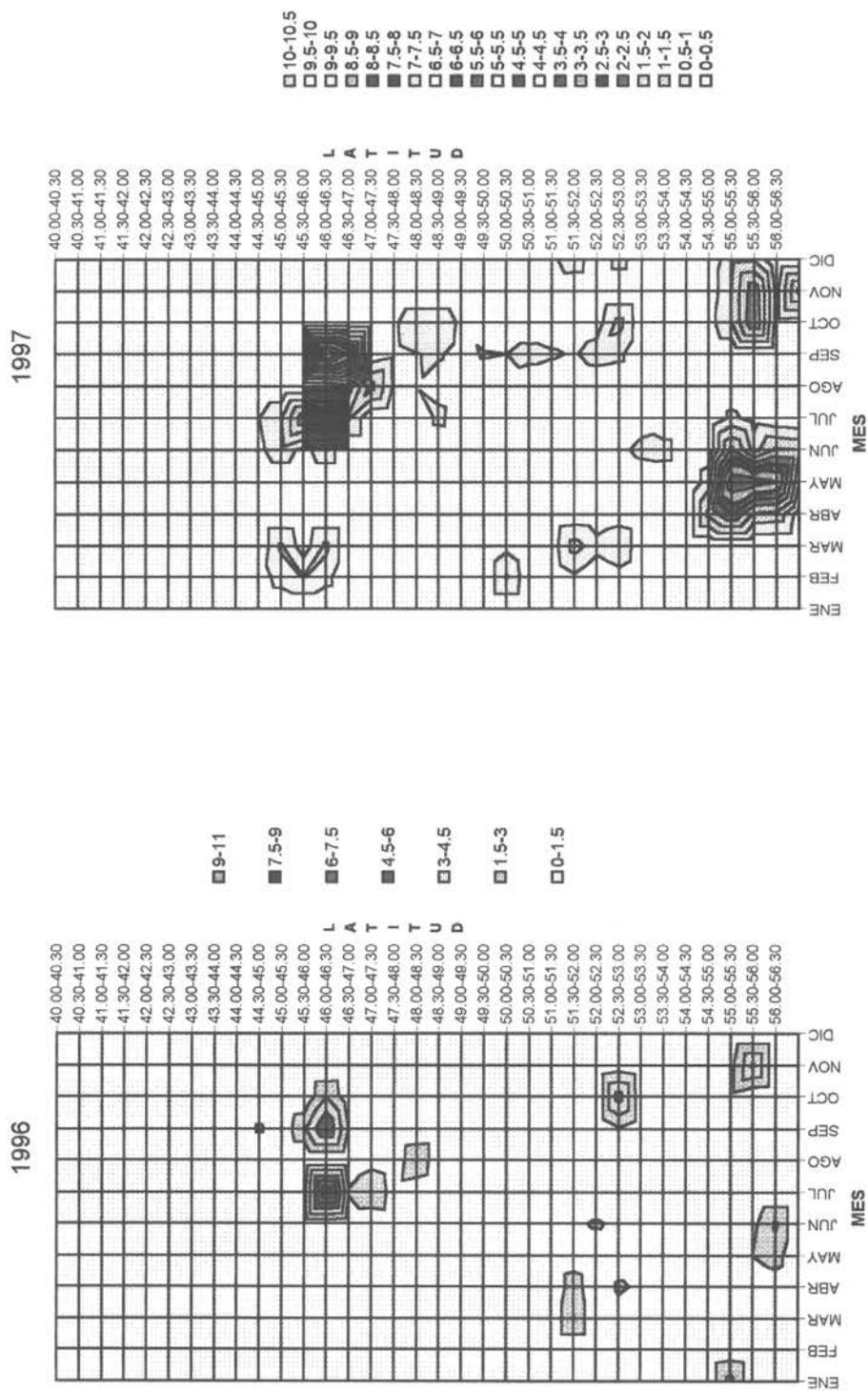


Fig. 10 Distribución espacio-temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastrera fábrica, 1996 - 1997.

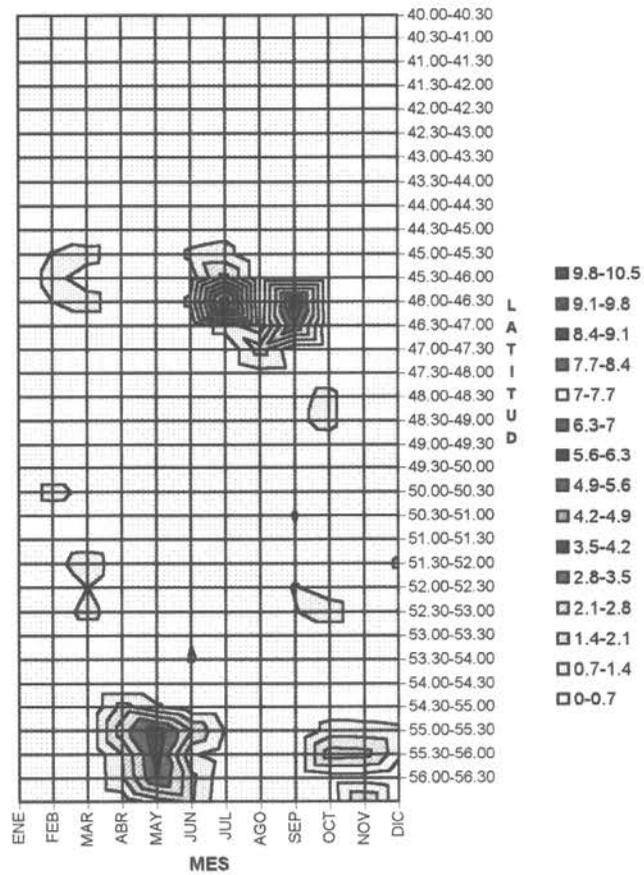


Fig. 11

Distribución espacio-temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastrera fábrica en 1998.

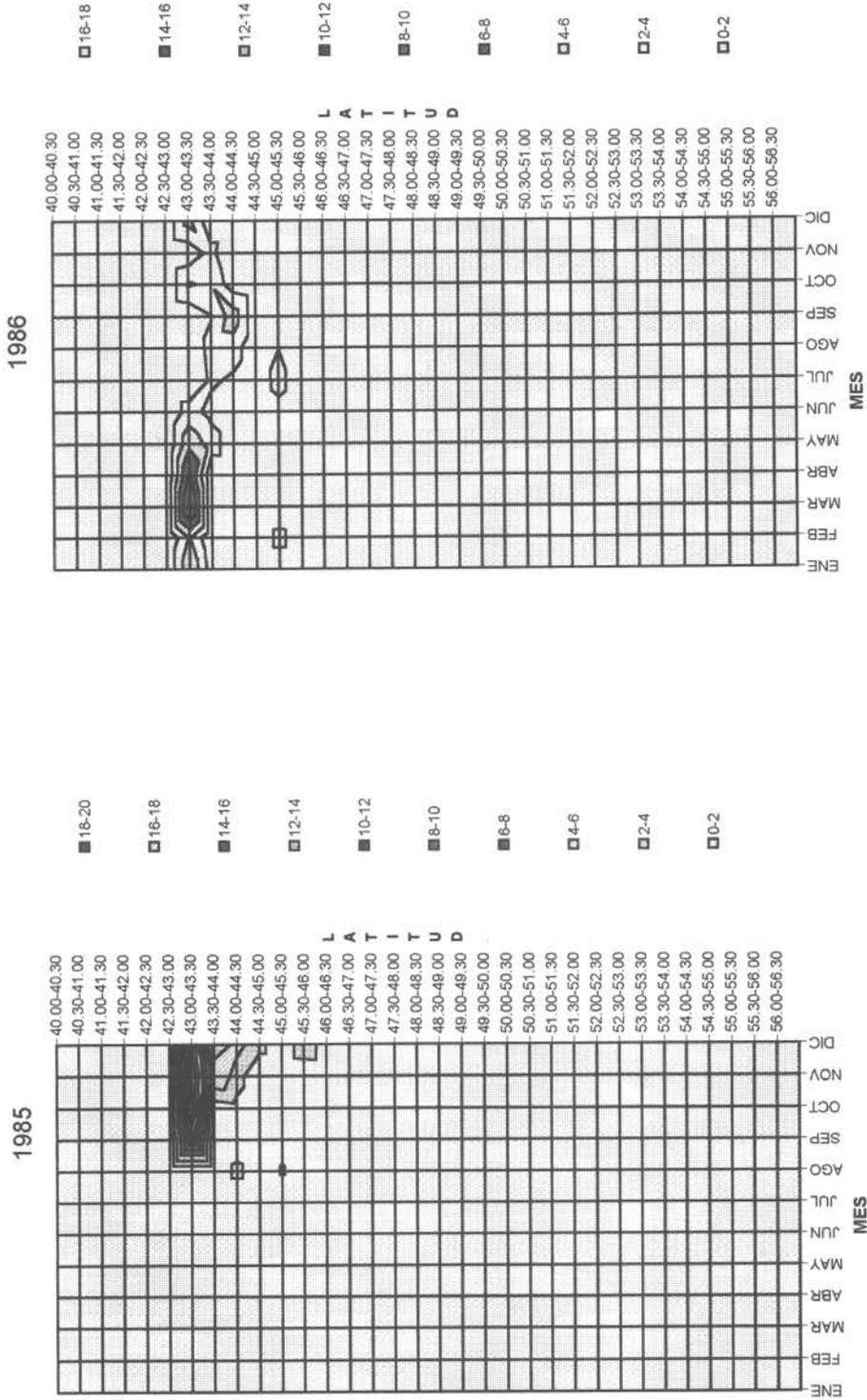


Fig. 12 Distribución del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastrera hielera 1985 y 1986.

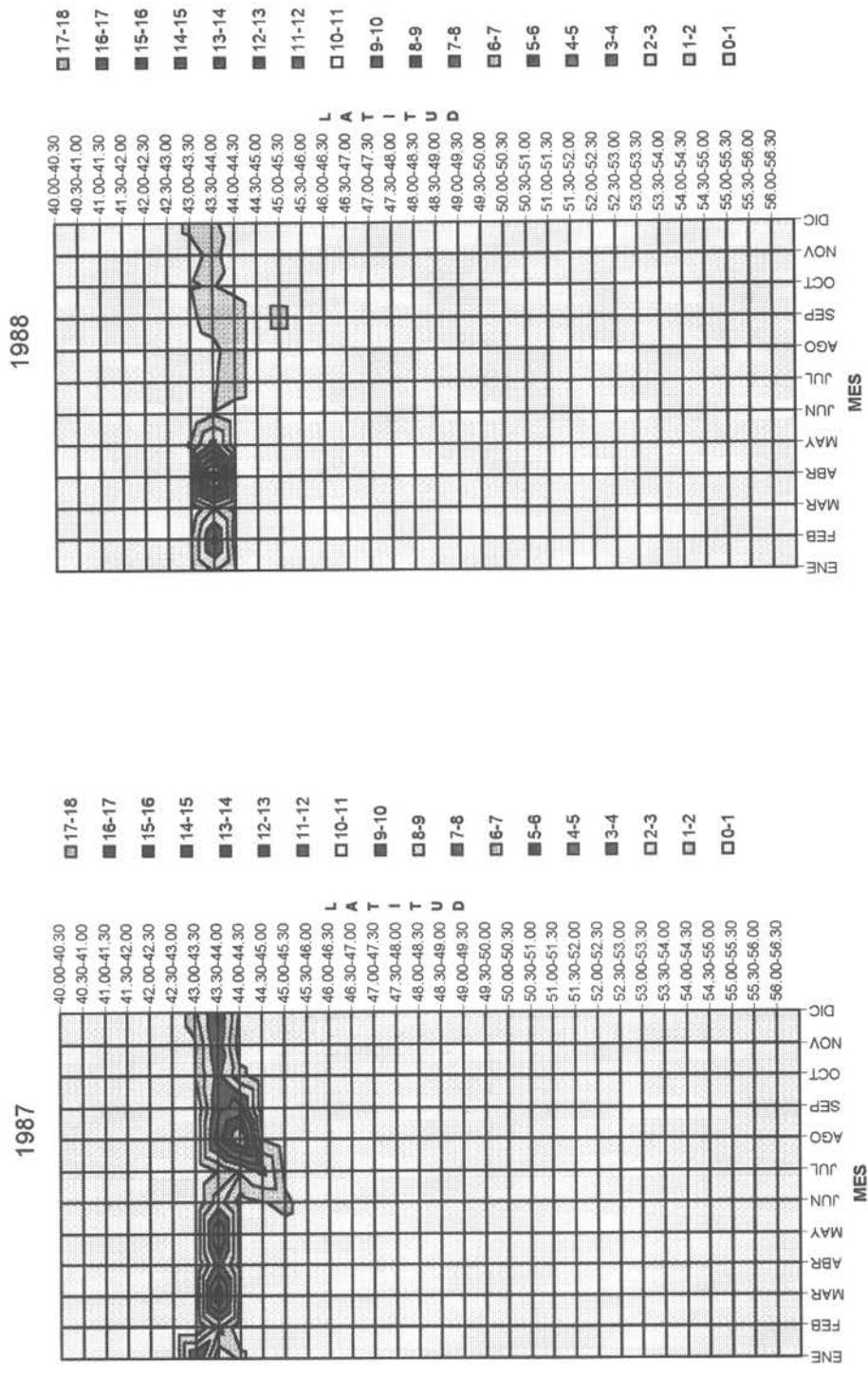


Fig. 13 Distribución del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastrera hielera 1987 y 1988.

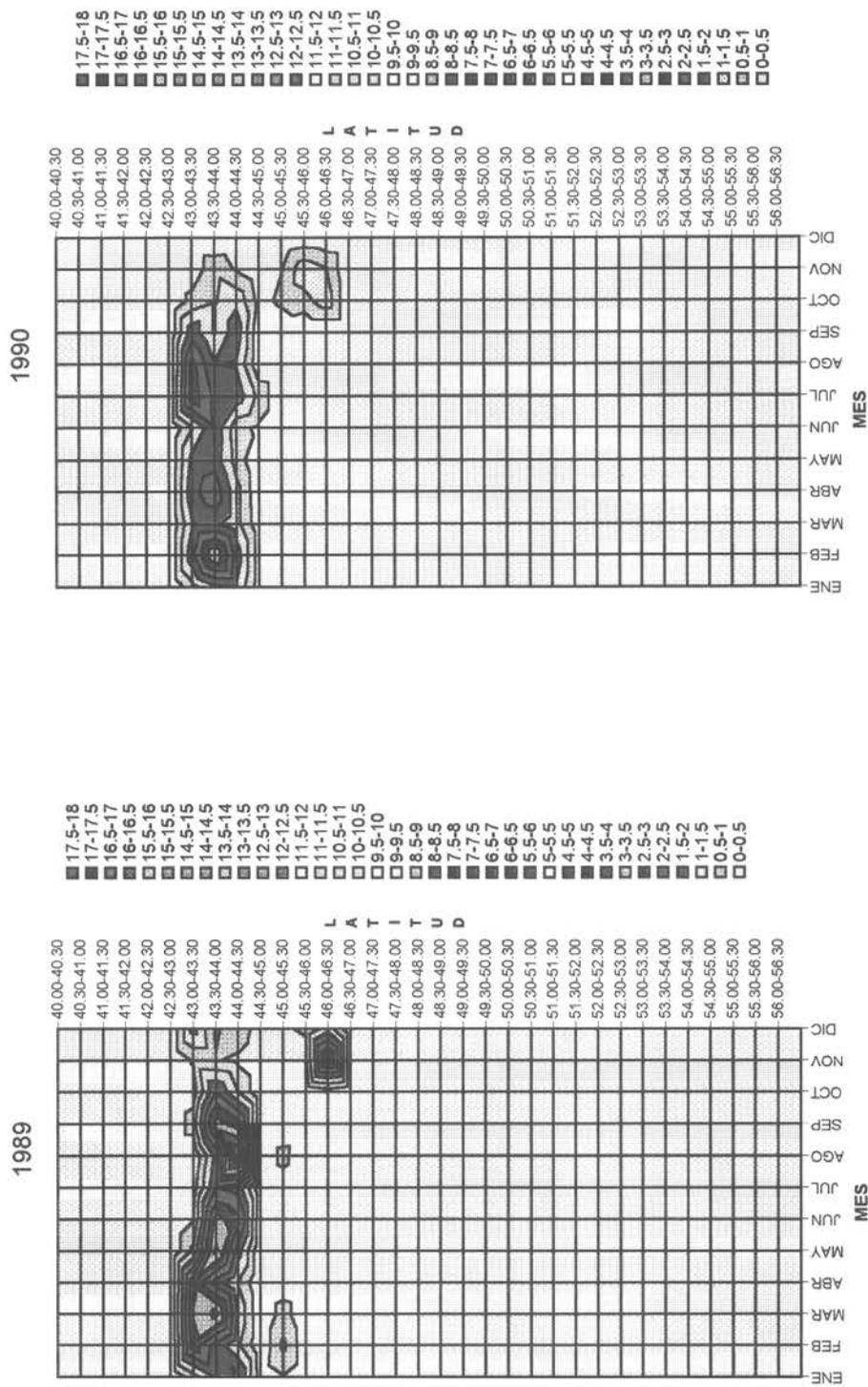


Fig. 14 Distribución del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastlera hielera 1989 y 1990

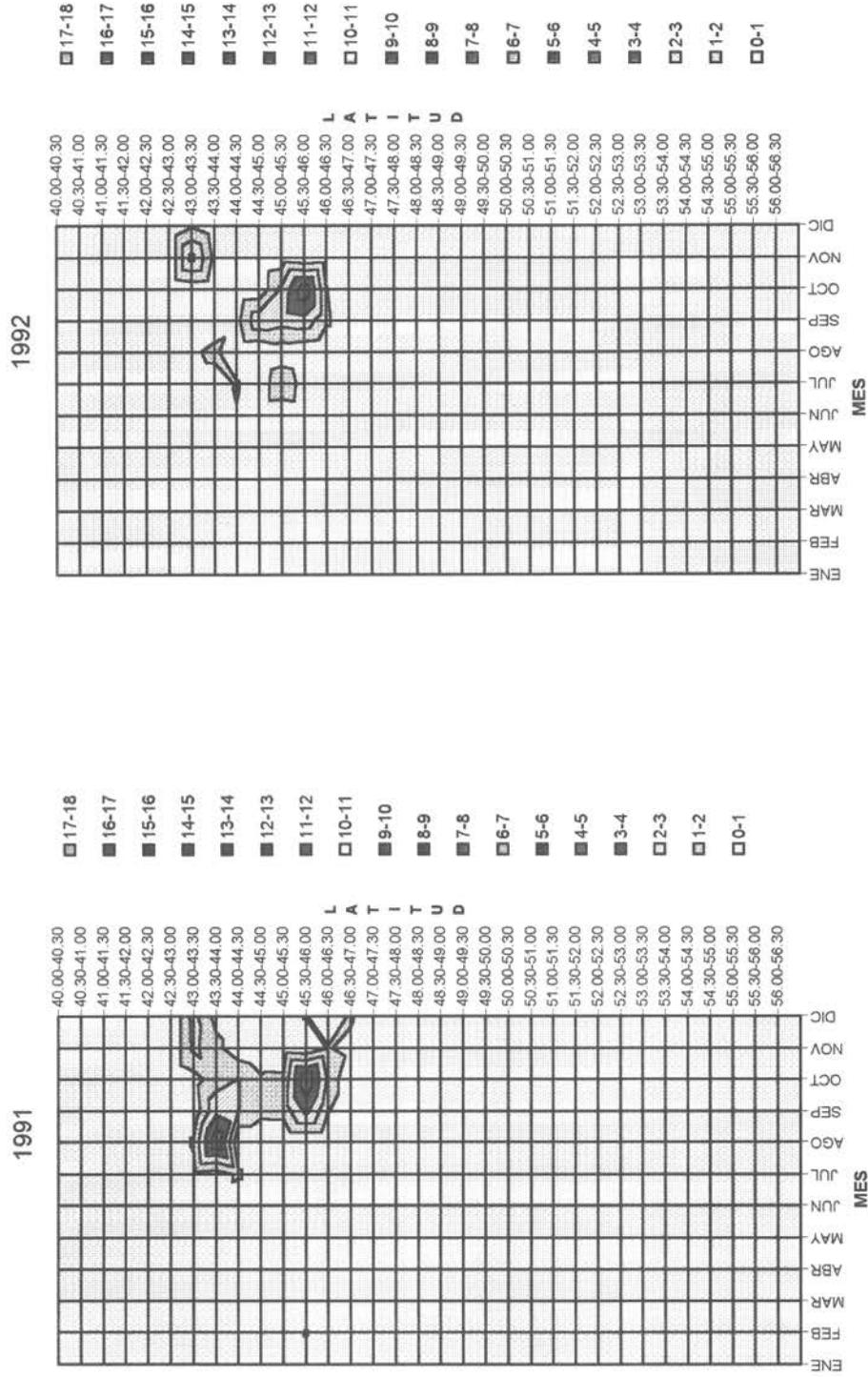


Fig. 15 Distribución del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastlera hielera 1991 y 1992

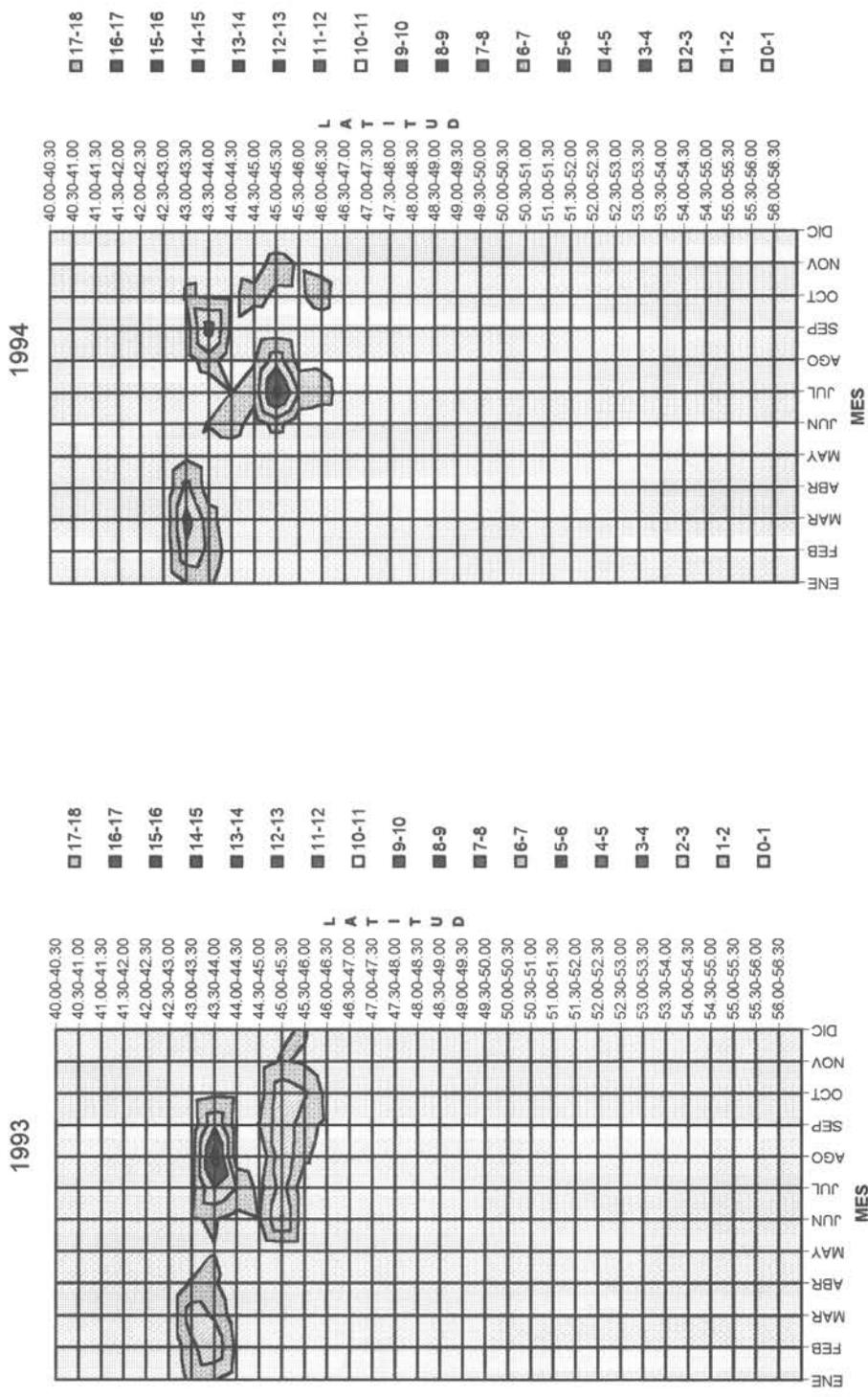


Fig. 16 Distribución del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastrera hielera 1993 y 1994

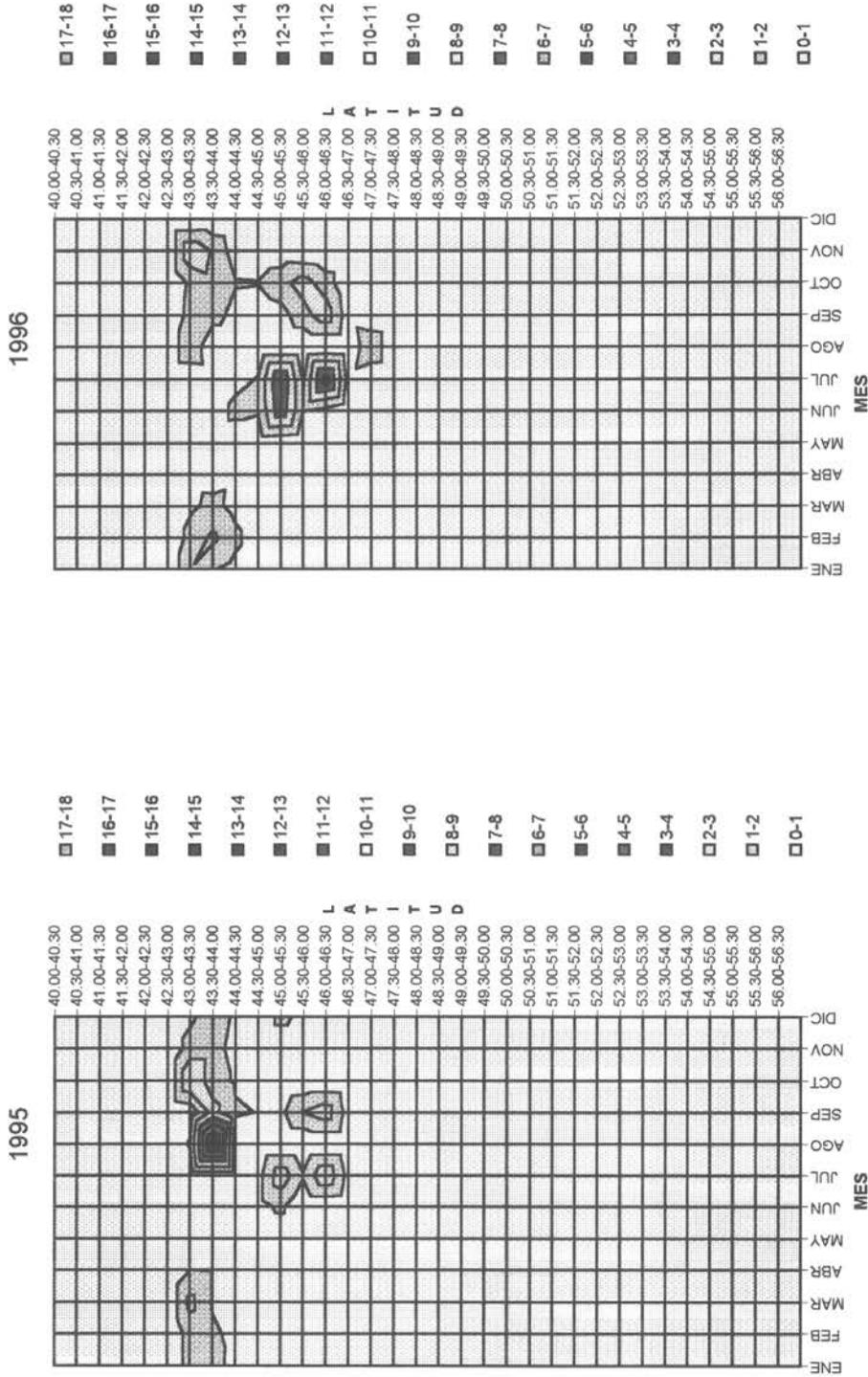


Fig. 17 Distribución del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastrera hielera 1995 y 1996

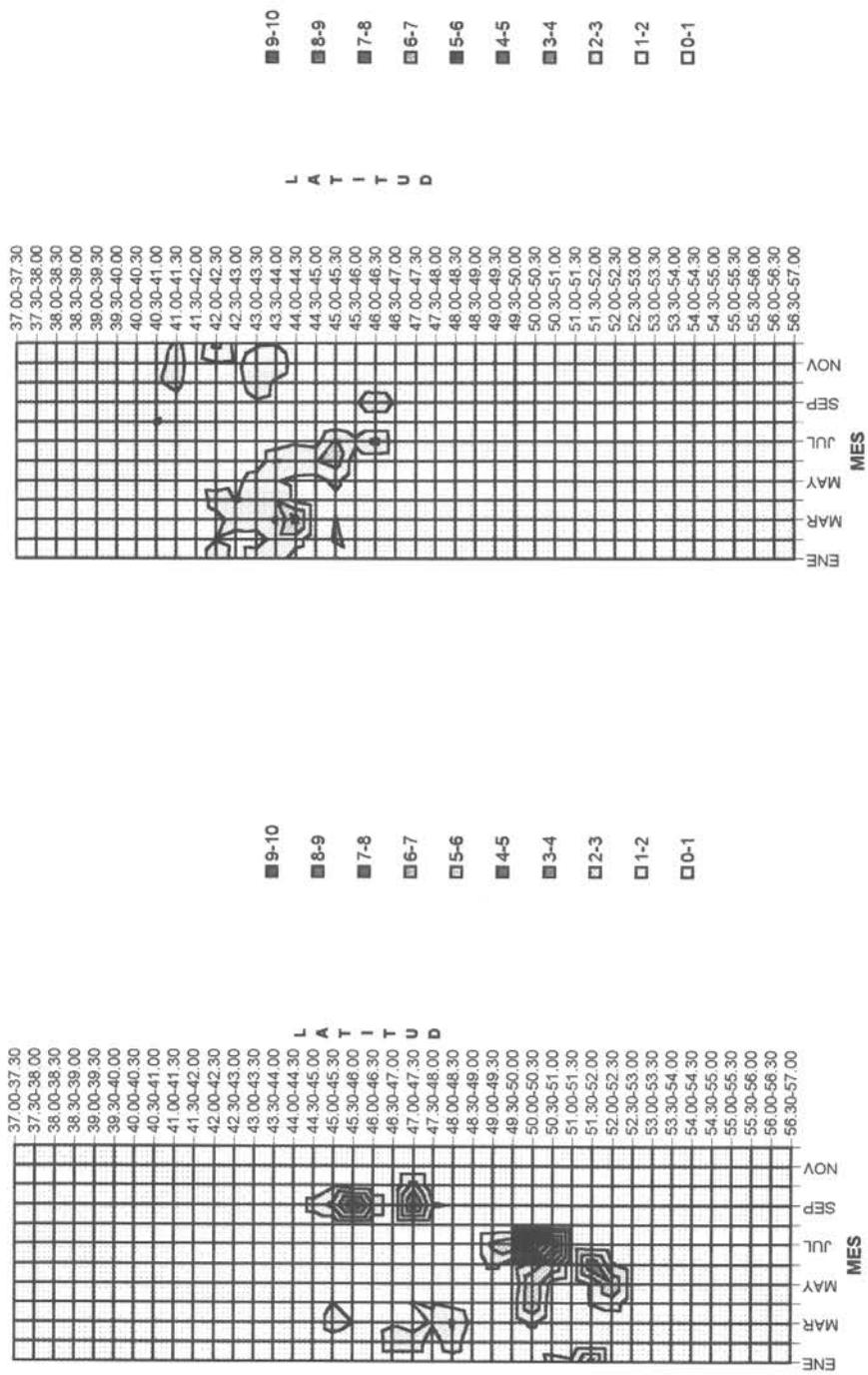


Fig. 18 Distribución del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota arrastrera hielera 1997-1998

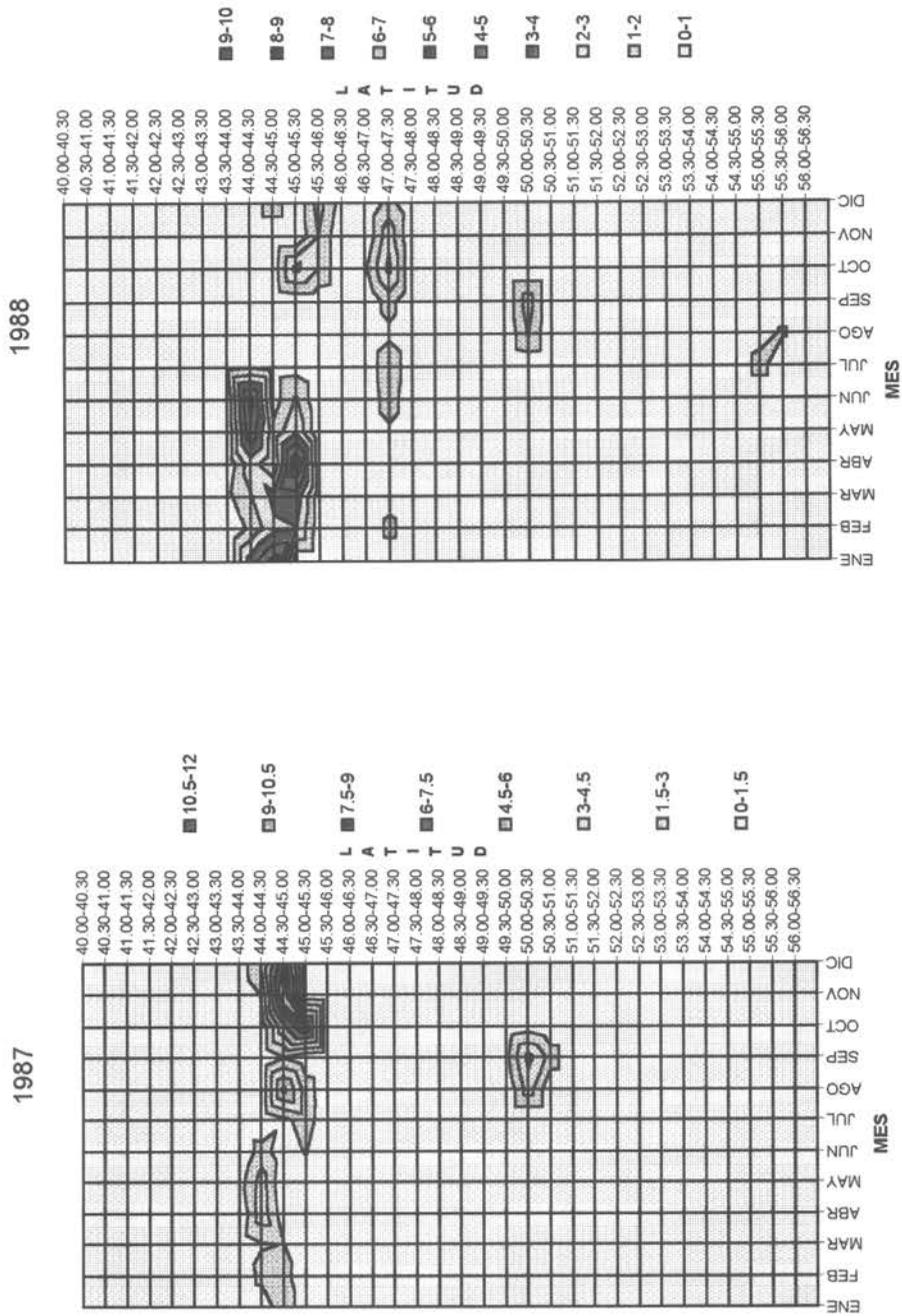


Fig. 19 Distribución espacio-temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota espienera fábrica en 1987y 1988

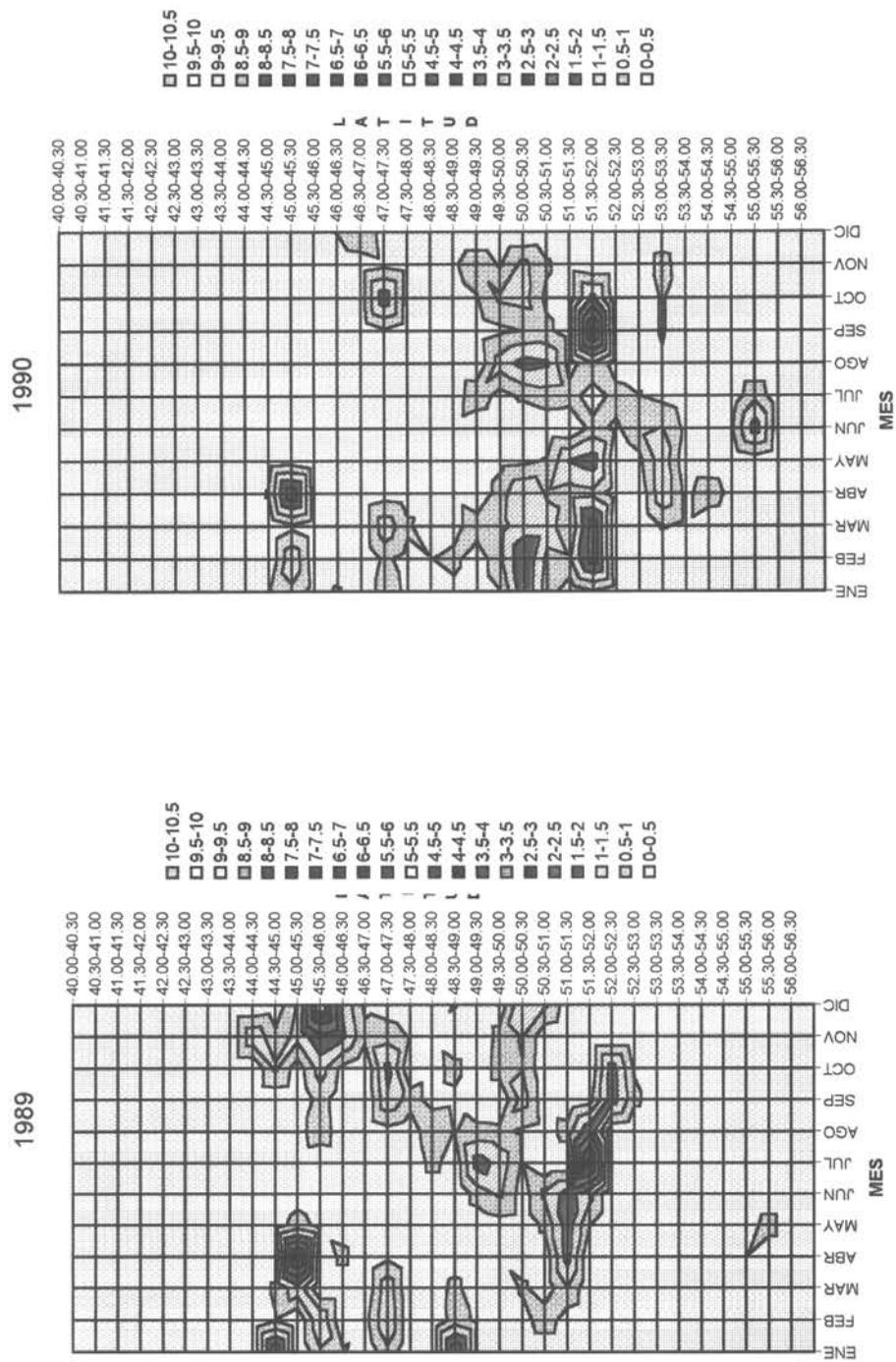


Fig. 20 Distribución espacio-temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota espienera fábrica en 1989 y 1991

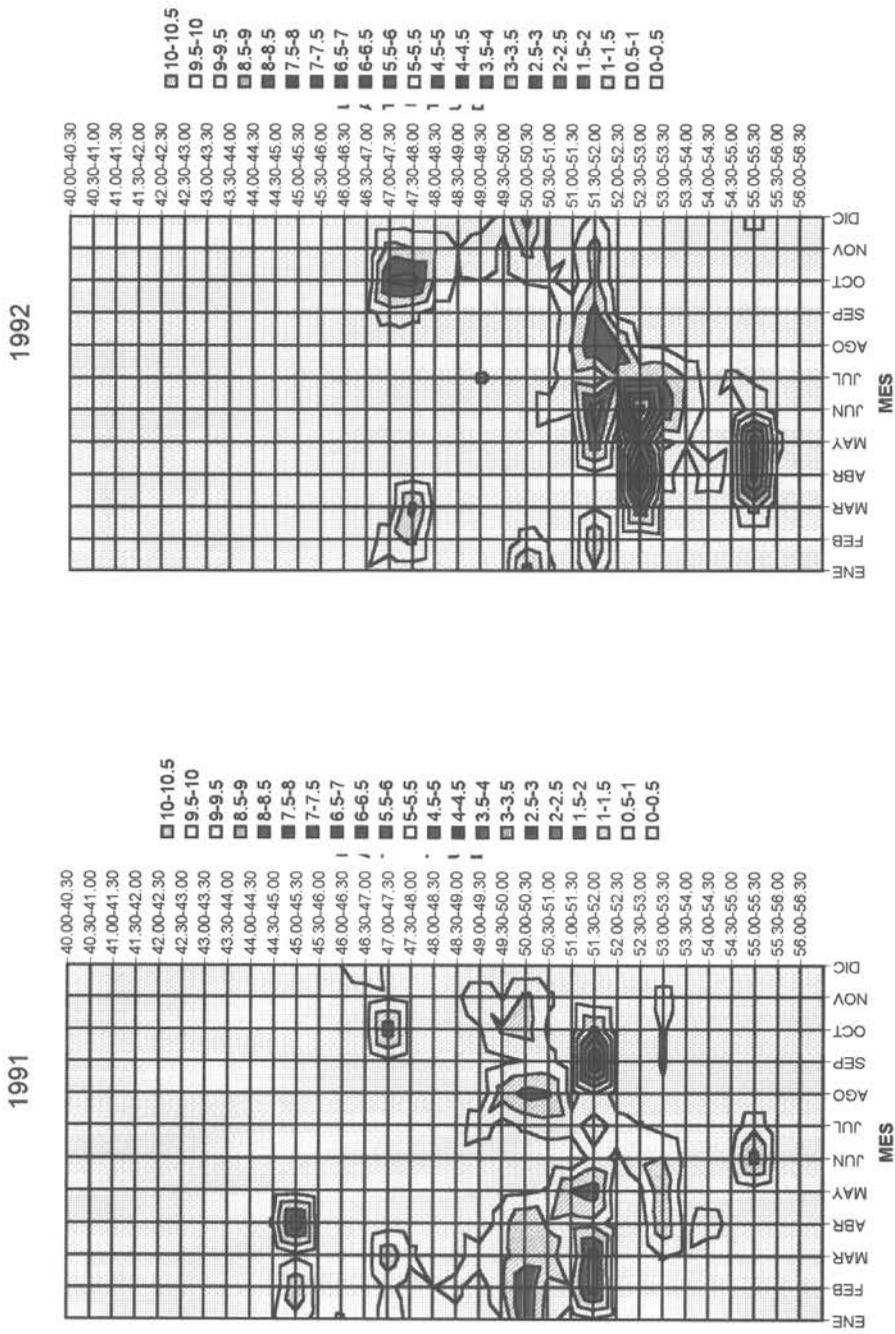


Fig. 21 Distribución espacio-temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota espíenlera fábrica en 1991 y 1992

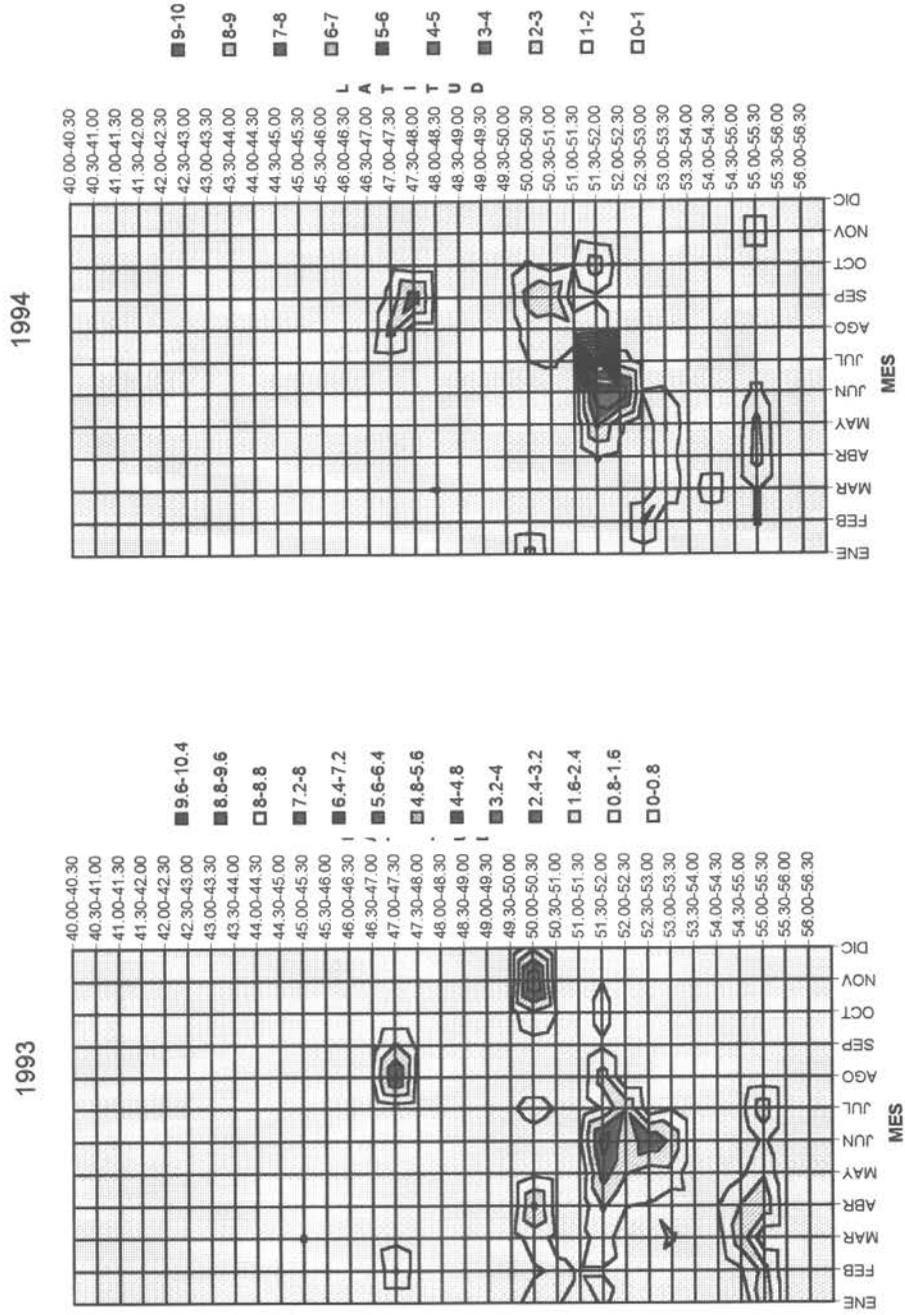


Fig. 22 Distribución espacio-temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota espesnlera fábrica en 1993 y 1994

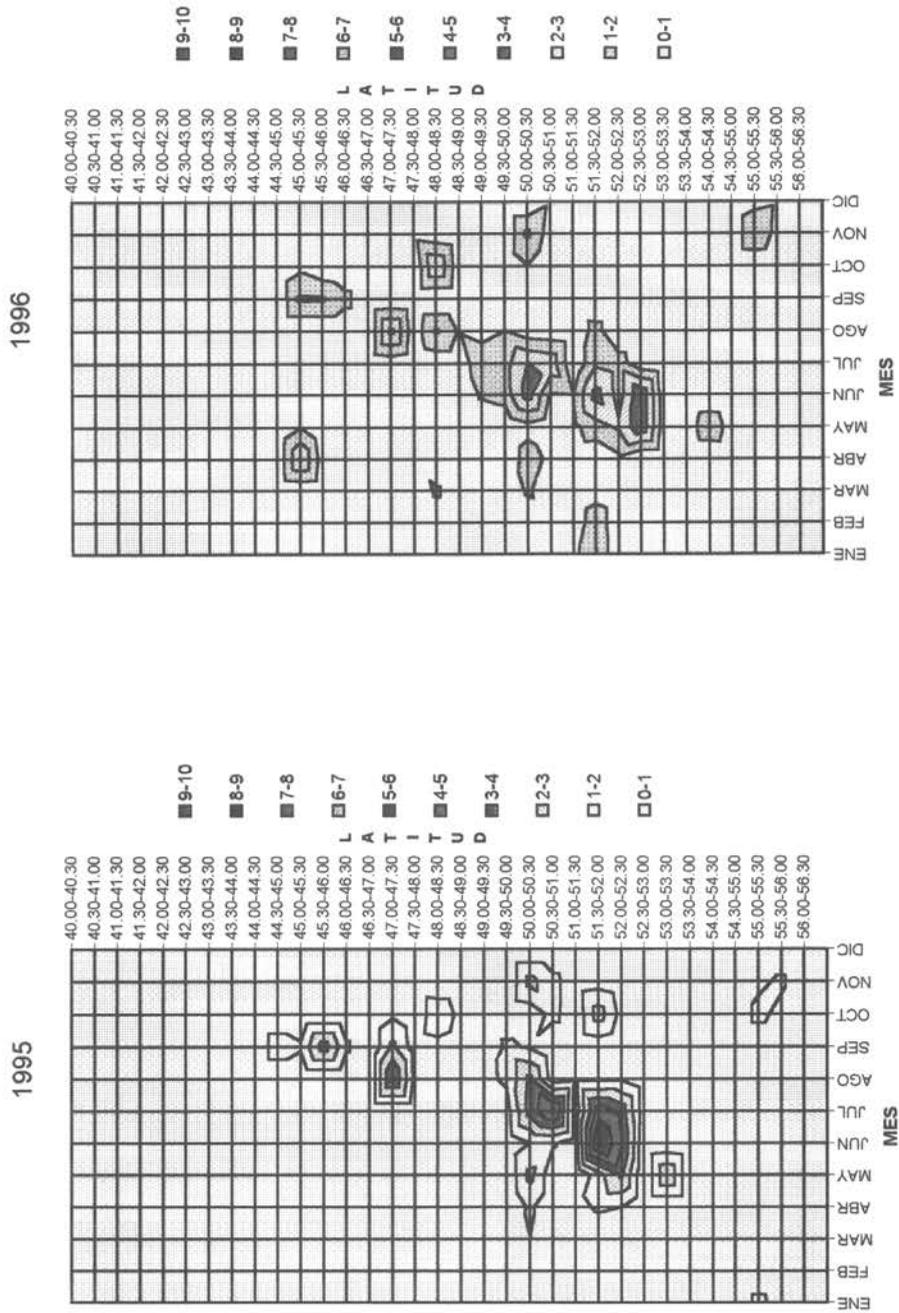


Fig. 23 Distribución espacio-temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota espienlera fábrica en 1995 y 1996

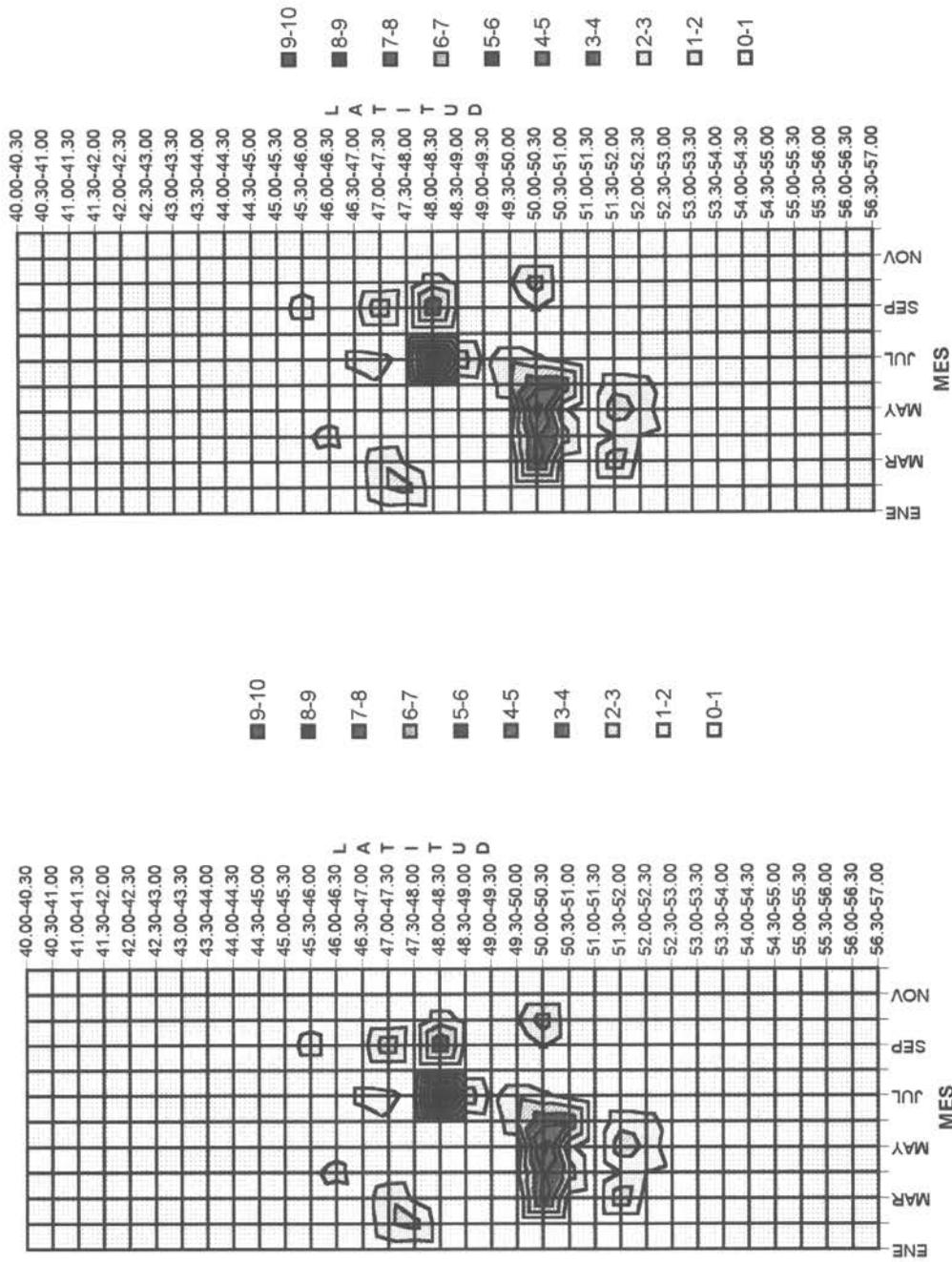


Fig. 24 Distribución espacio-temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota espienera fábrica en 1997 y 1998.

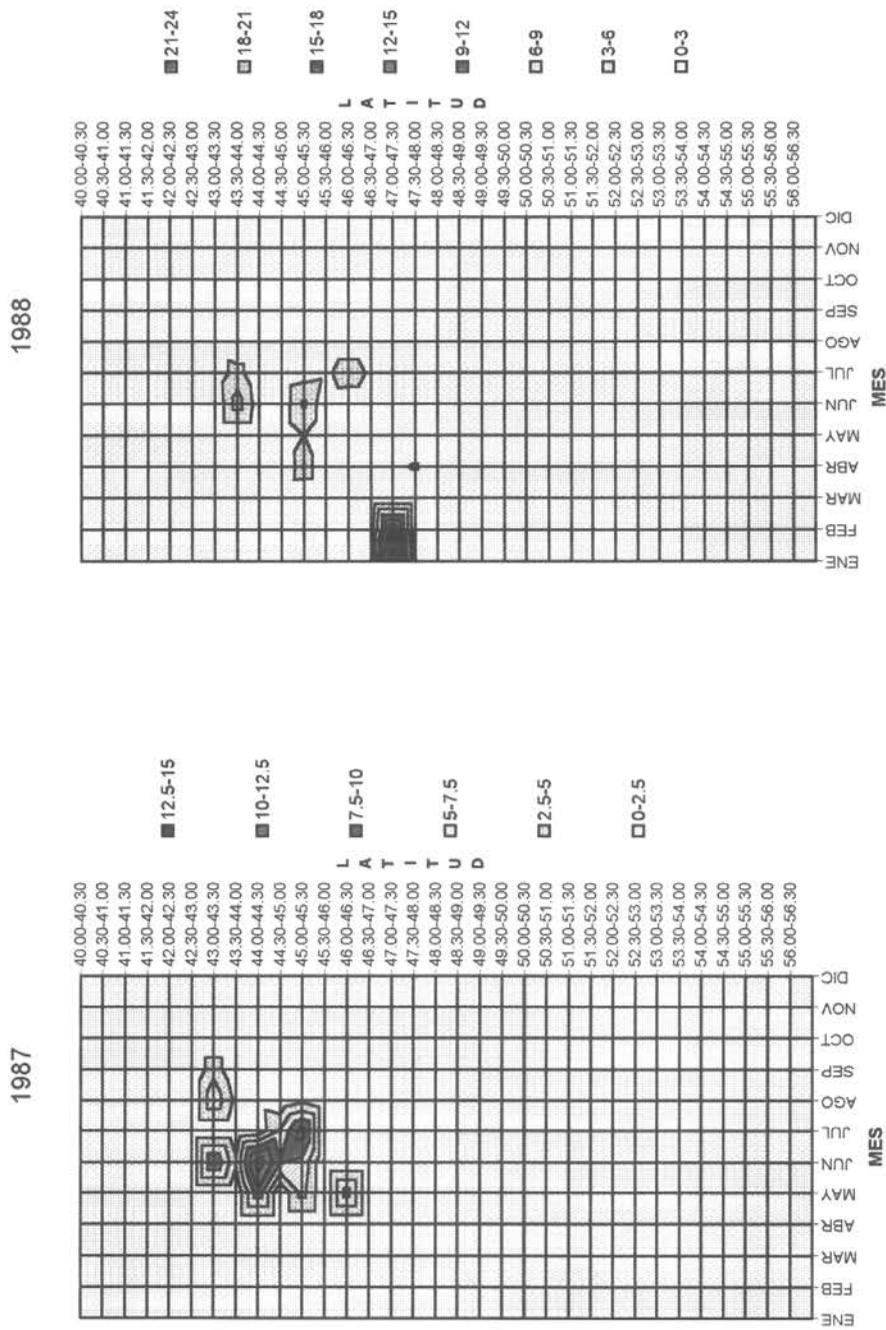


Fig. 25 Distribución espacio-temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota espinelera hielera en 1987 - 1988.

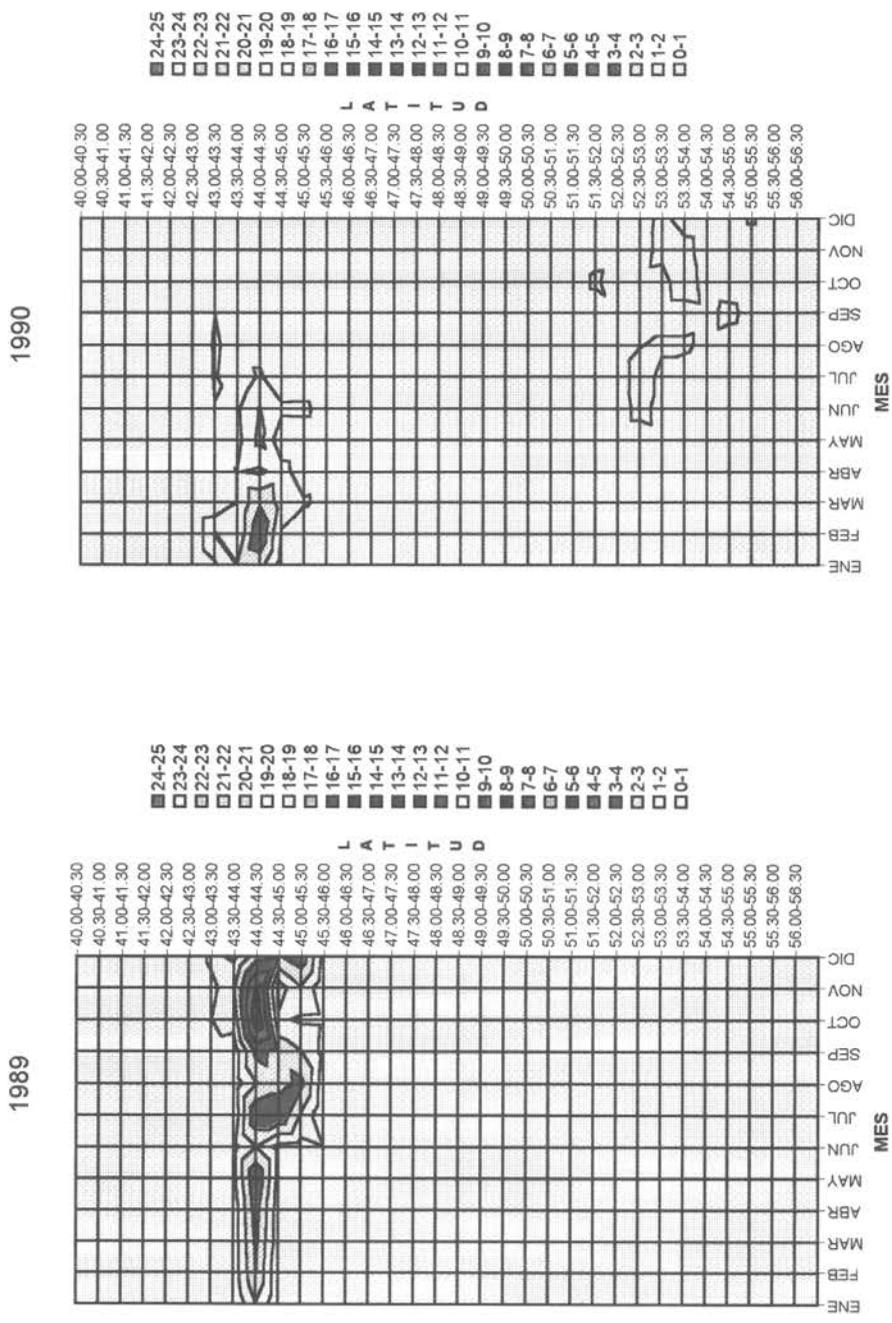


Fig. 26 Distribución espacio-temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota espineiera hieiera en 1989 - 1990.

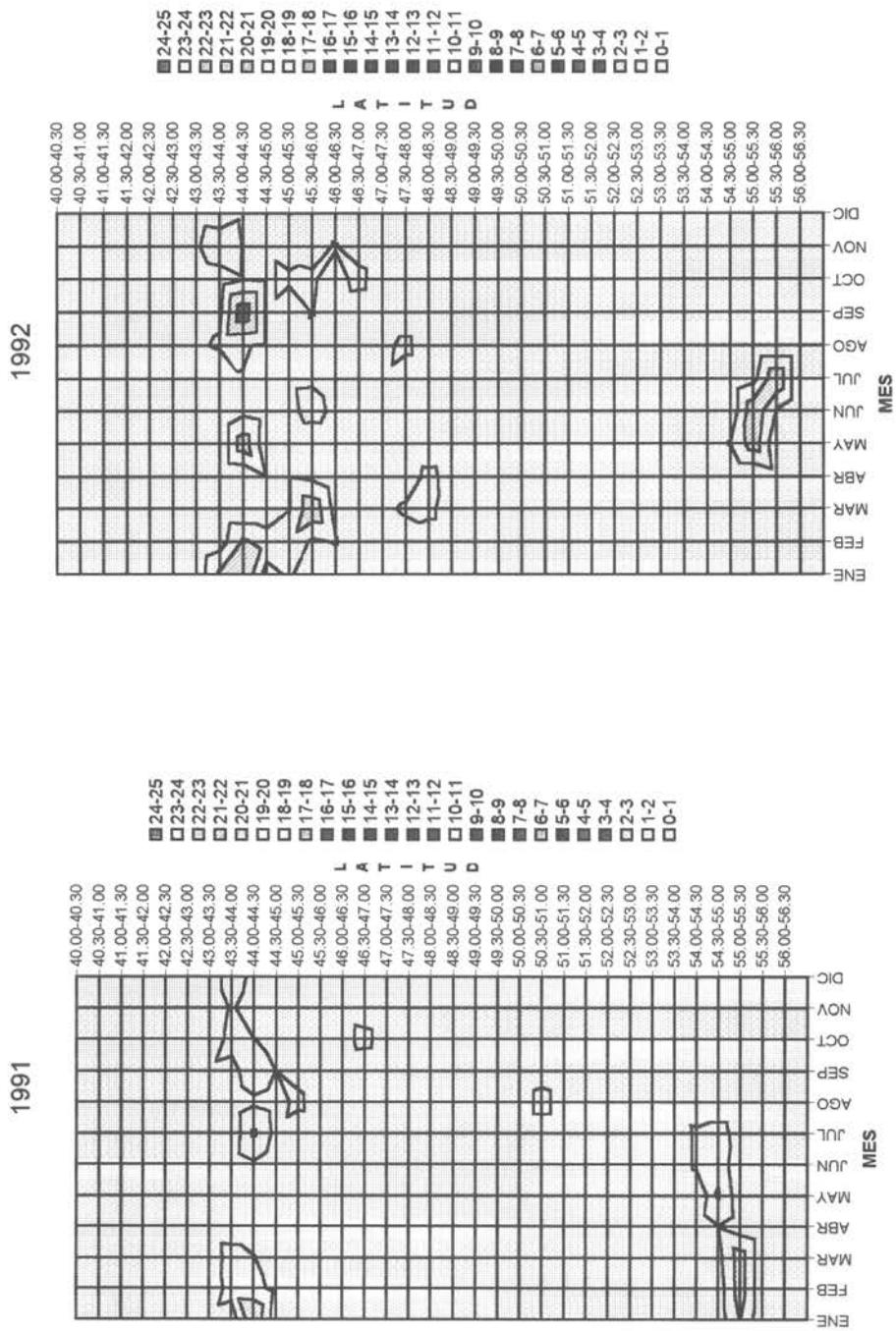


Fig. 27 Distribución espacio-temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota espinelera hielera en 1991 - 1992

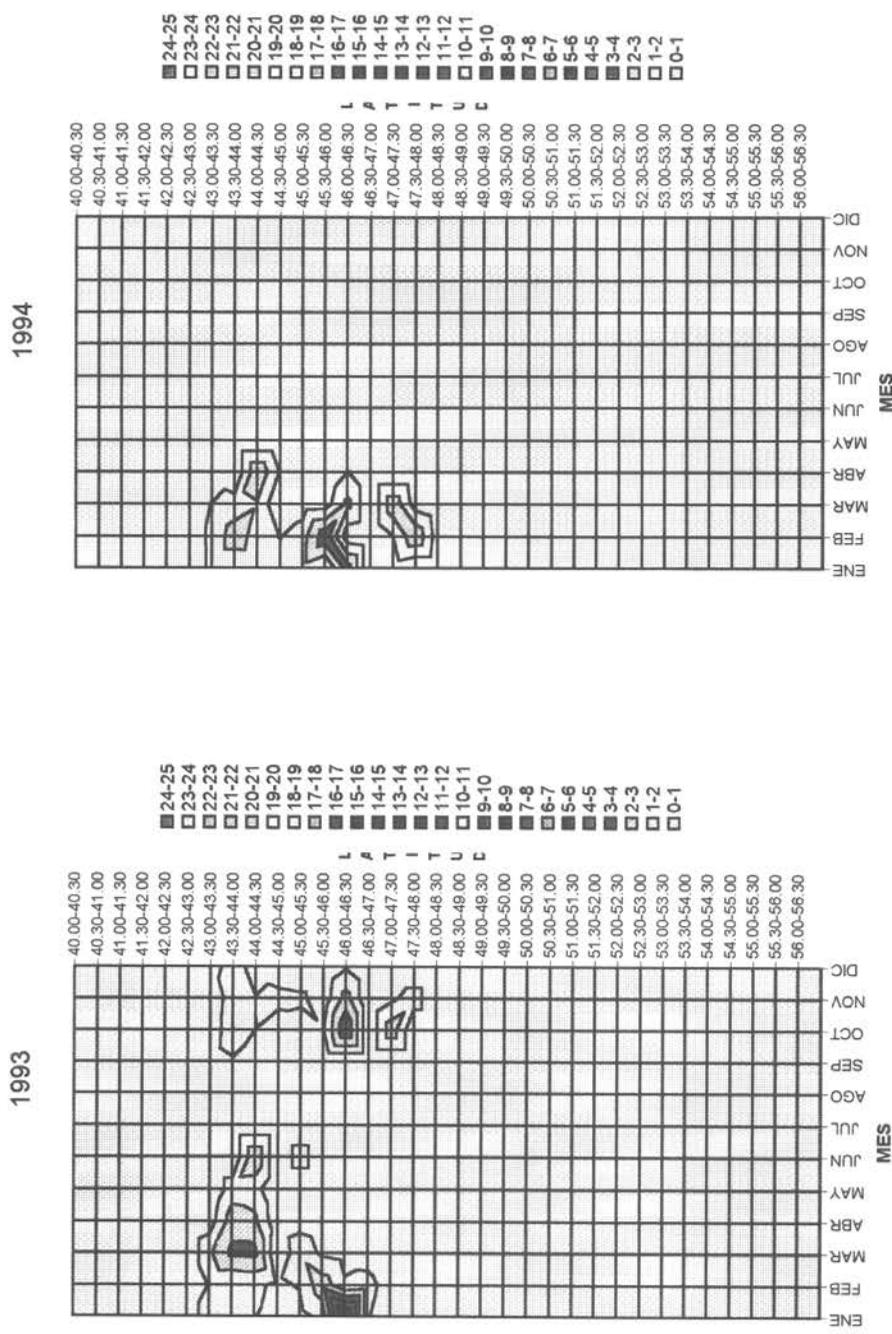


Fig. 28 Distribución espacio-temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota espinelera hielera en 1993 - 1994

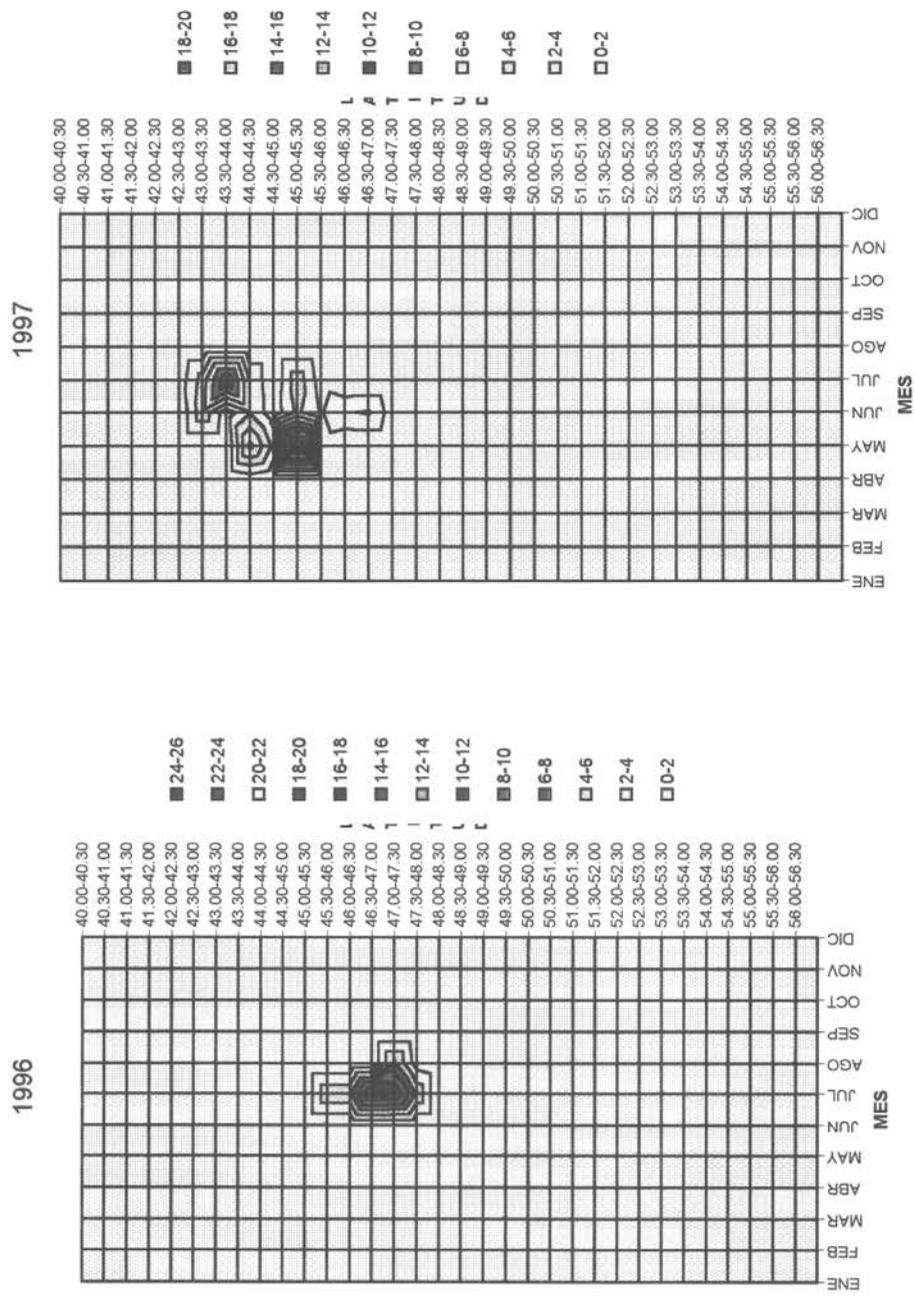


Fig. 29 Distribución espacio-temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje total anual) para flota espinelera hielera 1996-1997.

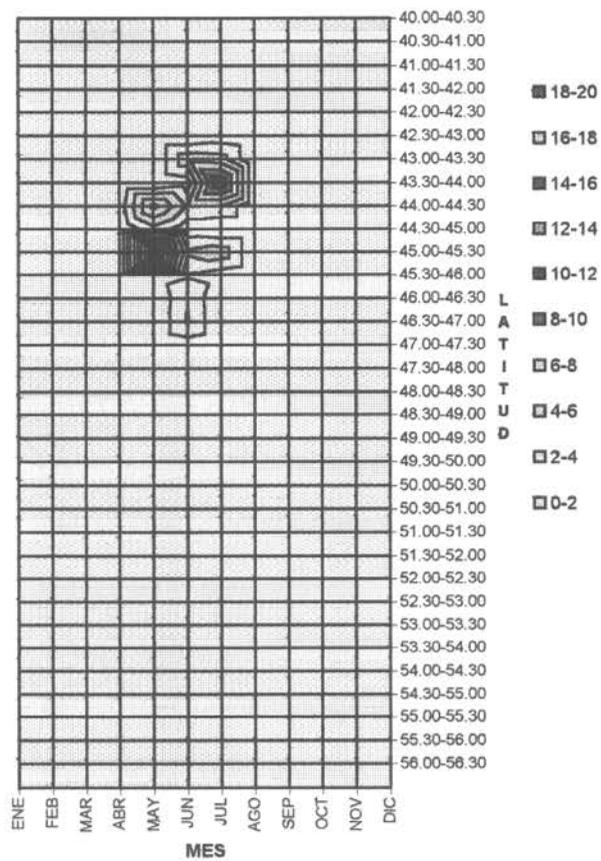


Fig. 30 Distribución espacio-temporal del esfuerzo de pesca (porcentaje del total anual) para la flota espinelera hielera en 1998.

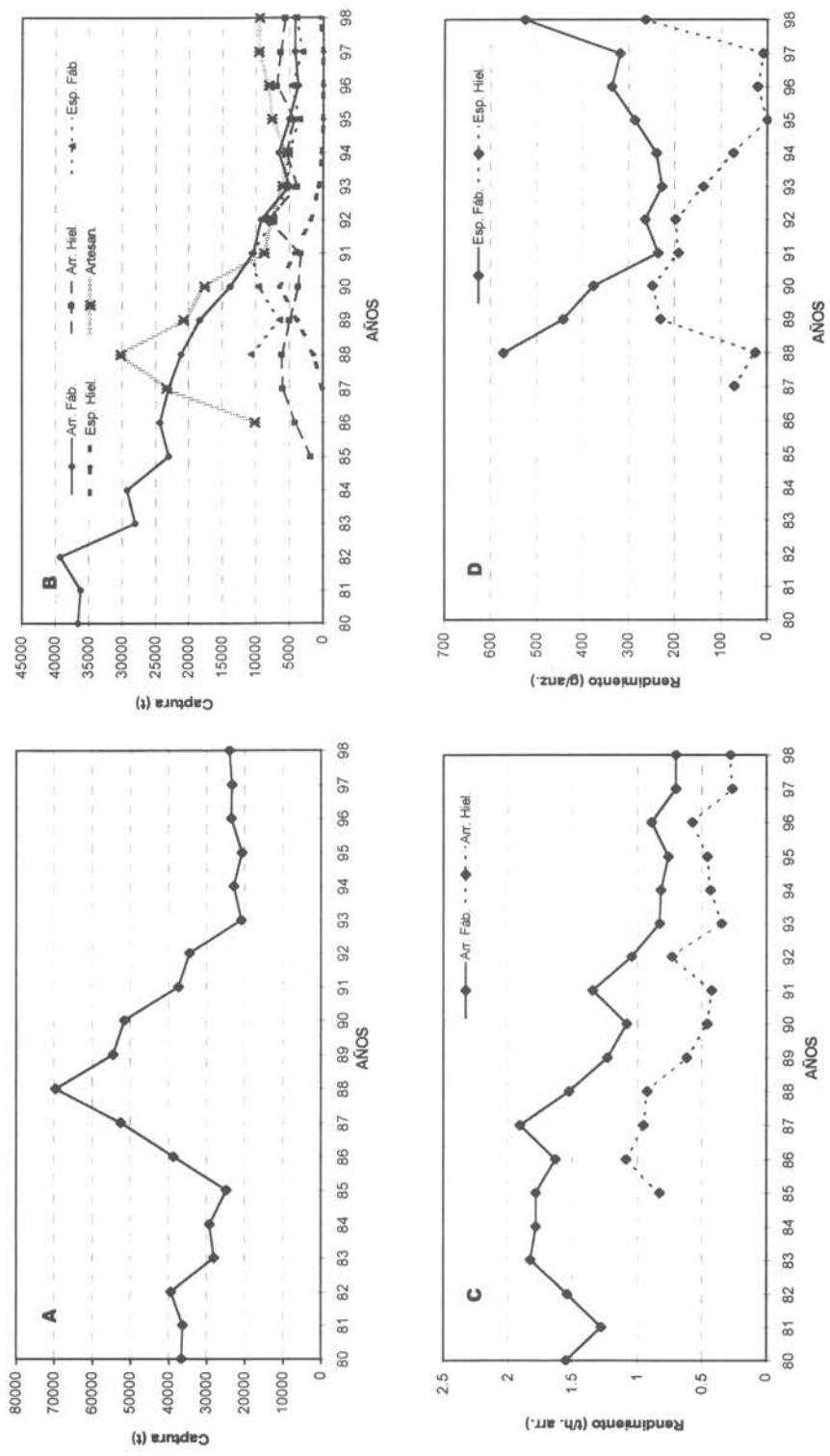


Fig. 31 Captura (t) por flota y rendimiento de merluza del sur por flota, 1980 y 1998.

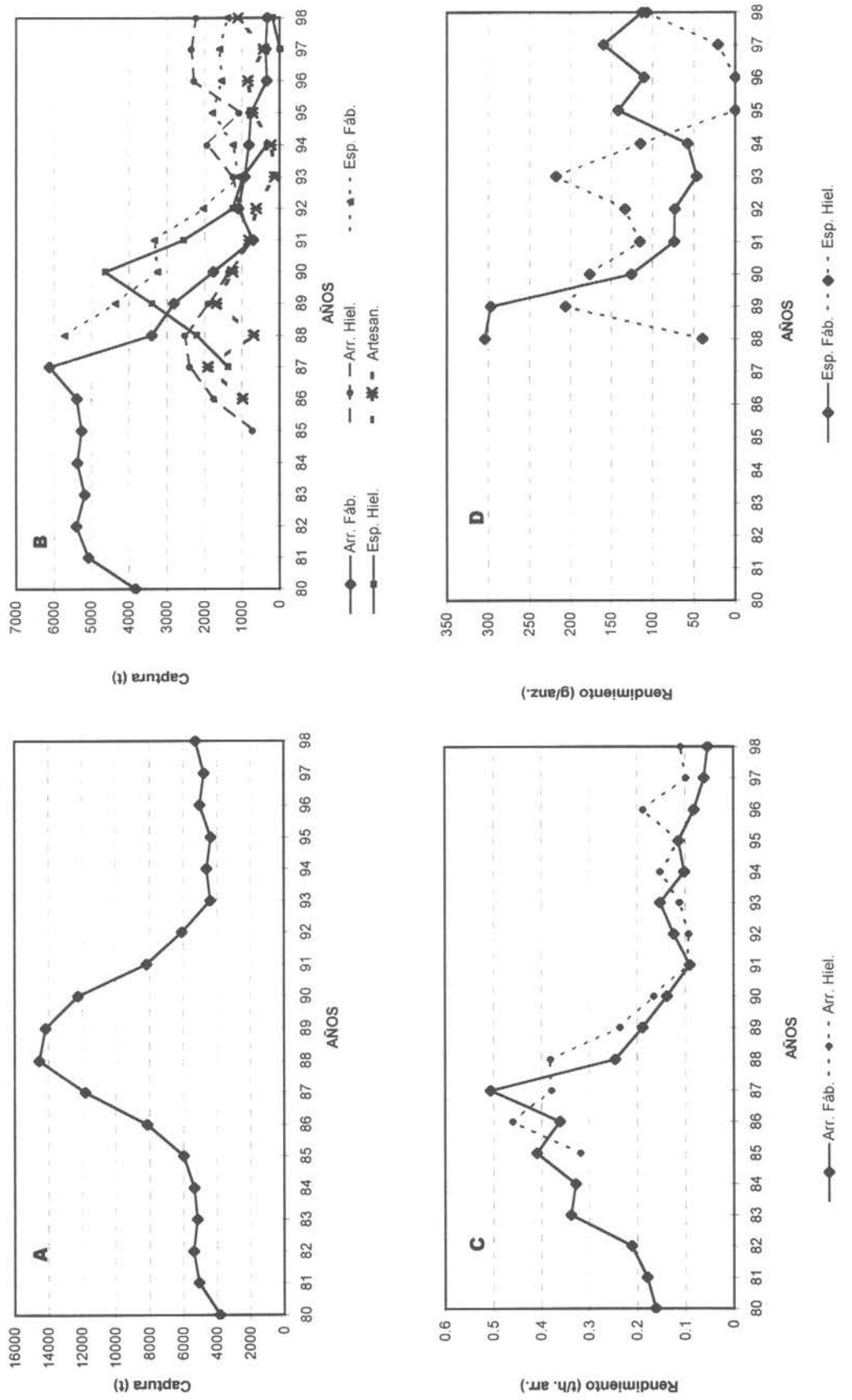


Fig. 32 Captura (t) por flota y rendimiento de congrio dorado entre 1980 y 1998.

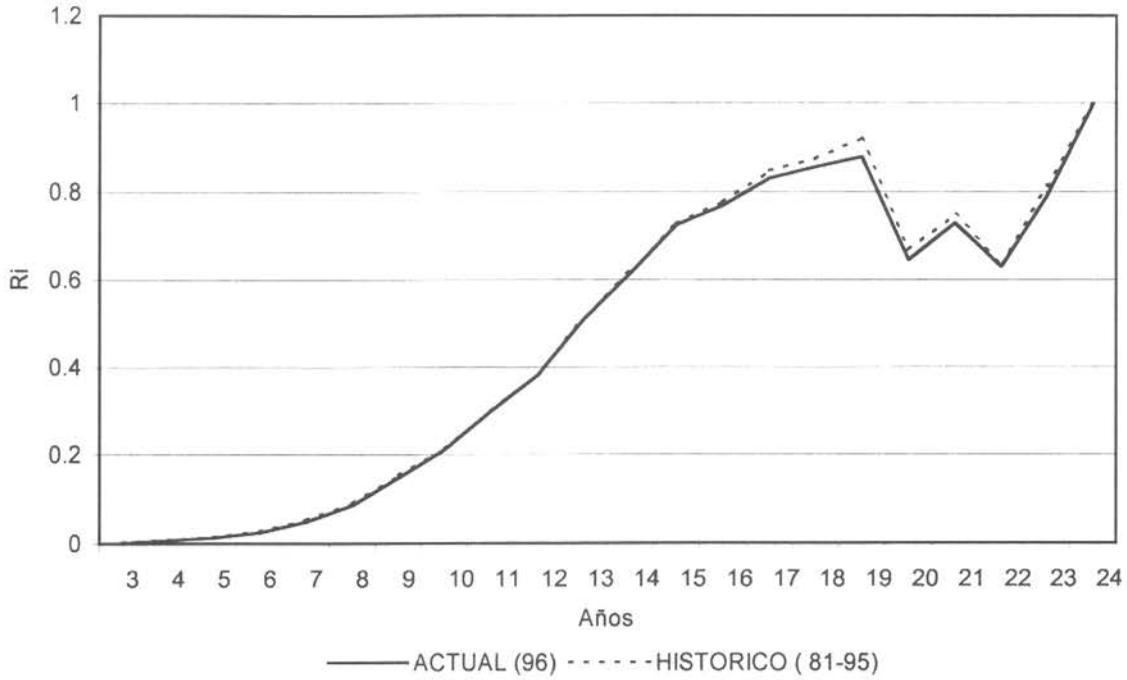


Fig. 33 Patrón de explotación de merluza del sur para machos. Ajuste con patrón de explotación histórico.

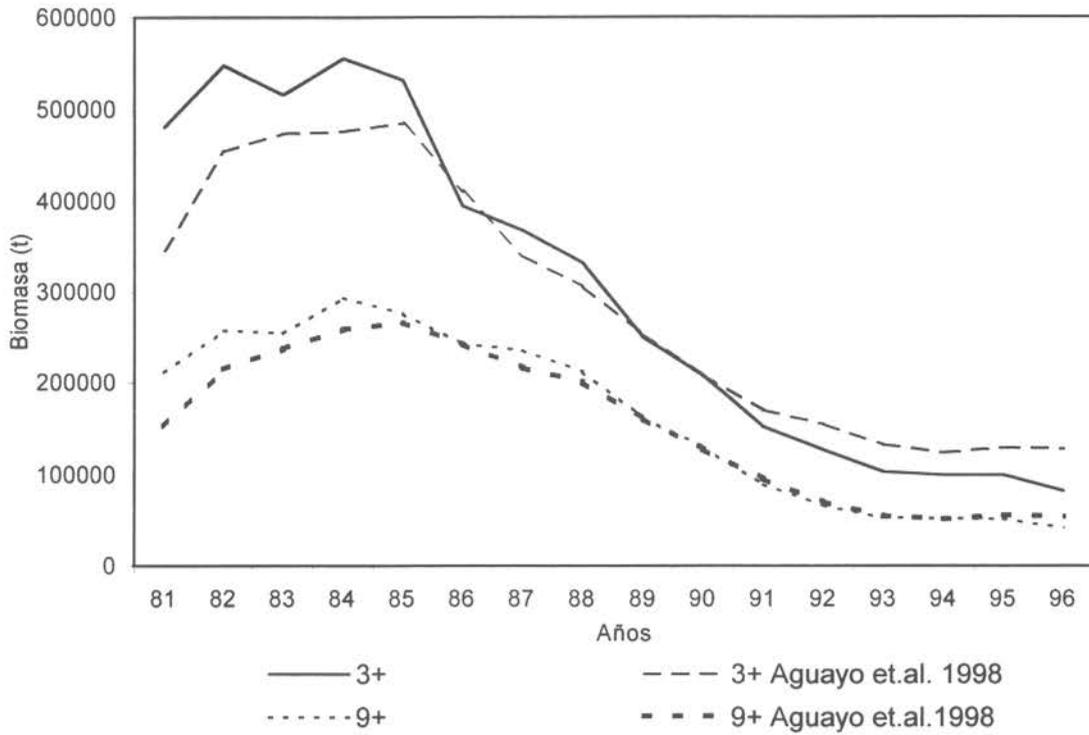


Fig. 34 Fluctuación de la biomasa de merluza del sur para machos. Ajuste con patrón de explotación histórico.

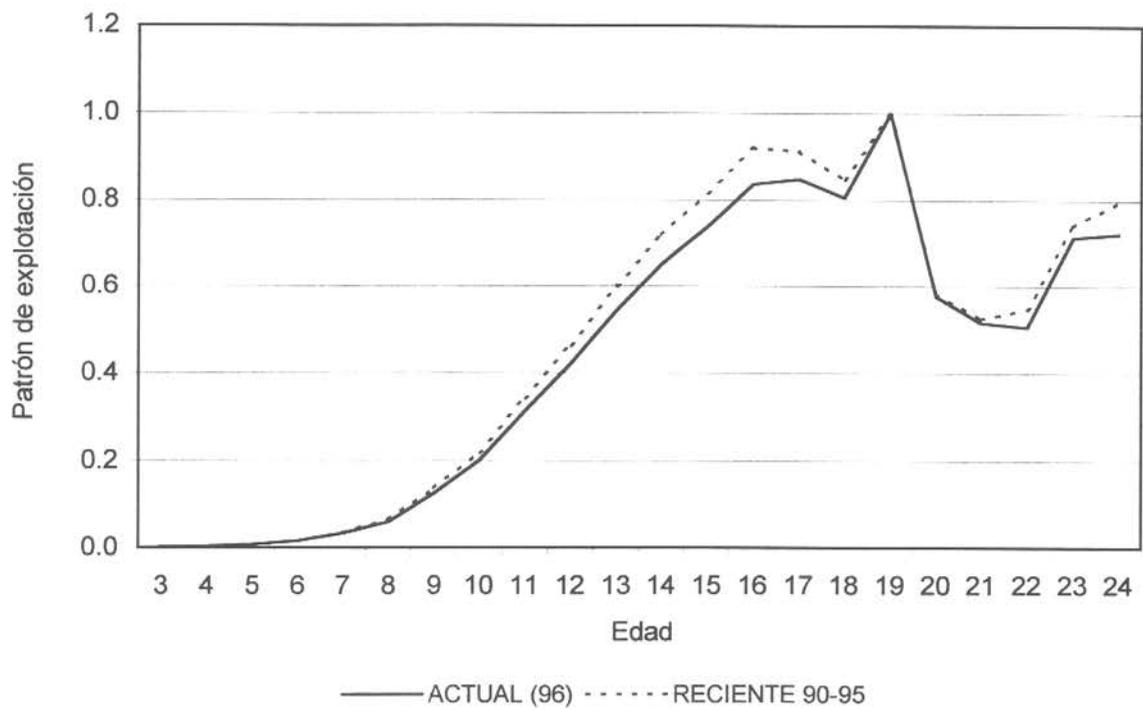


Fig. 35 Patrón de explotación de merluza del sur para machos. Ajuste con patrón de selectividad reciente.

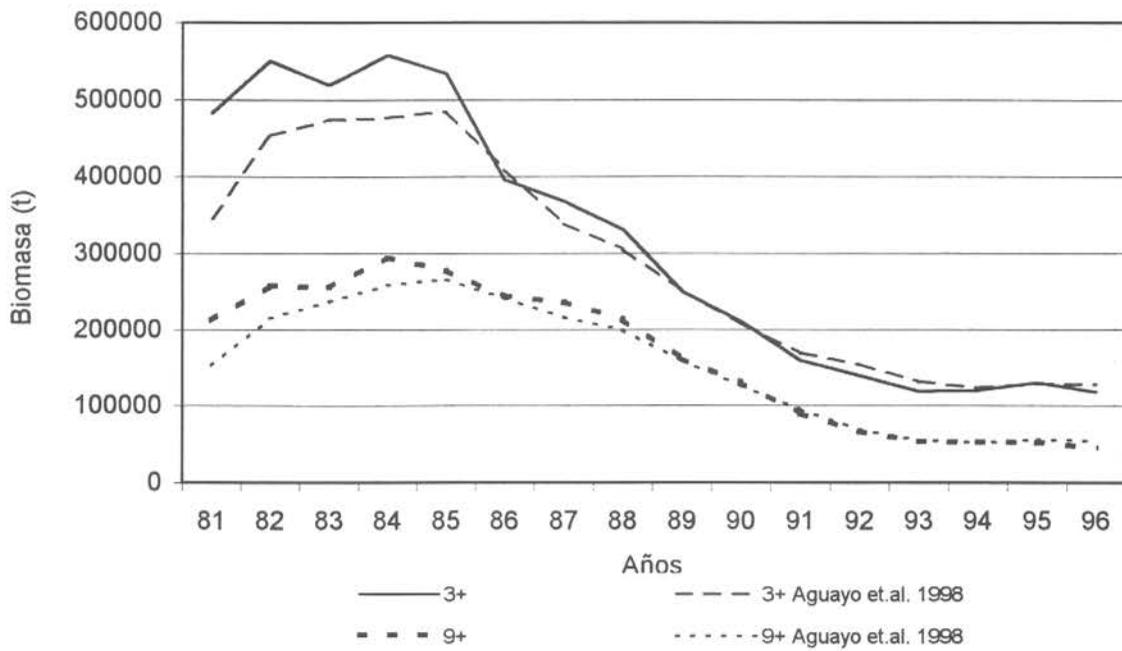


Fig. 36 Fluctuación de la biomasa de merluza del sur para machos. Ajuste con patrón de explotación histórico.

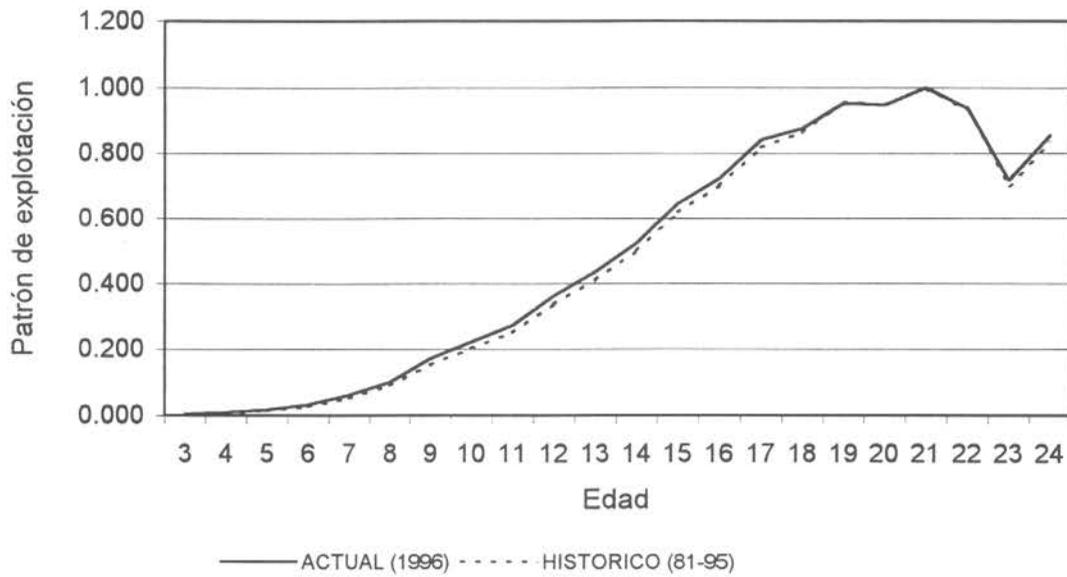


Fig. 37 Ajuste de patrón de explotación en merluza del sur para hembras. Ajuste con patrón de explotación histórico.

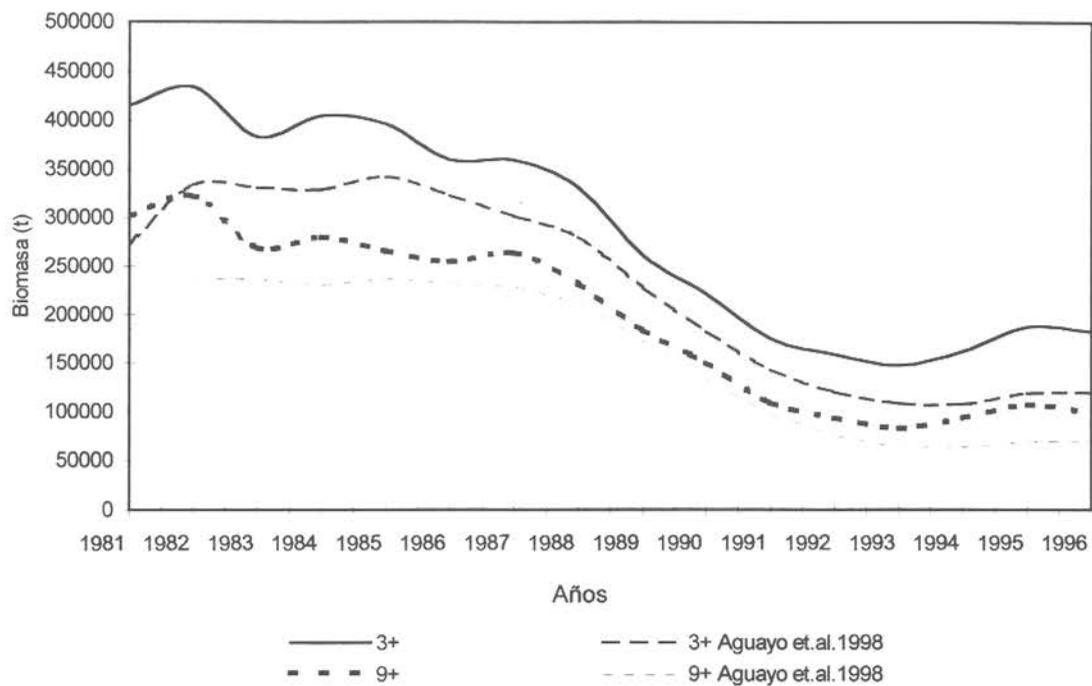


Fig. 38 Fluctuación de la biomasa de merluza del sur para hembras en el área total de la pesquería. Ajuste con patrón de explotación histórico.

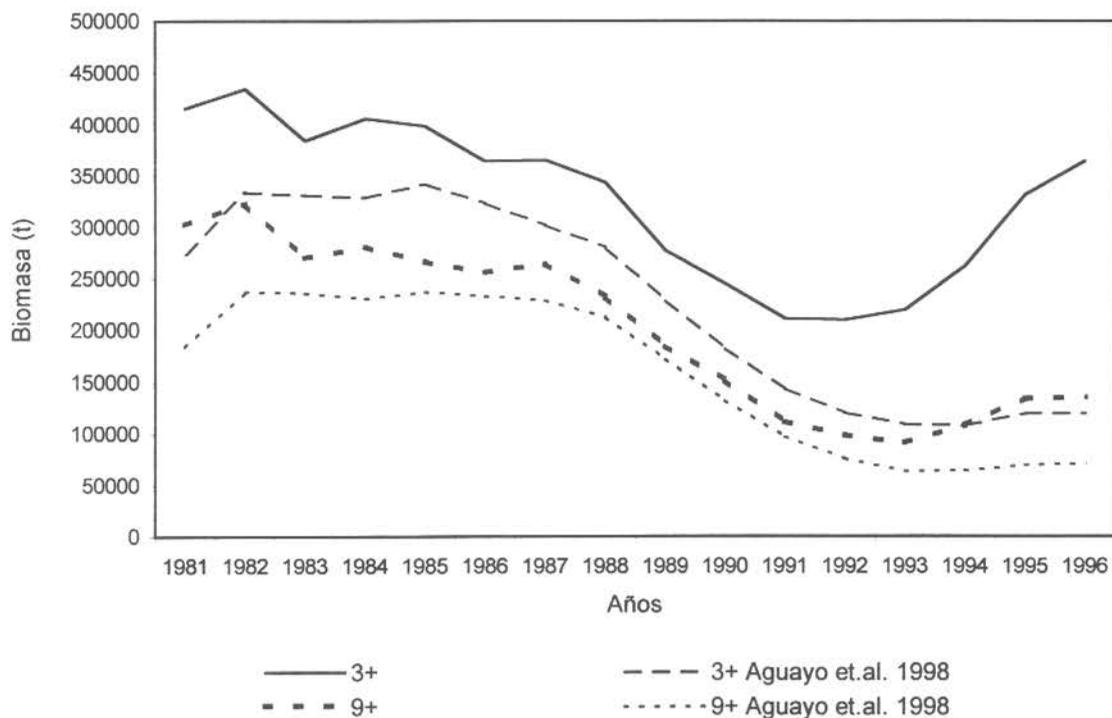


Fig. 39 Fluctuación de la biomasa de merluza del sur para hembras en el área total de la pesquería. Ajuste con patrón de explotación reciente.

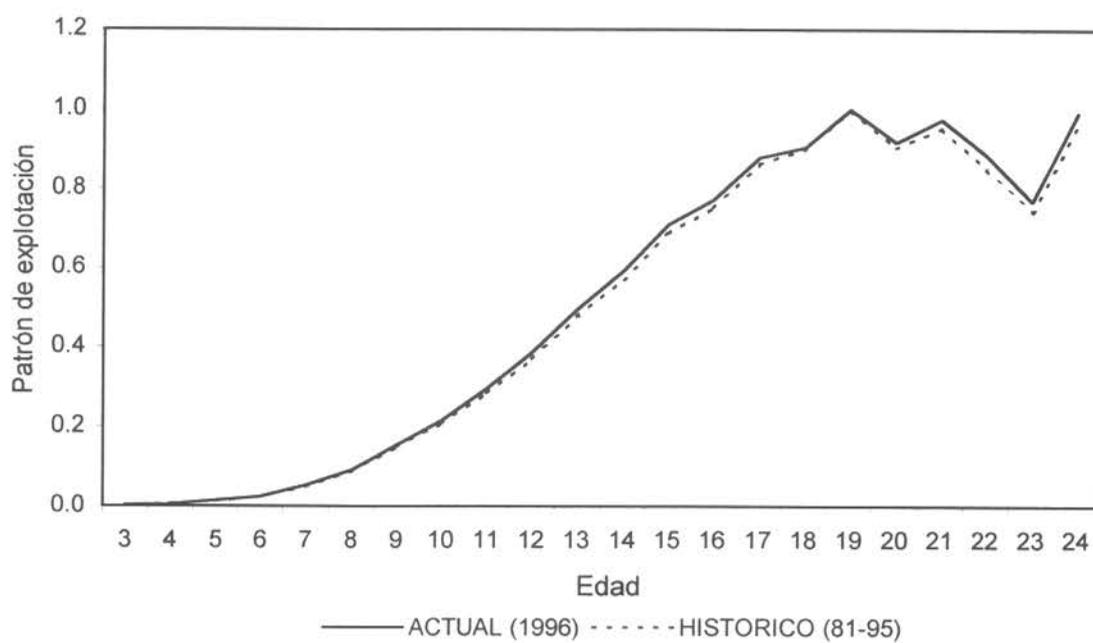


Fig. 40 Fluctuación del patrón de explotación en merluza del sur ambos sexos. Ajuste con patrón de explotación histórico.

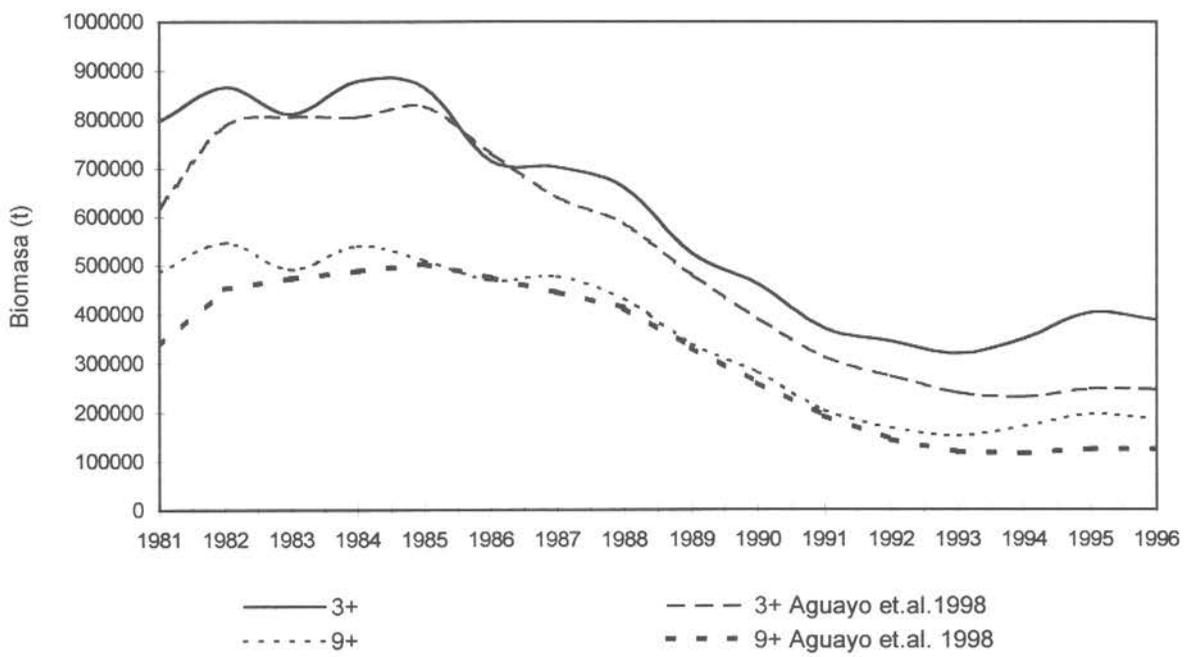


Fig. 41 Fluctuación de la biomasa de merluza del sur para ambos sexos en el área total de la pesquería.

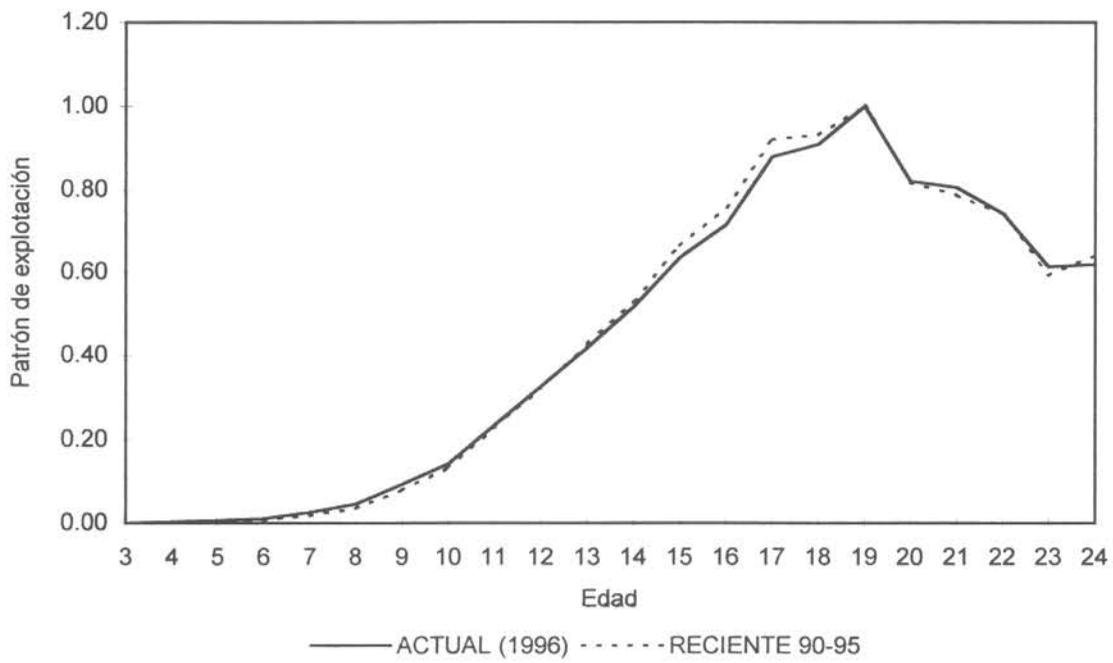


Fig. 42 Ajuste del patrón de explotación en merluza del sur para ambos sexos. Ajuste con patrón de explotación reciente.

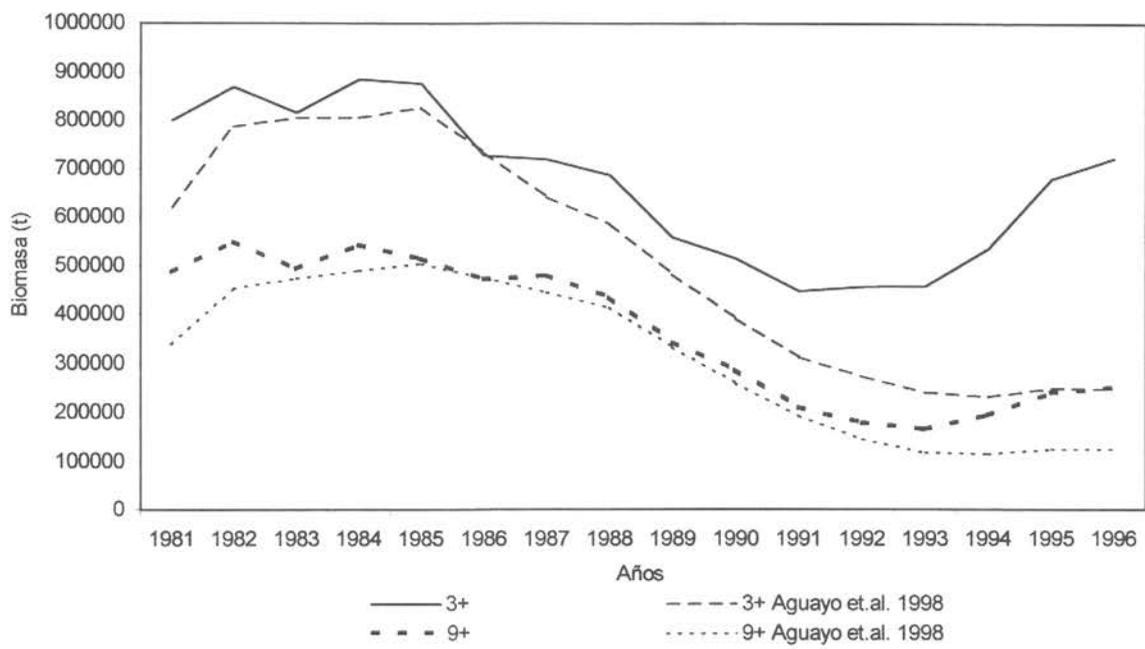


Fig. 43 Fluctuación de la biomasa de merluza del sur ambos sexos en el área total de la pesquería. Ajuste con patrón de explotación reciente.

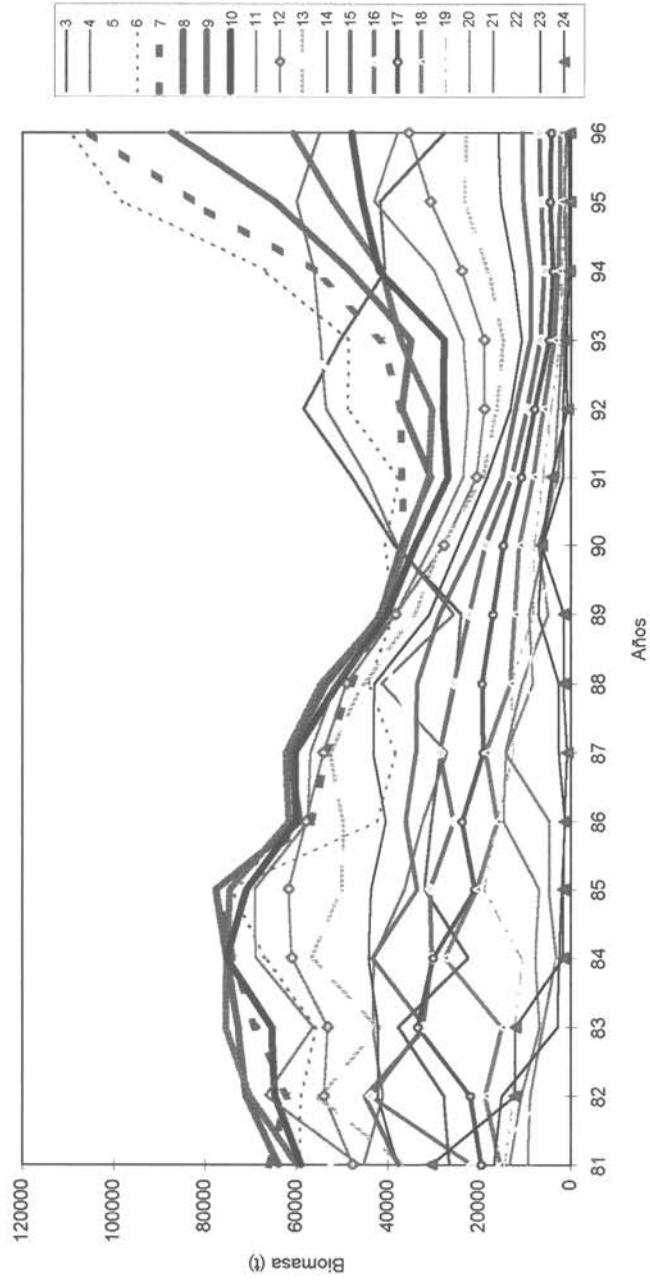


Fig. 44 Fluctuación de la captura de merluza del sur total por grupo de edad en el 1981 - 1996.

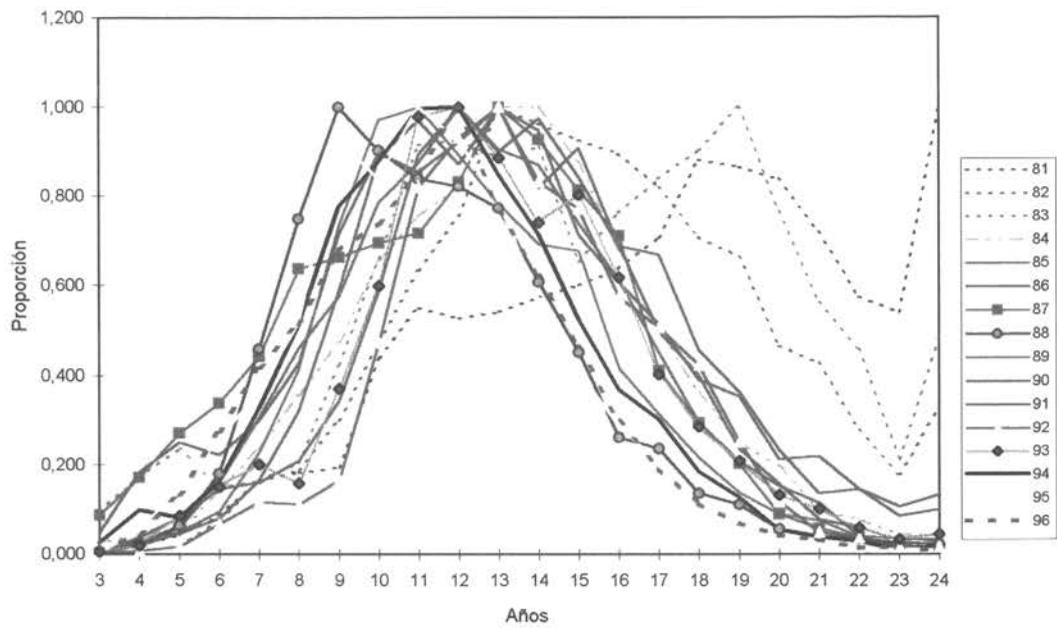


Fig. 45 Proporción de edades en las capturas anuales de merluza del sur para ambos sexos.

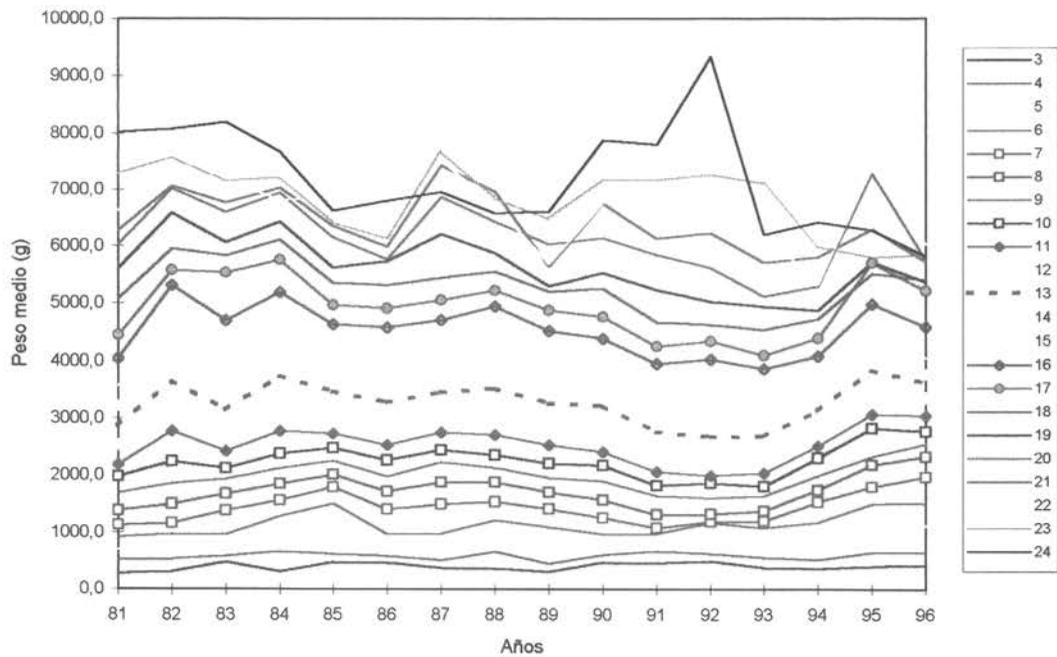


Fig. 46 Peso medio individual de merluza del sur por grupo de edad y año para ambos sexos.

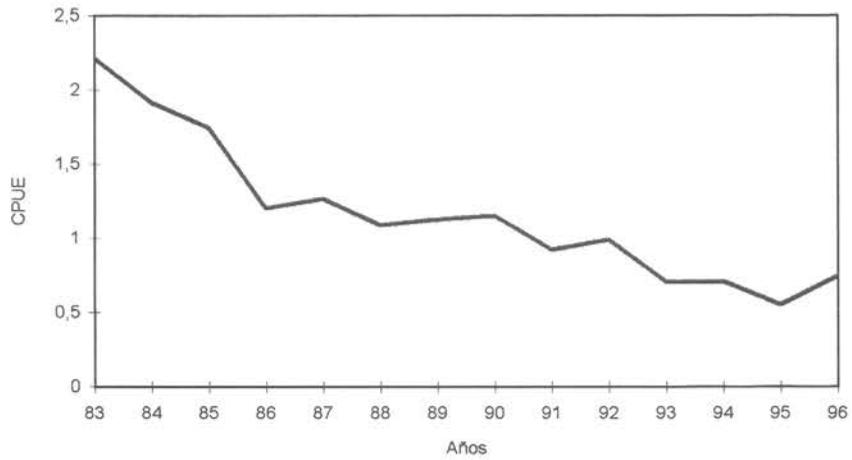


Fig. 47 Variación de la CPUE total de merluza del sur ambos sexos.

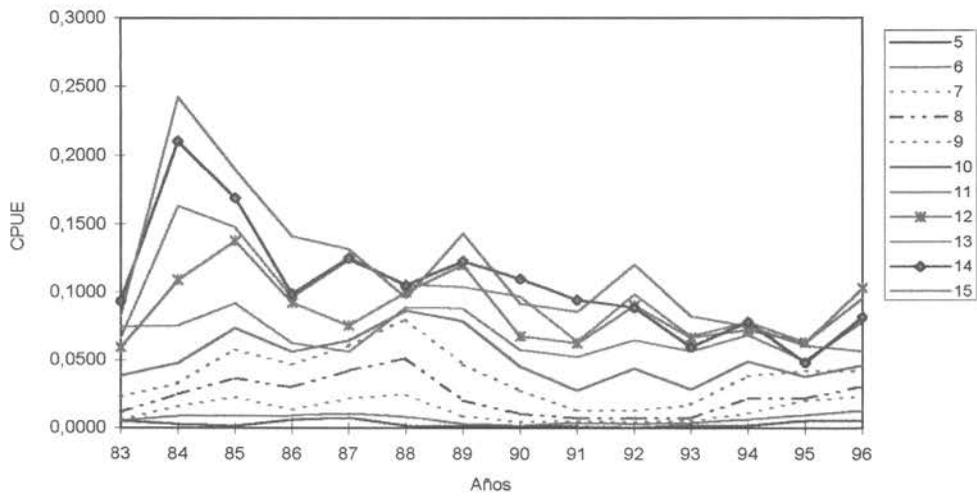


Fig. 48 Variación de la CPUE de ambos sexos por edad y año.

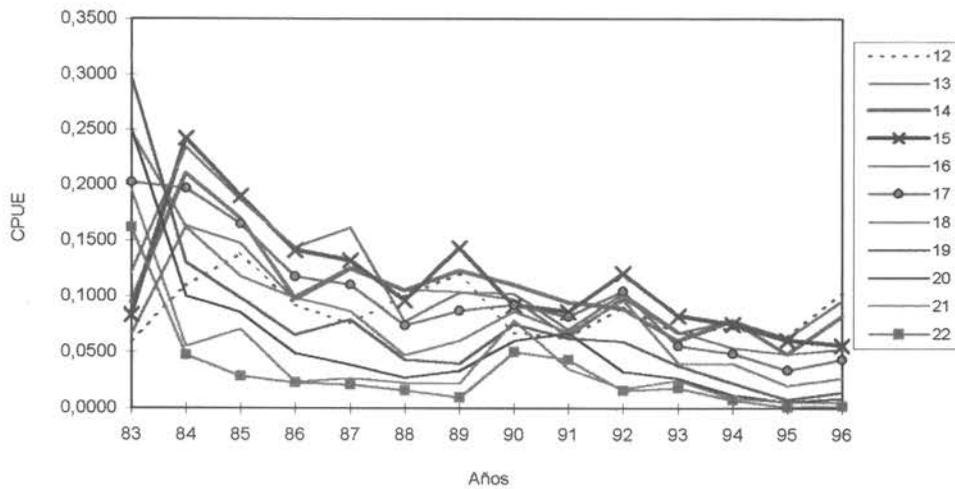


Fig. 49 Variación de la CPUE de ambos sexos por edad (reclutadas) y años.

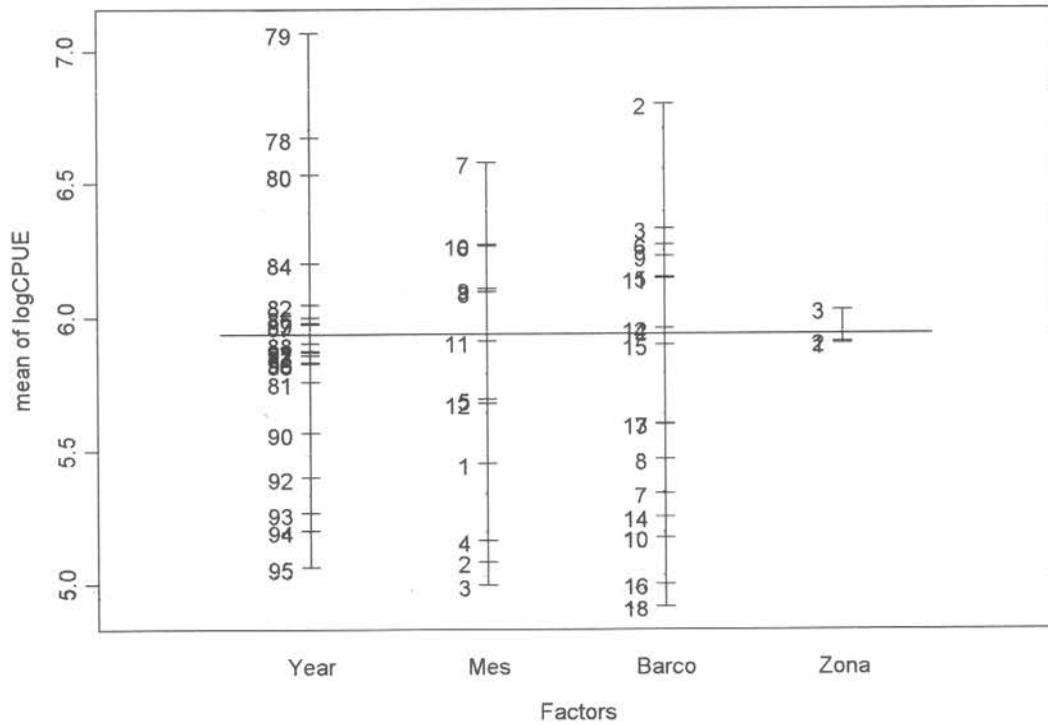


Figura 50. Respuesta de logCPUE de la flota Arrastrera Fábrica a los factores considerados en el análisis multiplicativo de la cpue de Merluza del Sur.

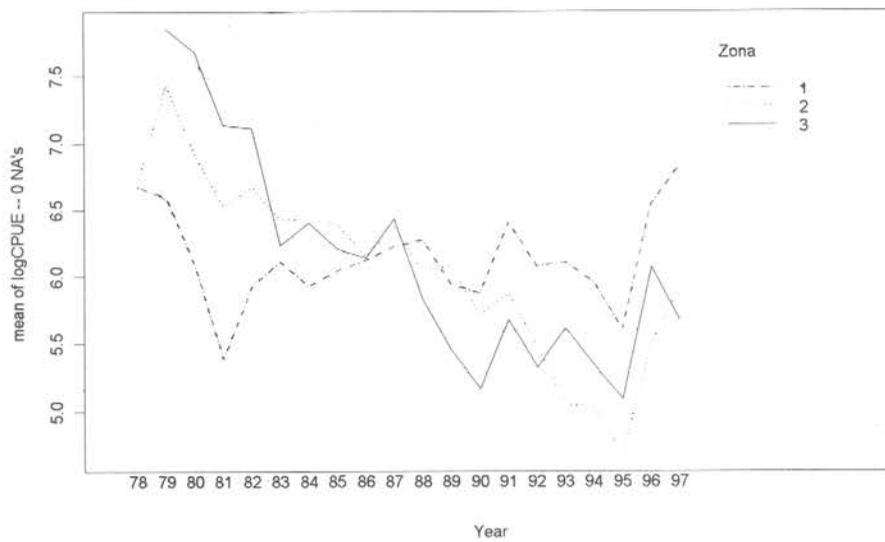


Figura 51. Tendencias diferenciales de los rendimientos de Merluza del Sur de la flota AF, por zona de pesca, que sugieren una interacción entre los factores Año y Zona.

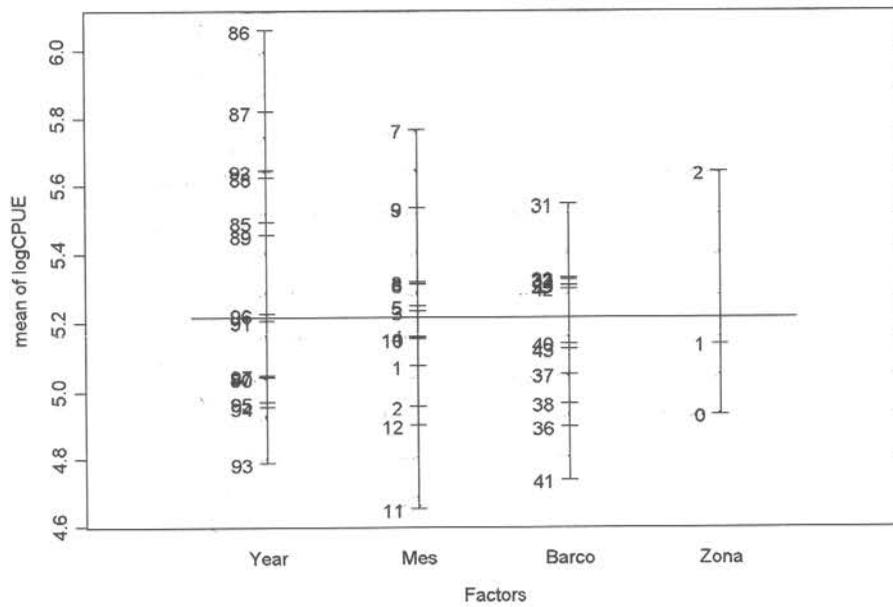


Figura 52. Efecto sobre el logCPUE de la flota AH de los factores principales considerados en el análisis multiplicativo de la cpue de Merluza del Sur.

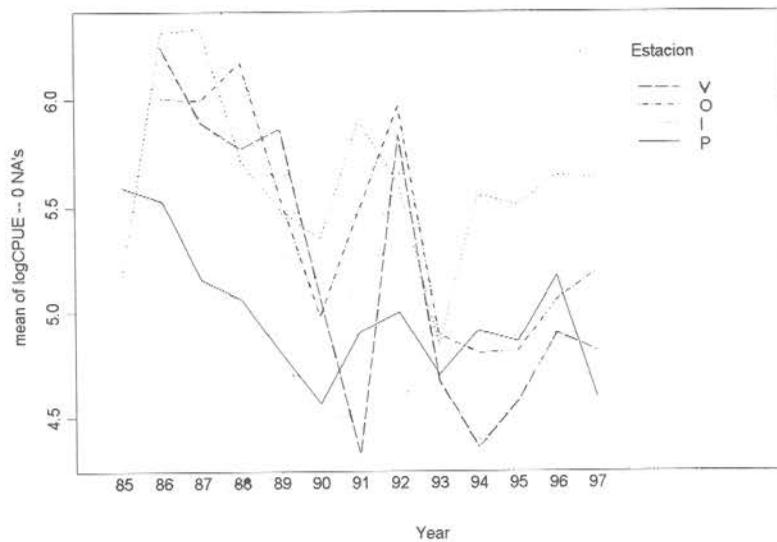


Figura 53. Gráfico de interacciones entre el factor Año y Estación en los datos de cpue de la flota AH.

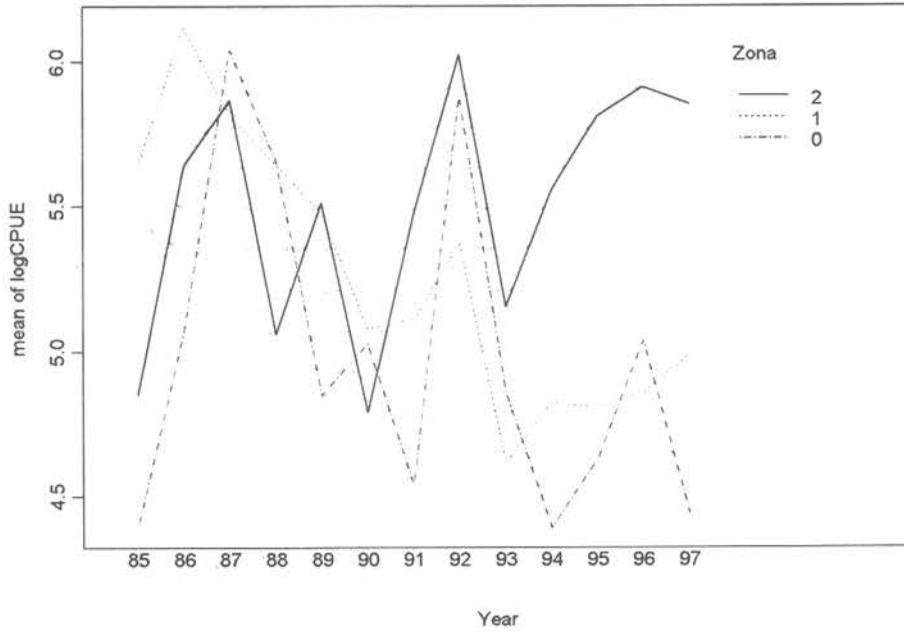


Figura 54. Gráfico de interacciones entre el factor Año y Zona en los datos de cpue de la flota AH.

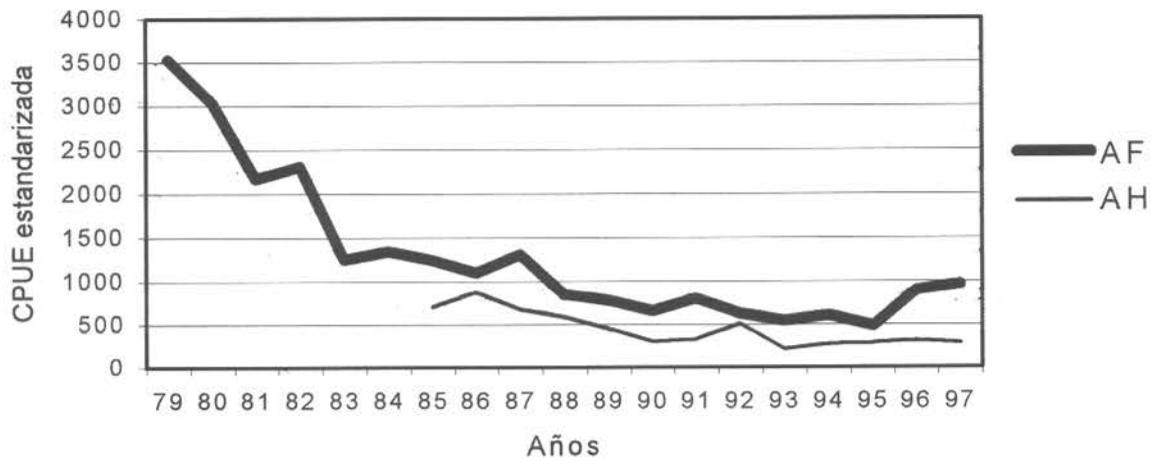


Figura. 55. CPUE estandarizada de las flotas arrastrera fábrica (AF) y arrastrera hielera (AH)

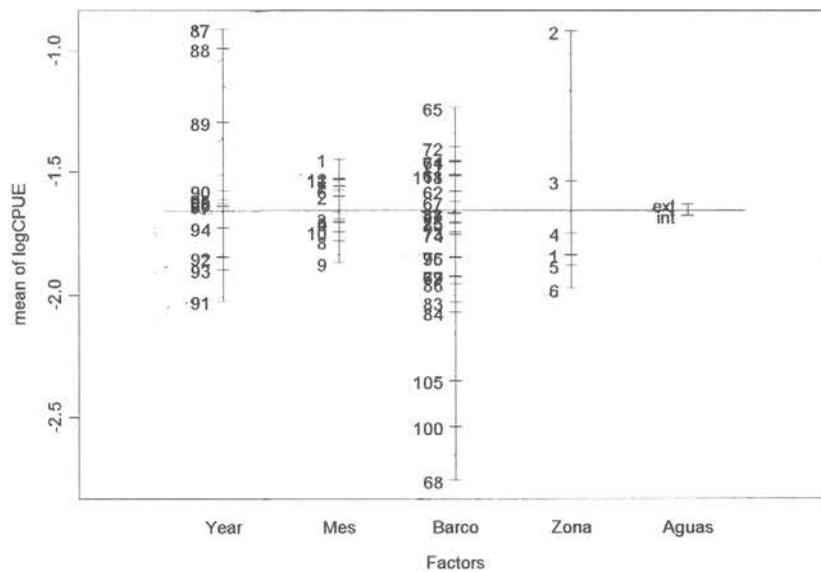


Figura 56. Efecto sobre el logCPUE de la flota EF de los factores principales considerados en el análisis multiplicativo de la cpue de Merluza del Sur.

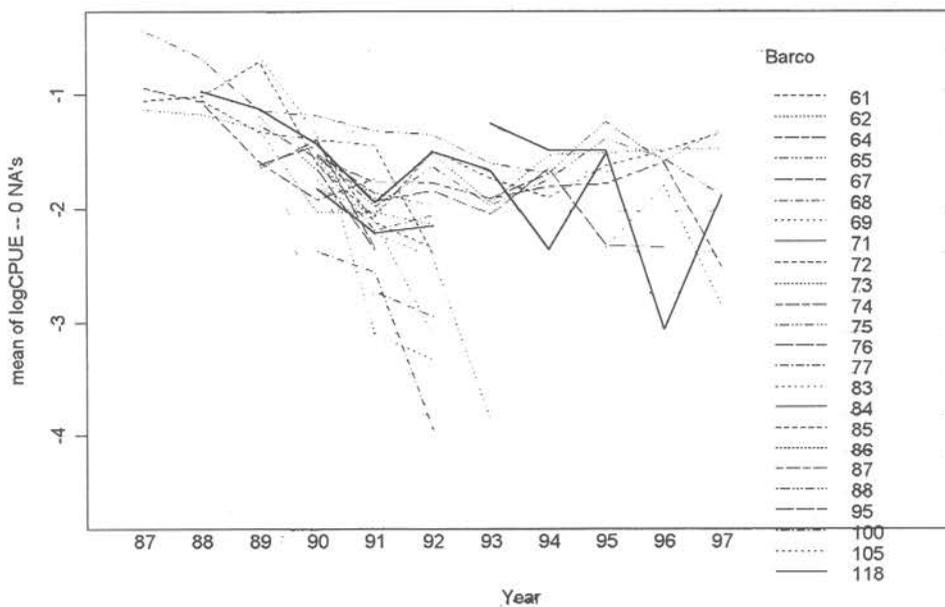


Figura 57. CPUE promedio anual de embarcaciones espinelera fábrica.

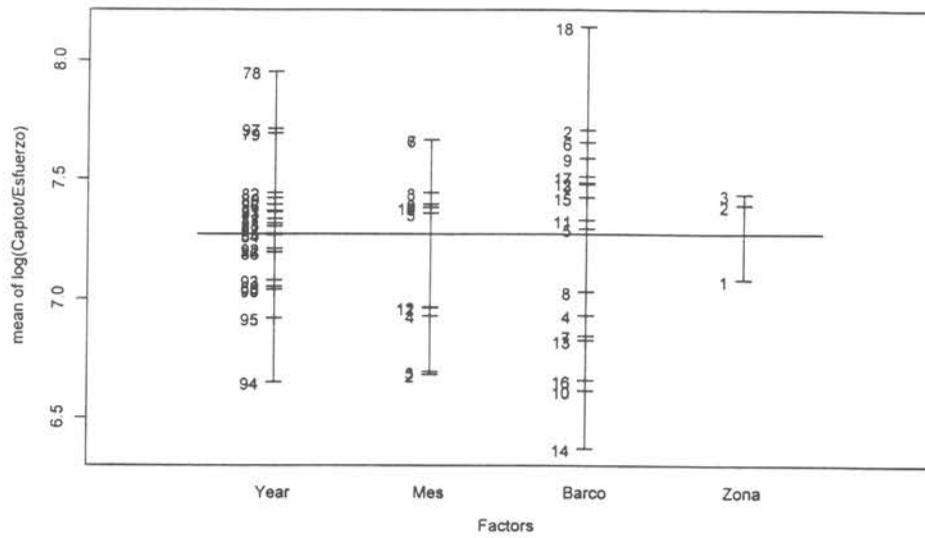


Figura 58. Respuesta de logCPUE de la flota AF a los factores considerados en el análisis multiplicativo de la cpue de Congrio Dorado.

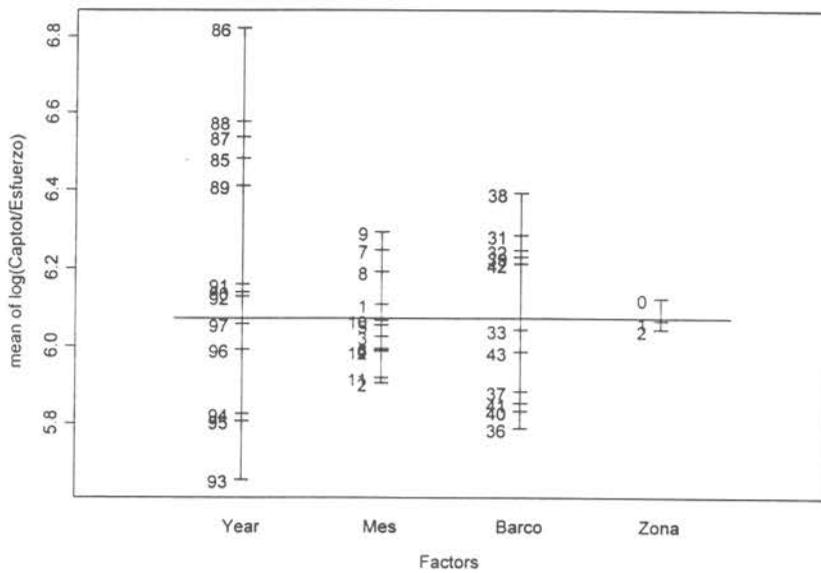


Figura 59. Respuesta del log CPUE de la flota AH a los factores considerados en el análisis multiplicativo de la cpue de Congrio Dorado.

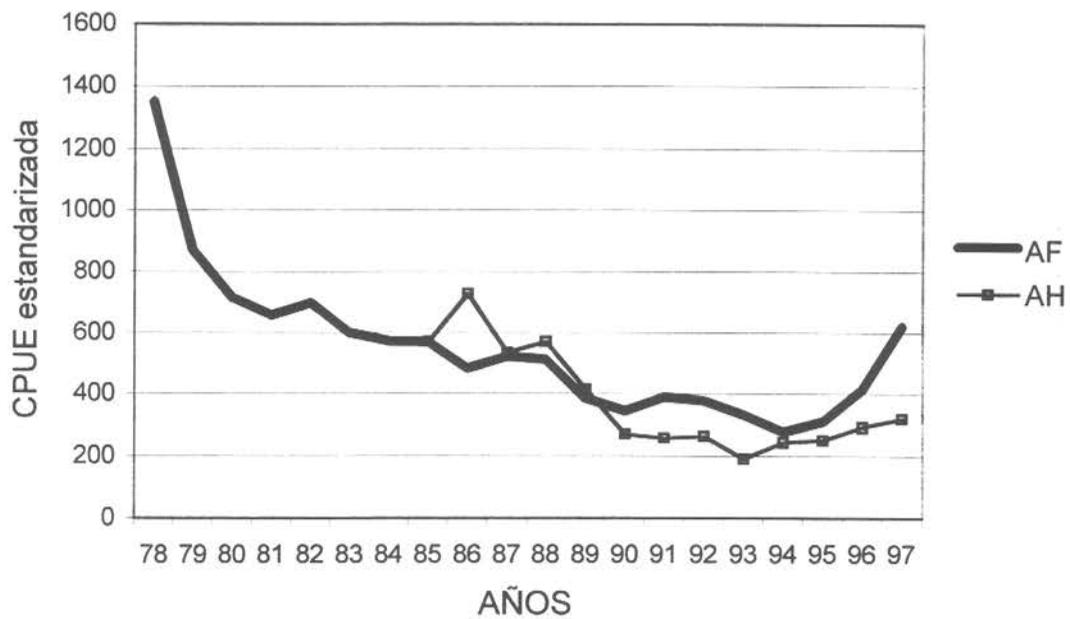


Figura 60. CPUE estandarizada de congrio dorado de la flota arrastrera fábrica (AF) y arrastrera hielera (AH)

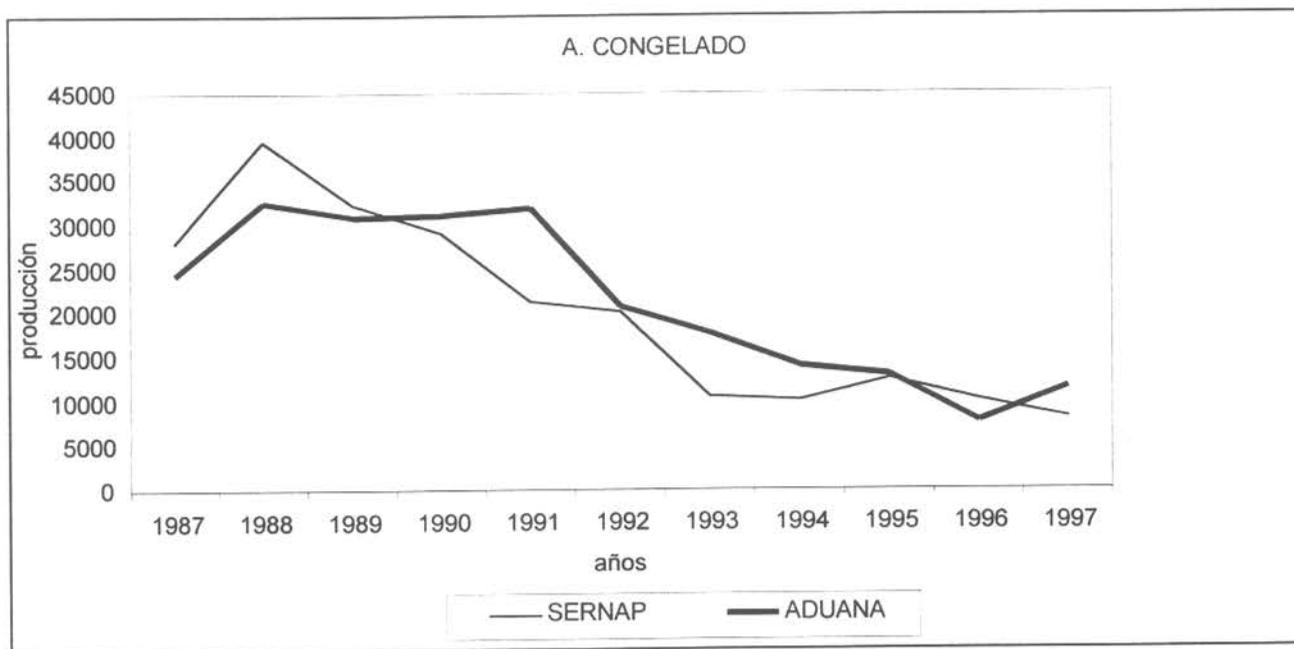


Figura 61. Exportaciones de merluza del sur congelada, según registros de Aduana y SERNAPESCA.

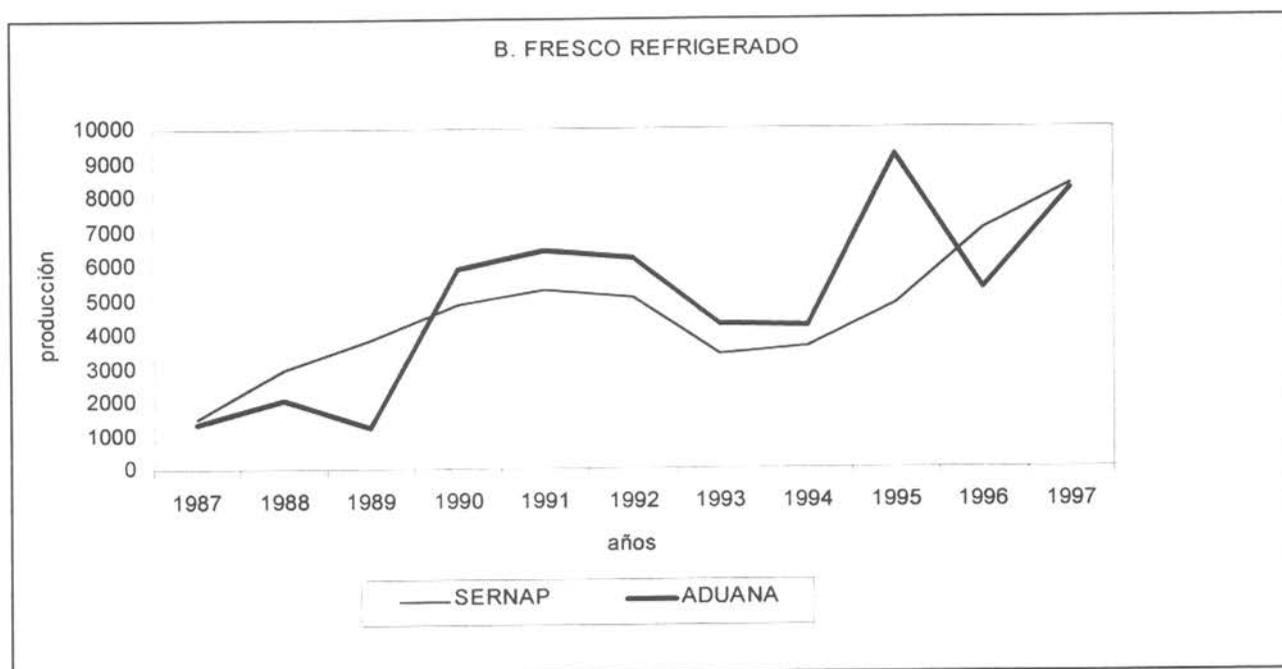


Figura 62. Exportaciones de merluza del sur fresco refrigerado, según registros de Aduana y SERNAPESCA.

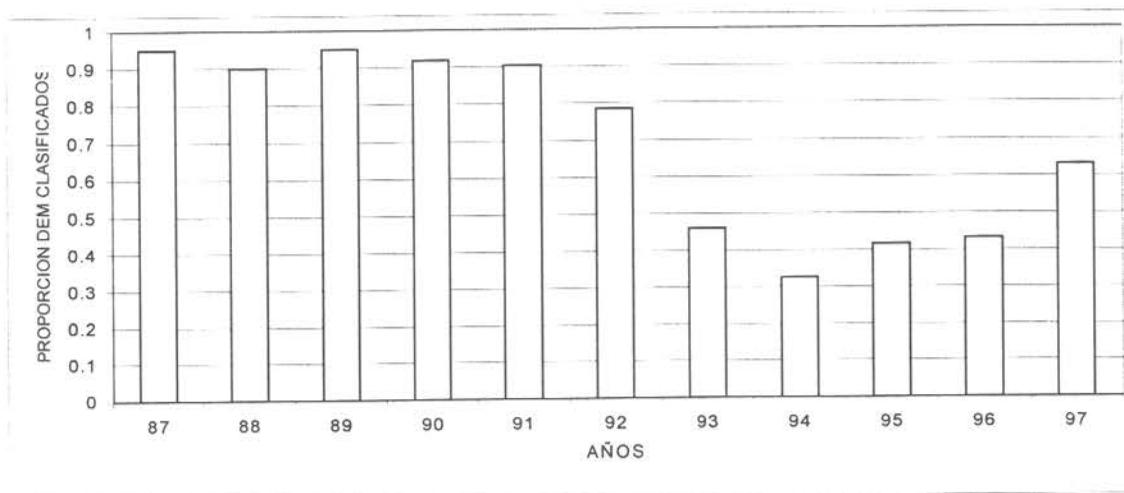


Figura 63. Proporción de la producción registrada en calibres únicos en la información de Aduana.

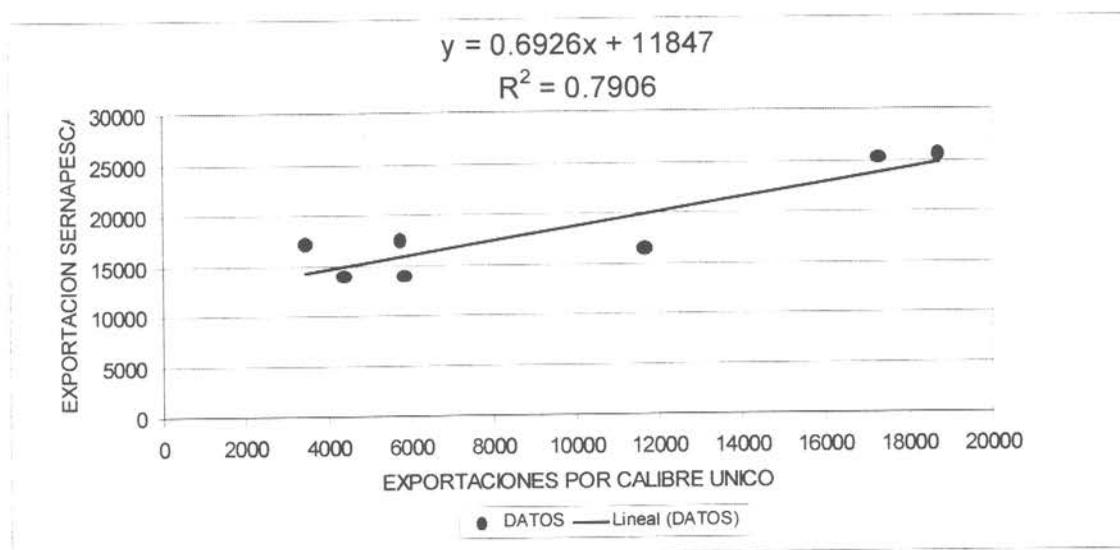


Figura 64. Relación entre exportaciones registradas en calibres únicos y el total de las exportaciones.

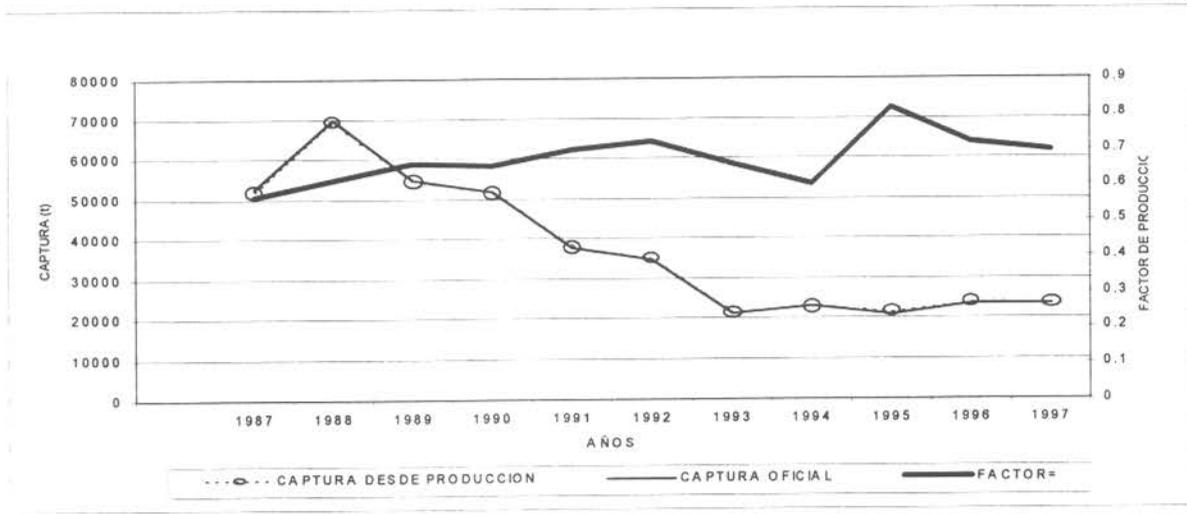


Figura 65. Capturas oficiales, capturas reconstituidas desde la producción y factor de producción global.

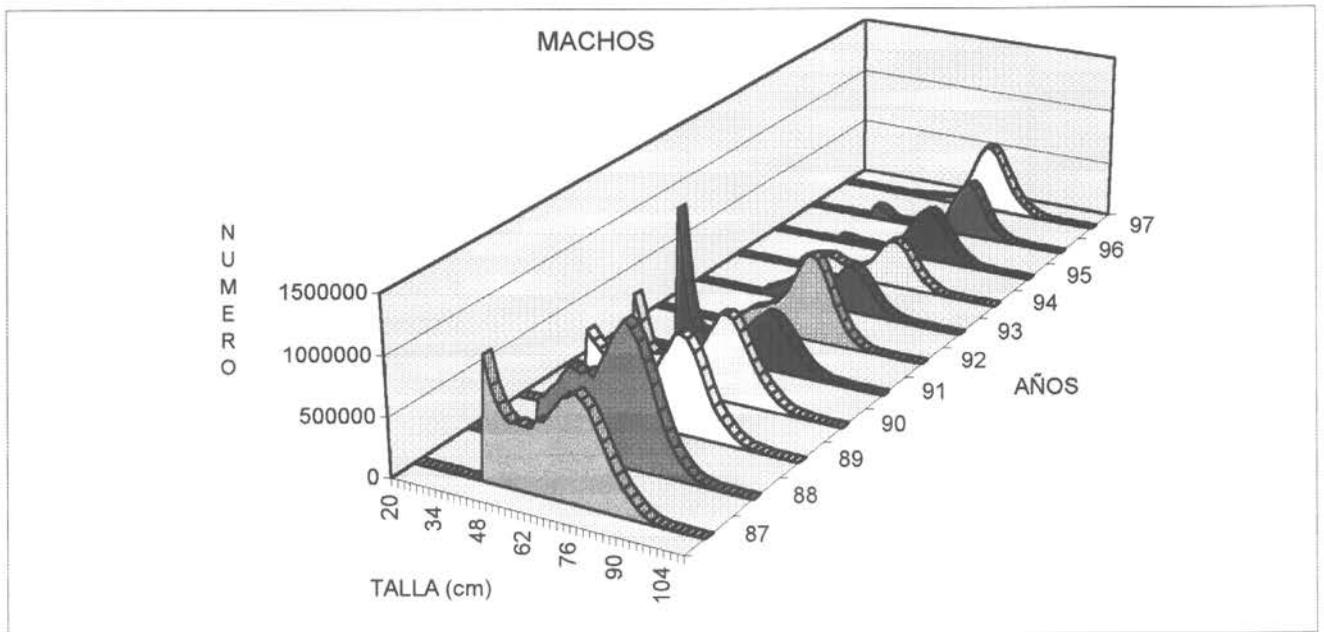


Figura 66. Distribución de tallas de machos obtenidas desde exportaciones por calibre.

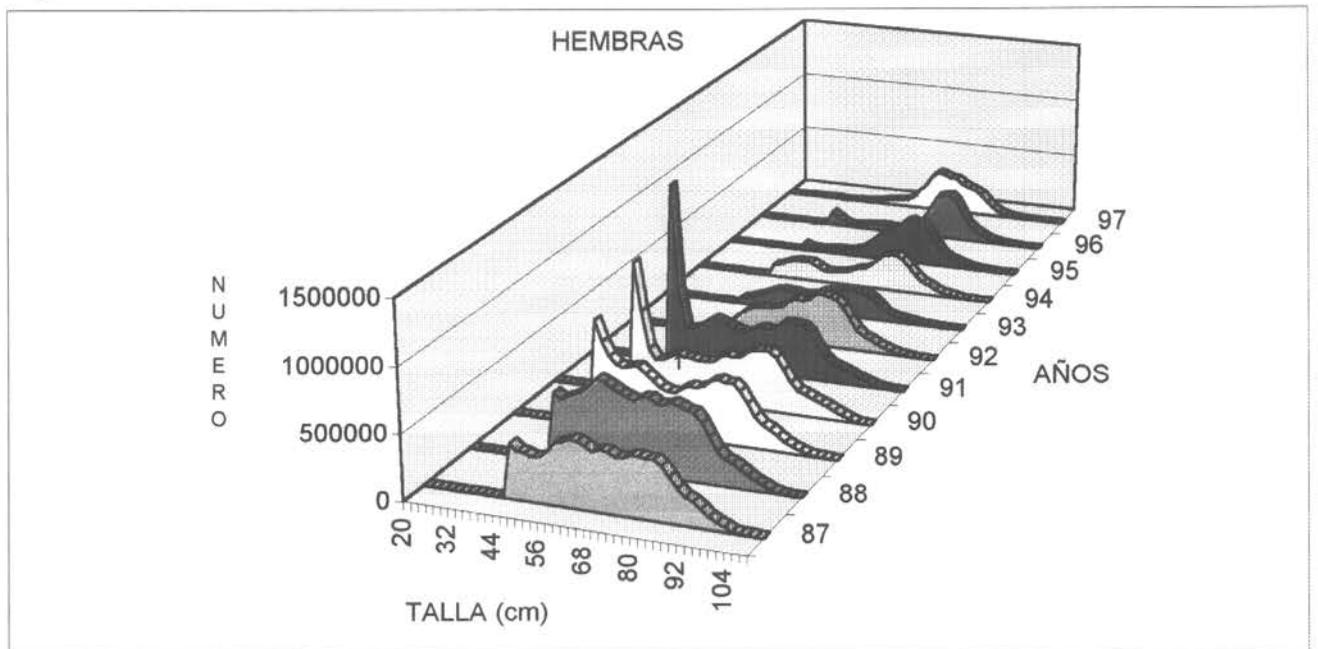


Figura 67. Distribución de tallas de hembras obtenidas desde exportaciones por calibre.

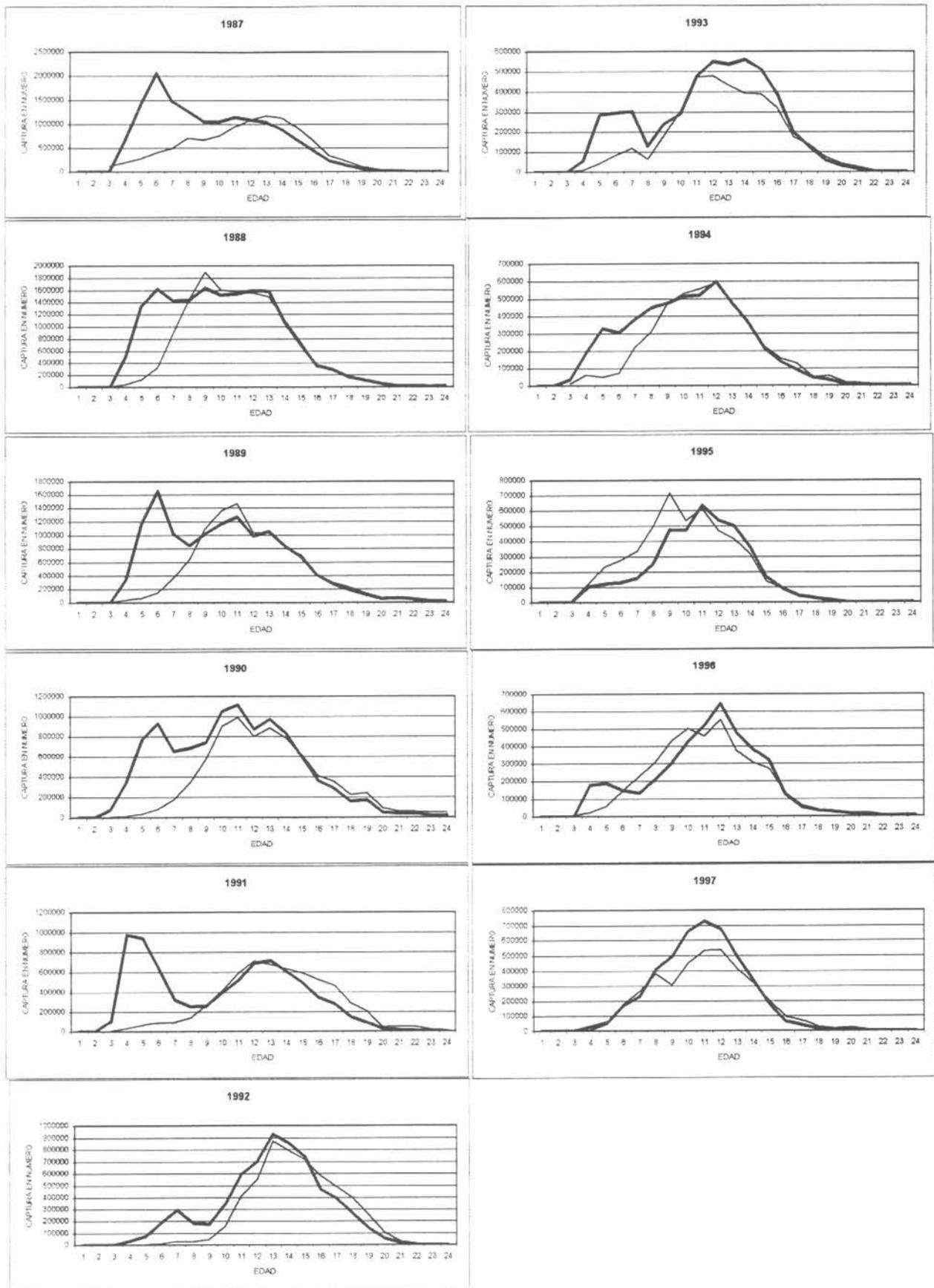


Figura 68. Distribución de edades de machos desde las exportaciones por calibre (línea gruesa) y desde los muestreos de IFOP (línea delgada)

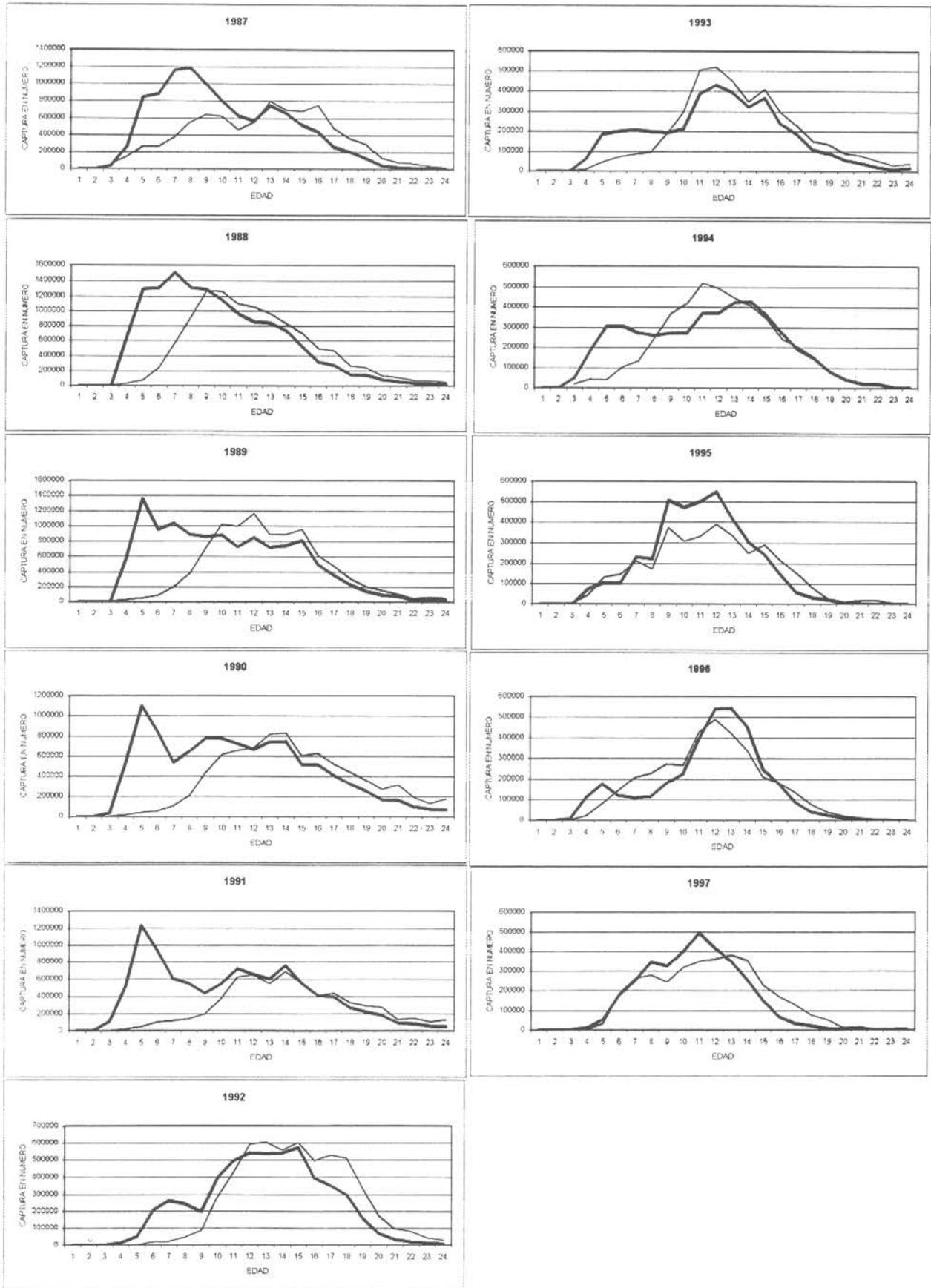
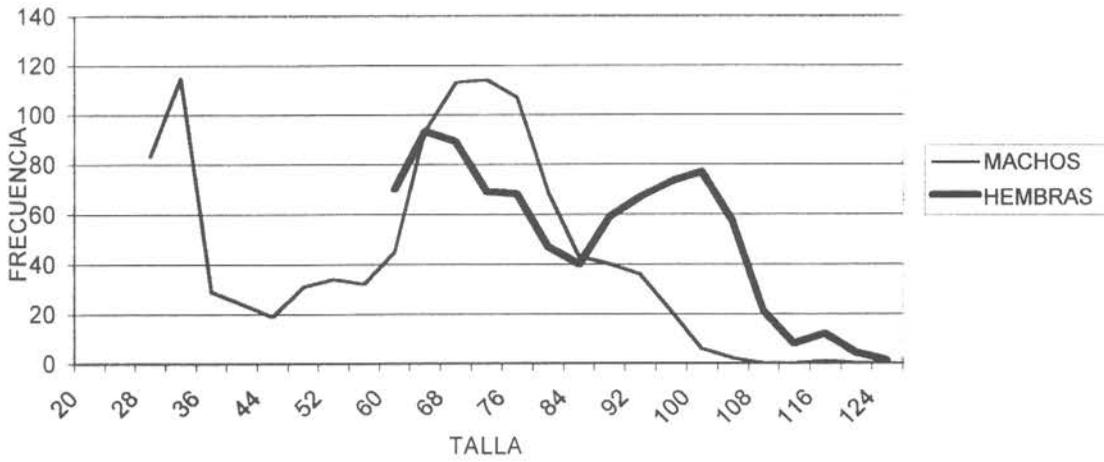


Figura 69. Distribución de edades de hembras desde las exportaciones por calibre (línea gruesa) y desde los muestreos de IFOP (línea delgada)

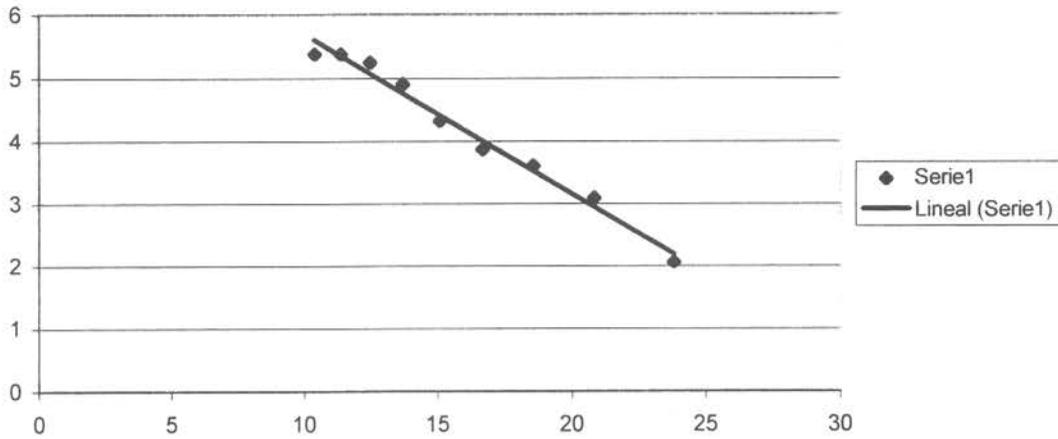
ESTRUCTURA DE TALLAS DEL JAMARC 1977



M de machos

$$y = -0.2544x + 8.2478$$

$$R^2 = 0.9837$$



M de hembras

$$y = -0.1755x + 7.6106$$

$$R^2 = 0.9516$$

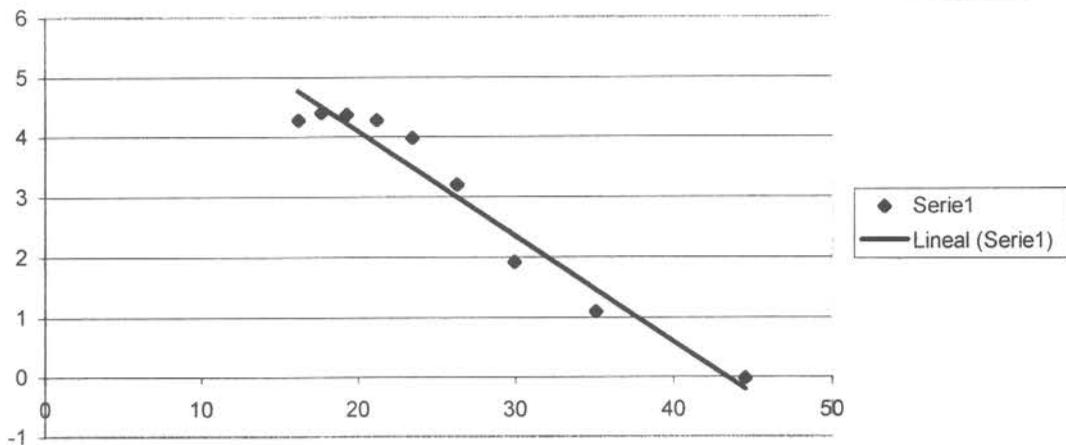


Fig. 70. Estimación de la mortalidad natural por el método de curva de captura convertida a tallas basado en la estructura de tallas virginal de 1977 (A) y ajustada para machos (B) y hembras (C)

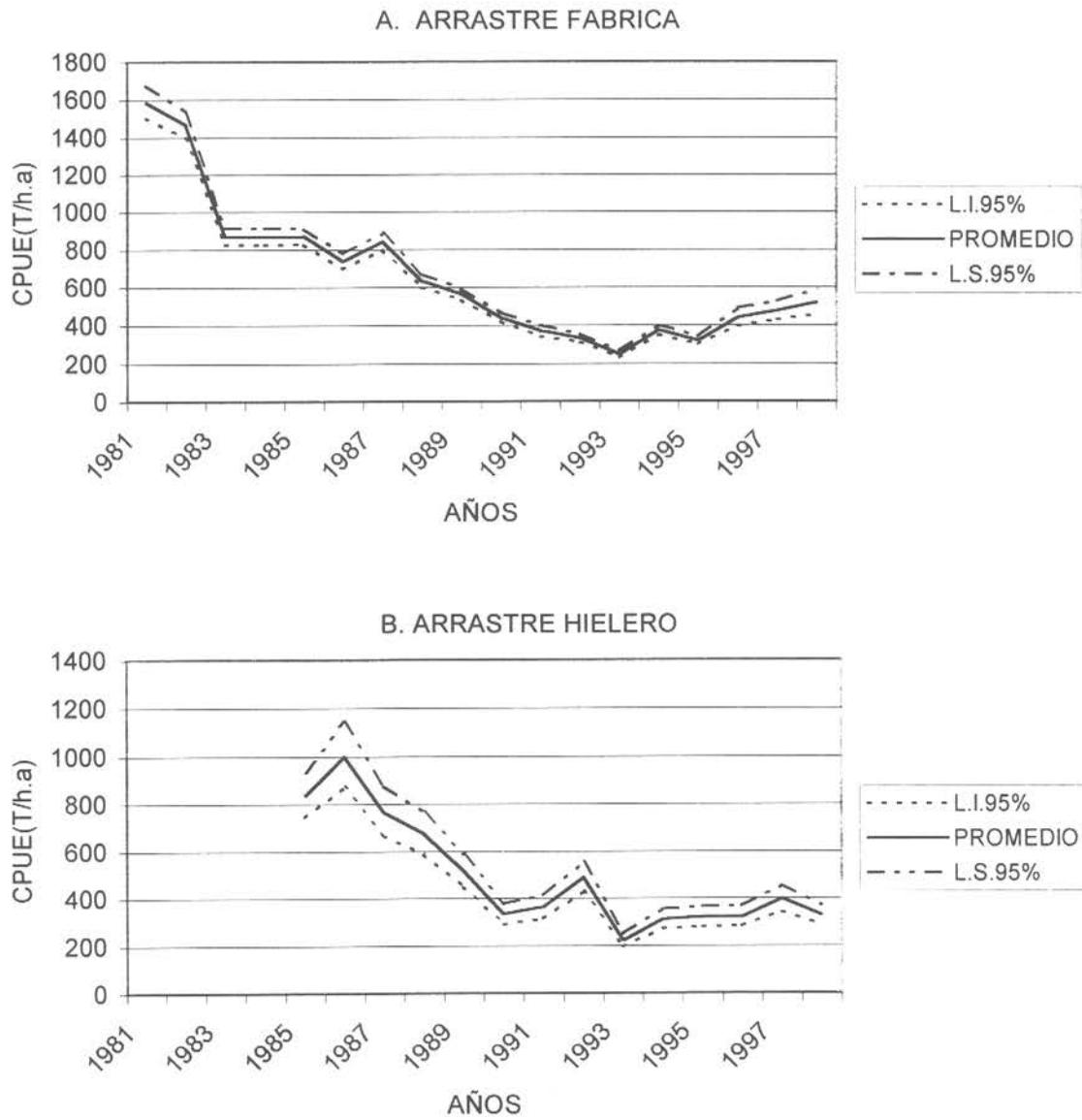


Fig. 71 Promedio e intervalos de confianza al 95% de las CPUE de arrastre fabrica (A) y hielera (B)

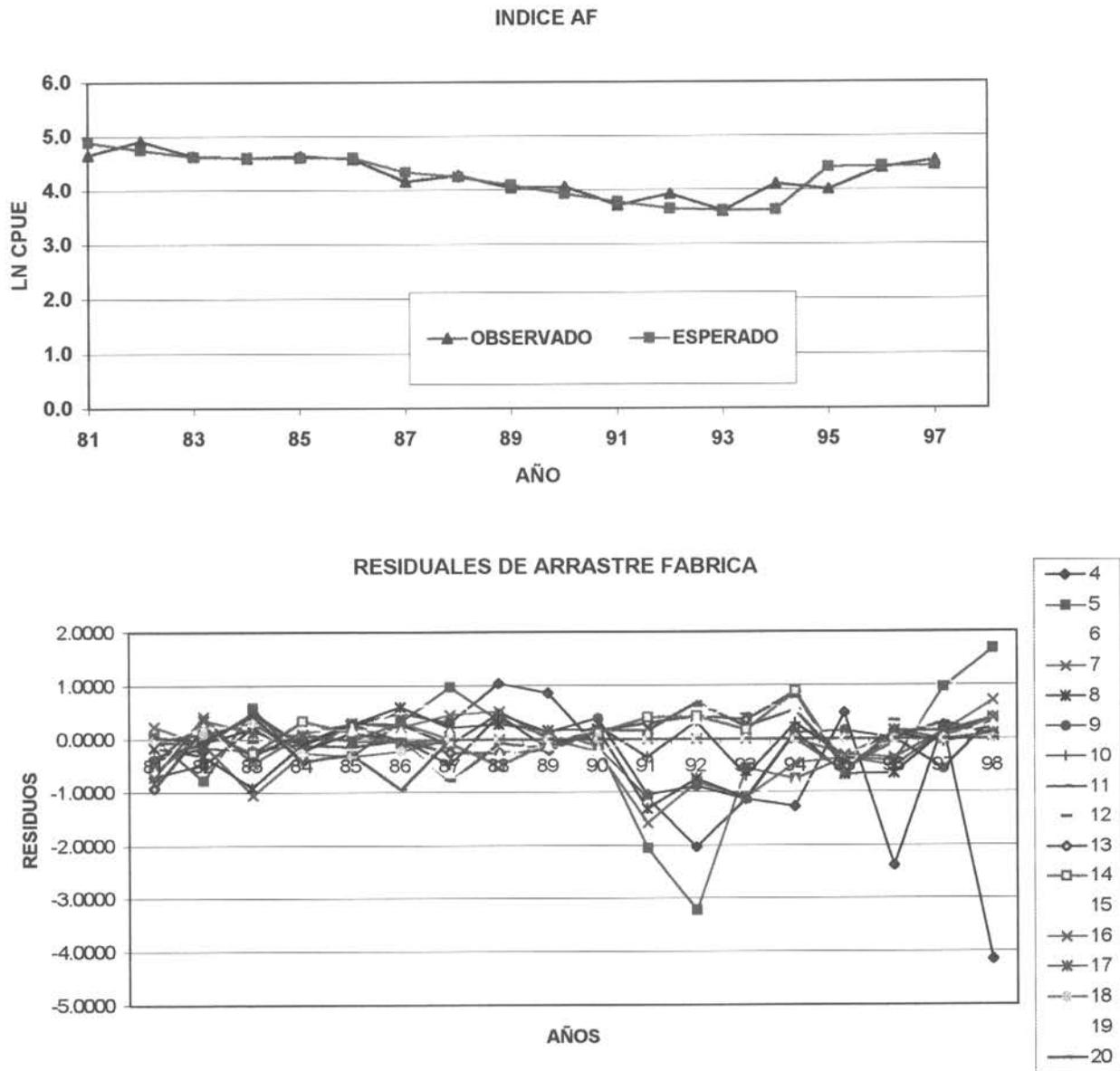


Fig. 72 Ajuste de la CPUE para flota arrastrera fábrica para la evaluación de las hembras.

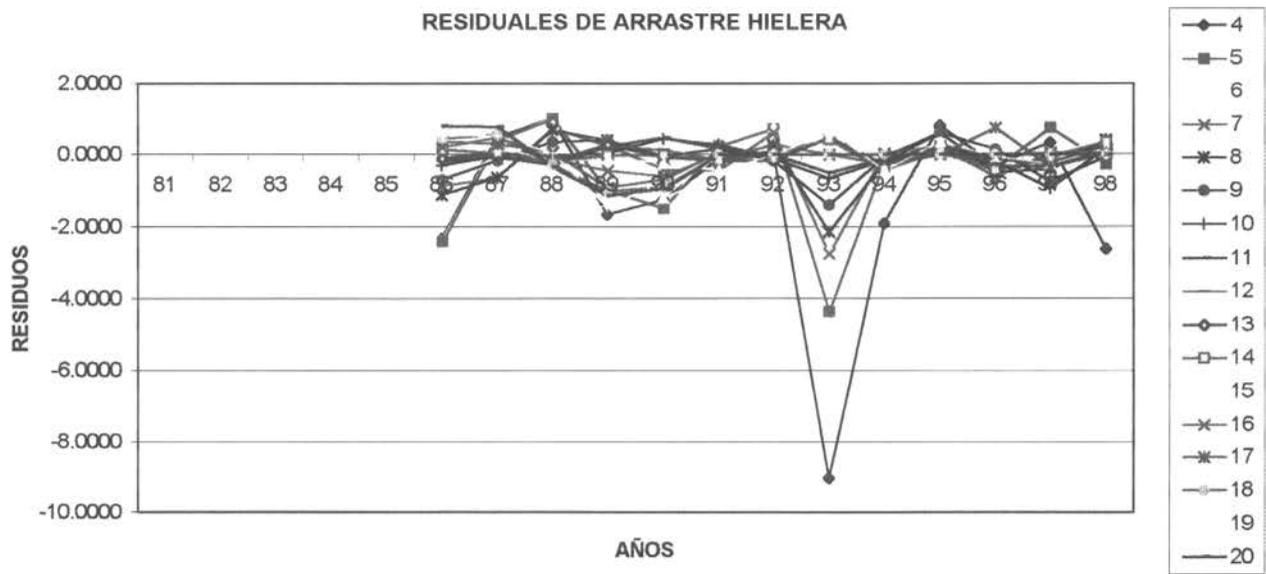
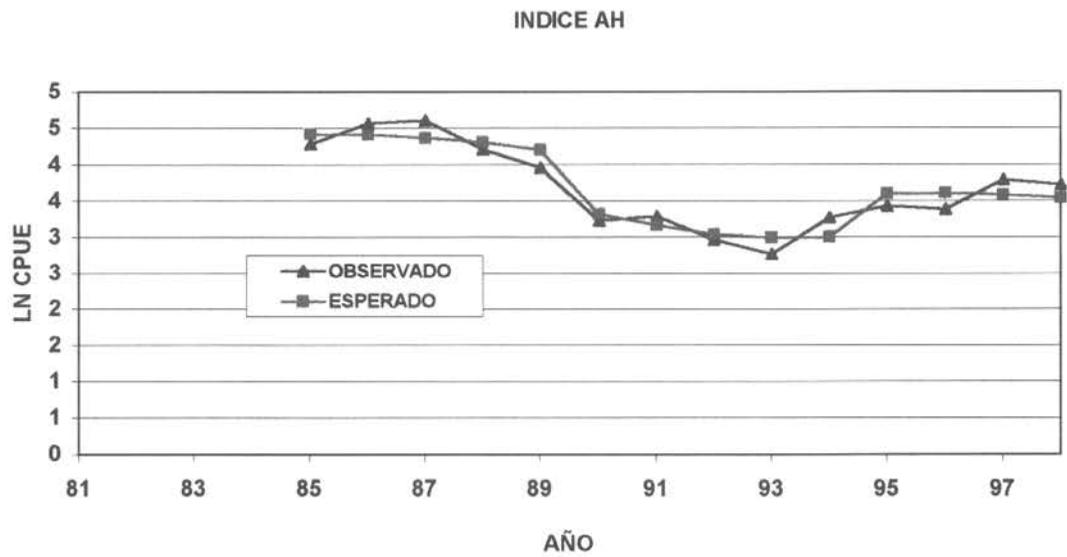


Fig. 73 Ajuste de la CPUE para flota arrastrera hielera para la evaluación de las hembras.

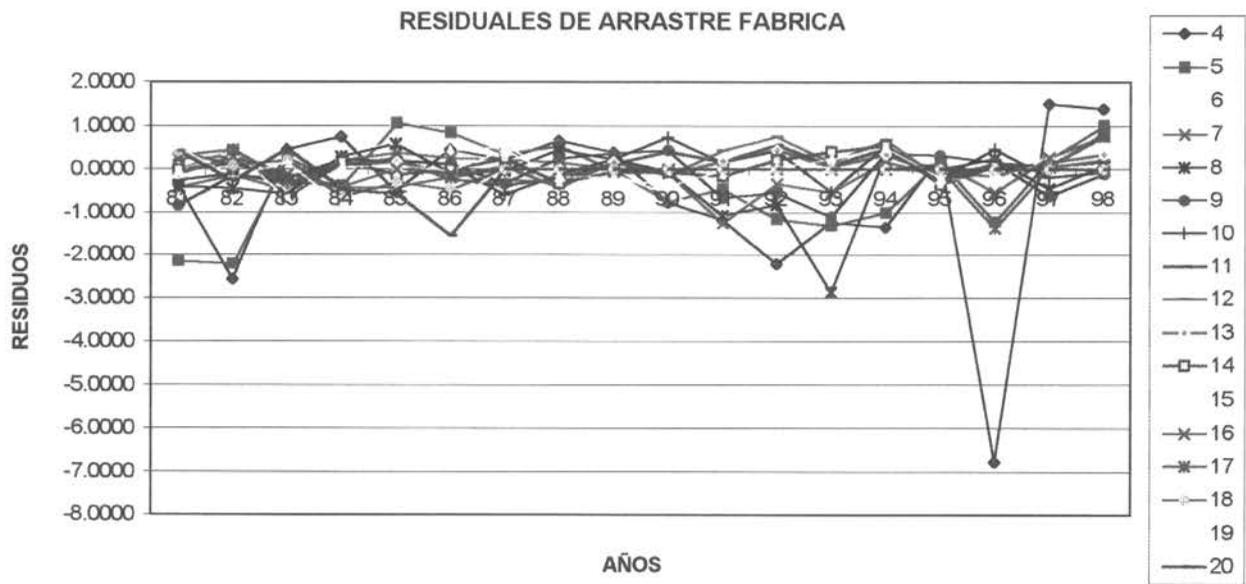
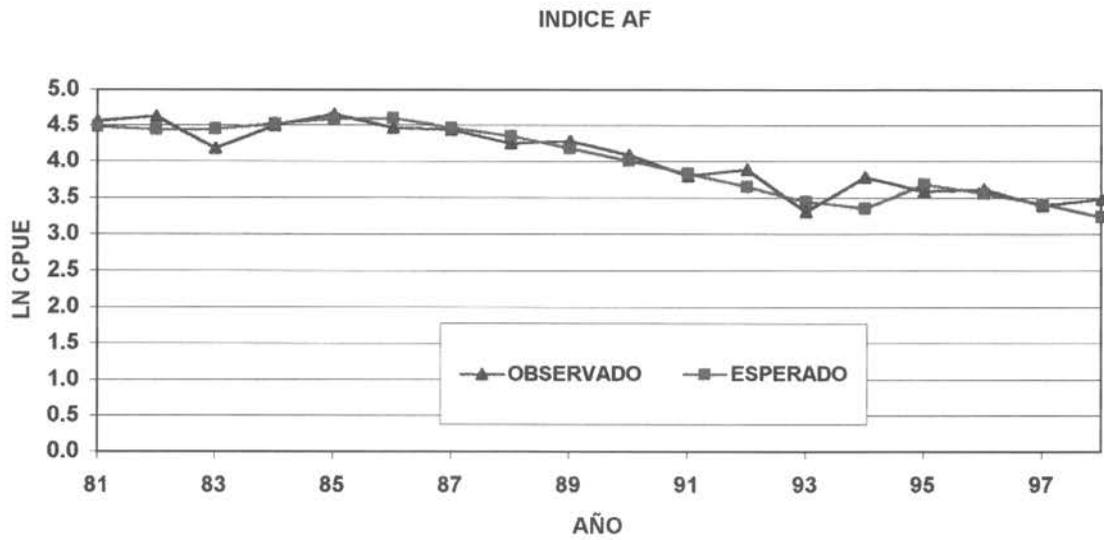


Fig. 74. Ajuste de la CPUE para flota arrastrera fábrica para la evaluación de los machos.

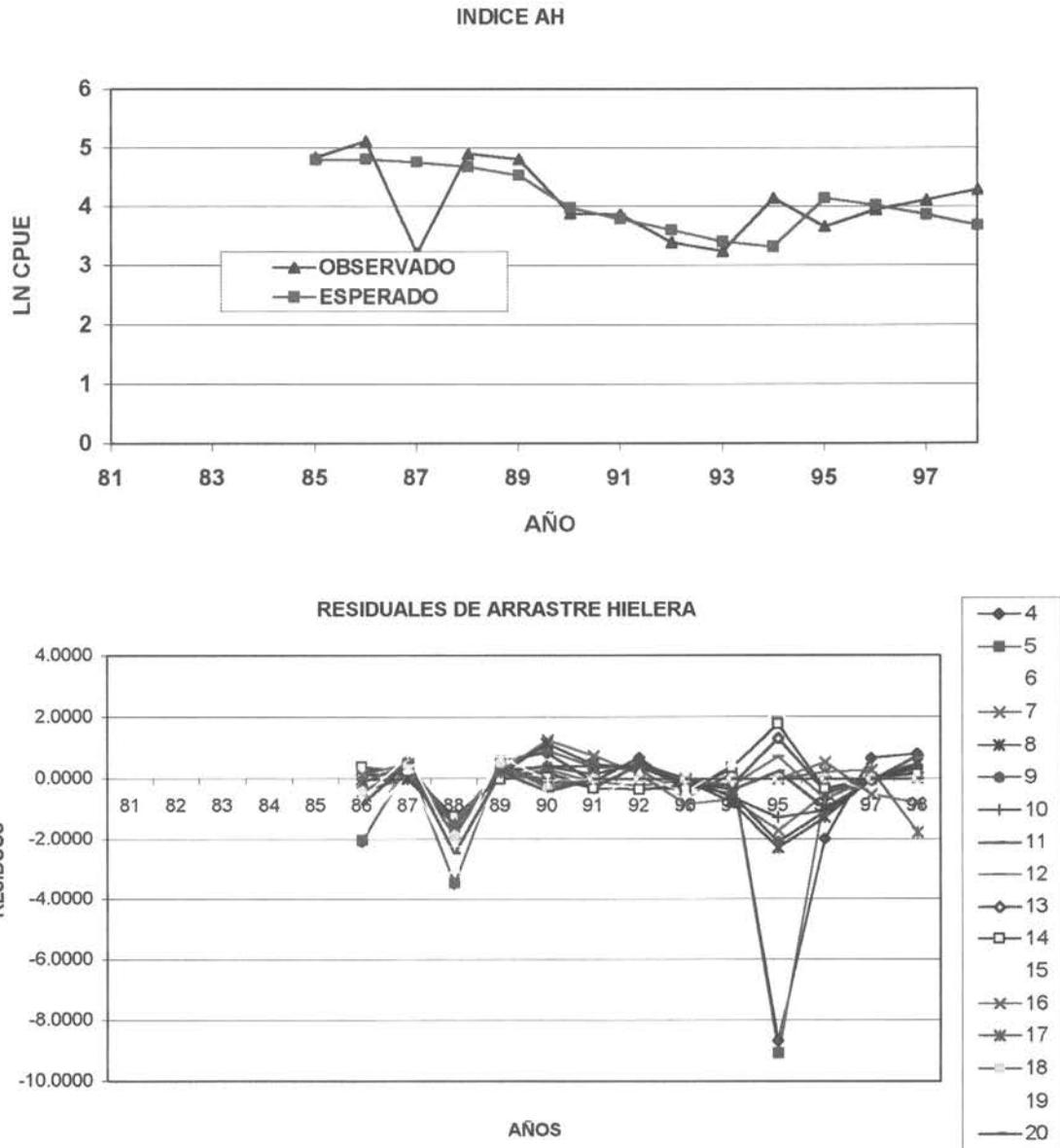
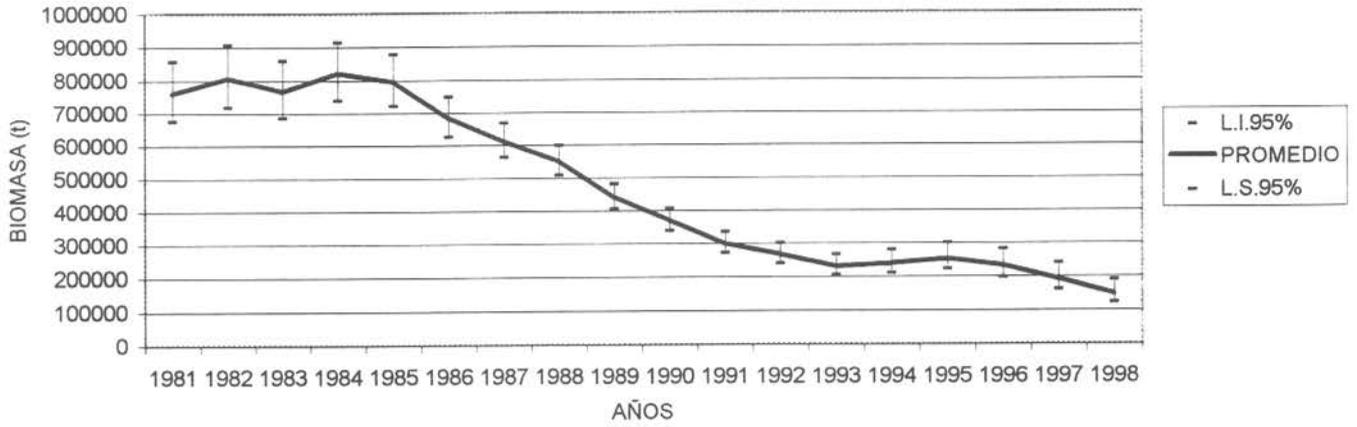
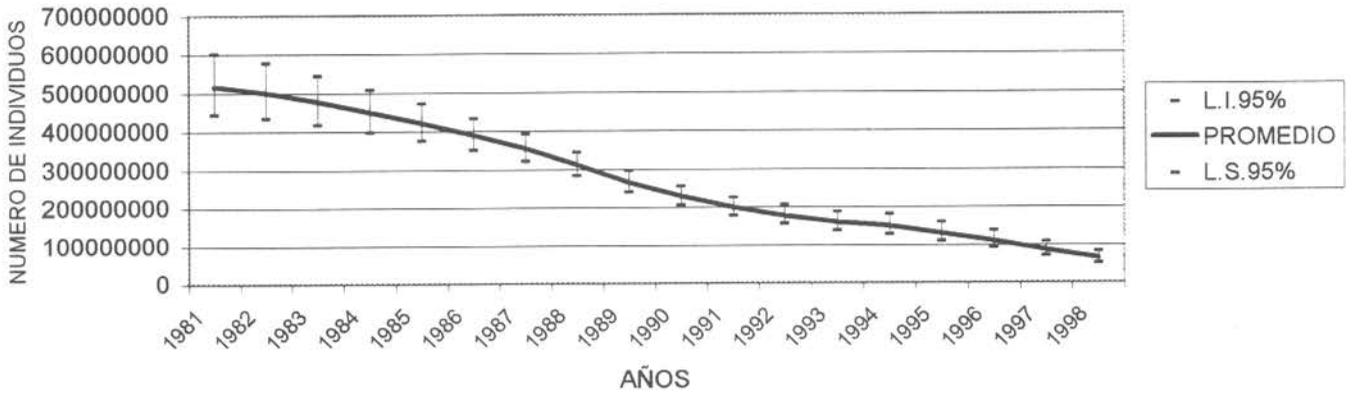


Fig. 75. Ajuste de la CPUE para flota arrastrera hielera para la evaluación de los machos.

A. BIOMASA TOTAL (4+)



B. NUMERO TOTAL (4+)



C. RECLUTAS DE 4 AÑOS

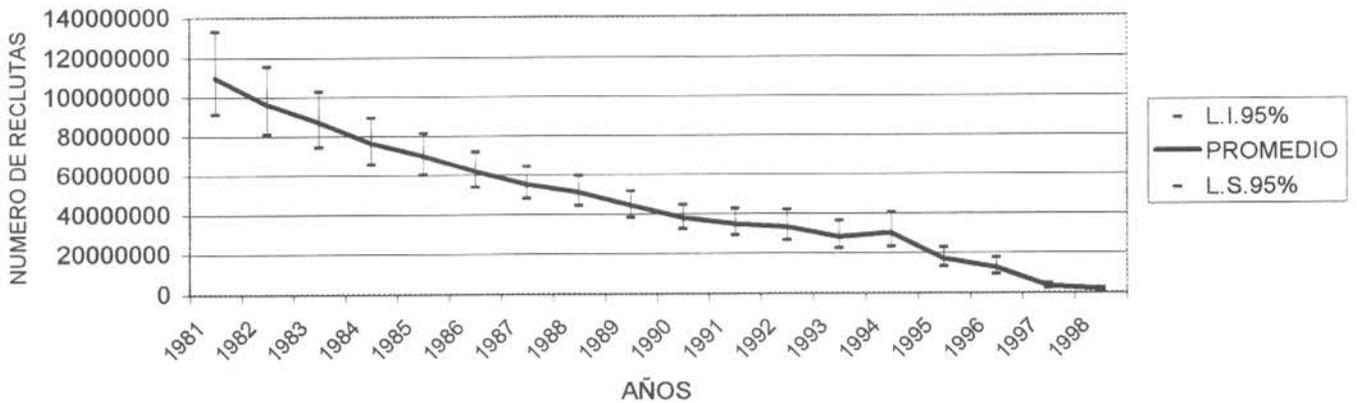
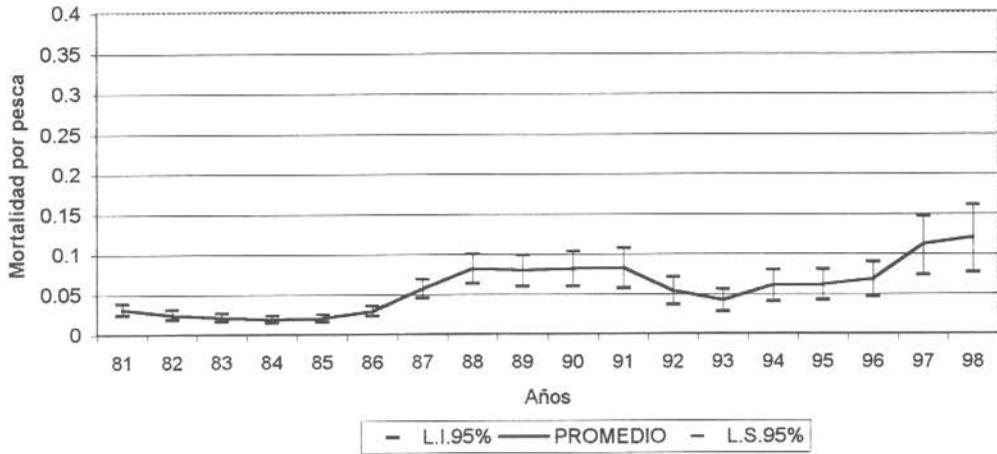


Fig. 76. Promedios e intervalos de confianza al 95% para la biomasa total (A), la abundancia(B) y los reclutamientos(C)

A Mortalidad por pesca 4+ de hembras



B. Mortalidad por pesca 9+ de hembras

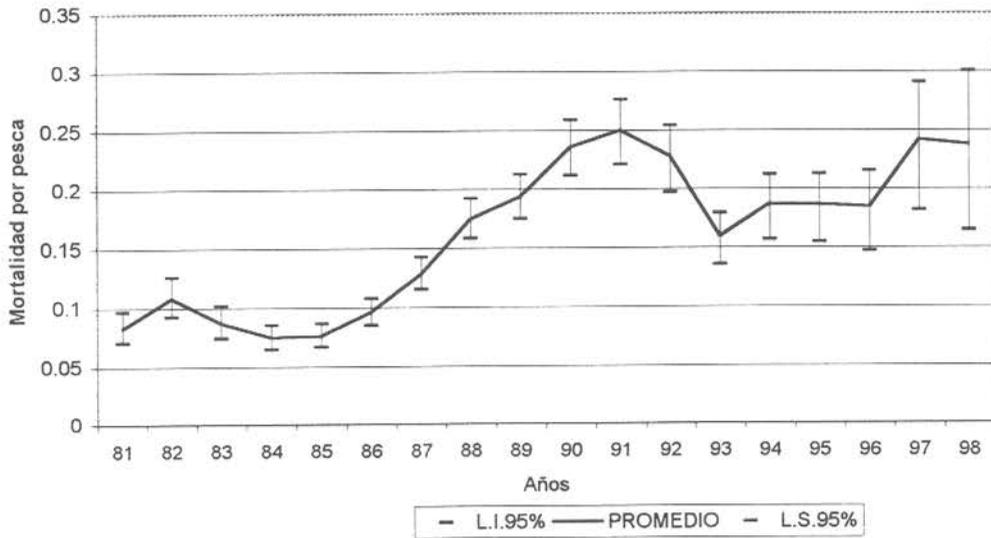


Fig. 77. Mortalidades por pesca ponderadas por la abundancia de las fracción 4+ (A) y la fracción 9+(B) para hembras

Fig. Mortalidad por pesca 4+ de machos

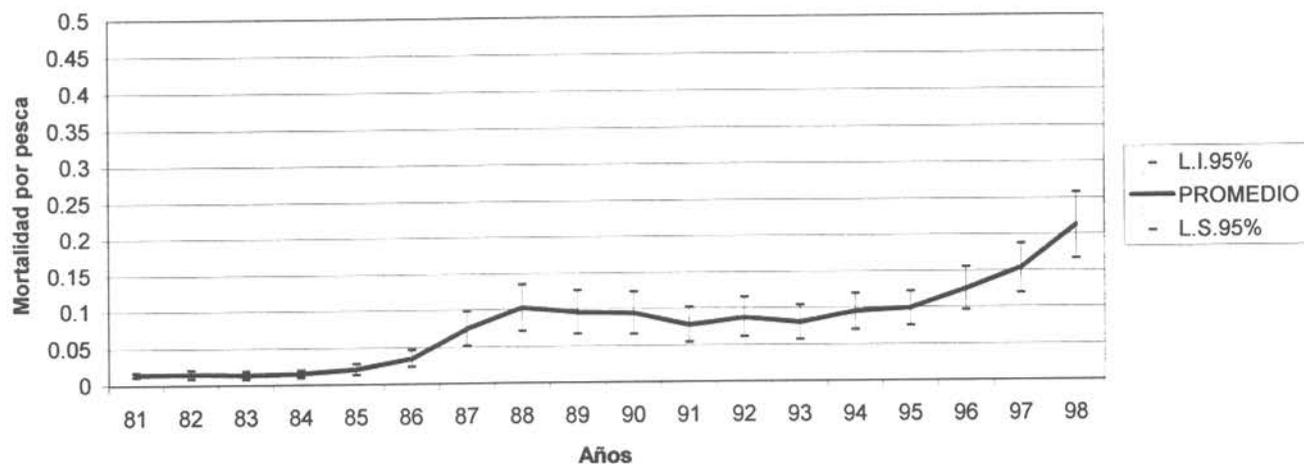


Fig. Mortalidad por pesca 9+ de machos

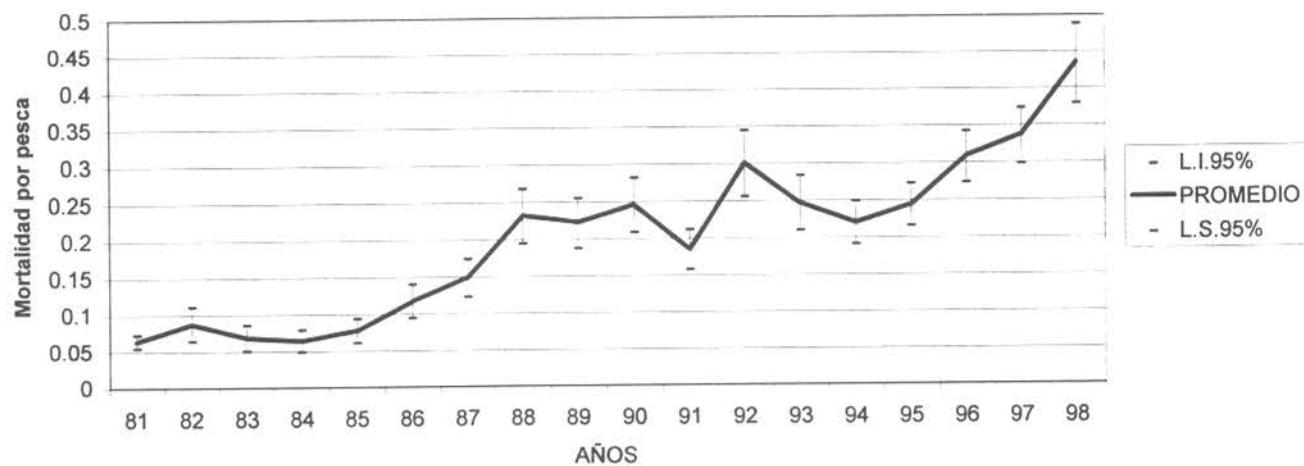
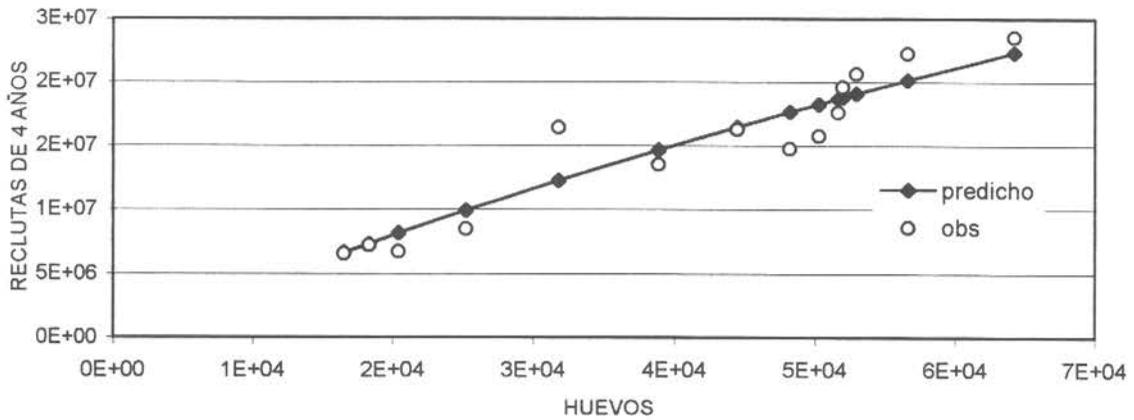
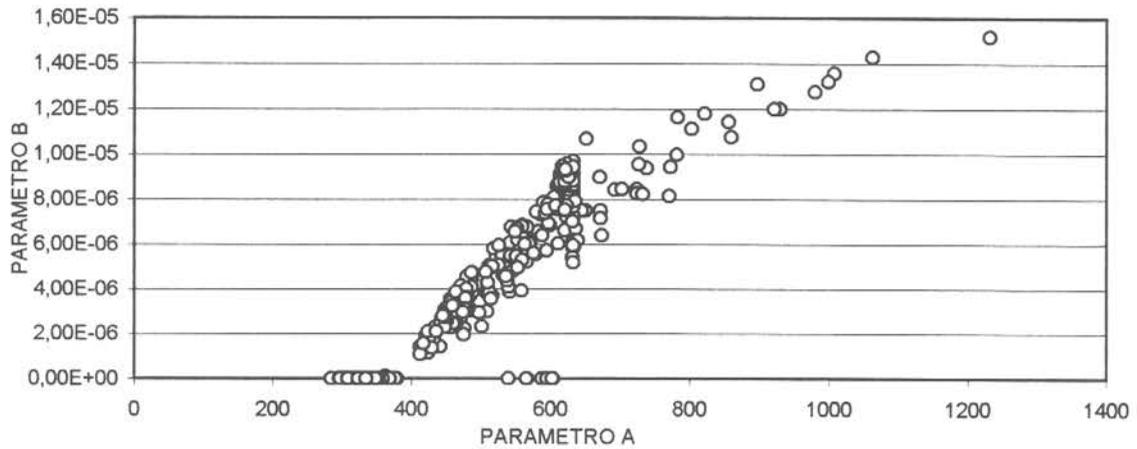


Fig. 78. Mortalidades por pesca ponderadas por la abundancia de las fracción 4+ (A) y la fracción 9+(B) para machos

A. MODELO DE RICKER PARA HEMBRAS



B. PARAMETROS DEL MODELO DE RICKER



C. RICKER CON TEMPERATURA DEL MAR

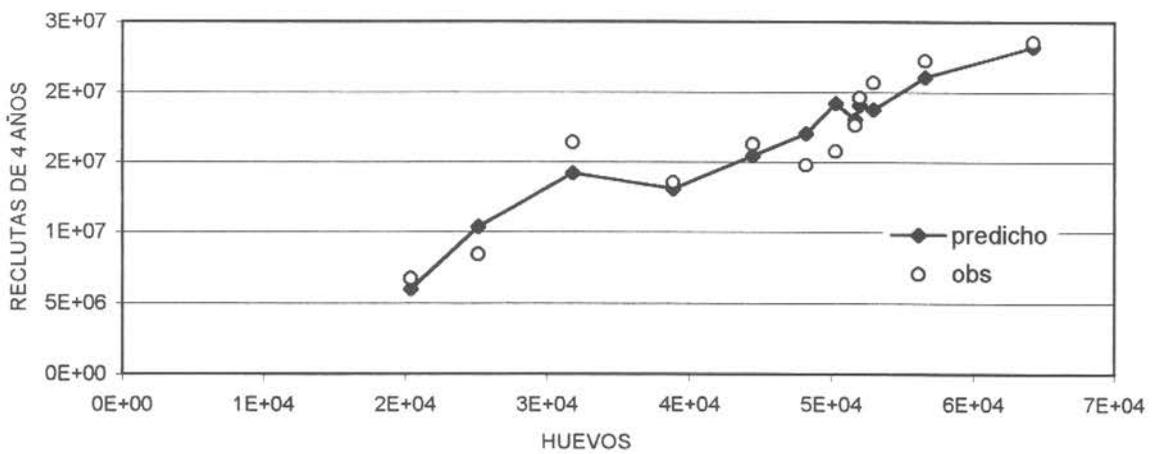


Fig. 79 Ajuste de relación stock-recluta de Ricker para hembras(A)
parametros del modelo de ricker para 1000 bootstrappings (B)
y ajuste del modelo de Ricker con temperatura del mar(C)

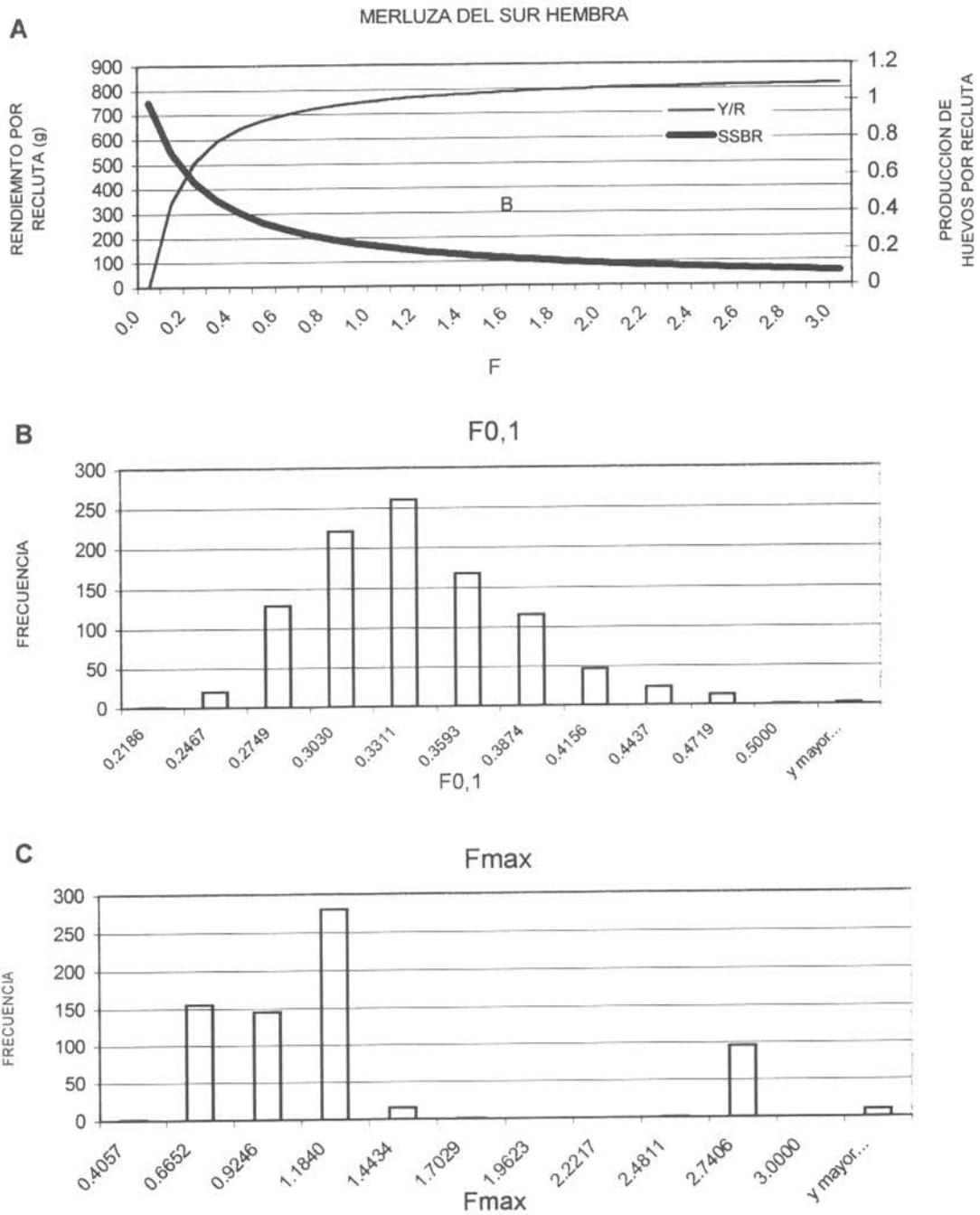


Fig. 80. Rendimiento y producción de huevos por recluta (A), distribución de valores de $F_{0,1}$ (B) y F_{max} (C)

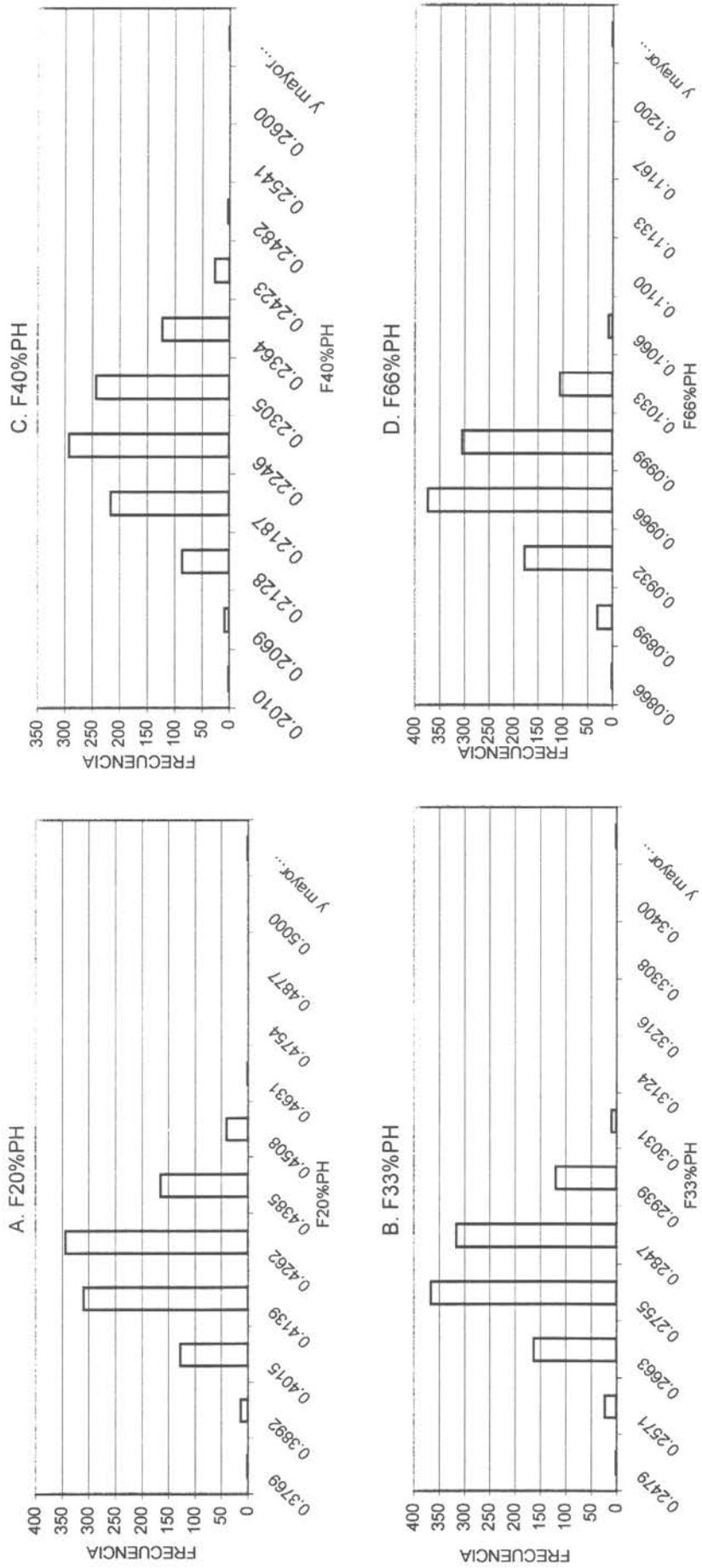


Fig. 81. Distribución de valores de F20%PH(A), F33%PH(B), F40%(C) y F66%(PH)

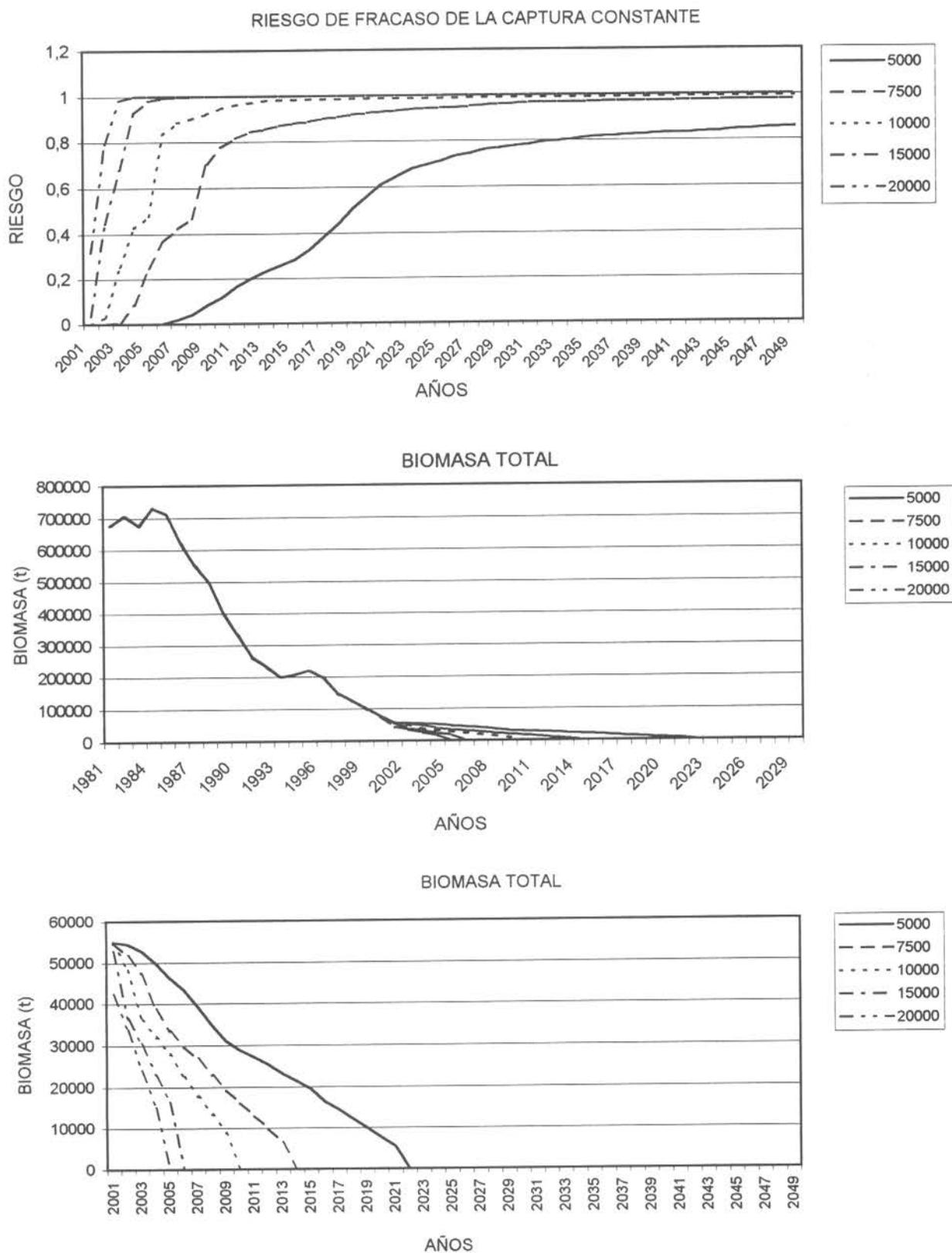


Fig. 82 Riesgo de no alcanzar a mantener diferentes capturas constantes(A), biomasa histórica y proyectadas (B) y detalle de biomasa proyectadas (C)

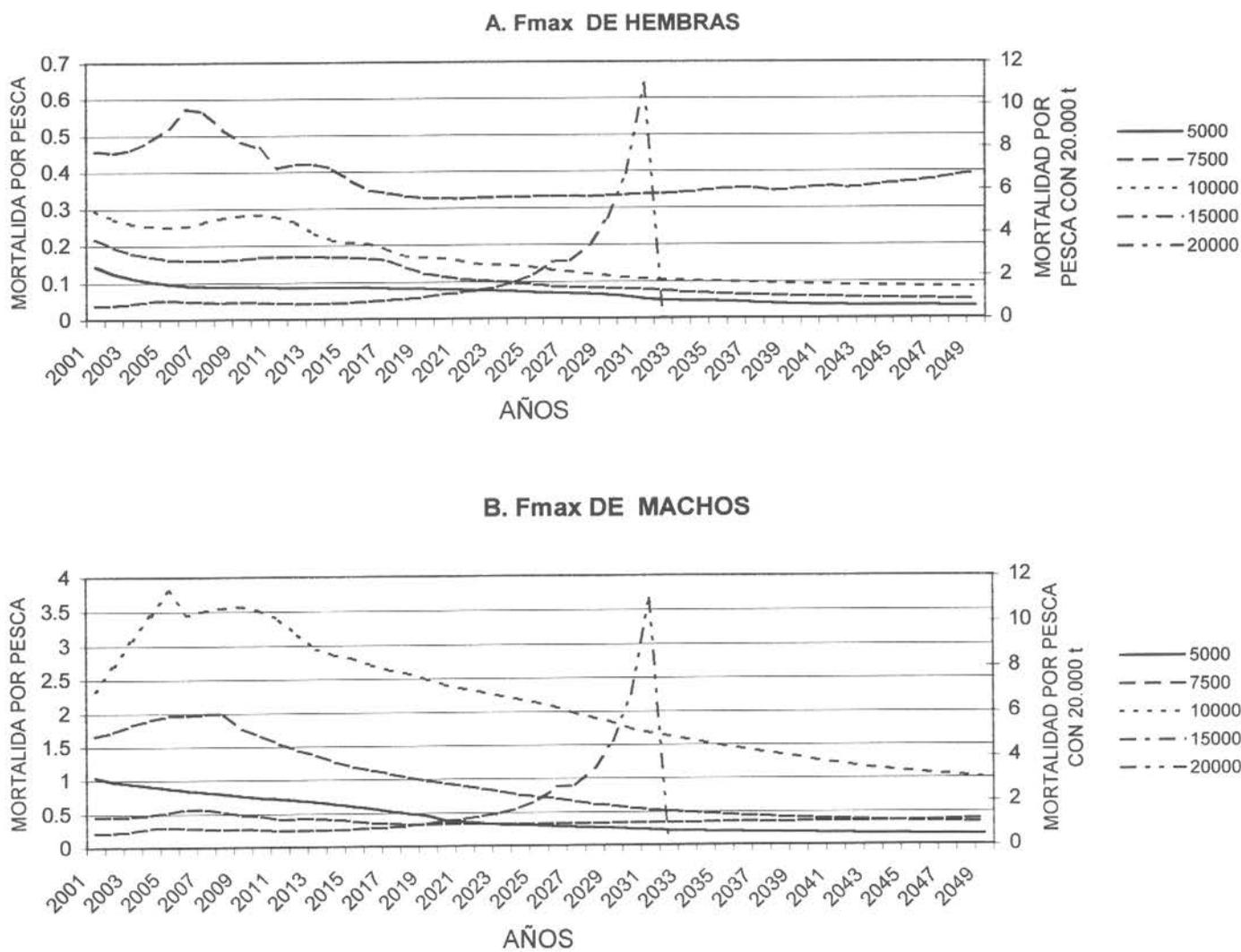
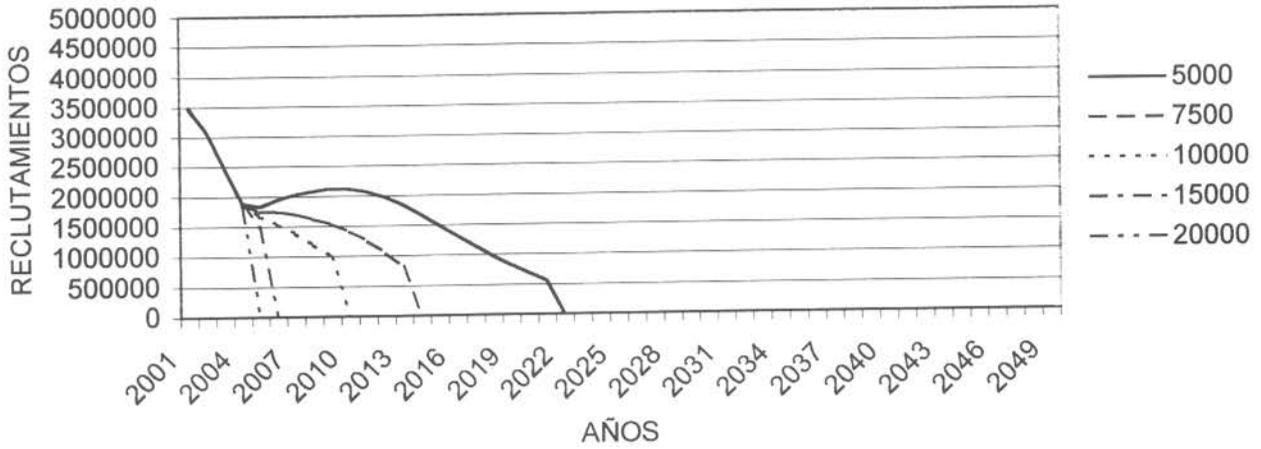


Fig. 83 Mortalidad por pesca máxima generada por las diferentes capturas constantes para hembras (A) y machos (B).

A. RECLUTAMIENTOS DE HEMBRAS



B. RECLUTAMIENTOS DE MACHOS

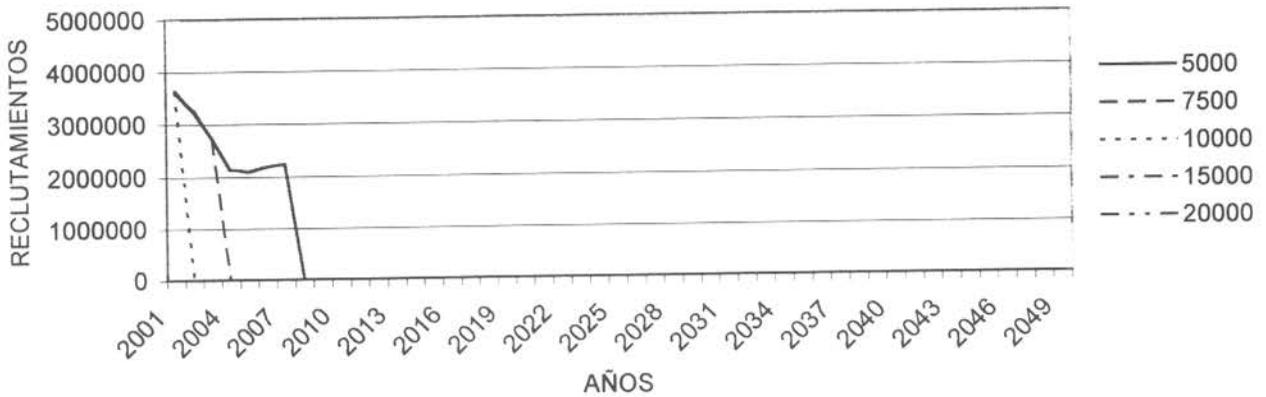


Fig. 84 Reclutamiento de merluza del sur de hembras (A) y machos (B) proyectados con diferentes capturas constantes.

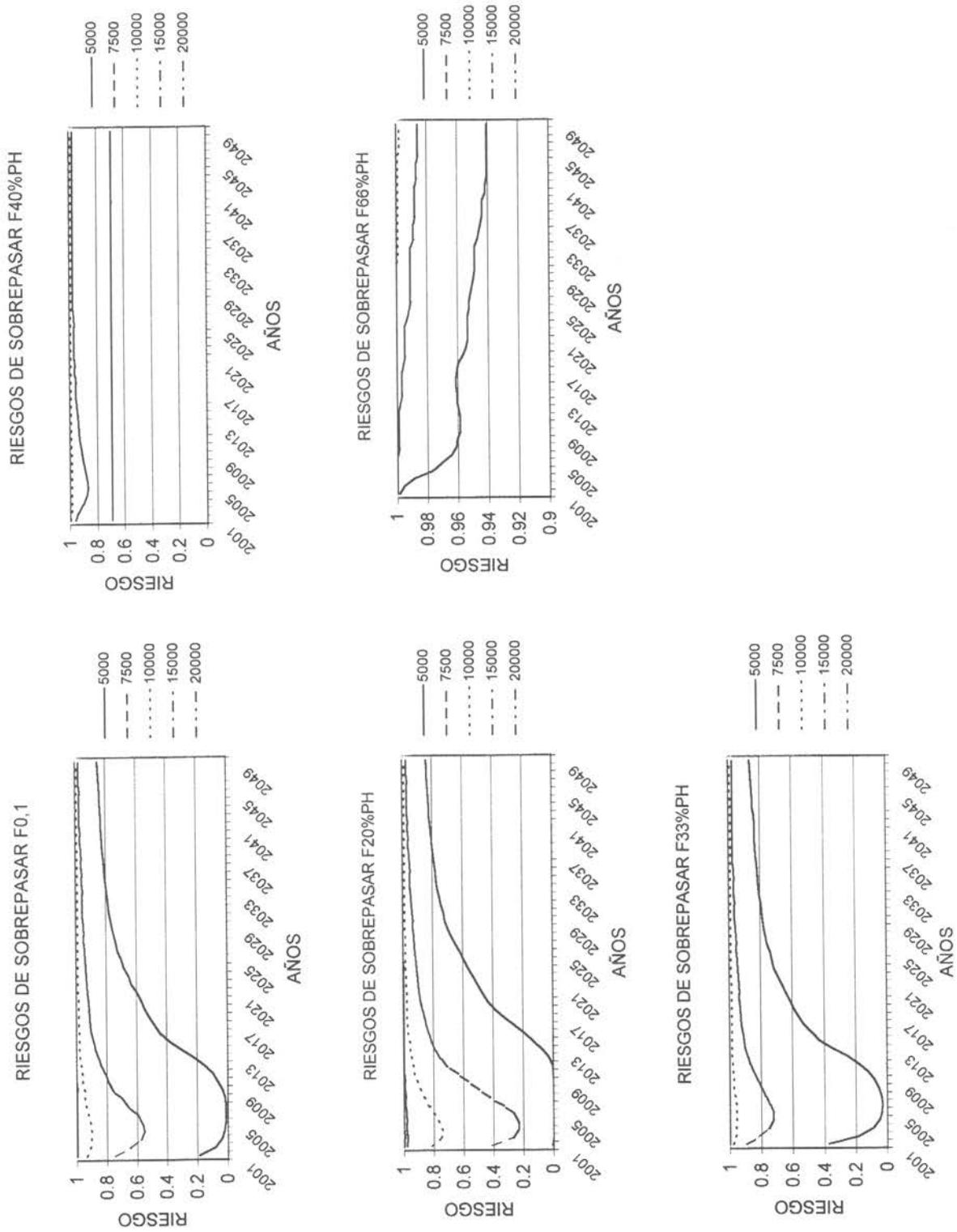


Fig. 85. Trayectorias de riesgo desobrepasar los puntos biológicos de referencia a aplicar diferentes capturas constantes, para merluza del sur

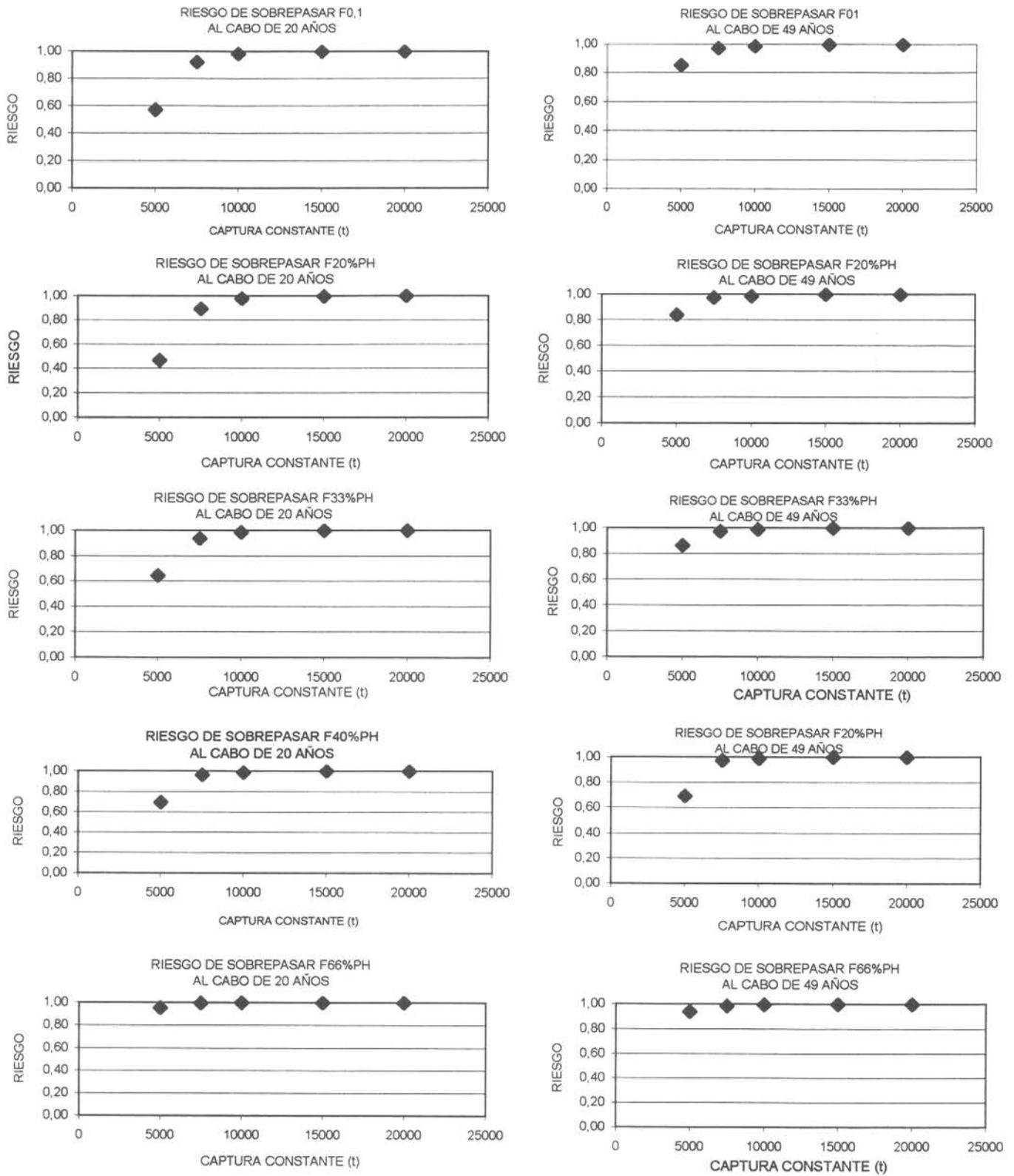


Fig. 86. Trayectorias de riesgo de sobrepasar los puntos biológicos de referencia al aplicar diferentes capturas constantes al cabo de 20 y 49 años, para merluza del sur

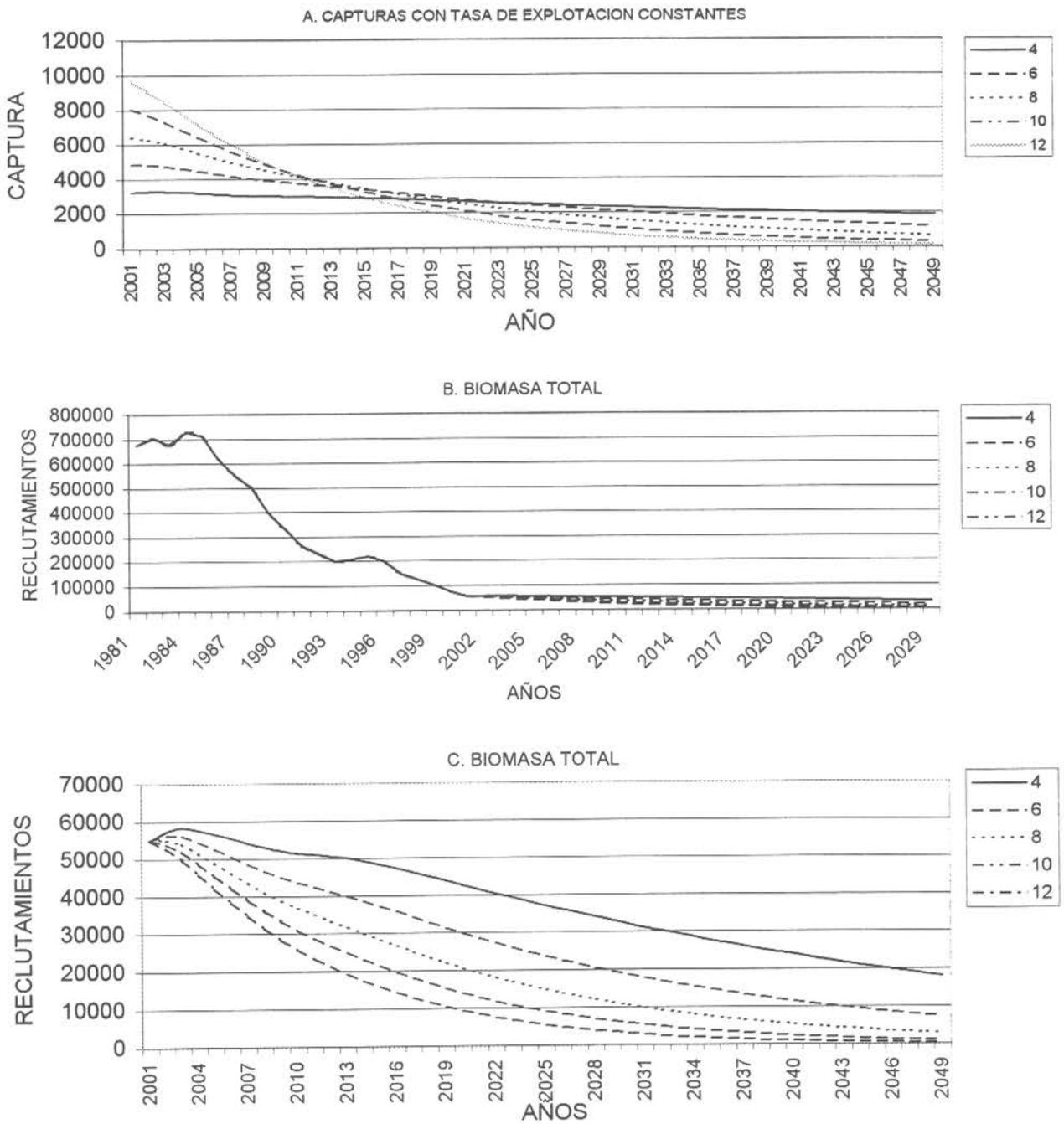


Fig. 87 Capturas promedio generadas con diferentes tasas de explotación constantes (A), biomasa histórica y proyectada (B) y detalle de biomasa proyectada (C)

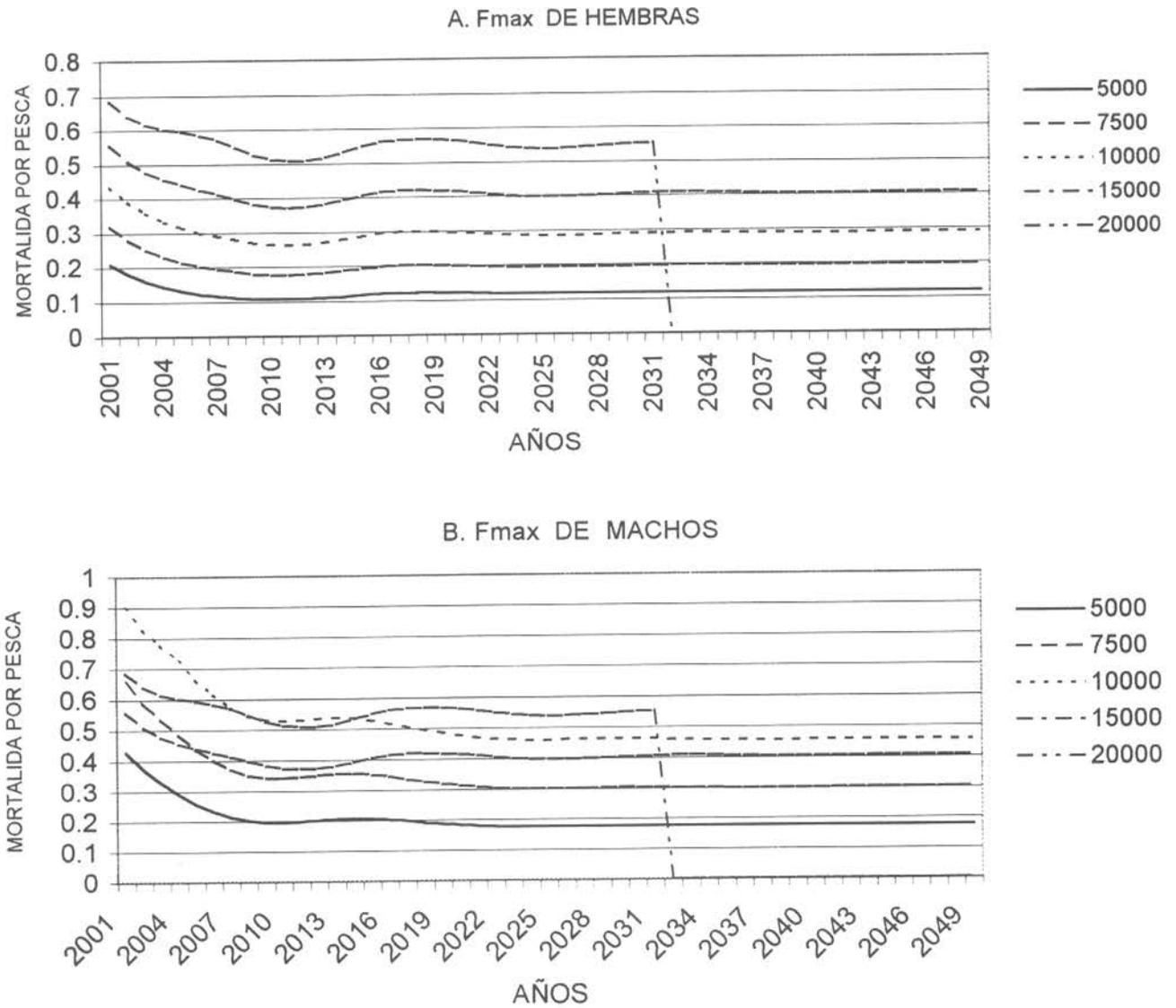


Fig. 88 Mortalidades por pesca máxima para hembras (A) y machos (B) de merluza del sur generadas con diferentes tasas de explotación constantes

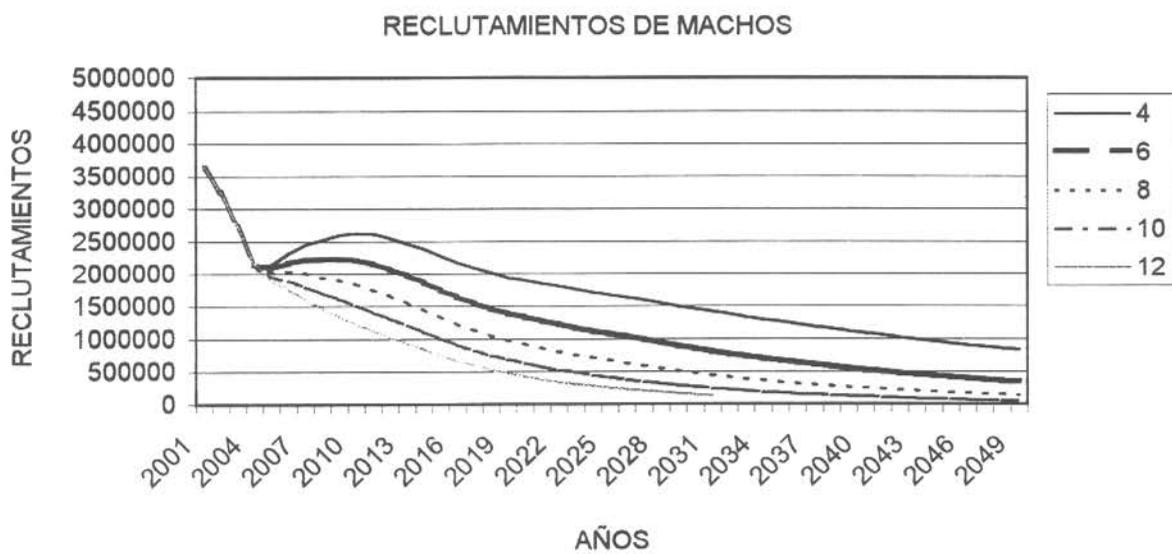
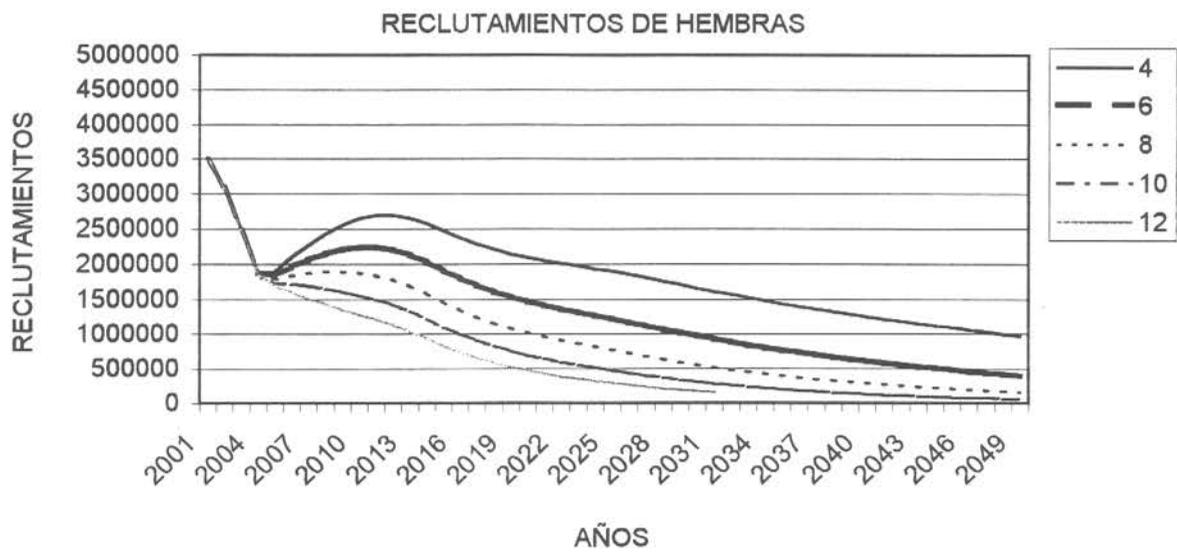


Fig. 89 Reclutamiento de merluza del sur de hembras (A) y machos (B) proyectados con diferentes tasas de captura constantes.

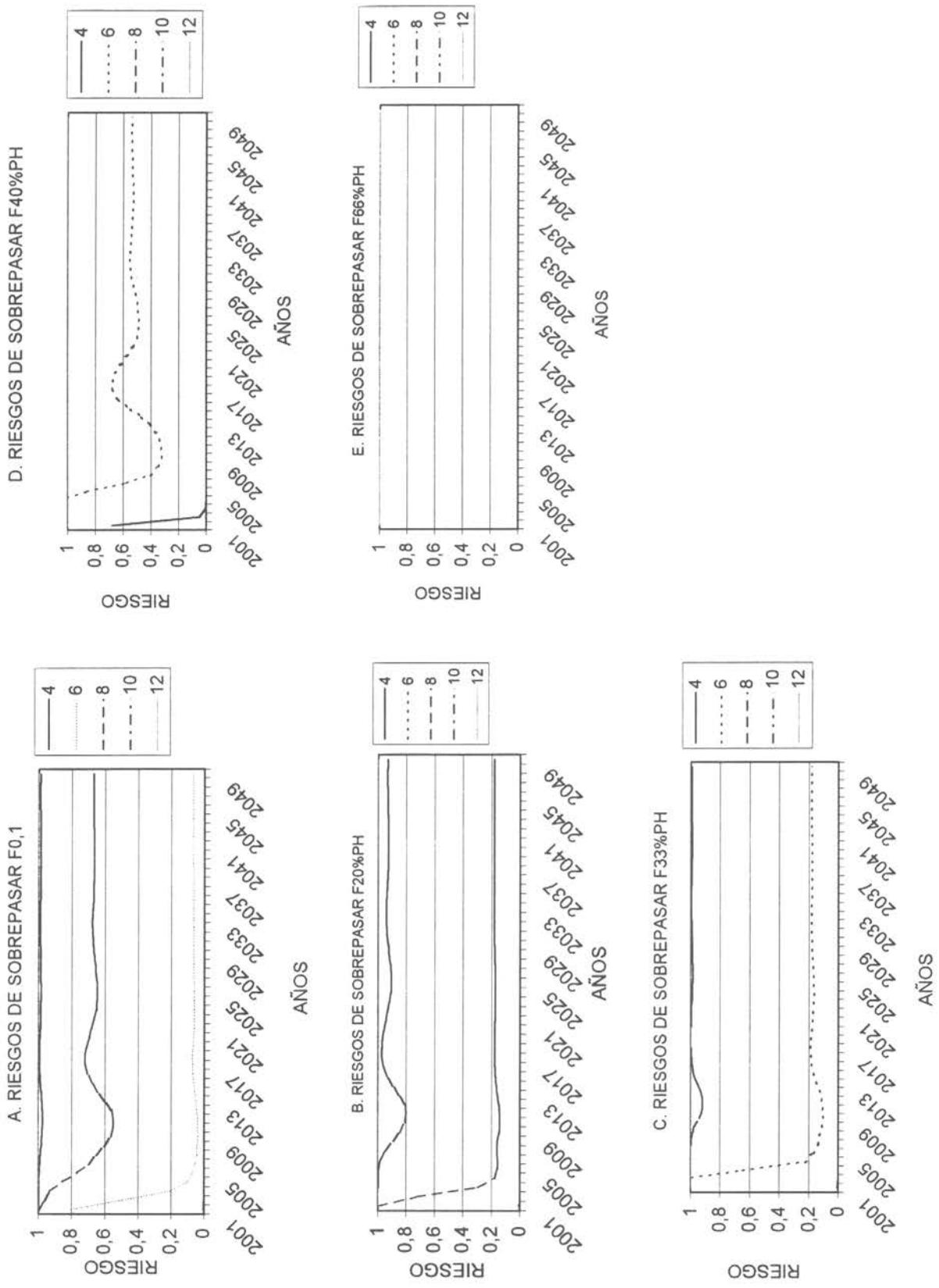


Fig. 90. Trayectorias de riesgo desobrepasar los puntos biológicos de referencia a aplicar diferentes capturas constantes, para merluza del sur

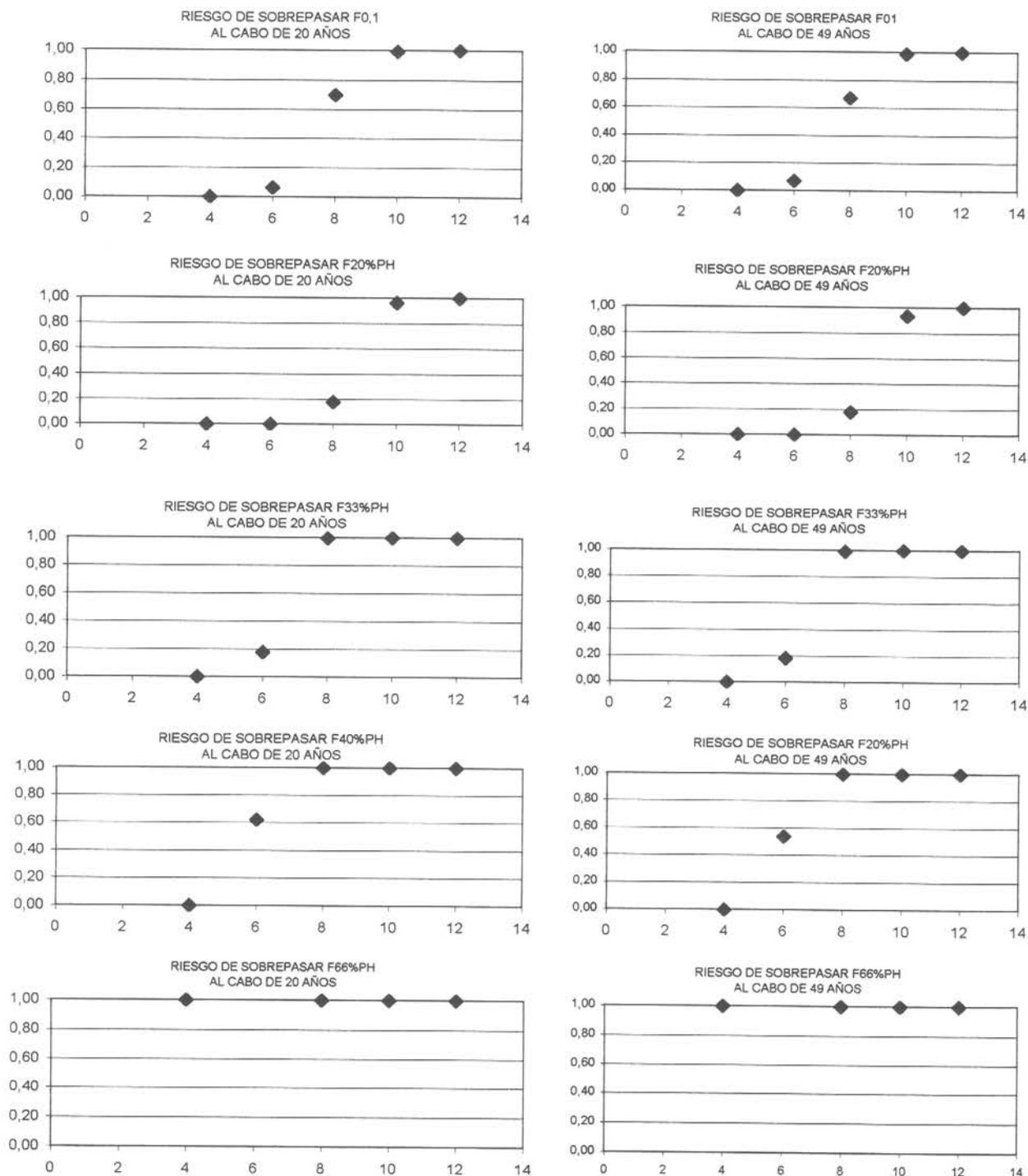


Fig. 91. Trayectorias de riesgo de sobrepasar los puntos biológicos de referencia al aplicar diferentes tasas de capturas constantes al cabo de 20 y 49 años, para merluza del sur

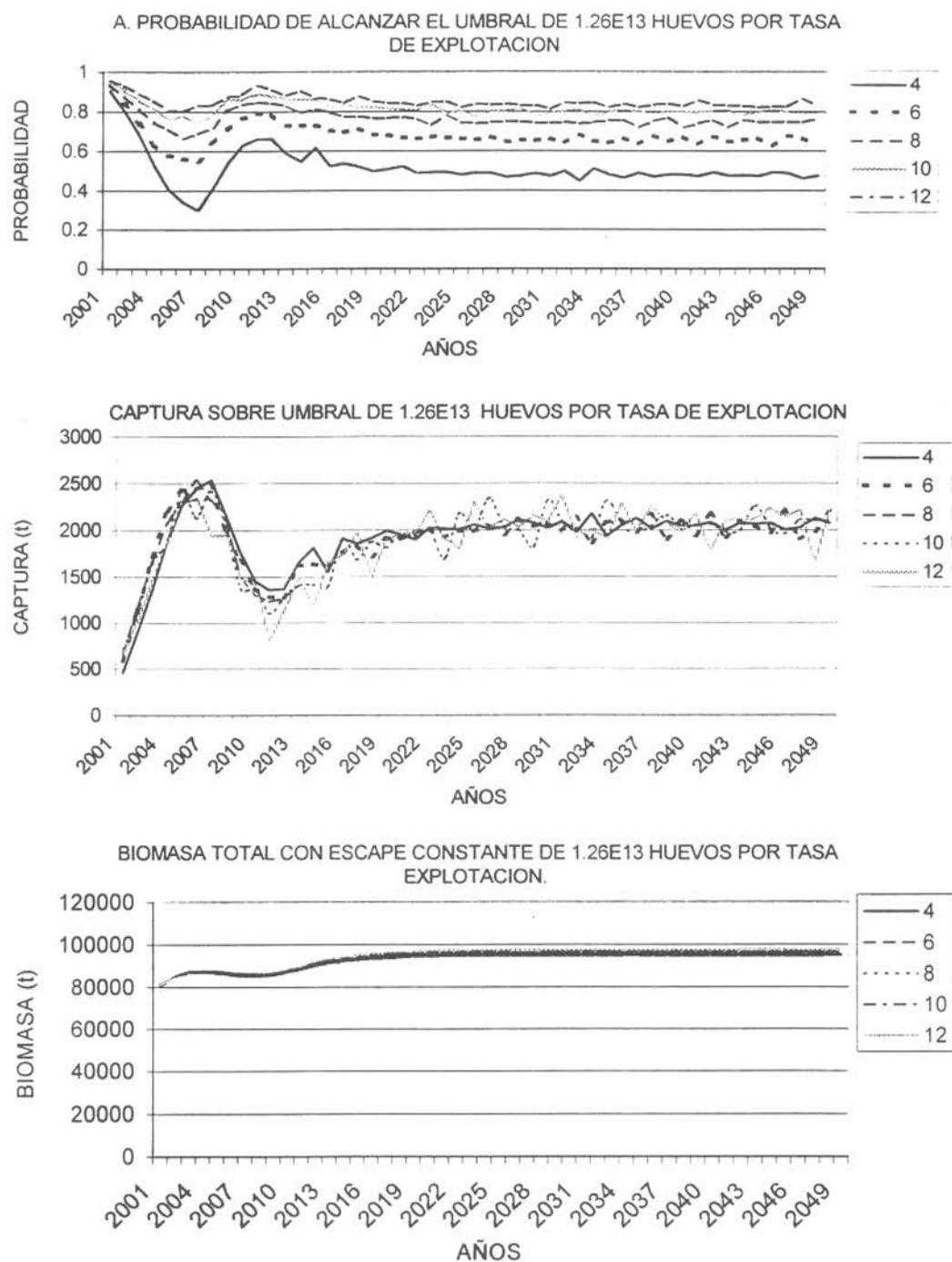


Fig. 92. Probabilidad de alcanzar el umbral de 1.26×10^{13} huevos para diferentes tasas de de exportación (A) capturas promedio obtenidas por tasa de explotación con umbral (B) y biomasa total y biomasa resultantes (C), para merluza del sur.

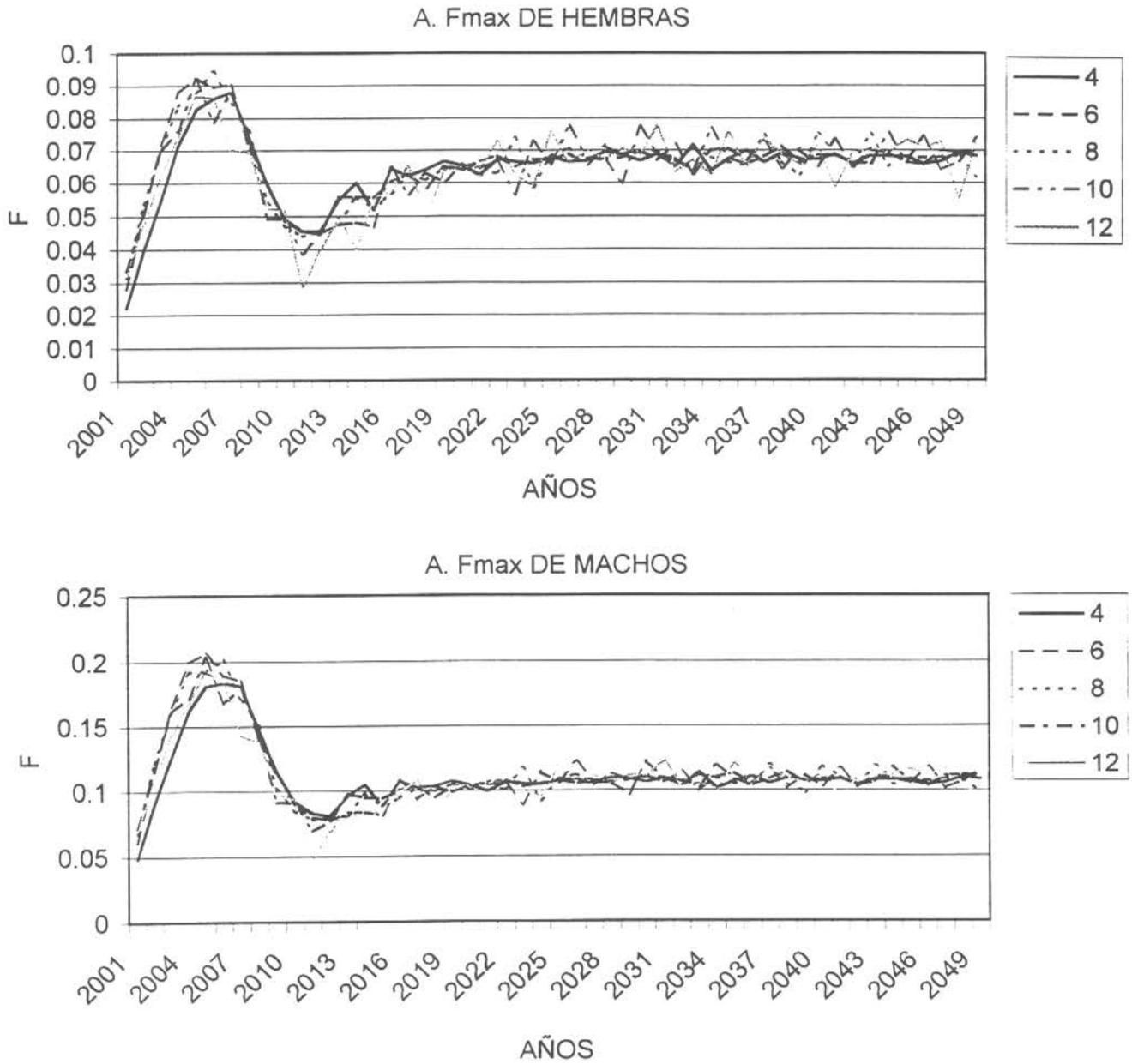


Fig. 93 Mortalidad por pesca máxima generada por las diferentes tasas de explotación considerando un umbral de $1.26e13$ huevos para hembras (A) y machos (B) de merluza del sur

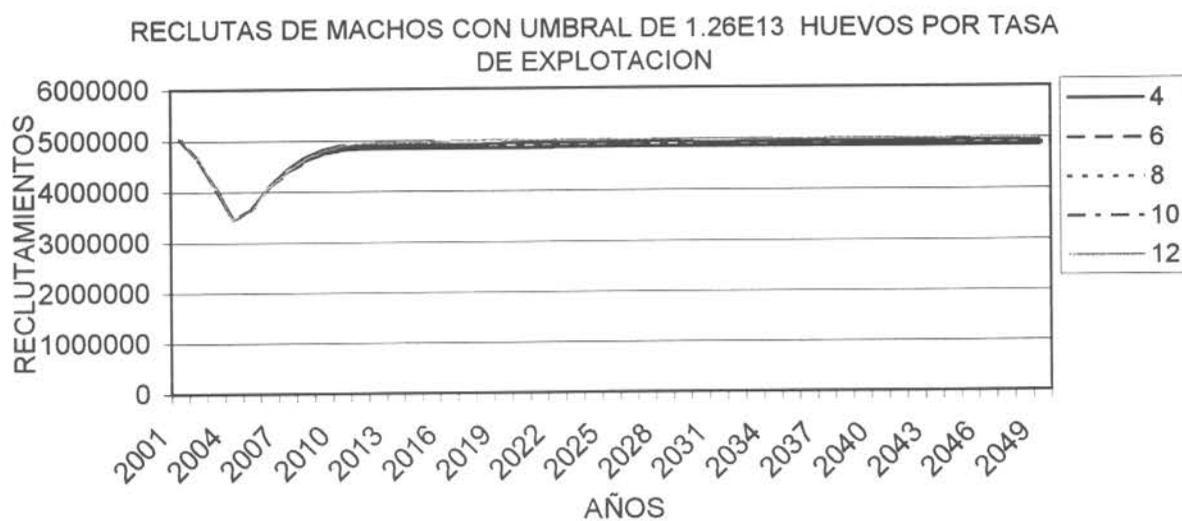
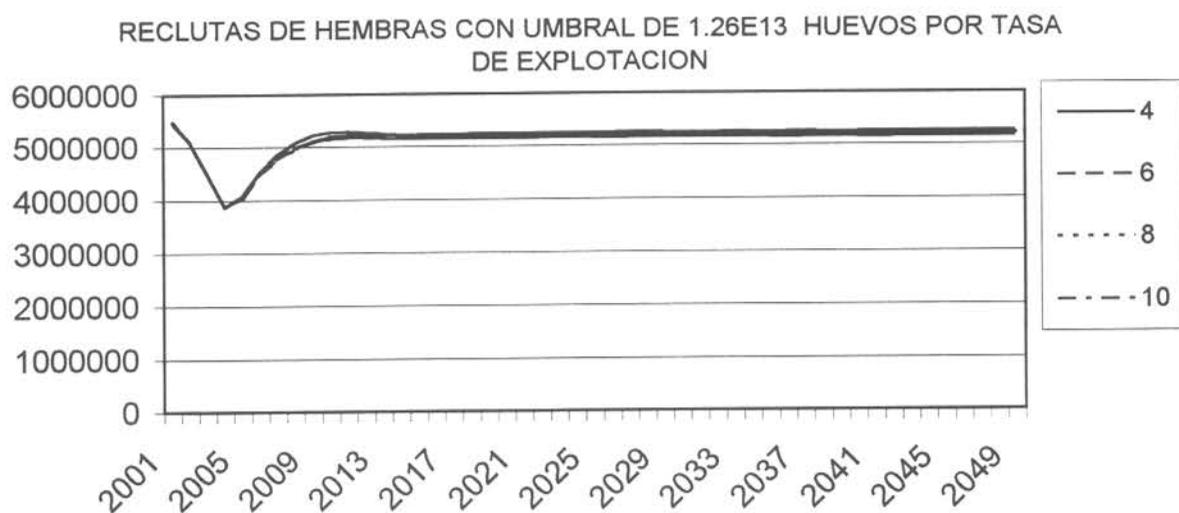


Fig. 94 Reclutamientos de merluza del sur de hembras(A) y de machos (B) proyectados con diferentes tasas de explotación para 1,26e13 huevos de umbral de escape.

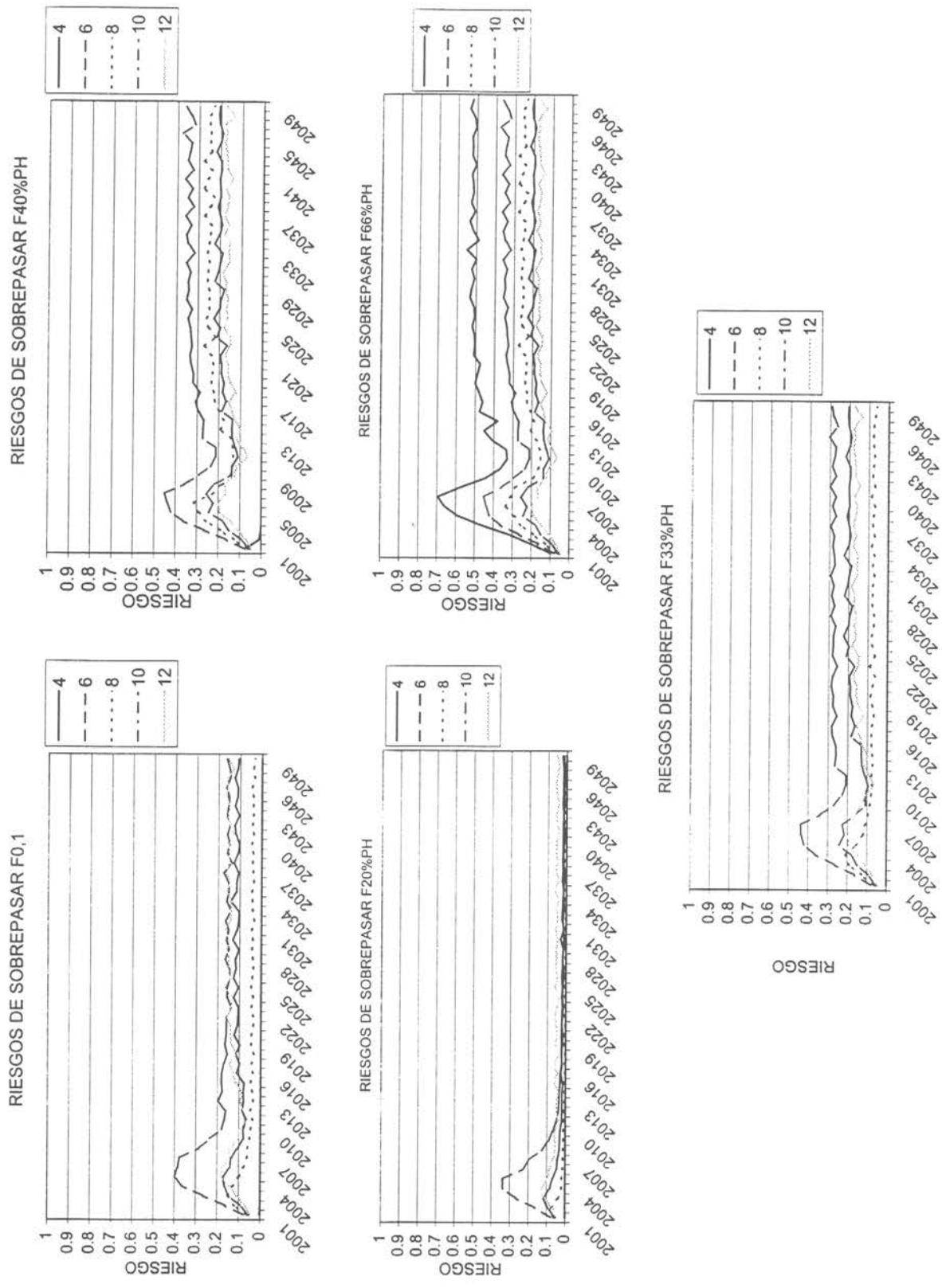


Fig. 95 Trayectorias de riesgo de sobrepasar los puntos biológicos de referencia al aplicar diferentes tasas de explotación con umbral de 1.26e13 de huevos, para merluza del sur.

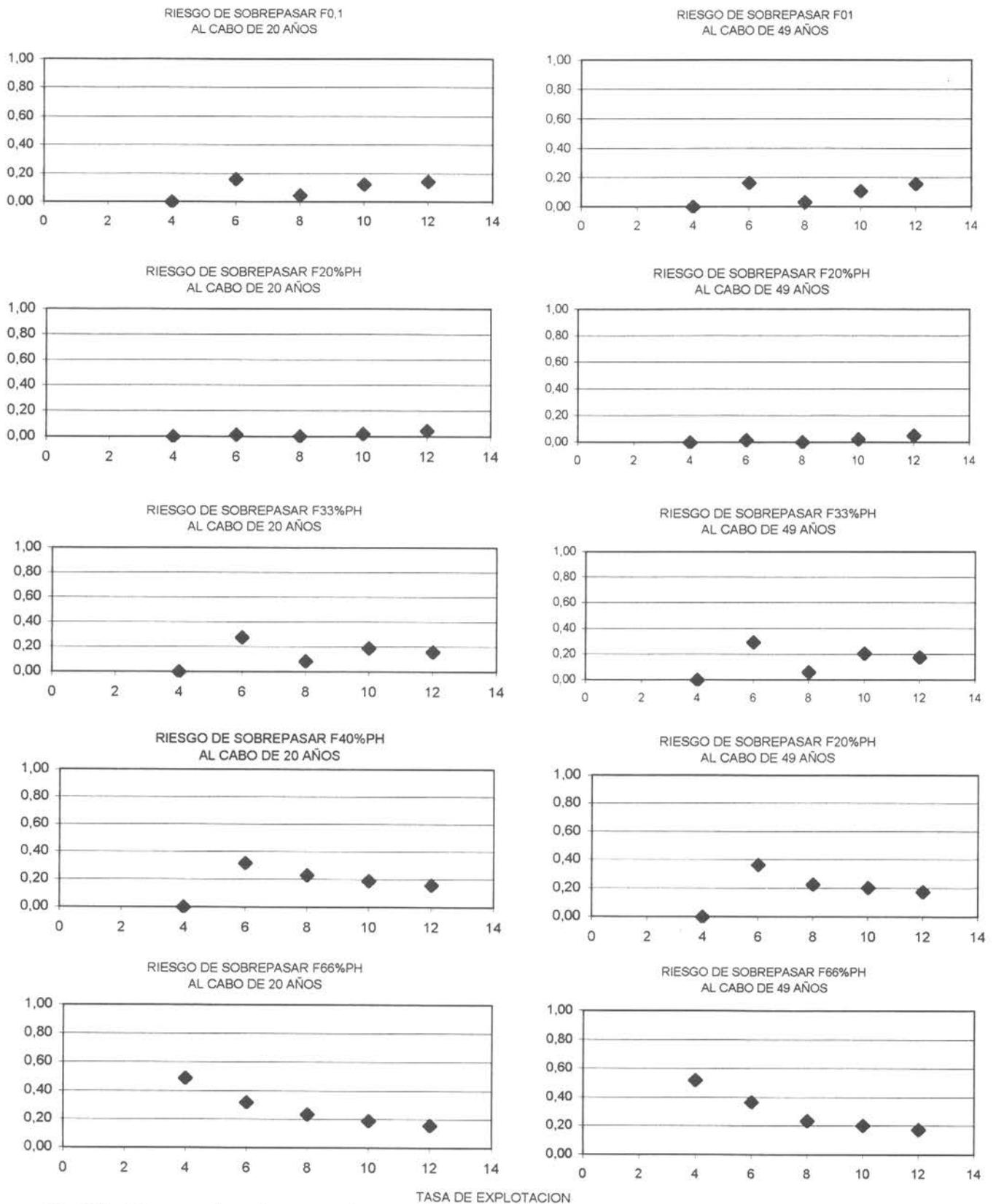


Fig. 96 Riesgos de sobrepasar los puntos biológicos de referencia al cabo de 20 y 49 años para diferentes tasas de explotación con umbral de escape de $1,26 \cdot 10^3$ huevos, para merluza del sur.

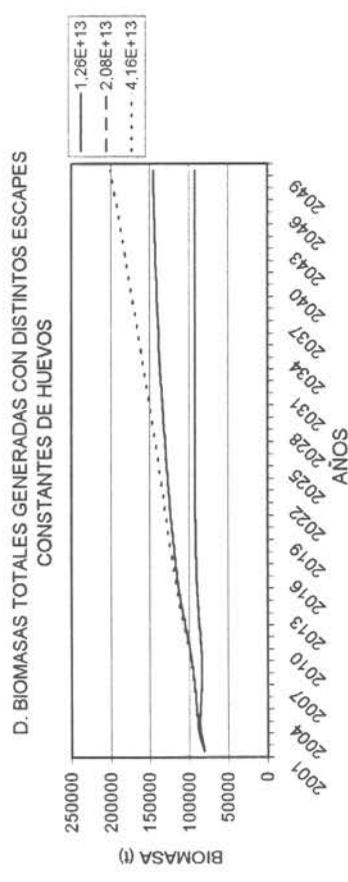
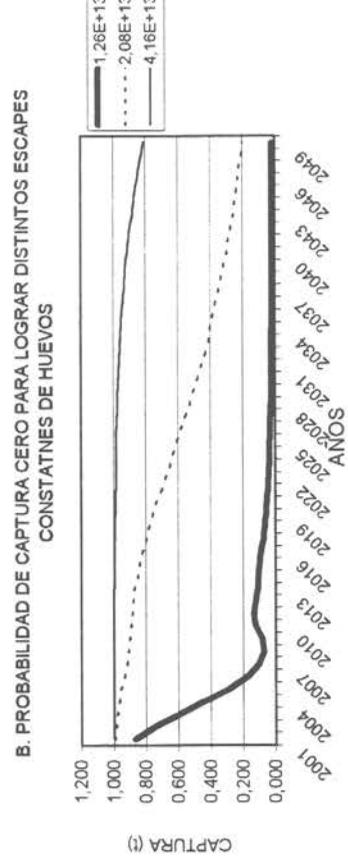
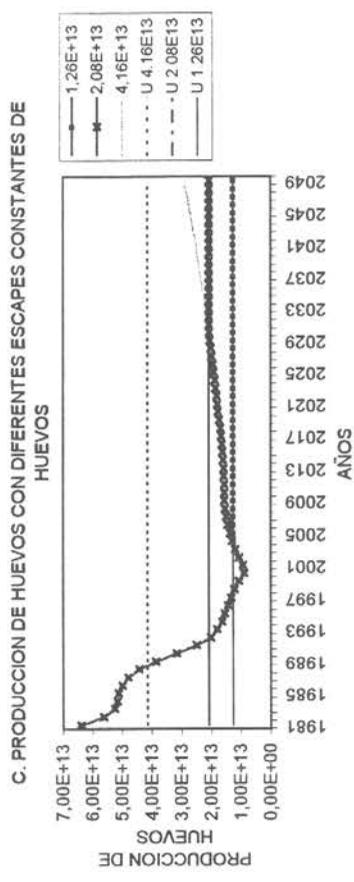
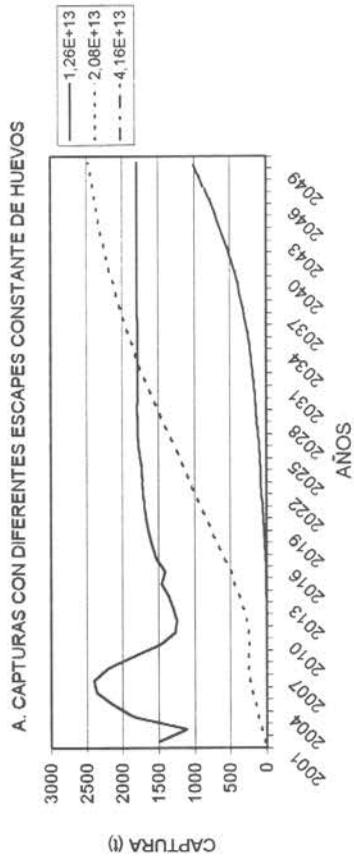


Fig. 97 Capturas promedio (A), probabilidad de capturas iguales a cero (B), producción de huevos (C) y biomasa total(C) producidas con distintos escapes constantes de huevos.

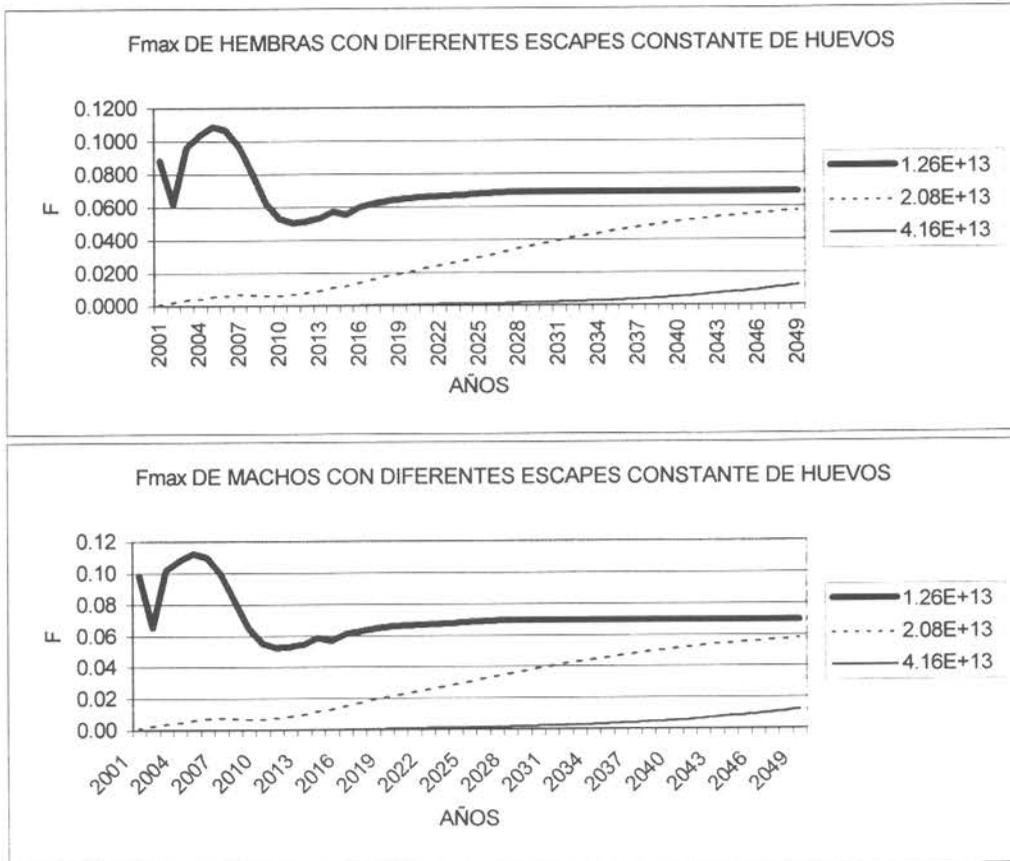


Fig. 98. Mortalidad por pesca generada con distintos escapes constantes de huevos para hembra (A) y machos(B).

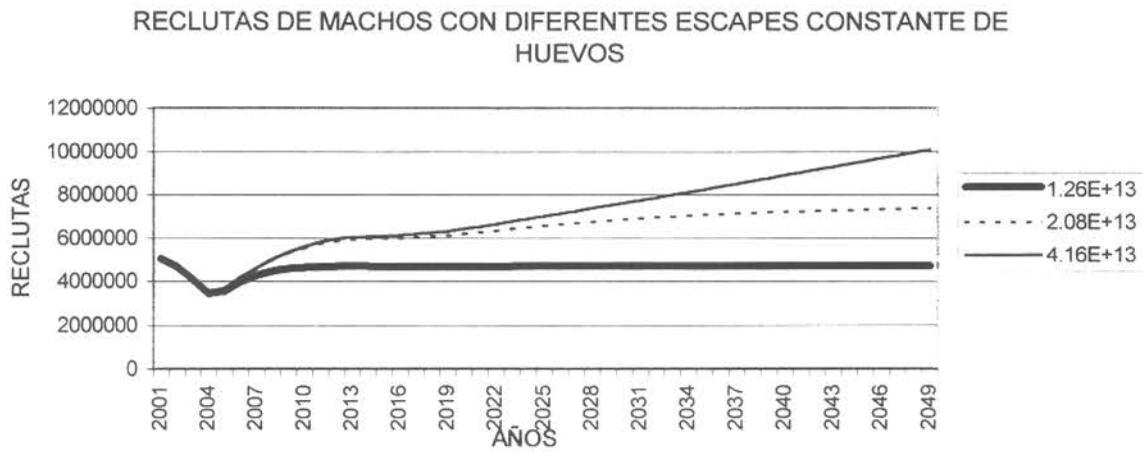
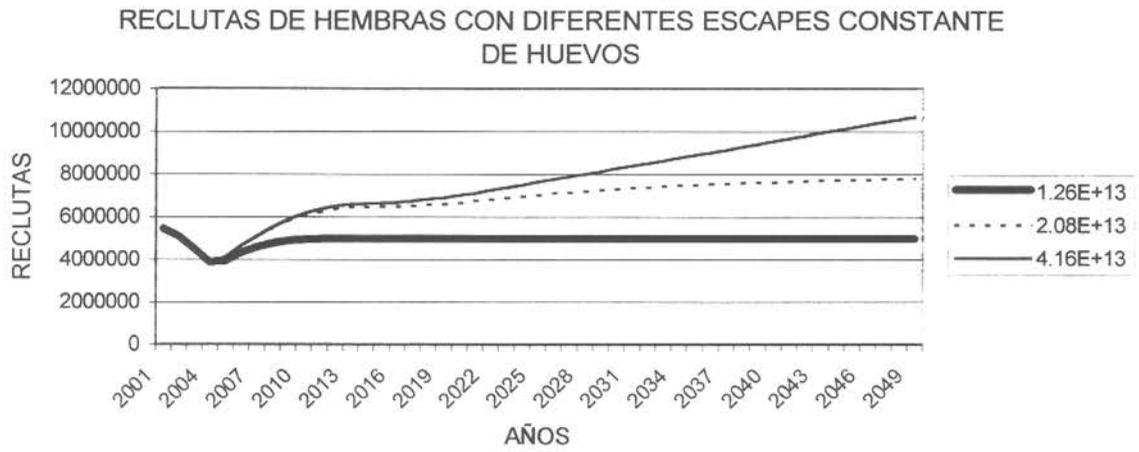


Fig. 99. Reclutamientos generados con distintos escapes constantes de para merluza del sur hembra (A) y machos(B).

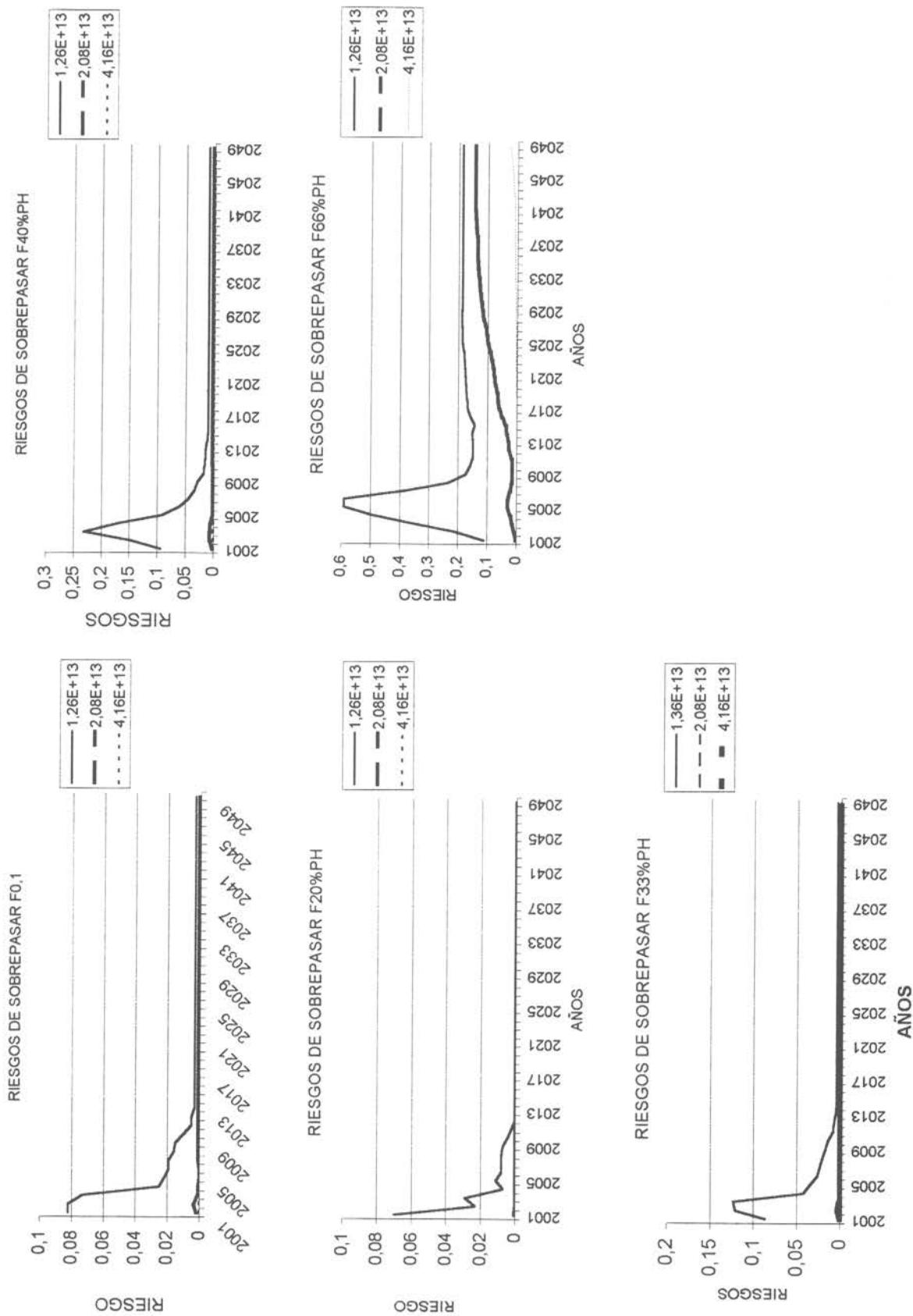


Fig. 100 Trayectorias de riesgos de sobrepasar los puntos biológico de referencia con distintos escapes constantes de huevos.

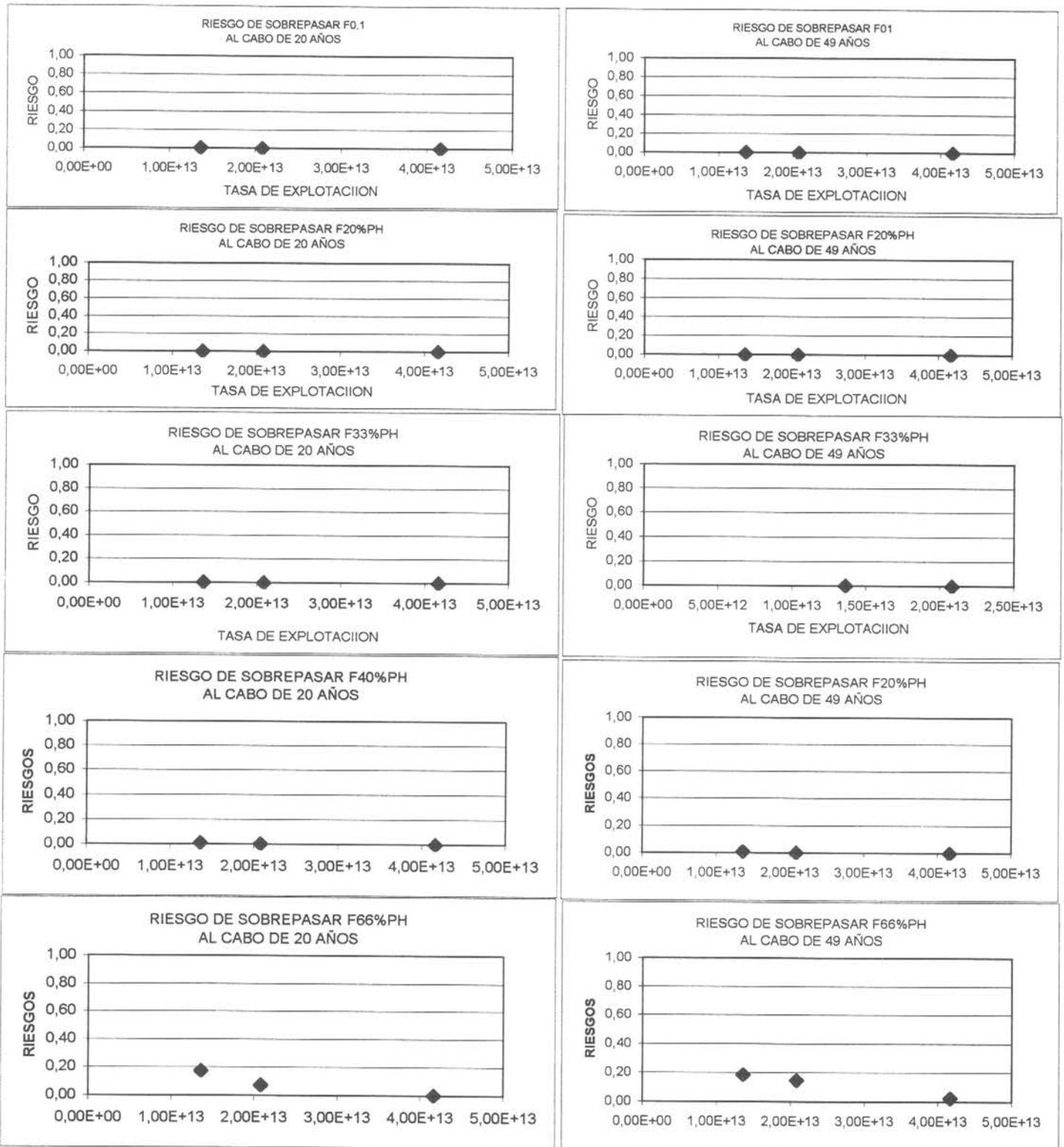


Fig. 101. Riesgos de sobrepasar los puntos biológicos de referencia al cabo de 20 y 49 años para distintos escapes constantes de huevos

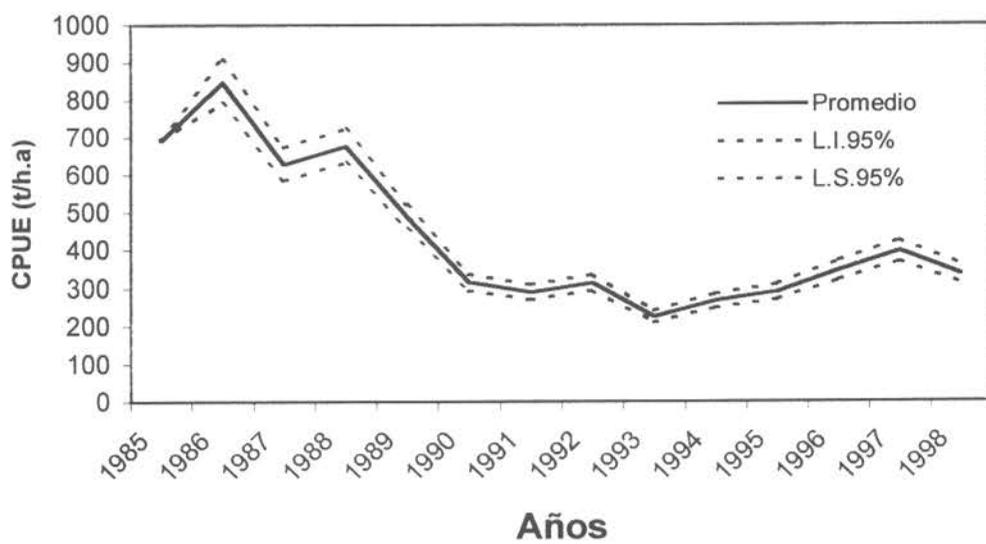


Fig 102 Promedio e intervalo de confianza al 95% de la CPUE de flota Arrastre Hielera.

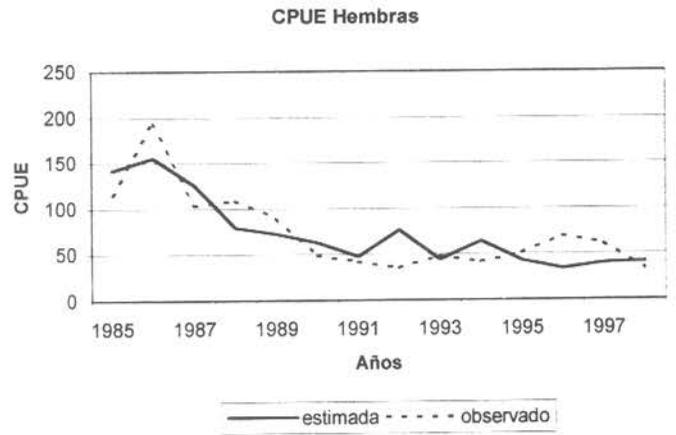
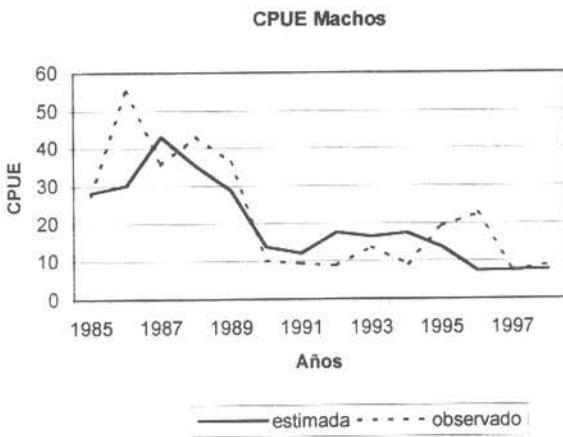
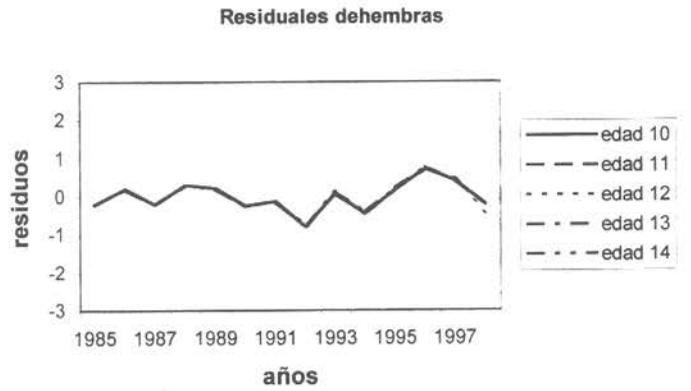
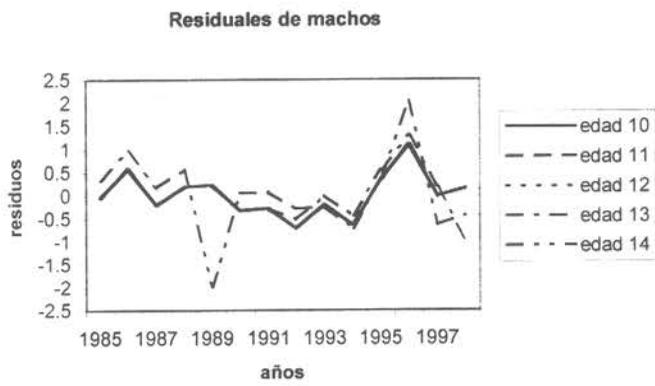
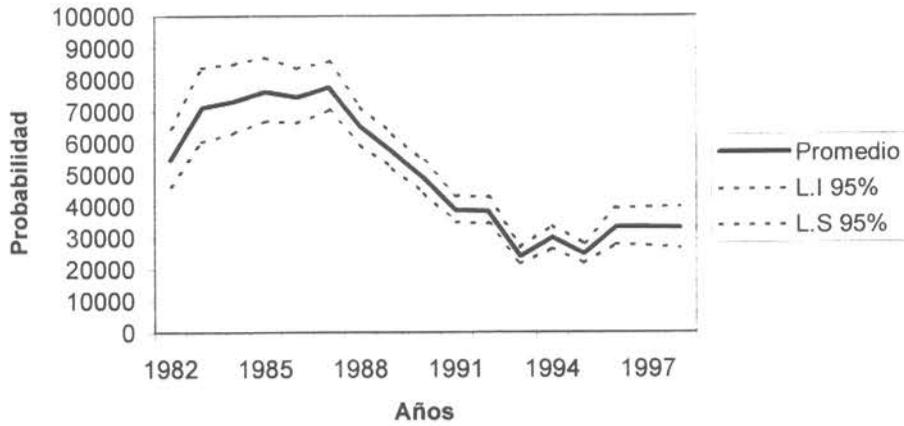
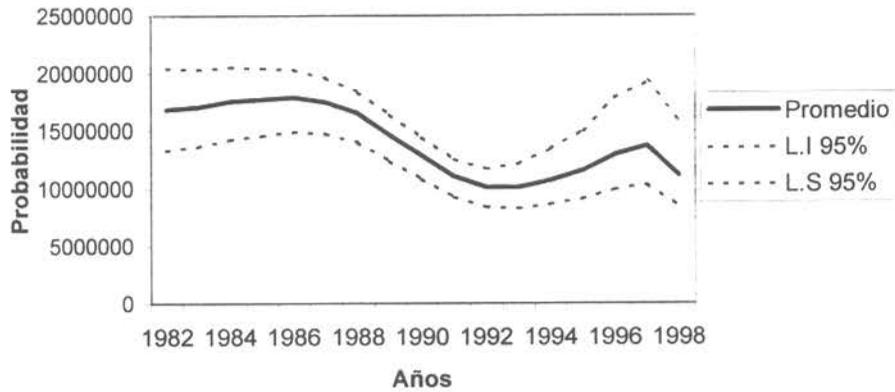


Fig 103 Ajuste de la CPUE para la flota arrastrera hielera para la evaluación de machos y hembras

Biomasa Total (3+)



Numero total (3+)



Reclutas (3+)

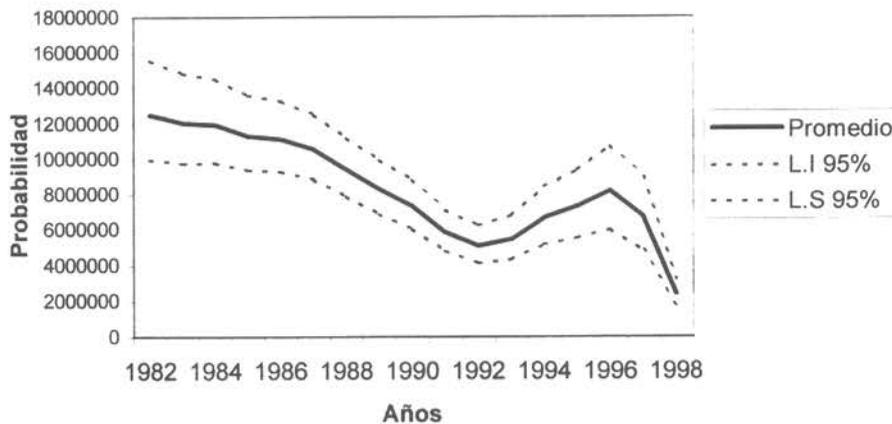
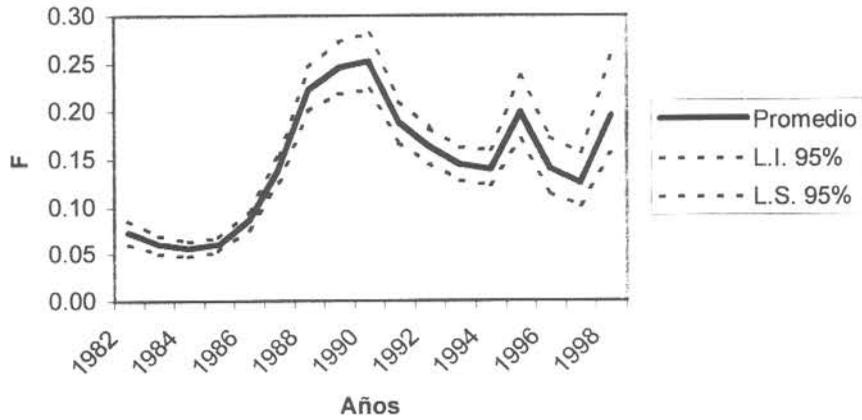


Fig 104 Promedio e intervalo de confianza al 95% para la biomasa total, abundancia y reclutamiento.

Mortalidad por pesca aplicada a machos



Mortalidad por pesca aplicada a hembras

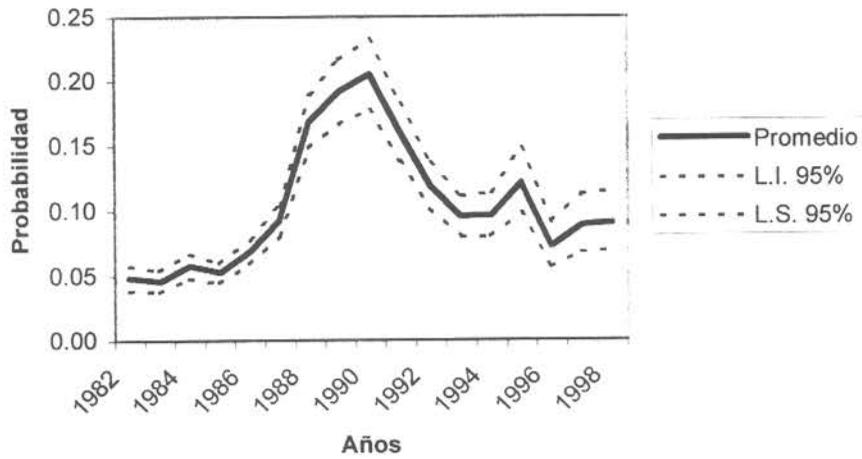


Fig 105 Mortalidades por pesca, ponderados por la abundancia de la fracción 3+ para machos y hembras.

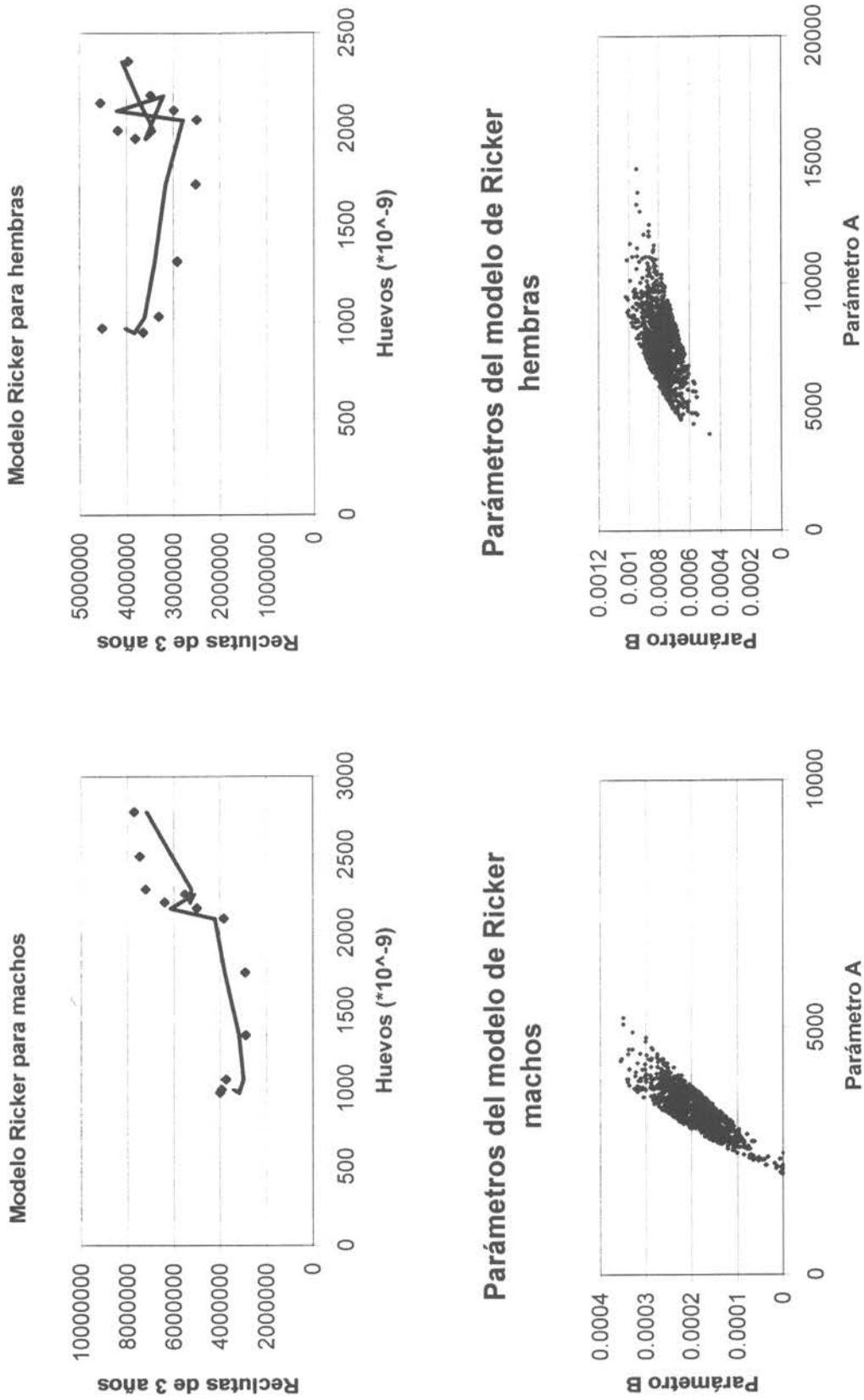


Fig 106 Ajuste de la relación stock-recruta de ricker con I.O.S para machos y hembras y parametros de Ricker para 1000 bootstrapping.

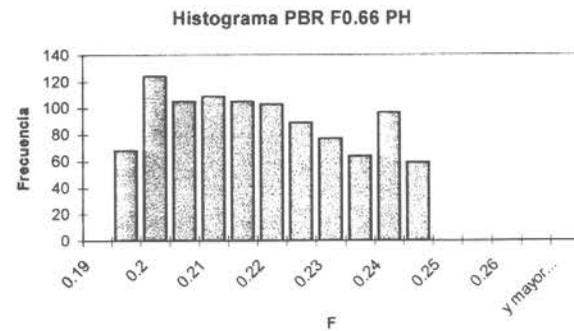
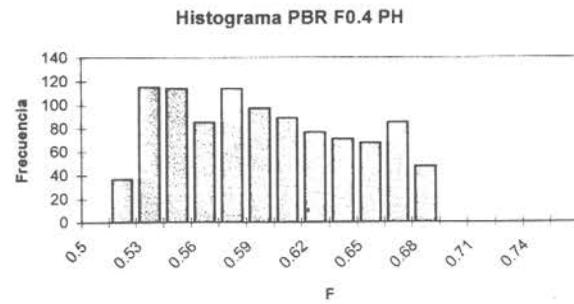
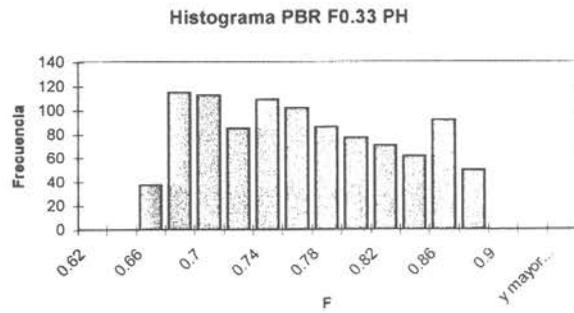
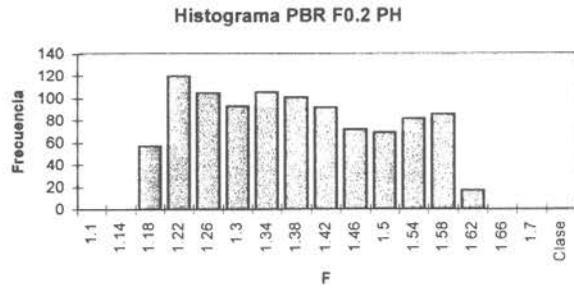
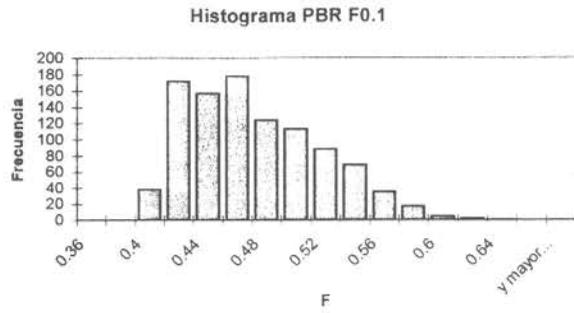


Fig 107 Histograma para los diferentes Puntos Biológicos de Referencia Estimados.

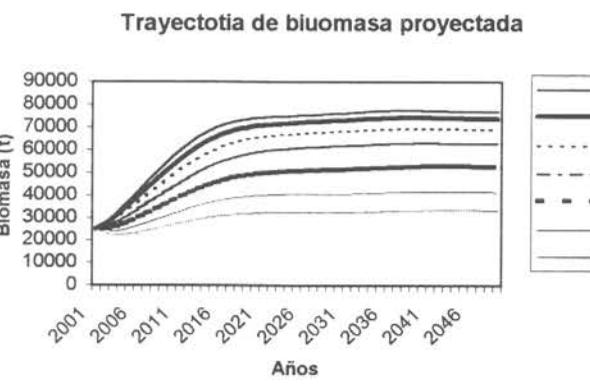
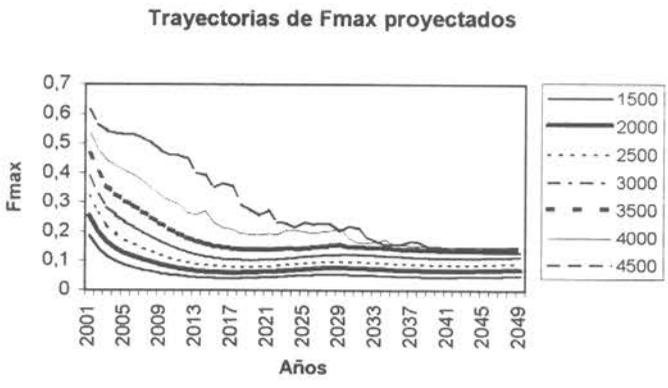
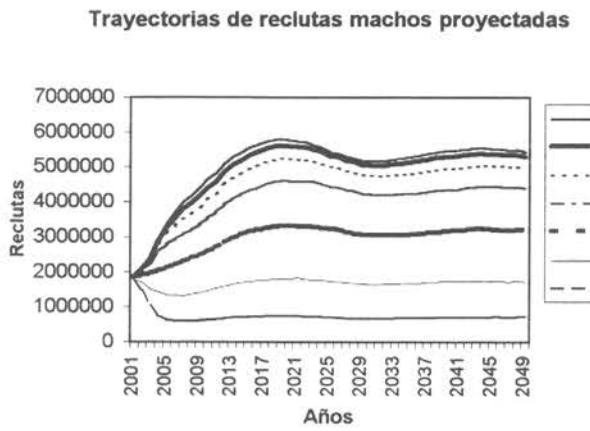
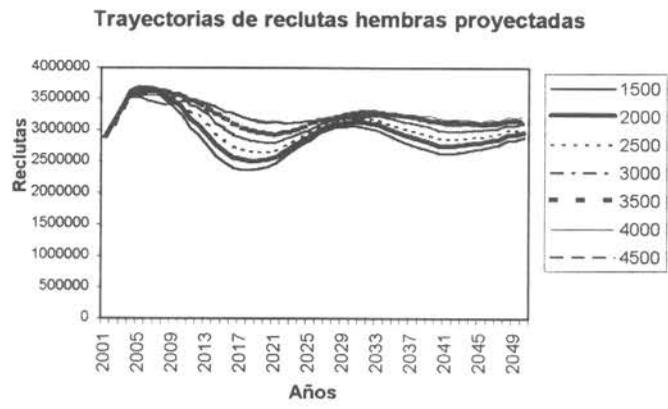
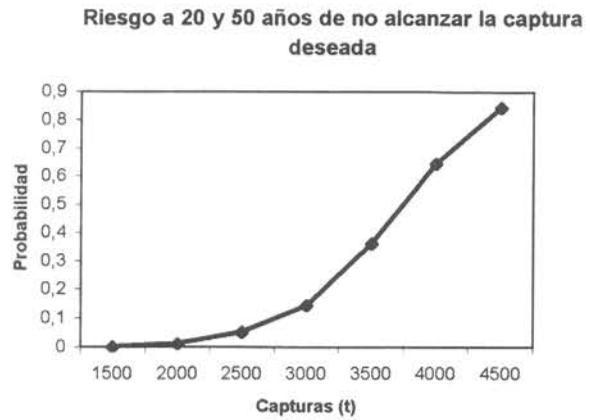
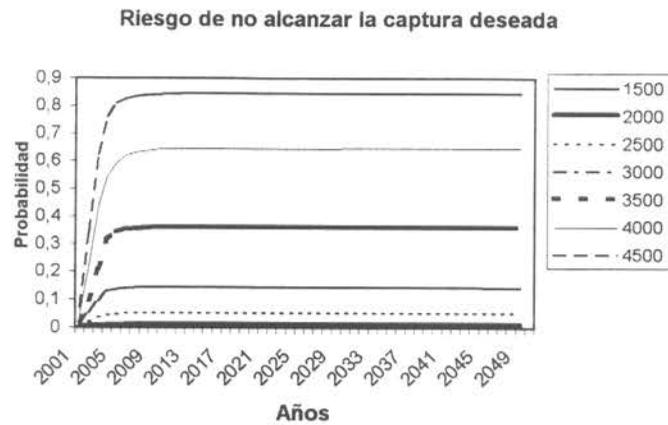
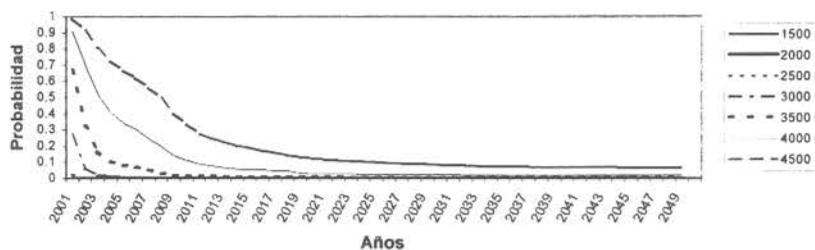
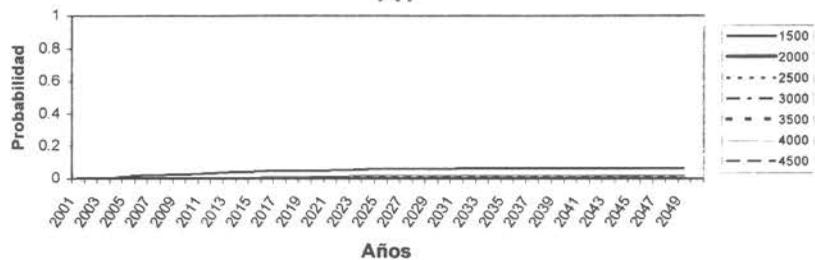


Fig. 108 Trayectorias de riesgo de no alcanzar la captura deseada y reclutamiento, biomasa y Fmax

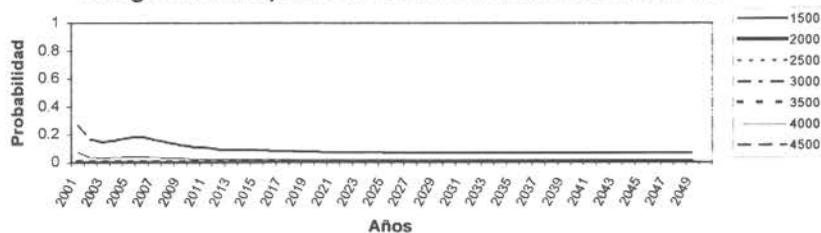
Riesgo de sobrepasar los PBR estimados con F0.1



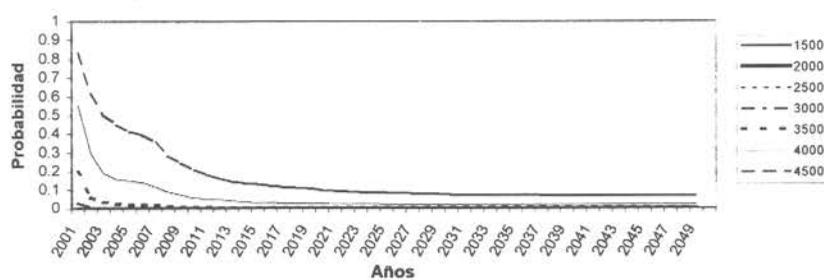
Riesgo de sobrepasar los PBR estimados con F0.2 PH



Riesgo de sobrepasar los PBR estimados con F0.33 PH



Riesgo de sobrepasar los PBR estimados con F0.4 PH



Riesgo de sobrepasar los PBR estimados con F0.66 P

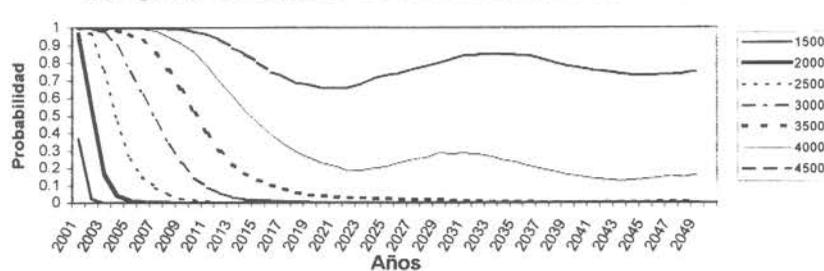


Fig. 109 riesgo de sobrepasar los PBR estimados a diferentes niveles de captura constante.

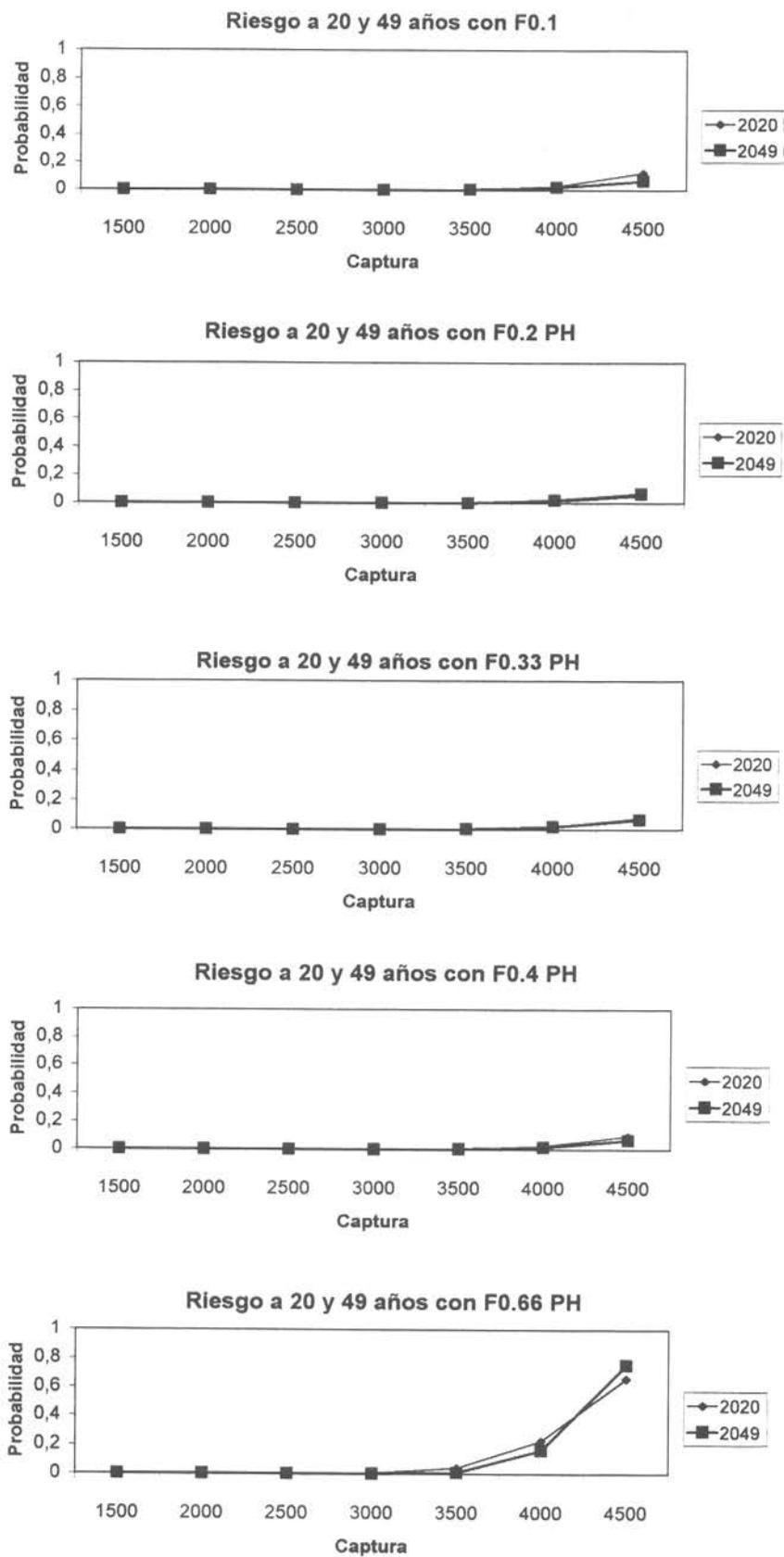
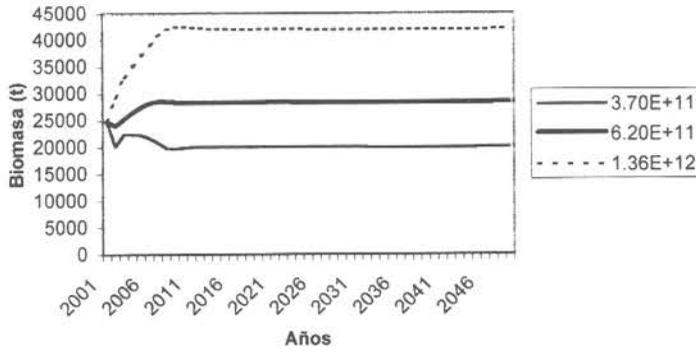
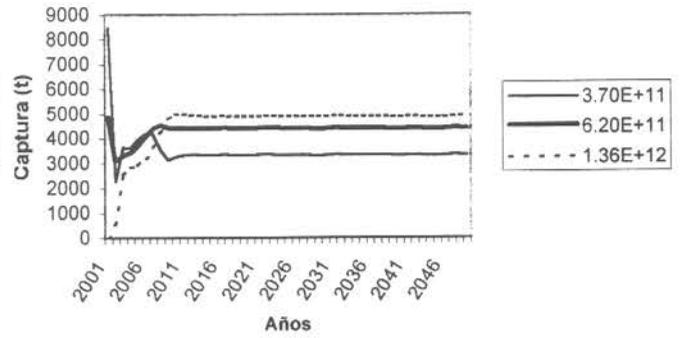


Fig. 110 Riesgo a 20 y 49 años estimados a diferentes niveles de captura constante.

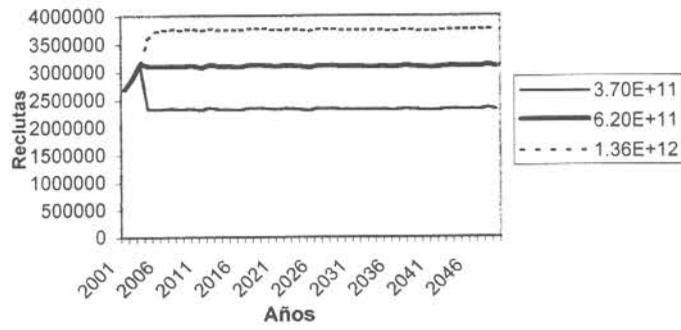
Biomasa con escape de huevos constante



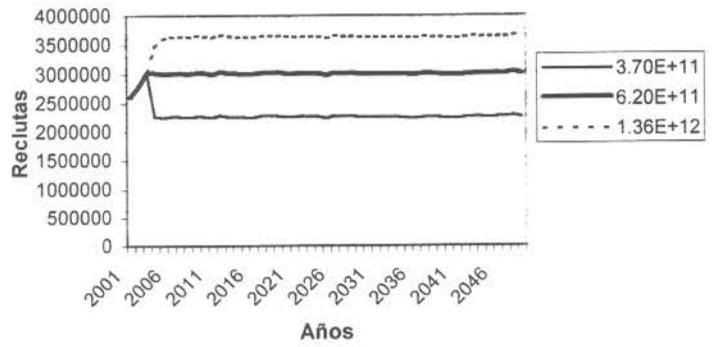
Capturas con escape de huevos constante



Trayectoria reclutamiento hembras



Trayectoria reclutamiento machos



Fmax hembras

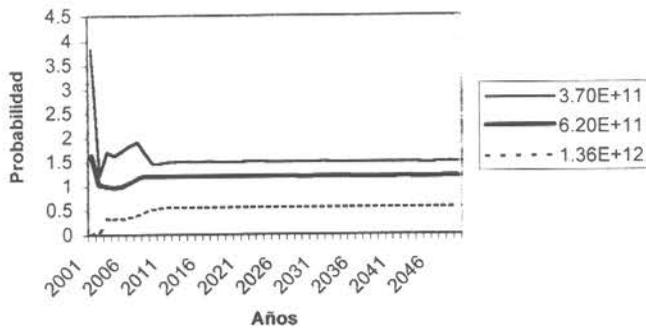


Fig. 111 Trayectorias de captura, biomasa, reclutas y Fmax proyectadas a partir de diferentes niveles de escape constante de huevos

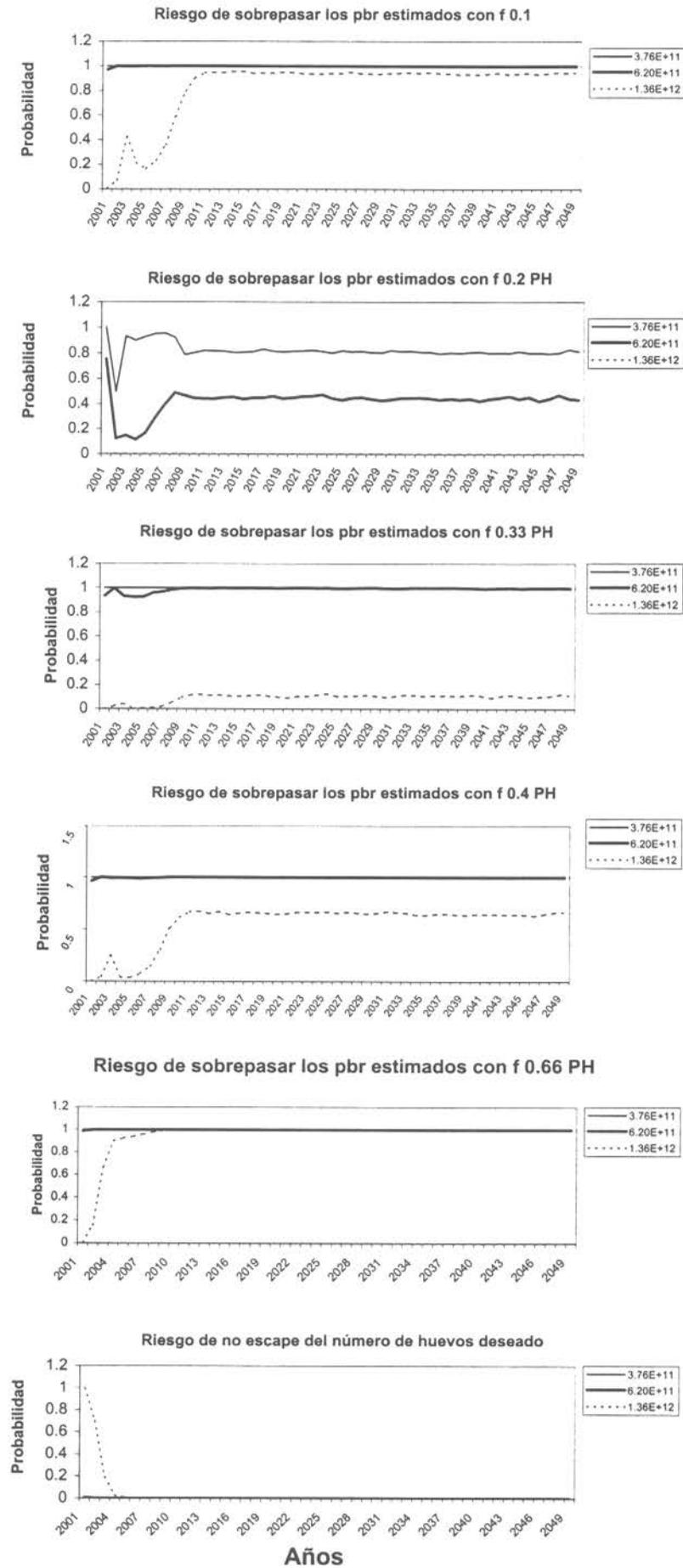


Fig 112 Riesgo de sobrepasar los PBR estimados a diferentes niveles escape constante de huevos.

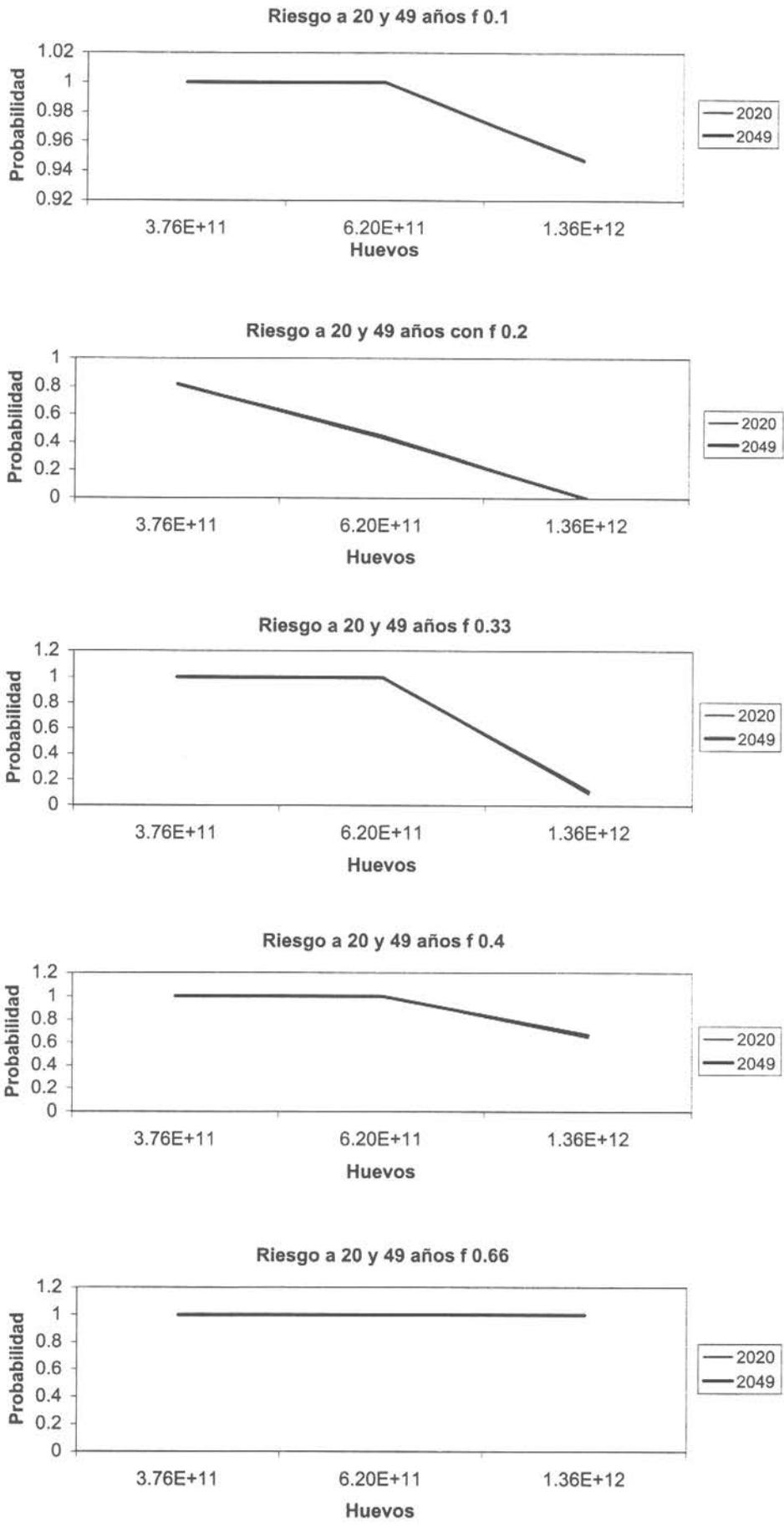


Fig 113 Riesgo a 20 y 49 años de sobrepasar los PBR estimados a diferentes niveles escape constante de huevos.

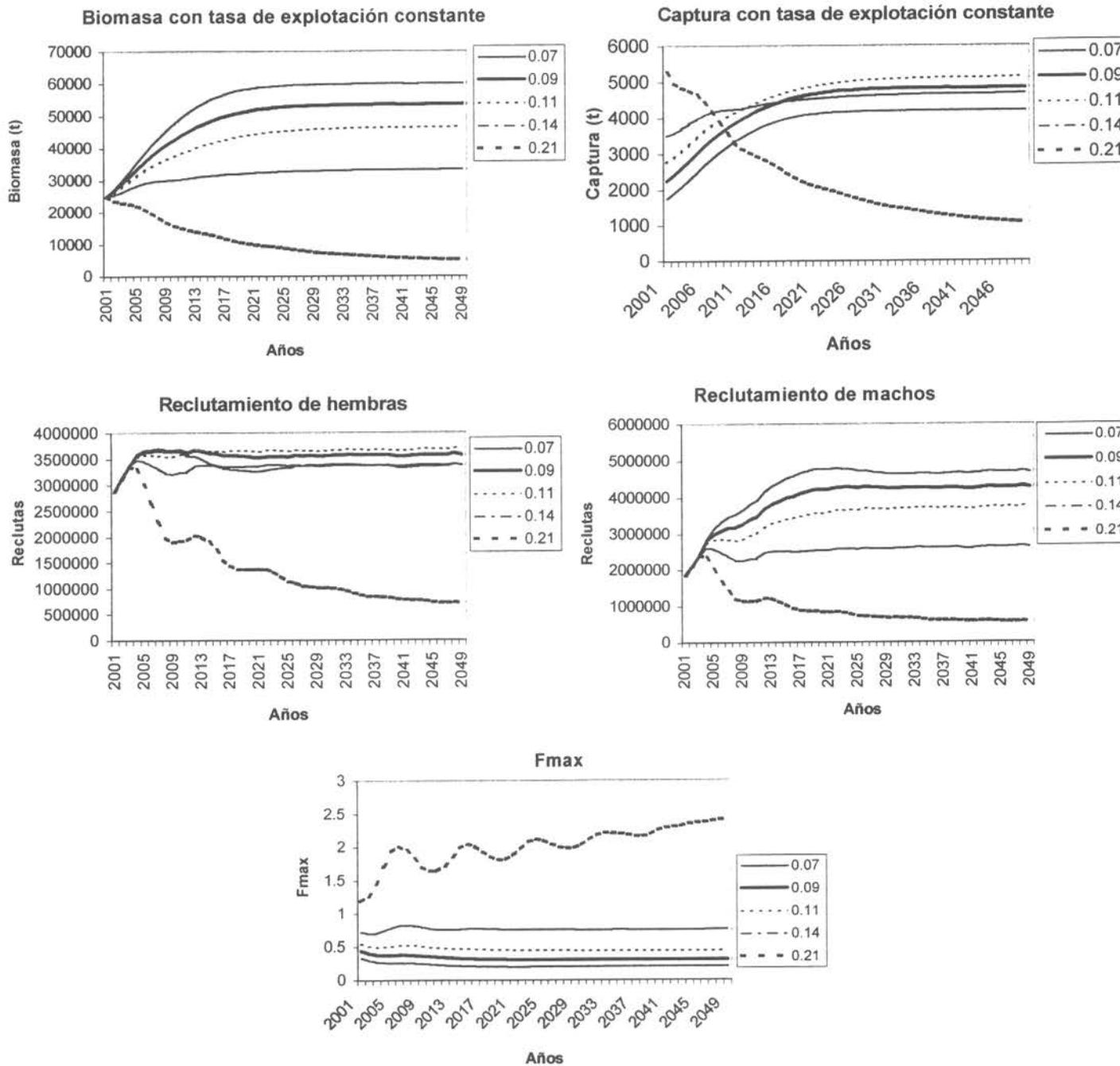


Fig. 114 Trayectorias de captura, biomasa, reclutamiento y F_{max} proyectadas a partir de diferentes tasas de explotación constante.

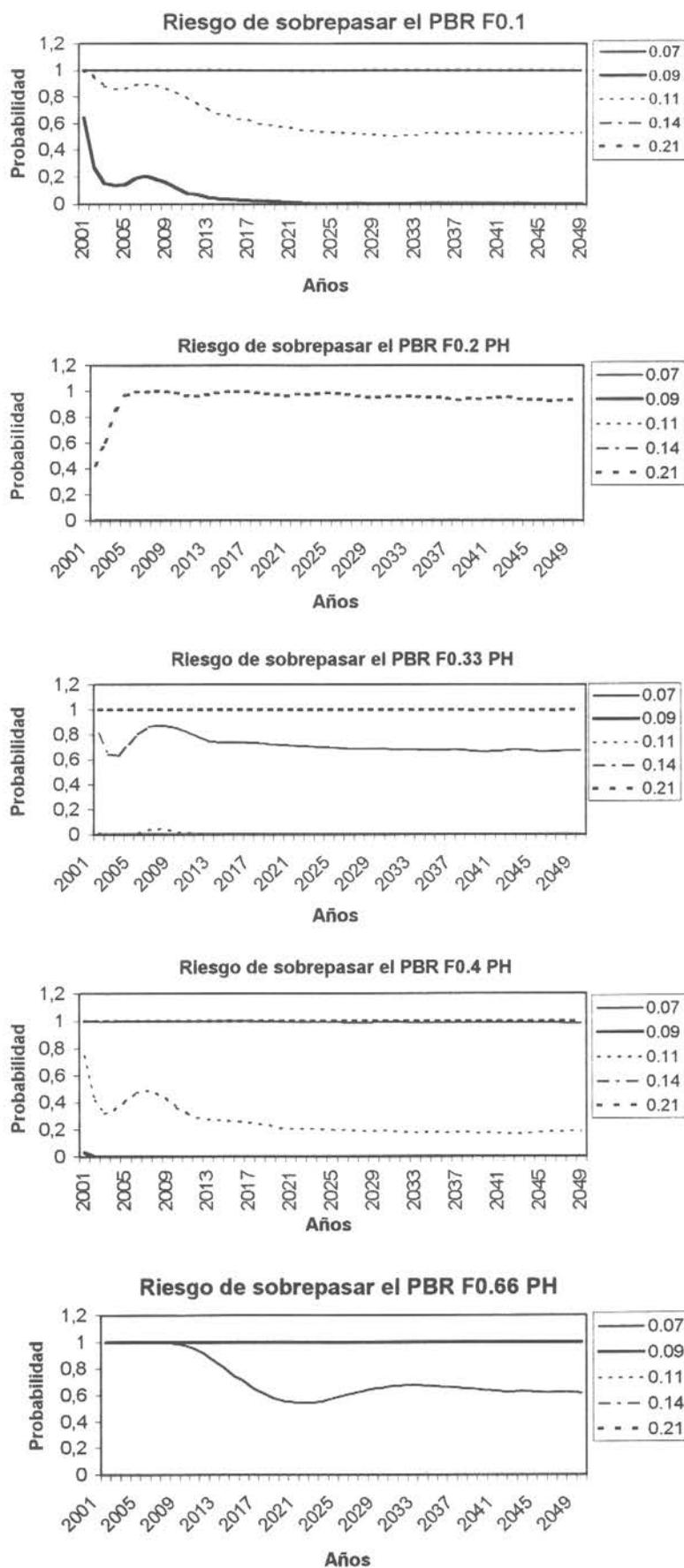
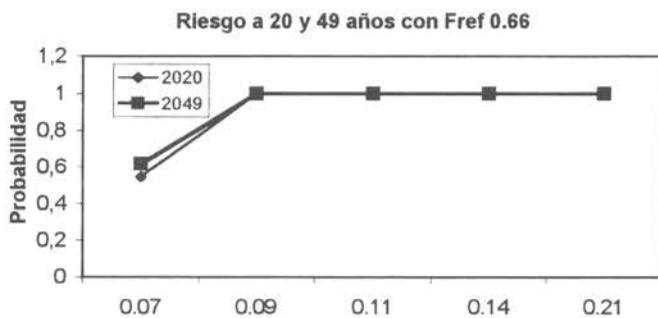
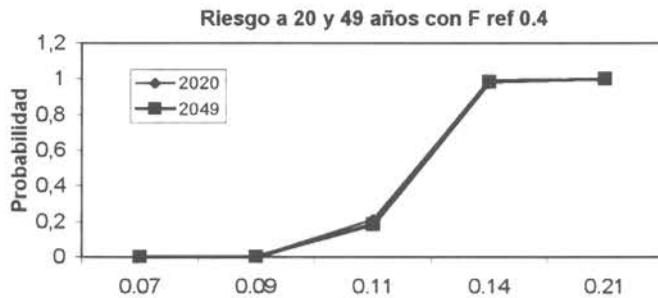
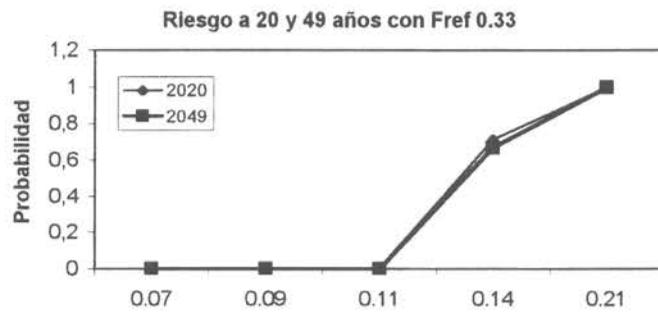
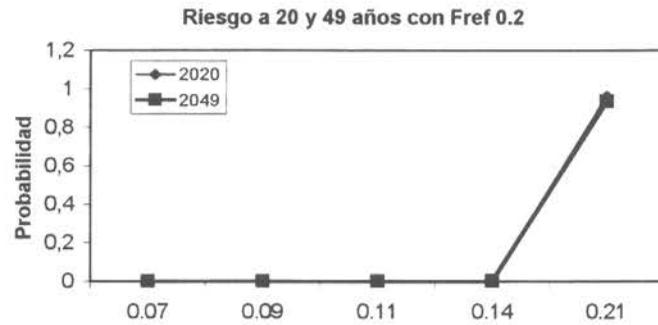
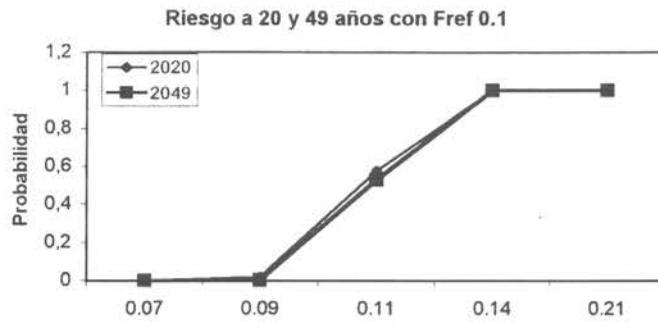


Fig. 115 Trayectorias de riesgo de sobrepasar los PBR estimados a diferentes niveles de tasa de explotación constante.



Tasas de explotación

Fig. 116 Trayectorias de riesgo a 20 y 49 años de sobrepasar los PBR estimados a diferentes niveles de tasa de explotación constante.

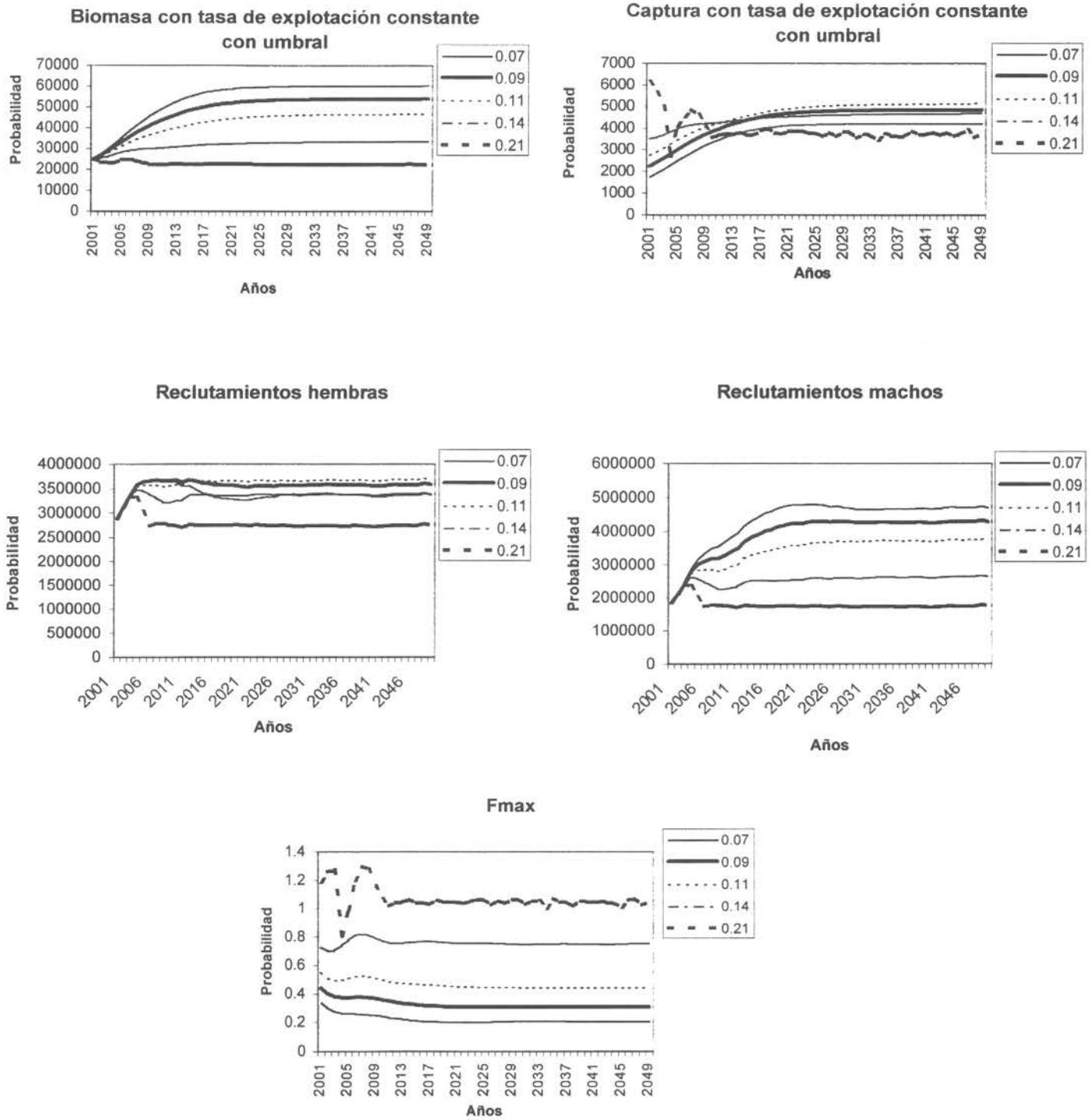


Fig. 117 Trayectorias de captura, biomasa, reclutamiento y Fmax proyectadas a partir de tasas de explotación constante con umbral.

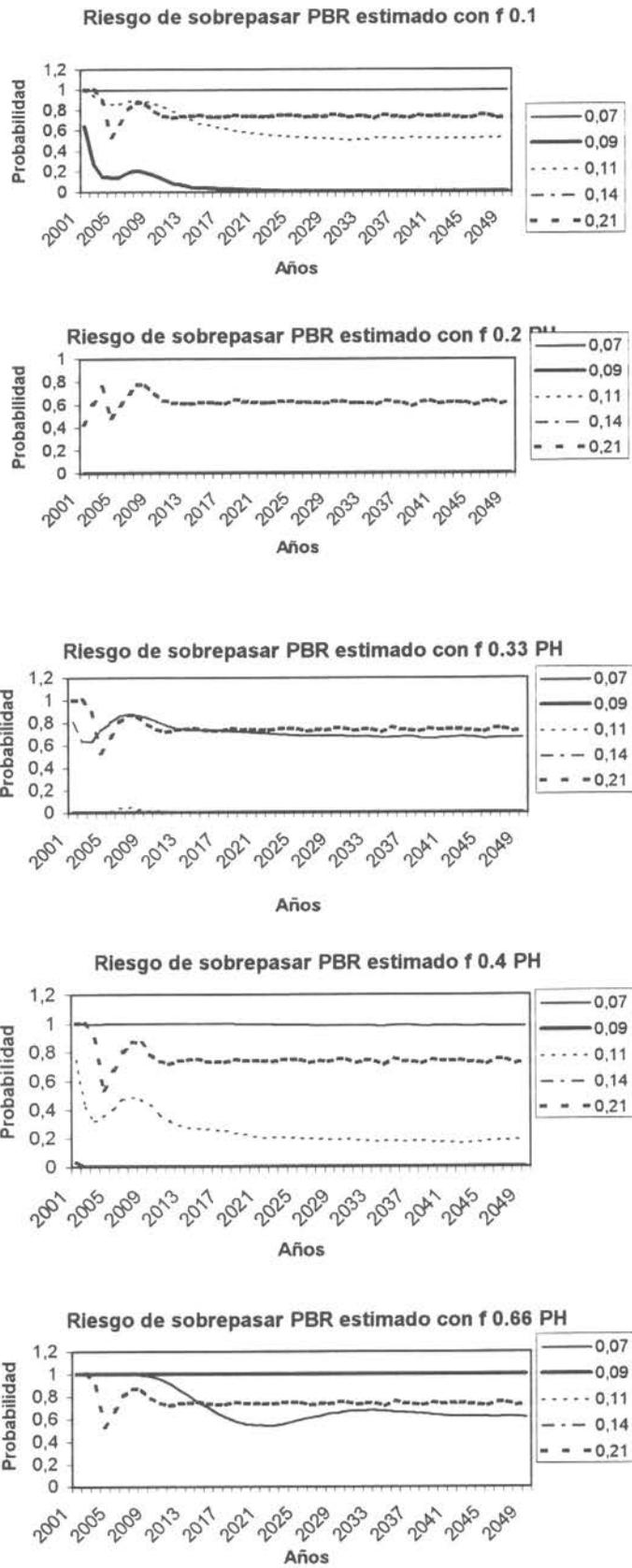


Fig. 118 Trayectorias de riesgo de sobrepasar los PBR estimados a diferentes niveles de tasa de explotación constante con umbral.

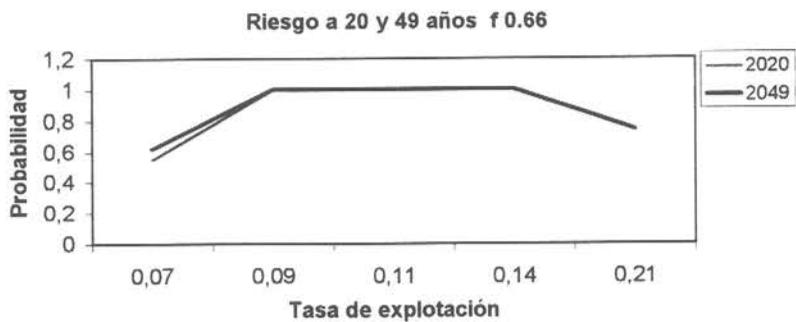
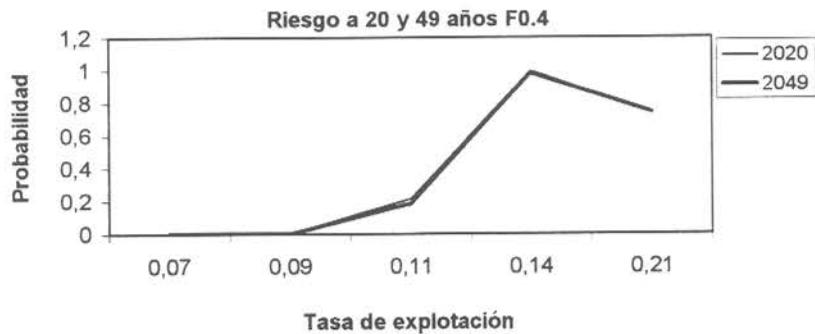
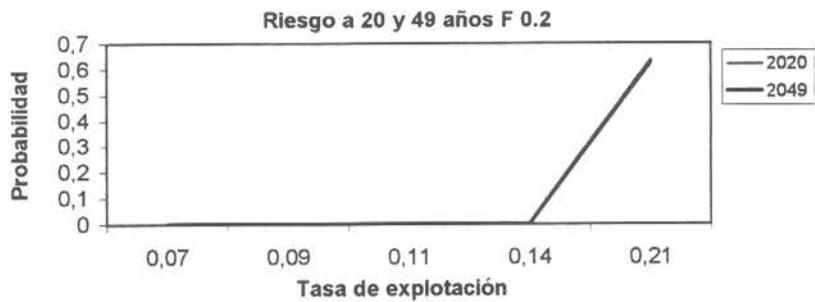
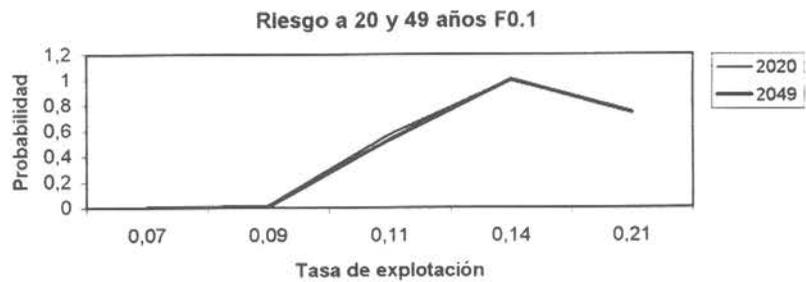


Fig. 119 Trayectorias de riesgo a 20 y 49 años de sobrepasar los PBR estimados a diferentes niveles de tasa de explotación constante con umbral.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

T A B L A S

TABLA 1

PATRON DE EXPLOTACION DE M. DEL SUR MACHO

EDAD	ACTUAL (96)	PROM. HISTO. (81-95 (*)		PROM. RECIENTE 90-95 (**)	
3	0.002118644	0.0014022	0.002216237	0.000584254	0.000794798
4	0.007415254	0.00518879	0.008201113	0.003158167	0.004296257
5	0.012711864	0.00868739	0.013730789	0.006185672	0.008414765
6	0.024364407	0.01690282	0.026715641	0.015298858	0.020812014
7	0.049788136	0.03403592	0.053795239	0.029260056	0.039804323
8	0.086864407	0.05786599	0.091459704	0.049912015	0.067898502
9	0.149364407	0.09730902	0.153801114	0.09735109	0.132432907
10	0.210805085	0.13457033	0.212694228	0.147550639	0.200722561
11	0.297669492	0.18852354	0.297969612	0.229027494	0.311560732
12	0.38029661	0.24174727	0.382092026	0.311612823	0.42390683
13	0.509533898	0.32394517	0.512009362	0.404736439	0.550588833
14	0.61440678	0.39144728	0.618699373	0.488461638	0.66448557
15	0.724576271	0.46067941	0.728123762	0.553257405	0.752631391
16	0.768008475	0.49111023	0.776220983	0.630521123	0.857738163
17	0.830508475	0.53668539	0.848254505	0.637561608	0.867315785
18	0.855932203	0.55343508	0.874728115	0.595656313	0.810309335
19	0.879237288	0.58294131	0.921363982	0.735097434	1
20	0.645127119	0.4229058	0.668420924	0.42593441	0.792777066
21	0.728813559	0.47306082	0.747693119	0.378722054	0.704902332
22	0.629237288	0.40189227	0.63520813	0.376356614	0.700499619
23	0.790254237	0.51421389	0.812737318	0.533577852	0.993130102
24	1	0.63269383	1	0.537268835	1

TABLA 2

BIOMASA DE MERLUZA DEL SUR MACHO EN EL AREA TOTAL DE LA PESQUERIA

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
3+	480751	548043	516212	555627	531868	394406	367041	330847	248640	207049	151125	125988	102226	99277	99029	81590
3+ Aguayo et.al. 199.	346042	453481	474191	476149	484903	409991	339021	305637	252242	207928	169095	153926	131961	123564	128846	127815
9+	211458	257076	254241	292933	276076	242408	234955	212234	160564	129872	88824	66074	52761	52074	51235	41877
9+ Aguayo et.al. 199.	152528	214756	236793	258301	265977	241470	216154	200112	159426	127082	95048	69057	54808	51128	55217	53826

TABLA 3

PATRON DE EXPLOTACION DE M DEL SUR MACHO

EDAD	ACTUAL (96)	PROM. HISTO. 81-95		PROM. RECIENTE 90-95 (*)	
3	0.00111607	0.00126726	0.00199241	0.00024691	0.00036078
4	0.00334821	0.00478189	0.00751816	0.00214081	0.00312803
5	0.00669643	0.00791011	0.01243642	0.00424240	0.00619876
6	0.01674107	0.01522501	0.02393703	0.01110416	0.01622479
7	0.03348214	0.03192968	0.05020040	0.02437903	0.03562130
8	0.06026786	0.05576119	0.08766872	0.04464940	0.06523926
9	0.12611607	0.09587483	0.15073608	0.09376457	0.13700365
10	0.19977679	0.13534327	0.21278905	0.15012474	0.21935404
11	0.31250000	0.19033479	0.29924767	0.23436733	0.34244471
12	0.42075893	0.24297864	0.38201525	0.31656075	0.46254123
13	0.54352679	0.32509380	0.51111814	0.41107593	0.60064163
14	0.65178571	0.39174351	0.61590597	0.49216699	0.71912744
15	0.73772321	0.46154388	0.72564732	0.55850169	0.81605207
16	0.83593750	0.48980883	0.77008598	0.62899487	0.91905284
17	0.84821429	0.53095917	0.83478326	0.62475103	0.91285197
18	0.80580357	0.54732029	0.86050650	0.58036177	0.84799282
19	1	0.56258481	0.88450564	0.68439467	1
20	0.57700893	0.41198933	0.64773680	0.39917714	0.58325577
21	0.51562500	0.46510238	0.73124207	0.35889678	0.52440032
22	0.50558036	0.40117165	0.63072906	0.37455129	0.54727382
23	0.71316964	0.50382121	0.79211648	0.50759615	0.74167169
24	0.72209821	0.63604434	1.00000000	0.54643383	0.79841918

TABLA 4

BIOMASA DE MERLUZA DEL SUR MACHO. AJUSTE CON PATRON DE EXPLOTACION HISTORICO

	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
3+	482730	550253	518375	557975	533957	395957	368163	331690	249900	210716	158931	139000	118105	120133	130107	117868
3+ Aguayo et.al. 1998	346042	453481	474191	476149	484903	409991	339021	305637	252242	207928	169095	153926	131961	123564	128846	127815
9+	211774	257606	255034	294613	277802	243718	236293	213492	161490	130816	89517	66583	52877	52081	52299	45160
9+ Aguayo et.al. 1998	152528	214756	236793	258301	265977	241470	216154	200112	159426	127082	95048	69057	54808	51128	55217	53826

TABLA 5

PATRON DE EXPLOTACION DE HEMBRAS

EDAD	ACTUAL (1996)	PROM.HISTO. 81-95		PROM. RECIENTE 90-95	
		NORMALIZADO		NORMALIZADO	
3	0.0029499	0.0008003	0.0011898	0.0001350	0.0001914
4	0.0088496	0.0046044	0.0068454	0.0016622	0.0023578
5	0.0176991	0.0104294	0.0155056	0.0047526	0.0067411
6	0.0324484	0.0180416	0.0268227	0.0089952	0.0127589
7	0.0619469	0.0355396	0.0528372	0.0178569	0.0253285
8	0.1002950	0.0606289	0.0901379	0.0283115	0.0401574
9	0.1710914	0.1029383	0.1530398	0.0656402	0.0931049
10	0.2212389	0.1368719	0.2034893	0.0871050	0.1235508
11	0.2713864	0.1692816	0.2516733	0.1403537	0.1990794
12	0.3628319	0.2274607	0.3381690	0.1978857	0.2806836
13	0.4365782	0.2769945	0.4118115	0.2515096	0.3567444
14	0.5250737	0.3372849	0.5014460	0.3242533	0.4599248
15	0.6460177	0.4171965	0.6202517	0.4075051	0.5780103
16	0.7227139	0.4720516	0.7018055	0.4525586	0.6419147
17	0.8407080	0.5500064	0.8177021	0.6001620	0.8512772
18	0.8761062	0.5812105	0.8640936	0.6666032	0.9455182
19	0.9528024	0.6440588	0.9575310	0.6769511	0.9601957
20	0.9469027	0.6374738	0.9477410	0.6926034	0.9823972
21	1.0000000	0.6726245	1.0000000	0.7050136	1.0000000
22	0.9380531	0.6262078	0.9309917	0.6709929	0.9517446
23	0.7168142	0.4719779	0.7016960	0.3999411	0.5672814
24	0.8554572	0.5593784	0.8316355	0.3579839	0.5077687

TABLA 6

BIOMASA DE MERLUZA DEL SUR HEMBRA ESTIMADAS POR ADASIM 1.3 AJUSTE CON PATRON DE EXPLOTACION HISTORICO

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
3+	415773	434825	384266	405954	398713	364254	365670	343137	276361	244174	210428	208392	219236	261462	331228	364205
3+ Aguayo et	273664	333665	330984	328761	341833	322981	301575	279811	228662	182478	142960	119829	108555	107603	118922	119425
9+	302192	323070	269870	280494	266016	255273	264010	232057	184120	151680	111127	98363	90875	108103	134137	135355
9+ Aguayo et	184208	237310	236099	230538	236883	232496	228329	212794	172254	132187	97350	75469	63182	64099	69130	70631

TABLA 7

BIOMASA DE MERLUZA DEL SUR HEMBRA ESTIMADAS POR ADASIM 1.3 AJUSTE CON PATRON DE EXPLOTACION RECIENTE

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
3+	415773	434825	384266	405954	398713	364254	365670	343137	276361	244174	210428	208392	219236	261462	331228	364205
3+ Aguayo et	273664	333665	330984	328761	341833	322981	301575	279811	228662	182478	142960	119829	108555	107603	118922	119425
9+	302192	323070	269870	280494	266016	255273	264010	232057	184120	151680	111127	98363	90875	108103	134137	135355
9+ Aguayo et	184208	237310	236099	230538	236883	232496	228329	212794	172254	132187	97350	75469	63182	64099	69130	70631

TABLA 8
PATRON DE EMPLOTACIÓN DE MERLUZA DEL SUR AMBOS

EDAD	ACTUAL (1966)	PROM. HISTO. (81-95) NORMALIZADO		PROM. RECIENTE (90-95) NORMALIZADO	
3	0,00274725	0,00117548	0,00159417	0,00031037	0,00034798
4	0,00549451	0,00493759	0,00669625	0,00147537	0,00766300
5	0,01373626	0,00968505	0,01313467	0,00514461	0,00576812
6	0,02472528	0,01808904	0,02453198	0,01125731	0,01262167
7	0,05297800	0,03652767	0,04953808	0,02298450	0,02577016
8	0,09065934	0,06433219	0,08724600	0,04021991	0,04509446
9	0,15384615	0,10994728	0,14910825	0,08420274	0,09440788
10	0,21428571	0,15335682	0,20797937	0,12684404	0,14221719
11	0,29395604	0,20812568	0,28225579	0,20721865	0,23233300
12	0,38461539	0,27242336	0,36945497	0,29001652	0,32516575
13	0,49450550	0,35112820	0,47619287	0,37554646	0,42106169
14	0,59065934	0,42386320	0,57011931	0,46126427	0,51768270
15	0,70879121	0,50696310	0,68753297	0,56559883	0,63414789
16	0,77197802	0,55497303	0,75264306	0,63827099	0,63827099
17	0,87912088	0,63619932	0,86280048	0,78472540	0,78983202
18	0,90384615	0,66351278	0,89894243	0,81097873	0,90926718
19	1	0,73736551	1	0,89190367	1
20	0,91758242	0,66615154	0,90342107	0,73159783	0,82026553
21	0,97527473	0,70288568	0,95323915	0,71882391	0,80594344
22	0,88461539	0,62807662	0,85178464	0,66218619	0,74244138
23	0,76923077	0,54733122	0,74227939	0,54728026	0,61360917
24	0,99175824	0,70594469	0,95738772	0,55152555	0,61836897

TABLA 9

BIOMASAS (t) DE M. DEL SUR AMBOS ESTIMADAS POR ADAPT Y CON PATRON DE EXPLOTACION AUN NO ESTABILIZADO

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
3+	797314	865719	811354	878886	866162	715172	703225	660512	524126	461195	369599	344423	319252	349320	402569	387381
3+ Aguayo et. al. 1998	619706	787146	805175	804910	826736	732972	640596	585448	480904	390406	312055	273755	240516	231167	247768	247240
9+	485227	547085	491048	539678	510144	469066	476916	431122	338606	281302	203311	169219	151894	171020	195951	186476
9+ Aguayo et. al. 1998	336736	452066	472892	488839	502860	473966	444483	412906	331680	259269	192398	144526	117990	115227	124347	124457

TABLA 10
PATRON DE EMPLOTACIÓN AMBOS

EDAD	ACTUAL (1966)	PROM. HISTO. (81-95) NORMALIZADO		PROM. RECIENTE (90-95) NORMALIZADO	
3	0,00000	0,00083	0,00114	0,00000	0,00000
4	0,00283	0,00415	0,00575	0,00129	0,00151
5	0,00567	0,00806	0,01170	0,00272	0,00318
6	0,01133	0,01561	0,02162	0,00691	0,00808
7	0,02550	0,03247	0,04497	0,01552	0,01860
8	0,04533	0,05939	0,08224	0,02986	0,03492
9	0,09348	0,10275	0,14230	0,06754	0,07900
10	0,14164	0,14800	0,20496	0,11345	0,13269
11	0,23229	0,20277	0,28080	0,19370	0,22656
12	0,32578	0,26579	0,36808	0,27630	0,32317
13	0,41926	0,34620	0,47934	0,36578	0,42783
14	0,51558	0,41647	0,57674	0,45502	0,53221
15	0,63456	0,50536	0,70020	0,56760	0,66389
16	0,71388	0,55682	0,77109	0,64654	0,75622
17	0,87819	0,63576	0,88042	0,78681	0,92028
18	0,90935	0,65759	0,91065	0,79663	0,93177
19	1,00000	0,72211	1,00000	0,85497	1,00000
20	0,81870	0,65242	0,90348	0,69797	0,81637
21	0,80453	0,68399	0,94720	0,67570	0,78550
22	0,74221	0,61668	0,85400	0,63313	0,74053
23	0,61190	0,53084	0,73512	0,50590	0,59172
24	0,61756	0,70455	0,97568	0,54816	0,64114

TABLA 11

BIOMASA DE M. DEL SUR AMBOS ESTIMADOS POR ADASIM 1.3 AJUSTE CON PATRON DE EXPLOTACION RECIENTE

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
3+	800312	869180	815668	884744	875471	726858	718859	685880	566490	513847	446716	455825	458141	534263	678210	721282
3+ Aguayo et.al. 1998	619706	787146	805175	804910	826736	732972	640596	585448	480904	390406	312055	273755	240516	231167	247768	247240
9+	486460	549063	493097	542469	513099	471690	479589	433829	341943	286296	209894	178880	166128	195057	240248	250909
9+ Aguayo et.al. 1998	336736	452066	472892	488839	502860	473966	444483	412906	331680	259269	192398	144526	117990	115227	124347	124457

TABLA 12
CIFRAS DE CAPTURA EMPLEADAS EN SERIE HISTÓRICA DE MERLUZA DEL SUR

AÑOS	MAR INTERIOR						MAR EXTERIOR						MAR EXT. + MAR INT.			
	ARTESANAL			ESPINEL			ARRASTRE			ESPINEL			TOTAL			
	ZN	ZS	TOTAL	ZN	ZS	TOTAL	ZN	ZS	TOTAL	ZN	ZS	TOTAL	ZN	ZS	TOTAL	
1981						606			36288			0	6607	29681	36288	36894
1982						535			42085			0	6994	35091	42085	42620
1983						673			27986			0	7037	20949	27986	28659
1984						2256			29988			0	7827	22161	29988	32244
1985						7485			23721			0	6516	17205	23721	31206
1986						10207			28549			0	15847	12702	28549	38756
1987						25171			28707	961	1779	2740	14186	17261	31447	56618
1988						36533			26689	2935	3145	6080	16109	16661	32769	69302
1989						23162			25359	5627	3260	8887	18619	15627	34246	57408
1990						27283			17847	3107	3694	6801	12907	11742	24648	51931
1991						17024			13636	3796	4514	8309	13268	8677	21945	38969
1992	6651	859	7710	482	4189	4671	7333	5048	17003	1439	3160	4599	14078	7524	21602	21411
1993	5212	715	5927	560	2988	3548	5772	3703	10372	465	2429	2894	7260	6006	13266	13032
1994	5720	657	6377	59	2551	2610	5779	3208	12814	108	2958	3066	9266	6614	15880	15045
1995	6960	716	7676	78	1693	1771	7038	2409	11572	515	4093	4608	9246	6934	16180	16284
1996	7799	772	8571	1378	1378	1378	7799	2150	10811	672	2926	3598	8679	5730	14409	16478
																7880

(*) = Período 81-86 se consideró sólo la pesca artesanal en el mar interior, pero por Tabla 2 se puede ver que si hay actividad extractiva por parte de otras embarcaciones que no son artesanales y que no han sido consideradas en proceso CTP.

(**) = Cifras entregadas por SUBPESCA para proceso CTP.

TABLA 13

SERIE HISTÓRICA DEL DESEMBARQUE DE MERLUZA DEL SUR, FUENTE SERNAPESCA 1981-1996.

AÑOS	ARTESANAL											DESEMBARQUE INDUSTRIAL											DESEMBARQUE TOTAL											TOTAL PAIS
	REGIONES											REGIONES											REGIONES											
	III	IV	VIII	X	XI	(X+XI)	XII	TOTAL	III	IV	VIII	X	XI	(X+XI)	XII	TOTAL	III	IV	VIII	X	XI	(X+XI)	XII	BF	AI									
1981	212	1	393	393	393	606	606	1237	1237	1237	1237	1237	1237	1237	1237	1237	1237	1237	1237	1237	1237	1237	1237	1237	1237	1237	38851							
1982			585	585	585	585	585	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	44581							
1983			645	645	645	645	645	1126	1126	1126	1126	1126	1126	1126	1126	1126	1126	1126	1126	1126	1126	1126	1126	1126	1126	1126	30894							
1984	1		2255	2255	2255	2256	2256	530	530	530	530	530	530	530	532	532	1	2	2785	2785	2785	2785	2785	2785	2785	2785	31537							
1985			7451	33	7484	1	7485	7485	1554	222	1776	1776	1776	1776	1776	1776			9005	255	9260	1	22425	22425	22425	22425	31686							
1986			10085	122	10207	10207	10207	33	680	3460	4140	4140	4173	4173	4173		33	10765	3582	14347	1	27138	27138	27138	27138	41518								
1987			19394	3998	23393	1	23394	23394	3851	2444	6295	6295	6295	6295	6295	6295			23245	6443	29688	1	26929	26929	26929	26929	56618							
1988			22018	8187	30205	37	30242	30242	3695	4089	7784	2	7786	7786	7786			25713	12276	37989	39	31275	31275	31275	31275	69303								
1989			14621	5893	20514	338	20852	20852	3682	5738	9420	1	9421	9421	9421			18303	11634	29937	339	27132	27132	27132	27132	57408								
1990			11299	4323	15622	2093	17715	17715	2962	5799	8761	1851	10612	10612	10612			14281	10122	24383	3944	23785	23785	23785	23785	52112								
1991			9126	782	9908	1209	11117	11117	1126	5193	6319	1569	7903	7903	7903		15	10252	5975	16227	2778	21201	21201	21201	21201	40221								
1992			9763	893	10656	1408	12064	12064	338	9369	9707	333	10040	10040	10040			10091	10262	20353	1741	16016	16016	16016	16016	38127								
1993			4650	569	5219	835	6054	6054	58	4346	4404		4404	4404	4404			4708	4915	9623	835	9654	9654	9654	9654	20115								
1994			4467	1334	5801	973	6774	6774	1	5595	5596	1	5597	5597	5597			4468	6829	11397	974	10801	10801	10801	10801	23172								
1995			5522	1606	7128	688	7816	7816	1	5736	5736	1	5736	5736	5736		1	5522	7342	12864	689	11058	11058	11058	11058	24612								
1996			5094	2449	7543	825	8368	8368		7156	7156	175	7331	7331	7331			5094	9605	14699	100	8089	8089	8089	8089	22888								

TABLA 14

VALORES DE CAPTURA TOTAL POR AÑO, REGISTROS EMPLEADOS EN LOS
 PROCESOS DE IFOP Y DATOS PUBLICADOS POR SERNAPESCA
 PARA MERLUZA DEL SUR

AÑOS	IFOP TOTAL	SERNAPESCA TOTAL	DELTA
1981	36894	38851	-1957
1982	42620	44581	-1961
1983	28659	30894	-2235
1984	32244	31537	707
1985	31206	31686	-480
1986	38756	41518	-2762
1987	56618	56618	0
1988	69302	69303	-1
1989	57408	57408	0
1990	51931	52112	-181
1991	38969	40221	-1252
1992	33983	38127	-4144
1993	22741	20115	2626
1994	24867	23172	1695
1995	25627	24612	1015
1996	24358	22888	1470

TABLA 15

DESEMBARQUE EMPLEADO EN LOS PROCESOS PERIODO 1981 -1996 DE
CONGRIO DORADO POR ZONAS

AÑOS	MAR EXTERIOR ARRAST.+ESP.		MAR INTERIOR ART.+ESP.		TOTAL
	ZN	ZS	ZN	ZS	
	1982	2227	3178	109	
1983	2029	3160	122	17	5328
1984	2413	2963	387	12	5775
1985	2563	2714	454	16	5747
1986	4754	2398	978	7	8137
1987	6284	3168	1997	81	11531
1988	7928	5180	1561	189	14859
1989	7230	4085	2291	592	14199
1990	4993	3410	1492	2369	12264
1991	3449	1945	1118	1593	8104
1992	2558	1765	864	1074	6261
1993	2080	1153	325	655	4213
1994	2531	1466	258	377	4632
1995	2989	1624	287	449	5349
1996	2945	845	327	266	4383

TABLA 16

PROCEDENCIA DE LA INFORMACION EMPLEADA EN LOS PROCESOS DE CLAVES EDAD - TALLA; DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA - LONGITUD Y RELACIONES PESO - LONGITUD DE MERLUZA DEL SUR.

ARRASTRE						
AÑO	CLAVES EDAD - TALLA		DISTRIBUCIÓN F-L		RELACIÓN W-L	
	ZN	ZS	ZN	ZS	ZN	ZS
	1981	A81	A81	A82	A82	A82
1982	A82	A82	A82	A82	A82	A82
1983	A83	A83	A83	A83	A83	A83
1984	A84	A84	A84	A84	A84	A84
1985	A85	A85	A85	A85	A85	A85
1986	A86	A86	A86	A86	A86	A86
1987	A87	A87	A87	A87	A87	A87
1988	A88	A88	A88	A88	A88	A88
1989	A89	A89	A89	A89	A89	A89
1990	A90	A90	A90	A90	A90	A90
1991	A91	A91	A91	A91	A91	A91
1992	A92	A92	A92	A92	A92	A92
1993	A93	A93	A93	A93	A93	A93
1994	A94	A94	A94	A94	A94	A94
1995	A95	A95	A95	A95	A95	A95
1996	A96	A96	A96	A96	A96	A96

ESPINEL EXTERIOR						
AÑO	CLAVES EDAD - TALLA		DISTRIBUCIÓN F-L		RELACIÓN W-L	
	ZN	ZS	ZN	ZS	ZN	ZS
	1987	A87	A87	EE89	EE89	A87
1988	A88	A88	EE89	EE89	A88	A88
1989	A89	A89	EE89	EE89	A89	A89
1990	A90	A90	EE90	EE90	A90	A90
1991	A91	A91	EE91	EE91	A91	A91
1992	A92	A92	EE91	EE91	A92	A92
1993	A93	A93	EE91	EE91	A93	A93
1994	A94	A94	EE91	EE91	A94	A94
1995	A95	A95	EE91	EE91	A95	A95
1996	A96	A96	EE96	EE96	EE96	EE96

TABLA 17

PROCEDENCIA DE LA INFORMACION EMPLEADA EN LOS PROCESOS DE CLAVES EDAD - TALLA; DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA - LONGITUD Y RELACIONES PESO - LONGITUD DE CONGRIO DORADO.

AÑO	MAR EXTERIOR						RELACION W-L	
	CLAVES EDAD - TALLA		AT	DISTRIBUCIÓN F-L		RELACION W-L		
	ZN	ZS		ZN	ZS	ZN	ZS	
1982			A82	A82+A83	A82	A82	A82	A82
1983			A83	A82+A83	A83	A83	A83	A83
1984			A84	A84	A84	A84	A84	A84
1985			A85	A85	A85	A85	A84-A85 ⁽²⁾	A84-A85 ⁽²⁾
1986			A86	A86	A86	A86	A86	A86
1987			A87	A87	A87	A87	A87	A87
1988	A88	A88		A88	A88	A88	A88	A88
1989	A89	A89		A89	A89	A89	A89	A89
1990	A90	A90		A90	A90	A90	A90	A90
1991	A90+A91	A91		A90+A91	A90+A91	A91	A90	A91
1992	A90+A92	A92		A90+A92	A92	A90	A90	A92
1993	A90+A92 ⁽¹⁾	A92 ⁽¹⁾		A93	A93	A93	A93	A93
1994	A90+A94	A94		A93+A94	A94	A93+A94	A94	A94
1995	A94+A95	A94+A95		A95	A95	A95	A95	A95
1996	A96	A96+EE96		A96+EE96	A96+EE96	A96+EE96	A96+EE96	A96

(1) : El año 1993 cuenta con muestras pero para el proceso que se emplea en el Análisis Secuencial se empleó la CET de 1992

(2) : Se empleó en la relación peso - longitud datos de 1995 en machos y de 1994 en hembras.

TABLA 18

SERIE HISTÓRICA DEL NÚMERO DE MUESTRA DE FRECUENCIAS DE LONGITUD UTILIZADAS EN LOS PROCESOS DEL MAR INTERIOR DE MERLUZA DEL SUR

AÑOS	NÚMERO QUE SUSTENTA EL PROCESO												OBSERVACIÓN	
	ZN			ZS			ZT							
	M	H		M	H		M	H		M	H			
1981							F-L '87 AT			F-L '87 AT			F-L '87 AT	
1982							F-L '87 AT			F-L '87 AT			F-L '87 AT	
1983							F-L '87 AT			F-L '87 AT			F-L '87 AT	
1984							F-L '87 AT			F-L '87 AT			F-L '87 AT	
1985							F-L '87 AT			F-L '87 AT			F-L '87 AT	
1986							F-L '87 AT			F-L '87 AT			F-L '87 AT	
1987							3584			2810				Si se requiere habría que buscar Zona de Operación en Informes
1988							6973			4965				Si se requiere habría que buscar Zona de Operación en Informes
1989							3120			5186				Ingresado en Informática
1990							1660			1919				Ingresado en Informática
1991							917			1495				Corresponde a muestras del segundo semestre
1992	F-L '91 AT	F-L '91 AT		F-L '91 AT			S/I			S/I				Hay frecuencias propias pero distribución trunca, se usó F-L del año 199
1993	F-L '91 AT	F-L '91 AT		F-L '91 AT			S/I			S/I				Se usa la distribución de frecuencia longitud del año 1991
1994	F-L '91 AT	F-L '91 AT		F-L '91 AT			S/I			S/I				Se usa la distribución de frecuencia longitud del año 1991
1995	F-L '91 AT	F-L '91 AT		F-L '91 AT			917			1495				Si tiene frec.-long. propia para ZN M=9954 y H=3443 (*)
1996	6423	5413		3021			9444			9387				Información de ZN es artesanal y de ZS es de Espinel Industrial

(*) El proceso con estas frecuencias - longitud no se ha usado en el Análisis Secuencial.

TABLA 19

SERIE HISTÓRICA DEL NÚMERO DE MUESTRA QUE SUSTENTA LOS PARÁMETROS DE LA RELACIÓN LONGITUD-PESO UTILIZADOS EN LOS PROCESOS DEL MAR INTERIOR

AÑOS	NUMERO QUE SUSTENTA EL PROCESO												OBSERVACIÓN DE LOS PARÁMETROS REGISTRADOS Y LOS UTILIZADOS EN EL PROCESO
	ZN			ZS			ZT						
	M	H		M	H		M	H		M	H		
1981	S/I	S/I		S/I	S/I		S/I	S/I		S/I	S/I		Se usó Long-Peso Mar Interior, Zona Total del año 1990
1982	S/I	S/I		S/I	S/I		S/I	S/I		S/I	S/I		Se usó Long-Peso Mar Interior, Zona Total del año 1990
1983	S/I	S/I		S/I	S/I		S/I	S/I		S/I	S/I		Se usó Long-Peso Mar Interior, Zona Total del año 1990
1984	S/I	S/I		S/I	S/I		S/I	S/I		S/I	S/I		Se usó Long-Peso Mar Interior, Zona Total del año 1990
1985	S/I	S/I		S/I	S/I		S/I	S/I		S/I	S/I		Se usó Long-Peso Mar Interior, Zona Total del año 1990
1986	S/I	S/I		S/I	S/I		S/I	S/I		S/I	S/I		Se usó Long-Peso Mar Interior, Zona Total del año 1990
1987	S/I	S/I		S/I	S/I		S/I	S/I		S/I	S/I		Se usó Long-Peso Mar Interior, Zona Total del año 1990
1988	S/I	S/I		S/I	S/I		S/I	S/I		S/I	S/I		Se usó Long-Peso Mar Interior, Zona Total del año 1990
1989	S/I	S/I		S/I	S/I		S/I	S/I		S/I	S/I		Inf. Parám. raros, se usó Long-Peso Mar Interior, Zona Total del año 1990
1990	S/I	S/I		S/I	S/I		S/I	S/I		884	979		Información de BF + BH sólo de la Zona Sur Mar Interior
1991	S/I	S/I		S/I	S/I		S/I	S/I		552	868		Información de BF sólo de la Zona Sur Mar Interior
1992	S/I	S/I		S/I	S/I		S/I	S/I		S/I	S/I		Inf. escasa, se usó Long-Peso Mar Interior, Zona Total del año 1991
1993	S/I	S/I		S/I	S/I		S/I	S/I		S/I	S/I		Se usó Long-Peso Arrastre, por zona del año 1993
1994	S/I	S/I		S/I	S/I		S/I	S/I		S/I	S/I		Se usó Long-Peso Arrastre, por zona del año 1994
1995	S/I	S/I		S/I	S/I		S/I	S/I		S/I	S/I		Se usó Long-Peso Arrastre, por zona del año 1995
1996	2117	2068		S/I	S/I		2117	2068		2117	2068		Zona Sur con parám. raros, se usó Long.-Peso ZS del Espinel Ext. 1996

S / I = Sin Información

TABLA 20.

ANOVA PARA LA FLOTA ARRASTRERA FABRICA CON FACTORES AÑO, ESTACION, BARCO Y ZONA PARA EL PERIODO 1978-1997, SEGÚN MODELO MULTIPLICATIVO PRESENTADO EN LA SECCION METODOS.

	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr(F)
Año	19	30638.8	1612.571	1003.267	0
Estación	3	4331.2	1443.721	898.216	0
Barco	16	7354.0	459.627	285.959	0
Zona	1	1354.0	1353.973	842.379	0
Residuales	79858	128357.4	1.607		

TABLA 21.

ANOVA DE CPUE MENSUALES PONDERADA POR EL NUMERO DE LANCES DE LA FLOTA ARRASTRERA FABRICA. CADA INTERACCION SE OBTUVO DE A UNA, DESPUES DE AJUSTAR LOS EFECTOS PRINCIPALES. LA SUMA DE CUADRADOS RESIDUALES CORRESPONDE AL RESULTANTE DE LA INTERACCION AÑO;ZONA.

	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr(F)
Año	19	18382.20	967.484	48.3172	0
Estacion	3	13482.22	4494.074	224.4387	0
Catbarco	2	17162.12	8581.061	428.5471	0
Zona	2	2506.69	1253.344	62.5933	0
Año:Estacion	54	5202.56	96.344	4.4215	0
Año:Catbarco	36	1608.08	44.669	1.9359	0.0007245 7
Año:Zona	37	9237.66	249.666	12.4686	0
Residuales	2494	49938.89	20.024		

TABLA 22.

CPUE ESTANDAR DE LA FLOTA ARRASTRERA FABRICA PARA EL PERIODO 1979-1997.

Año	CPUE [t/hr. Arr.]
79	3536.9
80	3034.5
81	2161.8
82	2315.8
83	1250.8
84	1341.2
85	1242.3
86	1089.1
87	1307.4
88	848.7
89	771.6
90	646.7
91	801.4
92	625.0
93	532.0
94	596.5
95	473.8
96	889.7
97	960.7

TABLA 23

COEFICIENTES RESULTANTES DEL ANALISIS MULTIPLICATIVO DE LOS DATOS DE CPUE DE LA FLOTA ARRASTRERA FABRICA.

Coficiente	Valor	Error est.
(Intercepto)	6.5684	0.2296
79	0.7987	0.2295
80	0.6455	0.2296
81	0.3064	0.2289
82	0.3752	0.2288
83	-0.2408	0.2287
84	-0.1710	0.2287
85	-0.2476	0.2287
86	-0.3792	0.2288
87	-0.1965	0.2289
88	-0.6286	0.2288
89	-0.7238	0.2290
90	-0.9005	0.2292
91	-0.6859	0.2302
92	-0.9346	0.2296
93	-1.0956	0.2299
94	-0.9812	0.2300
95	-1.2116	0.2305
96	-0.5814	0.2333
97	-0.5046	0.2320
Otoño	0.4410	0.0200
Invierno	0.8093	0.0207
Primavera	0.9489	0.0202
Barco3	-0.5100	0.0198
Barco4	-0.6395	0.0223
Barco5	-0.5419	0.0255
Barco6	-0.3734	0.0210
Barco7	-1.3896	0.0252
Barco8	-1.0509	0.0283
Barco9	-0.4377	0.0184
Barco10	-1.2465	0.0723
Barco11	-0.5990	0.0269
Barco12	-0.4512	0.0222
Barco13	-0.8981	0.0246
Barco14	-1.4700	0.0542
Barco15	-0.5123	0.0255
Barco16	-1.1971	0.0330
Barco17	-0.5593	0.0250
Barco18	-1.0169	0.0773
Zona2	-0.3084	0.0106

TABLA 24.

ANOVA PARA LA FLOTA ARRASTRERA HIELERA CON FACTORES AÑO, ESTACION, BARCO Y ZONA PARA EL PERIODO 1978-1997, SEGÚN EL MODELO MULTIPLICATIVO PRESENTADO EN LA SECCION METODOS.

	GI	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr(F)
Año	12	6802.28	566.8565	420.8298	0.00E+00
Estación	3	1422.80	474.2669	352.0921	0.00E+00
Barco	10	854.65	85.465	63.4486	0.00E+00
Zona	1	56.15	56.1482	41.684	1.09E-10
Residuales	37695	50775.05	1.347		

TABLA 25

ANOVA DE CPUE MENSUALES PONDERADA POR EL NUMERO DE LANCES DE LA FLOTA ARRASTRERA FABRICA. CADA INTERACCION SE OBTUVO DE A UNA, DESPUES DE AJUSTAR LOS EFECTOS PRINCIPALES. LA SUMA DE CUADRADOS RESIDUALES CORRESPONDE AL RESULTANTE DE LA INTERACCION AÑO;ESTACION.

	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr(F)
Año	12	5164.28	430.356	41.4495	0
Estación	3	4020.98	1340.327	129.0927	0
Barco	10	1321.51	132.151	12.728	0
Zona	2	2130.07	1065.034	102.578	0
Año:Estación	34	2542.82	74.789	7.2032	0
Año:Barco	53	1280.73	24.165	2.1087	8.49E-06
Año:Zona	24	1727.43	71.976	6.6053	0
Residuales	1374	14265.79	10.383		

TABLA 26

CPUE ESTANDAR DE LA FLOTA AH PARA EL PERIODO 1985-1997.

Año	CPUE [t/hr.arr.]
85	700.5
86	876.7
87	676.0
88	584.0
89	451.4
90	296.1
91	321.6
92	509.8
93	204.2
94	265.9
95	280.3
96	311.2
97	279.4

TABLA 27

COEFICIENTES RESULTANTES DEL ANALISIS MULTIPLICATIVO DE LOS DATOS DE CPUE DE LA FLOTA ARRASTRERA HIELERA.

Coeficiente	Valor	Error est.
(Intercepto)	5.8779	0.0565
86	0.2243	0.0589
87	-0.0357	0.0584
88	-0.1820	0.0568
89	-0.4396	0.0569
90	-0.8610	0.0561
91	-0.7784	0.0587
92	-0.3178	0.0555
93	-1.2326	0.0555
94	-0.9688	0.0561
95	-0.9160	0.0559
96	-0.8113	0.0578
97	-0.9191	0.0577
Otoño	0.1598	0.0165
Invierno	0.1673	0.0173
Primavera	-0.3502	0.0172
Barco32	-0.1746	0.0200
Barco33	0.0113	0.0252
Barco36	-0.4090	0.0269
Barco37	-0.2222	0.0263
Barco38	-0.3311	0.0583
Barco39	-0.0064	0.0274
Barco40	-0.1777	0.0332
Barco41	-0.5119	0.0319
Barco42	-0.0127	0.0381
Barco43	-0.2644	0.0434
Zona1	0.1039	0.0161

TABLA 28

ANOVA PARA LA FLOTA EF CON FACTORES AÑO, ESTACIÓN, BARCO Y ZONA PARA EL PERÍODO 1987-1997, SEGÚN EL MODELO MULTIPLICATIVO PRESENTADO EN LA SECCIÓN MÉTODOS.

	GI	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr(F)
Año	10	1579.15	157.9152	242.2486	0
Estación	11	292.67	26.6068	40.816	0
Barco	23	794.25	34.5325	52.9744	0
Zona	5	399.51	79.9029	122.5744	0
Residuales	18962	12360.8	0.6519		

TABLA 29

ANOVA DE CPUE MENSUALES PONDERADA POR EL NÚMERO DE LANCES DE LA FLOTA EF. CADA INTERACCIÓN SE OBTUVO DE A UNA POR VEZ, DESPUÉS DE AJUSTAR LOS EFECTOS PRINCIPALES. LA SUMA DE CUADRADOS RESIDUALES CORRESPONDE AL RESULTANTE DE LA INTERACCIÓN AÑO:BARCO.

	GI	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr(F)
Año	10	1457.031	145.7031	44.19351	0
Estación	3	43.437	14.4789	4.39161	0.00437749
Barco	23	767.481	33.3688	10.12114	0
Zona	5	266.414	53.2828	16.16131	0
Año:Estación	30	549.189	18.3063	5.55252	0
Año:Barco	98	767.569	7.8323	2.37281	0
Año:Zona	46	565.244	12.2879	3.70016	0
Residuales	1478	4878.68	3.3009		

TABLA 30

ANOVA PARA LA FLOTA ARRASTRERA FÁBRICA CON FACTORES AÑO, ESTACIÓN, BARCO Y ZONA Y LA VARIABLE LOGP PARA EL PERÍODO 1978-1997, SEGÚN EL MODELO MULTIPLICATIVO PRESENTADO EN LA SECCIÓN MÉTODOS.

	GI	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr(F)
Año	19	3673.94	193.37	266.79	0
Mes	11	11147.42	1013.4	1398.23	0
Barco	16	14134.46	883.4	1218.86	0
Zona	2	824	412	568.45	0
Logp	1	23142.98	23142.98	31931.19	0
Residuales	114634	83084.05	0.72		

TABLA 31

CPUE ESTÁNDAR DE LA FLOTA AF PARA EL PERÍODO
1978-1997.

Año	CPUE [t/hr. Arr.]
78	1352.2
79	869.4
80	712.6
81	653.8
82	696.8
83	596.8
84	569.9
85	567.9
86	482.9
87	519.5
88	509.1
89	385.9
90	342.8
91	389.3
92	376.9
93	329.8
94	276.0
95	311.8
96	415.8
97	619.2

TABLA 32

EFFECTO SOBRE EL LOG CPUE DE LA FLOTA AH DE LOS
FACTORES PRINCIPALES CONSIDERADOS EN EL ANÁLISIS
MULTIPLICATIVO DE LA CPUE DE CONGRIO DORADO.

	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr(F)
Año	12	4001.18	333.432	612.423	0
Mes	11	801.54	72.867	133.837	0
Barco	10	509.55	50.955	93.591	0
Zona	2	185.77	92.885	170.604	0
LogRprop	1	4969.17	4969.17	9126.996	0
Residuales	47285	25744.2	0.544		

TABLA 33

CPUE ESTÁNDAR DE LA FLOTA AH PARA EL PERÍODO 1985-1997.

Año	CPUE [t/hr. Arr.]
85	569.5
86	725.6
87	536.2
88	568.9
89	415.2
90	269.5
91	255.8
92	263.6
93	192.8
94	244.0
95	252.1
96	294.6
97	321.4

TABLA 34 MORTALIDAD NATURAL DE MACHOS DESDE CURVA DE CAPTURA
Resumen

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de	0.991831247
Coefficiente de	0.983729223
R ² ajustado	0.981404826
Error típico	0.1579267
Observaciones	9

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>G. de libertad</i>	<i>S. de cuadrados</i>	<i>P. cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	10.5554425	10.5554425	423.219161	1.60927E-07
Residuos	7	0.174585898	0.02494084		
Total	8	10.73002839			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	8.247849946	0.203255194	40.5787906	1.4386E-09	7.76722813	8.72847176
Variable X 1	-0.254364486	0.012364422	-20.5722911	1.6093E-07	-0.283601677	-0.22512729

TABLA 35 MORTALIDAD NATURAL DE HEMBRAS DESDE CURVA DE CAPTURA
Resumen

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de	0.97548267
Coefficiente de	0.95156644
R ² ajustado	0.94464736
Error típico	0.390619816
Observaciones	9

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>G. libertad</i>	<i>S. cuadrados</i>	<i>P. cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	20.98453298	20.984533	137.527886	7.41815E-06
Residuos	7	1.068086883	0.15258384		
Total	8	22.05261986			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	7.610607609	0.409528447	18.5838314	3.2412E-07	6.642227404	8.57898781
Variable X 1	-0.175485909	0.014963971	-11.7272284	7.4181E-06	-0.210870053	-0.14010176

TABLA 36. BIOMASAS, NUMERO DE INDIVIDUOS Y RECLUTAMIENTOS TOTALES DE MERLUZA DEL SUR

BIOMASA TOTAL												
L.I.95%	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989			
PROMEDIO	674981	716926	685115	737664	719941	625714	562667	507328	405394			
L.S.95%	857071	906485	857666	913785	877467	748197	666693	599290	439316			
NUMERO DE INDIVIDUOS TOTALES												
L.I.95%	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989			
PROMEDIO	443988043	433557554	417321237	396760810	375090841	350506071	320348008	282528827	240365979			
L.S.95%	601351410	576898792	544298504	507599971	471342266	432349611	391492006	344618160	295535288			
RECLUTAS TOTALES DE 4 AÑOS DE EDAD												
L.I.95%	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989			
PROMEDIO	91291405	81140598	74294950	65463023	60022222	53525983	47746544	44111876	37949514			
L.S.95%	132938771	115329551	102754777	89353234	81242818	71614052	63961048	59287101	51443448			
BIOMASA TOTAL												
L.I.95%	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998			
PROMEDIO	338934	271682	239331	204302	210778	221596	197853	160728	121864			
L.S.95%	405119	335135	300861	266479	278917	253197	230590	190688	147828			
NUMERO DE INDIVIDUOS TOTALES												
L.I.95%	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998			
PROMEDIO	205674906	177523897	155131849	138018560	127640681	108564159	90674367	69635924	50456487			
L.S.95%	254922221	225348304	204504204	187053291	181146413	158170364	136967205	108125324	81471246			
RECLUTAS TOTALES DE 4 AÑOS DE EDAD												
L.I.95%	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998			
PROMEDIO	32323726	29026970	26430000	22244308	23051189	13010627	9383149	2290422	1210743			
L.S.95%	44464817	42543383	41757528	35913871	40101333	22577351	17404093	4372799	2306411			

TABLA 37 MORTALIDAD POR PESCA PONDERADAS POR LA ABUNDANCIA EN MERLUZA DEL SUR

	AÑOS																	
	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
HEMBRAS 4+																		
L.I.95%	0.025	0.019	0.017	0.015	0.016	0.023	0.045	0.063	0.059	0.059	0.057	0.036	0.028	0.040	0.042	0.046	0.073	0.076
PROMEDIO	0.031	0.025	0.021	0.019	0.020	0.029	0.057	0.082	0.080	0.082	0.082	0.054	0.042	0.060	0.061	0.069	0.112	0.120
L.S.95%	0.039	0.031	0.027	0.024	0.025	0.035	0.069	0.100	0.098	0.103	0.107	0.071	0.055	0.079	0.080	0.090	0.146	0.161
HEMBRAS 9+																		
L.I.95%	0.071	0.093	0.074	0.064	0.067	0.085	0.116	0.158	0.175	0.211	0.221	0.197	0.135	0.156	0.154	0.147	0.181	0.164
PROMEDIO	0.083	0.109	0.087	0.075	0.076	0.096	0.129	0.175	0.194	0.236	0.250	0.227	0.159	0.187	0.186	0.184	0.242	0.237
L.S.95%	0.097	0.126	0.102	0.086	0.087	0.108	0.142	0.192	0.212	0.259	0.276	0.254	0.179	0.212	0.212	0.215	0.290	0.300
MACHOS 4+																		
L.I.95%	0.012	0.009	0.008	0.009	0.013	0.023	0.051	0.071	0.066	0.065	0.054	0.061	0.057	0.070	0.075	0.095	0.119	0.167
PROMEDIO	0.014	0.014	0.013	0.015	0.020	0.034	0.074	0.101	0.095	0.093	0.076	0.086	0.079	0.094	0.098	0.125	0.153	0.212
L.S.95%	0.017	0.021	0.019	0.020	0.028	0.046	0.098	0.135	0.126	0.124	0.101	0.114	0.104	0.119	0.122	0.154	0.187	0.257
HEMBRAS 9+																		
L.I.95%	0.056	0.064	0.051	0.049	0.061	0.095	0.123	0.195	0.188	0.208	0.158	0.256	0.210	0.191	0.216	0.273	0.298	0.379
PROMEDIO	0.064	0.087	0.068	0.064	0.077	0.117	0.149	0.232	0.222	0.246	0.185	0.301	0.247	0.220	0.244	0.309	0.337	0.436
L.S.95%	0.073	0.111	0.087	0.079	0.094	0.140	0.174	0.268	0.255	0.282	0.212	0.345	0.284	0.249	0.272	0.343	0.373	0.488

TABLA 38. BIOMASA TOTAL (3+), NUMERO (3+) Y RECLUTAMIENTO (EDAD 3) PARA CONGRIO DORADO

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Biomasa total									
Promedio	54744	71109	73230	76243	74366	77539	65155	57192	48771
L.I 95%	46396	60490	63288	66931	66434	70362	59513	52141	44170
L.S 95%	64824	83804	84968	87124	83558	85809	71676	63052	54120
Número total									
Promedio	16845496	17066756	17552344	17709515	17856492	17439300	16483171	14645850	12833546
L.I 95%	13326550	13656038	14243264	14572188	14898444	14707967	14038669	12435751	10845383
L.S 95%	20439850	20311731	20530359	20394475	20283151	19595310	18382897	16426554	14475553
Reclutamiento									
Promedio	12475084	12041033	11919216	11283263	11084698	10528669	9406775	8275885	7335556
L.I 95%	9952344	9733324	9777516	9362281	9271205	8867296	7892055	6866179	6056761
L.S 95%	15571562	14843808	14501158	13587953	13256537	12518493	11219848	9971978	8866285

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Biomasa total								
Promedio	38691	38278	24087	29945	24815	33203	33176	32947
L.I 95%	34863	34322	21644	26531	21710	27855	27359	26566
L.S 95%	43111	42852	26901	33798	28299	39173	39611	39723
Número total								
Promedio	11014266	10077835	10075516	10728751	11533755	12922475	13658994	11144067
L.I 95%	9248345	8393036	8294946	8674857	9131389	9917365	10375942	8497889
L.S 95%	12550977	11723184	12154835	13403780	15004213	17813760	19285243	15870408
Reclutamiento								
Promedio	5844043	5058255	5438850	6668570	7309856	8188550	6710075	2393965
L.I 95%	4815589	4091429	4286564	5150061	5525369	5994448	4792706	1695807
L.S 95%	7076875	6218246	6786536	8425536	9356158	10744065	8959511	3204341

TABLA 39. MORTALIDAD POR PESCA DE MACHOS Y HEMBRAS PARA CONGRIO DORADO

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
MACHOS																	
Promedio	0.073	0.060	0.055	0.060	0.086	0.140	0.223	0.245	0.252	0.187	0.163	0.144	0.139	0.199	0.139	0.124	0.195
L.I. 95%	0.061	0.051	0.048	0.053	0.076	0.126	0.200	0.218	0.223	0.167	0.145	0.128	0.123	0.170	0.115	0.101	0.155
L.S. 95%	0.086	0.070	0.064	0.068	0.096	0.154	0.246	0.272	0.281	0.211	0.182	0.163	0.159	0.236	0.173	0.157	0.258
HEMBRAS																	
Promedio	0.049	0.046	0.058	0.052	0.069	0.092	0.169	0.192	0.205	0.160	0.119	0.095	0.096	0.121	0.072	0.088	0.090
L.I. 95%	0.039	0.038	0.048	0.044	0.060	0.081	0.148	0.167	0.177	0.138	0.101	0.080	0.080	0.098	0.056	0.068	0.070
L.S. 95%	0.059	0.054	0.067	0.060	0.079	0.104	0.189	0.216	0.233	0.182	0.136	0.111	0.114	0.148	0.091	0.113	0.115



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

ANEXOS



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

A N E X O 1

COOPERACIÓN SOLICITADA A LAS EMPRESAS PESQUERAS





INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

PROYECTO FIP N° 97-14

**ESTRATEGIAS DE EXPLOTACION EN MERLUZA DEL SUR
Y CONGRIO DORADO EN LA ZONA SUR AUSTRAL
BAJO INCERTIDUMBRE DEL TAMAÑO Y
RENDIMIENTO SUSTENTABLE DEL STOCK**

UNIDAD EJECUTORA:
INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

JEFE DE PROYECTO:
IGNACIO PAYA

PERSONAL PARTICIPANTE:
IGNACIO PAYA
NELSON EHRHARDT, UNIVERSIDAD DE MIAMI
VILMA OJEDA
MARIO AGUAYO

- JULIO DE 1998 -



1. INTRODUCCION

Las pesquerías de merluza del sur (**Merluccius australis**) y congrio dorado (**Genypterus blacodes**) se encuentran declaradas en estado de plena explotación y sometidas a dicho régimen, en las áreas de pesca comprendidas entre los paralelos 41°28,6 L.S. y 57°L.S., desde el límite éste fijado por el artículo 47 D.S. N° 430 (MINECON) de 1991, o por la resolución que se dicte a este mismo artículo, y hasta el límite oeste correspondiente a la línea imaginaria trazada a una distancia de 60 millas marinas para el área norte y de 80 millas para el área sur, medidas desde las líneas de base normales.

La administración de estas pesquerías está basada en el establecimiento de cuotas globales anuales de captura, en el cierre de los registros artesanales e industriales y en regulaciones a los artes y aparejos de pesca. Estas medidas permiten regular la mortalidad por pesca y el esfuerzo que son aplicados a los stocks. En este contexto, los modelos utilizados para la evaluación de estos recursos, por su naturaleza, están sujetos a incertidumbre en los parámetros de entrada, lo cual requiere de un análisis de incertidumbre y riesgo en relación con el tamaño del stock y a su rendimiento sustentable. Además, en las pesquerías de merluza del sur y congrio dorado se hace necesario contar en el corto y mediano plazo con un plan de manejo, para lo cual se requiere de un análisis de estrategias de explotación bajo incertidumbre, evaluando los riesgos asociados que se definan al efecto. En definitiva, un estudio de este tipo permitirá contar con los fundamentos técnicos que permitan definir estrategias de manejo para los recursos y sus pesquerías, establecer cuotas anuales de captura y en definitiva elaborar un plan de manejo.



2. OBJETIVO GENERAL

Evaluar las estrategias de explotación en la pesquería de merluza del sur (**Merluccius australis**) y congrio dorado (**Genypterus blacodes**) que permitan conocer los riesgos en la conservación en el mediano y largo plazo, a distintos niveles de captura.

3. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 3.1 Revisión y/o recopilación de todos los antecedentes biológico pesqueros disponibles sobre los recursos en estudio.
- 3.2 Formular el o los modelos de evaluación de stock y/o explotación, considerando las características del recurso y su pesquería, así como también la calidad y cantidad de información disponible.
- 3.3 Evaluar las estrategias de explotación que representan niveles de captura de mediano y largo plazo, considerando un análisis de riesgo que estime probabilidades de éxito o fracaso de los objetivos de conservación que se definan al efecto.



4. COOPERACION SOLICITADA A LAS EMPRESAS PESQUERAS

La necesidad de contar con la mejor información posible para realizar los análisis de este proyecto motivó la idea de complementar la información que actualmente posee el Instituto de Fomento Pesquero con información disponible en las empresas pesqueras.

La principal inquietud es complementar los muestreos de estructuras de tallas de las capturas realizados por los muestreadores de IFOP con información de la estructura de tallas exportadas por las empresas.

En consecuencia, se solicita la cooperación de las empresas pesqueras para esta labor con el fin de mejorar las estimaciones de la abundancia histórica y actual de merluza del sur y congrio dorado.

La información solicitada de merluza del sur y congrio dorado es la siguiente:

Descripción de los calibres de exportación utilizados por la empresa.

Producción histórica por calibre por empresa, idealmente mensual.

Frecuencia de tallas presentes en los calibres.

Peso promedio de los ejemplares de cada calibre.

Se entiende que esta información puede estar disponible en forma parcial, quizás faltando algunos años o algunos de los ítemes solicitados. No obstante, aunque no sea posible obtener la información completa, ésta será considerada valiosa, ya que se complementará con la información de los registros de ADUANA que posee IFOP.



A N E X O 2

FILTROS Y FUNCIONES



1. Filtros para extraer datos de merluza del sur de la base Aduanas.

[NOMBRE]

Como "**MERL**" O Como "**MELRU**" O Como "**FILETE**" O Como "**AUST**" O Como "**SUR**"

[DES_VARIED]

Como "**MERL**" O Como "**AUST**" O Como "**AX**" O Como "**ESPA**" O Como "**SUR**"

2. Filtros para excluir otros tipos de merluzas

[NOMBRE]

Negado Como "**COLA**" Y Negado Como "**GAYI**" Y Negado Como "**ALETA**" Y Negado Como "**LOMO**" Y Negado Como "**UBSSI**" Y Negado Como "**GALLY**" Y Negado Como "**HOKI**"

[DES_VARIED]

Negado Como "**COLA**" Y Negado Como "**GAYI**" Y Negado Como "**ALETA**" Y Negado Como "**LOMO**" Y Negado Como "**UBSSI**" Y Negado Como "**GALLY**" Y Negado Como "**HOKI**"

3. Función 1 para asignar calibres.

Function tipodecalibre(palabra)

tipodecalibre = ""

Dim a(137), b(137)

Dim i

a(1) = "**M0**": b(1) = "MO"
a(2) = "**M1**": b(2) = "M1"
a(3) = "**M2**": b(3) = "M2"
a(4) = "**M3**": b(4) = "M3"
a(5) = "**M4**": b(5) = "M4"
a(6) = "**M5**": b(6) = "M5"
a(7) = "**M6**": b(7) = "M6"
a(8) = "**C0**": b(8) = "C0"
a(9) = "**C1**": b(9) = "C1"
a(10) = "**C2**": b(10) = "C2"
a(11) = "**C3**": b(11) = "C3"
a(12) = "**C4**": b(12) = "C4"
a(13) = "**C5**": b(13) = "C5"
a(14) = "**C6**": b(14) = "C6"
a(15) = "**F0**": b(15) = "F0"
a(16) = "**F1**": b(16) = "F1"
a(17) = "**F2**": b(17) = "F2"
a(18) = "**FM2**": b(18) = "FM2"
a(19) = "**FM3**": b(19) = "FM3"
a(20) = "**FM4**": b(20) = "FM4"
a(21) = "**FM5**": b(21) = "FM5"
a(22) = "**FM5E**": b(22) = "FM5E"
a(23) = "**2-4ONZA**": b(23) = "2-4ONZA"
a(24) = "**4-6ONZA**": b(24) = "4-6ONZA"



a(25) = "**6-8ONZA**": b(25) = "6-8ONZA"
a(26) = "**10-12ONZA**": b(26) = "10-12ONZA"
a(27) = "**12-16ONZA**": b(27) = "12-16ONZA"
a(28) = "**16-32ONZA**": b(28) = "16-32ONZA"
a(29) = "**3S**": b(29) = "3S"
a(30) = "**2S**": b(30) = "2S"
a(31) = "* S ": b(31) = "S"
a(32) = "* M ": b(32) = "M"
a(33) = "**2L**": b(33) = "2L"
a(34) = "**3L**": b(34) = "3L"
a(35) = "**5L**": b(35) = "5L"
a(36) = "**C/0**": b(36) = "C/0"
a(37) = "**C/1**": b(37) = "C/1"
a(38) = "**C/2**": b(38) = "C/2"
a(39) = "**C/3**": b(39) = "C/3"
a(40) = "**C/4**": b(40) = "C/5"
a(41) = "**C/6**": b(41) = "C/6"
a(42) = "**0-390**": b(42) = "0-390"
a(43) = "**390-610**": b(43) = "390-610"
a(44) = "**610-890**": b(44) = "610-890"
a(45) = "**890-1470**": b(45) = "890-1470"
a(46) = "**D1X**": b(46) = "D1X"
a(47) = "**D1**": b(47) = "D1"
a(48) = "**D2**": b(48) = "D2"
a(49) = "**D3**": b(49) = "D3"
a(50) = "**D4**": b(50) = "D4"
a(51) = "**D5**": b(51) = "D5"
a(52) = "**D5E**": b(52) = "D5E"
a(53) = "**0.0-1.0**": b(53) = "0.0-1.0"
a(54) = "**1.0-1.5**": b(54) = "1.0-1.5"
a(55) = "**1.5-2.0**": b(55) = "1.5-2.0"
a(56) = "**2.0-2.5**": b(56) = "2.0-2.5"
a(57) = "**2.5-3.0**": b(57) = "2.5-3.0"
a(58) = "**3.0-3.5**": b(58) = "3.0-3.5"
a(59) = "**3.5-4.0**": b(59) = "3.5-4.0"
a(60) = "**4.0-4.5**": b(60) = "4.0-4.5"
a(61) = "**4.5-5.0**": b(61) = "4.5-5.0"
a(62) = "**5.0-5.5**": b(62) = "5.0-5.5"
a(63) = "**5.5-6.0**": b(63) = "5.5-6.0"
a(64) = "**32UP**": b(64) = "32UP"
a(65) = "**M?0**": b(65) = "M0"
a(66) = "**M?1**": b(66) = "M1"
a(67) = "**M?2**": b(67) = "M2"
a(68) = "**M?3**": b(68) = "M3"
a(69) = "**M?4**": b(69) = "M4"
a(70) = "**M?5**": b(70) = "M5"
a(71) = "**M?6**": b(71) = "M6"
a(72) = "**C?0**": b(72) = "C0"
a(73) = "**C?1**": b(73) = "C1"
a(74) = "**C?2**": b(74) = "C2"
a(75) = "**C?3**": b(75) = "C3"
a(76) = "**C?4**": b(76) = "C4"
a(77) = "**C?5**": b(77) = "C5"



a(78) = "**C?6 **": b(78) = "C6"
a(79) = "**F?0 **": b(79) = "F0"
a(80) = "**F?1 **": b(80) = "F1"
a(81) = "**F?2 **": b(81) = "F2"
a(82) = "**FM?2 **": b(82) = "FM2"
a(83) = "**FM?3 **": b(83) = "FM3"
a(84) = "**FM?4 **": b(84) = "FM4"
a(85) = "**FM?5 **": b(85) = "FM5"
a(86) = "**FM5?E **": b(86) = "FM5E"
a(87) = "**2-4?ONZ? **": b(87) = "2-4ONZA"
a(88) = "**4-6?ONZ? **": b(88) = "4-6ONZA"
a(89) = "**6-8?ONZ? **": b(89) = "6-8ONZA"
a(90) = "**10-12?ONZ? **": b(90) = "10-12ONZA"
a(91) = "**12-16?ONZ? **": b(91) = "12-16ONZA"
a(92) = "**16-32?ONZ? **": b(92) = "16-32ONZA"
a(93) = "**3?S **": b(93) = "3S"
a(94) = "**2?S **": b(94) = "2S"
a(95) = "**S? **": b(95) = "S"
a(96) = "**M? **": b(96) = "M"
a(97) = "** L **": b(97) = "L"
a(98) = "**3?L **": b(98) = "3L"
a(99) = "**5?L **": b(99) = "5L"
a(100) = "**C/?0 **": b(100) = "C/0"
a(101) = "**C/?1 **": b(101) = "C/1"
a(102) = "**C/?2 **": b(102) = "C/2"
a(103) = "**C/?3 **": b(103) = "C/3"
a(104) = "**C/?4 **": b(104) = "C/5"
a(105) = "**C/?6 **": b(105) = "C/6"
a(106) = "**0-390 **": b(106) = "0-390"
a(107) = "**390-610 **": b(107) = "390-610"
a(108) = "**610-890 **": b(108) = "610-890"
a(109) = "**890-1470 **": b(109) = "890-1470"
a(110) = "**D1?X **": b(110) = "D1X"
a(111) = "**D?1 **": b(111) = "D1"
a(112) = "**D?2 **": b(112) = "D2"
a(113) = "**D?3 **": b(113) = "D3"
a(114) = "**D?4 **": b(114) = "D4"
a(115) = "**D?5 **": b(115) = "D5"
a(116) = "**D5?E **": b(116) = "D5E"
a(117) = "**0.0-1.0 **": b(117) = "0.0-1.0"
a(118) = "**1.0-1.5 **": b(118) = "1.0-1.5"
a(119) = "**1.5-2.0 **": b(119) = "1.5-2.0"
a(120) = "**2.0-2.5 **": b(120) = "2.0-2.5"
a(121) = "**2.5-3.0 **": b(121) = "2.5-3.0"
a(122) = "**3.0-3.5 **": b(122) = "3.0-3.5"
a(123) = "**3.5-4.0 **": b(123) = "3.5-4.0"
a(124) = "**4.0-4.5 **": b(124) = "4.0-4.5"
a(125) = "**4.5-5.0 **": b(125) = "4.5-5.0"
a(126) = "**5.0-5.5 **": b(126) = "5.0-5.5"
a(127) = "**5.5-6.0 **": b(127) = "5.5-6.0"
a(128) = "**32?UP **": b(128) = "32UP"
a(129) = " L **": b(129) = "L"
a(130) = "**2L **": b(130) = "2L"



```
a(131) = "**2?L**": b(131) = "2L"  
a(132) = "**1.00-2.50?**": b(132) = "1.00-2.50"  
a(133) = "**4L**": b(133) = "4L"  
a(134) = "**4?L**": b(134) = "4L"  
a(135) = "** 5?L**": b(135) = "5L"  
a(136) = "** 3?L**": b(136) = "3L"  
a(137) = "** 4?L**": b(137) = "4L"  
a(138) = "** 2?L**": b(138) = "2L"
```

```
For i = 1 To 138  
If palabra Like a(i) Then  
tipodecalibre = b(i)  
Exit Function  
End If  
Next
```

```
End Function
```

4. Función 2 para asignar calibres

```
Function tipodecal(palabra)  
tipodecal = ""
```

```
Dim a(64), b(64)  
Dim i
```

```
a(1) = "** M0**": b(1) = "M0"  
a(2) = "** M1**": b(2) = "M1"  
a(3) = "** M2**": b(3) = "M2"  
a(4) = "** M3**": b(4) = "M3"  
a(5) = "** M4**": b(5) = "M4"  
a(6) = "** M5**": b(6) = "M5"  
a(7) = "** M6**": b(7) = "M6"  
a(8) = "** C0**": b(8) = "C0"  
a(9) = "** C1**": b(9) = "C1"  
a(10) = "** C2**": b(10) = "C2"  
a(11) = "** C3**": b(11) = "C3"  
a(12) = "** C4**": b(12) = "C4"  
a(13) = "** C5**": b(13) = "C5"  
a(14) = "** C6**": b(14) = "C6"  
a(15) = "** F0**": b(15) = "F0"  
a(16) = "** F1**": b(16) = "F1"  
a(17) = "** F2**": b(17) = "F2"  
a(18) = "** FM2**": b(18) = "FM2"  
a(19) = "** FM3**": b(19) = "FM3"  
a(20) = "** FM4**": b(20) = "FM4"  
a(21) = "** FM5**": b(21) = "FM5"  
a(22) = "** FM5E**": b(22) = "FM5E"  
a(23) = "** 2-4ONZA**": b(23) = "2-4ONZA"  
a(24) = "** 4-6ONZA**": b(24) = "4-6ONZA"  
a(25) = "** 6-8ONZA**": b(25) = "6-8ONZA"  
a(26) = "** 10-12ONZA**": b(26) = "10-12ONZA"
```

4



```
a(27) = "** 12-16ONZA **": b(27) = "12-16ONZA"  
a(28) = "** 16-32ONZA **": b(28) = "16-32ONZA"  
a(29) = "** 3S **": b(29) = "3S"  
a(30) = "** 2S **": b(30) = "2S"  
a(31) = "** S ": b(31) = "S"  
a(32) = "** M ": b(32) = "M"  
a(33) = "** 2L **": b(33) = "2L"  
a(34) = "** 3L **": b(34) = "3L"  
a(35) = "** 5L **": b(35) = "5L"  
a(36) = "** C/0 **": b(36) = "C/0"  
a(37) = "** C/1 **": b(37) = "C/1"  
a(38) = "** C/2 **": b(38) = "C/2"  
a(39) = "** C/3 **": b(39) = "C/3"  
a(40) = "** C/4 **": b(40) = "C/5"  
a(41) = "** C/6 **": b(41) = "C/6"  
a(42) = "** 0-390 **": b(42) = "0-390"  
a(43) = "** 390-610 **": b(43) = "390-610"  
a(44) = "** 610-890 **": b(44) = "610-890"  
a(45) = "** 890-1470 **": b(45) = "890-1470"  
a(46) = "** D1X **": b(46) = "D1X"  
a(47) = "** D1 **": b(47) = "D1"  
a(48) = "** D2 **": b(48) = "D2"  
a(49) = "**D3**": b(49) = "D3"  
a(50) = "** D4 **": b(50) = "D4"  
a(51) = "** D5 **": b(51) = "D5"  
a(52) = "** D5E **": b(52) = "D5E"  
a(53) = "** 0.0-1.0 **": b(53) = "0.0-1.0"  
a(54) = "** 1.0-1.5 **": b(54) = "1.0-1.5"  
a(55) = "** 1.5-2.0 **": b(55) = "1.5-2.0"  
a(56) = "** 2.0-2.5 **": b(56) = "2.0-2.5"  
a(57) = "** 2.5-3.0 **": b(57) = "2.5-3.0"  
a(58) = "** 3.0-3.5 **": b(58) = "3.0-3.5"  
a(59) = "** 3.5-4.0 **": b(59) = "3.5-4.0"  
a(60) = "** 4.0-4.5 **": b(60) = "4.0-4.5"  
a(61) = "** 4.5-5.0 **": b(61) = "4.5-5.0"  
a(62) = "** 5.0-5.5 **": b(62) = "5.0-5.5"  
a(63) = "** 5.5-6.0 **": b(63) = "5.5-6.0"  
a(64) = "** 32UP **": b(64) = "32UP"
```

```
For i = 1 To 64  
If palabra Like a(i) Then  
tipodecal = b(i)  
Exit Function  
End If  
Next
```

```
End Function
```



5. Función 3 para asignar calibres para una empresa en particular

Function pesca(palabra)
pesca = ""

Dim a(85), b(85)
Dim i

a(1) = "**1200 3500 **": b(1) = "1200-3500"
a(2) = "**1200-1500 **": b(2) = "1200-1500"
a(3) = "**1500-2400 **": b(3) = "1500-2400"
a(4) = "**3500-UP * 3**": b(4) = "3500-UP"
a(5) = "**M3 A M6**": b(5) = "M3 A M6"
a(6) = "**CAL * 5**": b(6) = "M5"
a(7) = "**CAL * 6**": b(7) = "M6"
a(8) = "**CAL.*0**": b(8) = "MO"
a(9) = "**CAL.*1**": b(9) = "M1"
a(10) = "**CAL.*2**": b(10) = "M2"
a(11) = "**CAL.*3**": b(11) = "M3"
a(12) = "**CAL.*4**": b(12) = "M4"
a(13) = "**CAL.*5**": b(13) = "M5"
a(14) = "**CAL.*6**": b(14) = "M6"
a(15) = "**CAL *0**": b(15) = "MO"
a(16) = "**CAL *1**": b(16) = "M1"
a(17) = "**CAL *2**": b(17) = "M2"
a(18) = "**CAL *3**": b(18) = "M3"
a(19) = "**CAL *4**": b(19) = "M4"
a(20) = "**CAL *5**": b(20) = "M5"
a(21) = "**CAL *6**": b(21) = "M6"
a(22) = "**CAL M 0**": b(22) = "MO"
a(23) = "**CAL M 1**": b(23) = "M1"
a(24) = "**CAL M 2**": b(24) = "M2"
a(25) = "**CAL M 3**": b(25) = "M3"
a(26) = "**CAL M 4**": b(26) = "M4"
a(27) = "**CAL M 5**": b(27) = "M5"
a(28) = "**CAL M 6**": b(28) = "M6"
a(29) = "**CA?1**": b(29) = "M1"
a(30) = "**CA?2**": b(30) = "M2"
a(31) = "**CA?3**": b(31) = "M3"
a(32) = "**CA?4**": b(32) = "M4"
a(33) = "**CA?5**": b(33) = "M5"
a(34) = "**CA?5**": b(34) = "M6"
a(35) = "**CAL*1**": b(35) = "M1"
a(36) = "**CAL*2**": b(36) = "M2"
a(37) = "**CAL*3**": b(37) = "M3"
a(38) = "**CAL*4**": b(38) = "M4"
a(39) = "**CAL*5**": b(39) = "M5"
a(40) = "**CAL*5**": b(40) = "M6"
a(41) = "**CAT*1**": b(41) = "M1"
a(42) = "**CAT*2**": b(42) = "M2"
a(43) = "**CAT*3**": b(43) = "M3"
a(44) = "**CAT*4**": b(44) = "M4"
a(45) = "**CAT*5**": b(45) = "M5"

6



```
a(46) = "**CAT*5**": b(46) = "M6"  
a(47) = "**M3 A M6**": b(47) = "M3 A M6"  
a(48) = "**M3 A M5**": b(48) = "M3 A M5"  
a(49) = "**M2 A M6**": b(49) = "M2 A M6"  
a(50) = "**M4 A M6**": b(50) = "M4 A M6"  
a(51) = "** S **": b(51) = "S"  
a(52) = "**M6 M6**": b(52) = "M6 M6"  
a(53) = "**M4 5 6**": b(53) = "M4 5 6"  
a(54) = "**M4 M6**": b(54) = "M4 M6"  
a(55) = "**M4 M5 M6**": b(55) = "M4 M5 M6"  
a(56) = "**M3 Y M6**": b(56) = "M4 Y M6"  
a(57) = "**M3-M4**": b(57) = "M3-M4"  
a(58) = "**M3 4 5 6 7**": b(58) = "M3 4 5 6 7"  
a(59) = "**M3-M6**": b(59) = "M3-M6"  
a(60) = "**M3 M4**": b(60) = "M3 M4"  
a(61) = "**C/3**": b(61) = "M3"  
a(62) = "**C-2**": b(62) = "M2"  
a(63) = "**C-6**": b(63) = "M6"  
a(64) = "**C-4**": b(64) = "M4"  
a(65) = "**C-5**": b(65) = "M5"  
a(66) = "**C-0**": b(66) = "M0"  
a(67) = "**C-1**": b(67) = "M1"  
a(68) = "**C-3**": b(68) = "M3"  
a(69) = "**C-5**": b(69) = "M5"  
a(70) = "**C 1**": b(70) = "M1"  
a(71) = "**C 2**": b(71) = "M2"  
a(72) = "**C 3**": b(72) = "M3"  
a(73) = "**C 4**": b(73) = "M4"  
a(70) = "**C1**": b(70) = "M1"  
a(71) = "**C2**": b(71) = "M2"  
a(72) = "**C3**": b(72) = "M3"  
a(73) = "**C4**": b(73) = "M4"  
a(74) = "**C5**": b(74) = "M5"  
a(75) = "**CAL 5**": b(75) = "M5"  
a(76) = "**FM-1**": b(76) = "FM1"  
a(77) = "**FM-2**": b(77) = "FM2"  
a(78) = "**FM-3**": b(78) = "FM3"  
a(79) = "**FM-4**": b(79) = "FM4"  
a(80) = "**FM-5**": b(80) = "FM5"  
a(81) = "**FM 1**": b(81) = "FM1"  
a(82) = "**FM 2**": b(82) = "FM2"  
a(83) = "**FM 3**": b(83) = "FM3"  
a(84) = "**FM 4**": b(84) = "FM4"  
a(85) = "**FM 5**": b(85) = "FM5"
```

```
For i = 1 To 85  
If palabra Like a(i) Then  
pesca = b(i)  
Exit Function  
End If  
Next
```

```
End Function
```



6. Función 4 para asignar por tipo de calibre

Function tipodecal2(palabra)
tipodecal2 = ""

Dim a(64), b(64)

Dim i

a(1) = "**HG**": b(1) = "HG"
a(2) = "** M1 **": b(2) = "M1"
a(3) = "** M2 **": b(3) = "M2"
a(4) = "** M3 **": b(4) = "M3"
a(5) = "** M4 **": b(5) = "M4"
a(6) = "** M5 **": b(6) = "M5"
a(7) = "** M6 **": b(7) = "M6"
a(8) = "** C0 **": b(8) = "C0"
a(9) = "** C1 **": b(9) = "C1"
a(10) = "** C2 **": b(10) = "C2"
a(11) = "** C3 **": b(11) = "C3"
a(12) = "** C4 **": b(12) = "C4"
a(13) = "** C5 **": b(13) = "C5"
a(14) = "** C6 **": b(14) = "C6"
a(15) = "** F0 **": b(15) = "F0"
a(16) = "** F1 **": b(16) = "F1"
a(17) = "** F2 **": b(17) = "F2"
a(18) = "** FM2 **": b(18) = "FM2"
a(19) = "** FM3 **": b(19) = "FM3"
a(20) = "** FM4 **": b(20) = "FM4"
a(21) = "** FM5 **": b(21) = "FM5"
a(22) = "** FM5E **": b(22) = "FM5E"
a(23) = "** 2-4ONZA **": b(23) = "2-4ONZA"
a(24) = "** 4-6ONZA **": b(24) = "4-6ONZA"
a(25) = "** 6-8ONZA **": b(25) = "6-8ONZA"
a(26) = "** 10-12ONZA **": b(26) = "10-12ONZA"
a(27) = "** 12-16ONZA **": b(27) = "12-16ONZA"
a(28) = "** 16-32ONZA **": b(28) = "16-32ONZA"
a(29) = "** 3S **": b(29) = "3S"
a(30) = "** 2S **": b(30) = "2S"
a(31) = "** S **": b(31) = "S"
a(32) = "** M **": b(32) = "M"
a(33) = "** 2L **": b(33) = "2L"
a(34) = "** 3L **": b(34) = "3L"
a(35) = "** 5L **": b(35) = "5L"
a(36) = "** C/0 **": b(36) = "C/0"
a(37) = "** C/1 **": b(37) = "C/1"
a(38) = "** C/2 **": b(38) = "C/2"
a(39) = "** C/3 **": b(39) = "C/3"
a(40) = "** C/4 **": b(40) = "C/4"
a(41) = "** C/6 **": b(41) = "C/6"
a(42) = "** 0-390 **": b(42) = "0-390"
a(43) = "** 390-610 **": b(43) = "390-610"
a(44) = "** 610-890 **": b(44) = "610-890"
a(45) = "** 890-1470 **": b(45) = "890-1470"

8



```
a(46) = "** D1X **": b(46) = "D1X"  
a(47) = "** D1 **": b(47) = "D1"  
a(48) = "** D2 **": b(48) = "D2"  
a(49) = "**D3**": b(49) = "D3"  
a(50) = "** D4 **": b(50) = "D4"  
a(51) = "** D5 **": b(51) = "D5"  
a(52) = "** D5E **": b(52) = "D5E"  
a(53) = "** 0.0-1.0 **": b(53) = "0.0-1.0"  
a(54) = "** 1.0-1.5 **": b(54) = "1.0-1.5"  
a(55) = "** 1.5-2.0 **": b(55) = "1.5-2.0"  
a(56) = "** 2.0-2.5 **": b(56) = "2.0-2.5"  
a(57) = "** 2.5-3.0 **": b(57) = "2.5-3.0"  
a(58) = "** 3.0-3.5 **": b(58) = "3.0-3.5"  
a(59) = "** 3.5-4.0 **": b(59) = "3.5-4.0"  
a(60) = "** 4.0-4.5 **": b(60) = "4.0-4.5"  
a(61) = "** 4.5-5.0 **": b(61) = "4.5-5.0"  
a(62) = "** 5.0-5.5 **": b(62) = "5.0-5.5"  
a(63) = "** 5.5-6.0 **": b(63) = "5.5-6.0"  
a(64) = "** 32UP **": b(64) = "32UP"
```

```
For i = 1 To 64  
If palabra Like a(i) Then  
tipodecal2 = b(i)  
Exit Function  
End If  
Next  
End Function
```

7. Función 5 de asignación de calibres

```
Function tipodecal(palabra)  
tipodecal = ""
```

```
Dim a(180), b(180)  
Dim i
```

```
a(1) = "**D?5": b(1) = "D5"  
a(2) = "**5X**": b(2) = "D5X"  
a(3) = "**D?5:**": b(3) = "D5"  
a(4) = "**D?5/*": b(4) = "D5"  
a(5) = "**D?4**": b(5) = "D4"  
a(6) = "**1500?2400**": b(6) = "1500-2400"  
a(7) = "**2400?3500**": b(7) = "2400-3500"  
a(8) = "**1800?3500**": b(8) = "1800-3500"  
a(9) = "**1.80KN.UP**": b(9) = "1800 UP"  
a(10) = "**1.80 KN.UP**": b(10) = "1800 UP"  
a(11) = "**1.80 KN UP**": b(11) = "1800 UP"  
a(12) = "**1KG-UP**": b(12) = "1000 UP"  
a(13) = "**2.00 3.50**": b(13) = "2000-3500"  
a(14) = "**3500-UP**": b(14) = "3500-UP"  
a(15) = "**M5 **": b(15) = "M5"  
a(16) = "**1.00KN.UP**": b(16) = "1000 UP"  
a(17) = "**M4**": b(17) = "M4"
```



a(18) = "**500GA1K**": b(18) = "500-1000"
a(19) = "**M3**": b(19) = "M3"
a(20) = "**1.00?2.50**": b(20) = "1000-2500"
a(21) = "**1.80KN UP**": b(21) = "1800 UP"
a(22) = "**1.0 A 2.5**": b(22) = "1000-2500"
a(23) = "M5E": b(23) = "M5E"
a(24) = "**1200?1500**": b(24) = "1200-1500"
a(25) = "**1.8 A 2.4**": b(25) = "1800-2400"
a(26) = "**0.5?6.0**": b(26) = "500-6000"
a(27) = "**500 A 1K**": b(27) = "500-1000"
a(28) = "**M1**": b(28) = "M1"
a(29) = "**M2**": b(29) = "M2"
a(30) = "**1000 UP**": b(30) = "1000 UP"
a(31) = "**2.00?3.50**": b(31) = "2000-3500"
a(32) = "HASTA 1K": b(32) = "0.00-1000"
a(33) = "**0.200**": b(33) = "200"
a(34) = "**3500 UP**": b(34) = "3500 UP"
a(35) = "**1.00 KN UP**": b(35) = "1000 UP"
a(36) = "**1.5?2.5 KN**": b(36) = "1500-2500"
a(37) = "**1.2?1.5 KN**": b(37) = "1200-1500"
a(38) = "HASTA 1 K": b(38) = "0.00-1000"
a(39) = "**800 UP**": b(39) = "800 UP"
a(40) = "**800?1200**": b(40) = "800-1200"
a(41) = "**1000 UP**": b(41) = "1000 UP"
a(42) = "**800/UP**": b(42) = "800 UP"
a(43) = "**0.5?5.0**": b(43) = "500-5000"
a(44) = "**500 800**": b(44) = "500-800"
a(45) = "**1KG UP**": b(45) = "1000 UP"
a(46) = "**1.80?2.40**": b(46) = "1800-2400"
a(47) = "**1.00?2.00**": b(47) = "1000-2000"
a(48) = "**0,200G-UP**": b(48) = "200 UP"
a(49) = "**500 GRS**": b(49) = "500"
a(50) = "C.1800": b(50) = "1800"
a(51) = "**0.200 KN**": b(51) = "200"
a(52) = "**120A170G**": b(52) = "120-170"
a(53) = "**800?1200**": b(53) = "800-1200"
a(54) = "**500?700**": b(54) = "500-700"
a(55) = "**150A350G**": b(55) = "150-350"
a(56) = "**500 A 1 K**": b(56) = "500-1000"
a(57) = "**1.2 KN**": b(57) = "1200"
a(58) = "6-8": b(58) = "6-8 ONZA"
a(59) = "**170A300G**": b(59) = "170-300"
a(60) = "**3.5-6.0**": b(60) = "3500-6000"
a(61) = "40 60": b(61) = "40-60"
a(62) = "60 110": b(62) = "60-110"
a(63) = "**500GA1K**": b(63) = "500-1000"
a(64) = "**1.80-2.40**": b(64) = "1800-2400"
a(65) = "M5,": b(65) = "M5"
a(66) = "M5,": b(66) = "M5"
a(67) = "M5": b(67) = "M5"
a(68) = "M5,": b(68) = "M5"
a(69) = "**1800**": b(69) = "1800"
a(70) = "**100?300**": b(70) = "100-300"



a(71) = "**1000 UP**": b(71) = "1000 UP"
a(72) = "**100GA1K**": b(72) = "100-1000"
a(73) = "AUSTRALIS H/ 1KG": b(73) = "1000"
a(74) = "AUSTRALIS H/1KG": b(74) = "1000"
a(75) = "AUSTRALIS H/1 KG": b(75) = "1000"
a(76) = "**10?12**": b(76) = "10-12 ONZA"
a(77) = "**16?32**": b(77) = "16-32 ONZA"
a(78) = "**8?12**": b(78) = "8-12 ONZA"
a(79) = "**8?10**": b(79) = "8-10 ONZA"
a(80) = "**12?16**": b(80) = "12-16 ONZA"
a(81) = "**12?14**": b(81) = "12-14 ONZA"
a(82) = "**14?16**": b(82) = "14-16 ONZA"
a(83) = "**170?300**": b(83) = "170-300"
a(84) = "**300?500**": b(84) = "300-500"
a(85) = "**50?100**": b(85) = "50-100"
a(86) = "**150?500**": b(86) = "150-500"
a(87) = "**1000?1400**": b(87) = "1000-1400"
a(88) = "**100-1K**": b(88) = "100-1000"
a(89) = "**CALIBRE 1**": b(89) = "CALIBRE 1"
a(90) = "**CALIBRE 2**": b(90) = "CALIBRE 2"
a(91) = "**CALIBRE 3**": b(91) = "CALIBRE 3"
a(92) = "**CALIBRE 4**": b(92) = "CALIBRE 4"
a(93) = "**CALIBRE 5**": b(93) = "CALIBRE 5"
a(94) = "**CALIBRE 6**": b(94) = "CALIBRE 6"
a(95) = "**150?250**": b(95) = "150-250"
a(96) = "**800?1000**": b(96) = "800-1000"
a(97) = "**3?6OZ**": b(97) = "3-6 ONZA"
a(98) = "**10?32OZ**": b(98) = "10?32OZ"
a(99) = "**2000**": b(99) = "2000"
a(100) = "**1.80?2.50**": b(100) = "1800-2500"
a(101) = "**4?6**": b(101) = "4-6 ONZA"
a(102) = "**70?500**": b(102) = "70-500"
a(103) = "**200?300**": b(103) = "200-300"
a(104) = "**150?200**": b(104) = "150-200"
a(105) = "**1.5 UP**": b(105) = "1500 UP"
a(106) = "**700?1000**": b(106) = "700-1000"
a(107) = "**110?150**": b(107) = "110-150"
a(108) = "**100?700**": b(108) = "100-700"
a(109) = "**1500 UP**": b(109) = "1500 UP"
a(110) = "**500?800**": b(110) = "500-800"
a(111) = "**1299?1500**": b(111) = "1300-1500"
a(112) = "**806?1305**": b(112) = "800-1300"
a(113) = "**2500?3500**": b(113) = "2500-3500"
a(114) = "**10?16**": b(114) = "10-16 ONZA"
a(115) = "**4?10**": b(115) = "4-10 ONZA"
a(116) = "**6?8**": b(116) = "6-8 ONZA"
a(117) = "**4?8**": b(117) = "4-8 ONZA"
a(118) = "**2?4 OZ**": b(118) = "2-4 ONZA"
a(119) = "**60?110**": b(119) = "60-110"
a(120) = "**100?500**": b(120) = "100-500"
a(121) = "C.1000": b(121) = "1000"
a(122) = "**CAT?1**": b(122) = "CAT 1"
a(123) = "**CAT?2**": b(123) = "CAT 2"



a(124) = "**CAT?3**": b(124) = "CAT 3"
a(125) = "**CAT?4**": b(125) = "CAT 4"
a(126) = "**CAT?5**": b(126) = "CAT 5"
a(127) = "**CAT?6**": b(127) = "CAT 6"
a(128) = "***80?125**": b(128) = "80-125"
a(129) = "**125?225**": b(129) = "125-225"
a(130) = "**50?80**": b(130) = "50-80"
a(131) = "**110??160**": b(131) = "110-160"
a(132) = "**800?1500**": b(132) = "800-1500"
a(133) = "**C 100G A1K M AUSTRAL**": b(133) = "100-1000"
a(134) = "**210?260**": b(134) = "210-260"
a(135) = "**160?210**": b(135) = "160-210"
a(136) = "**1900?2400**": b(136) = "1900-2400"
a(137) = "**600?800**": b(137) = "600-800"
a(138) = "**1,7 A 2, 4**": b(138) = "1700-2400"
a(139) = "M0**": b(139) = "M0"
a(141) = "F2**": b(141) = "F2"
a(142) = "F3**": b(142) = "F3"
a(143) = "F1**": b(143) = "F1"
a(144) = "M6**": b(144) = "M6"
a(145) = "**125?450**": b(145) = "125-450"
a(146) = "**200?500**": b(146) = "200-500"
a(147) = "**200?400**": b(147) = "200-400"
a(148) = "**1.6?2.8**": b(148) = "1600-2800"
a(149) = "**2.8?4.0**": b(149) = "2800-4000"
a(150) = "X3**": b(150) = "X3"
a(151) = "X4**": b(151) = "X4"
a(152) = "SX1**": b(152) = "SX1"
a(153) = "**1.7?2.4KG**": b(153) = "D4"
a(154) = "**2.4?3.5**": b(154) = "2400-3500"
a(155) = "**1,0-1,7**": b(155) = "D3"
a(156) = "D?3**": b(156) = "D3"
a(157) = "D?2**": b(157) = "D2"
a(158) = "D?1**": b(158) = "D1"
a(169) = "**1/1.7**": b(159) = "D3"
a(160) = "**2,4?3,5**": b(160) = "D5"
a(161) = "**1.7/2.4**": b(161) = "D4"
a(162) = "**1.2?1.7**": b(162) = "D3"
a(163) = "**0.32?0.67**": b(163) = "D1"
a(164) = "**1/1.7**": b(164) = "D3"
a(165) = "**C/800A2000**": b(165) = "800-2000"
a(166) = "**MERL.AUST.2000-4000G**": b(166) = "2000-2400"
a(167) = "**MERLUC AUS CAL S**": b(167) = "S"
a(168) = "C 1000**": b(168) = "1000"
a(169) = "**500G A1K**": b(169) = "500-1000"
a(170) = "**0,25-0,5**": b(170) = "250-500"
a(171) = "H/3500**": b(171) = "3500"
a(172) = "32 UP**": b(172) = "32 UP"
a(173) = "**300?700**": b(173) = "300-700"
a(174) = "**250?600**": b(174) = "250-600"
a(175) = ".70?200**": b(175) = "70-200"
a(176) = "**50?700**": b(176) = "50-700"
a(177) = "C/500G**": b(177) = "500"



```
a(178) = "** 0.8A1.5*": b(178) = "800-1500"  
a(179) = "**250GR*": b(179) = "250"  
a(180) = "**0,25-0,5*": b(180) = "250-500"
```

```
For i = 1 To 180  
If palabra Like a(i) Then  
tipodecal = b(i)  
Exit Function  
End If  
Next
```

```
End Function
```