

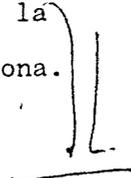
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA  
CATEDRA DE VERTEBRADOS  
FACULTAD DE BIOLOGIA  
UNIVERSIDAD DE BARCELONA

BIOLOGIA Y DINAMICA POBLACIONAL  
DEL RORCUAL COMUN (Balaenoptera physalus)  
EN LAS AGUAS ATLANTICAS IBERICAS

Memoria redactada para  
optar al grado de Doctor  
en Ciencias Biológicas  
presentada por el Licen-  
ciado Alejandro Aguilar  
Vila.



Conforme, el Director  
Prf. Dr. D. Jacinto  
Nadal Puigdefábregas,  
Catedrático de Zoología  
(Vertebrados) de la Fa-  
cultad de Biología de la  
Universidad de Barcelona.



Barcelona, a 21 de mayo de 1985

#### 6.2.3.4. Asimetría en el desarrollo testicular

=====

En repetidas ocasiones se ha discutido si en los cetáceos existía una tendencia a que el testículo de un costado se desarrollase más que el del otro. Según la revisión de Arvy (1977) este hecho se ha comprobado en varias especies de cetáceos, entre ellos la ballena de aleta.

Ommaney (1932) vio que el testículo derecho de B.physalus era más largo que el izquierdo, pero no investigó el tema con mayor profundidad.

En nuestro muestreo no siempre pudo saberse con certeza el costado al que pertenecía cada uno de los testículos recolectados, aunque en los casos en que sí pudo averiguarse las muestras se etiquetaron convenientemente. En total disponemos de información útil para examinar la asimetría en el peso de un total de 182 ejemplares y de 99 para el diámetro de los túbulos seminíferos.

Al aplicar una prueba de la t a los datos de peso, el resultado fue que el testículo derecho es significativamente más pesado que el izquierdo ( $p < 0.01$ ), siendo la diferencia entre ellos aproximadamente de un 4%. En el caso de los túbulos seminíferos, por el contrario, la prueba no dio resultados positivos.

Estos resultados confirman la observación de Ommaney (1932) de que el testículo derecho de B.physalus es de proporciones algo mayores que el izquierdo, aunque el grado de actividad parece ser semejante en ambos. La razón de esta asimetría es desconocida pero, dada la reducida magnitud de ésta, no se cree que tenga una incidencia real en la biología reproductiva del animal.

#### 6.2.4. MORFOMETRIA DEL ORGANOPULADOR

=====

Al principio del capítulo se mencionaba la posibilidad de utilizar las dimensiones del órgano copulador como indicador del grado de madurez sexual de una ballena. Ello podría ser de utilidad cuando otros procedimientos en principio más fiables, como el peso del testículo, no podían obtenerse y varios investigadores han invertido un esfuerzo considerable en establecer las pautas de crecimiento de este órgano.

No obstante, los resultados no han sido esperanzadores, pues el crecimiento del órgano copulador parece guardar una buena isometría con la talla y suele permitir tan sólo la diferenciación cuando la talla misma ya lo hace evidente.

En la figura 6.35 puede observarse la relación que existe entre la longitud del pene y el peso del testículo, considerando que esta última medida indica de modo fidedigno el grado de madurez sexual de la ballena. La correlación entre ambas variables no es muy buena y es especialmente débil cuando el peso testicular es bajo. Es decir, que la longitud del órgano copulador podrá tan sólo indicarnos que un macho es maduro sexualmente cuando el grado de desarrollo de sus testículos sea muy elevado, pero no será en modo alguno fiable precisamente en los casos dudosos, cuando el ejemplar se halla cercano a la pubertad.

Según Lockyer (1984b), la madurez sexual se caracteriza en B.physalus por una longitud del órgano copulador superior a 140 cm, pero en nuestro caso la situación parece muy diferente y se han encontrado frecuentemente machos ya maduros con unas dimensiones mucho menores, en general a partir de los 100 cm.

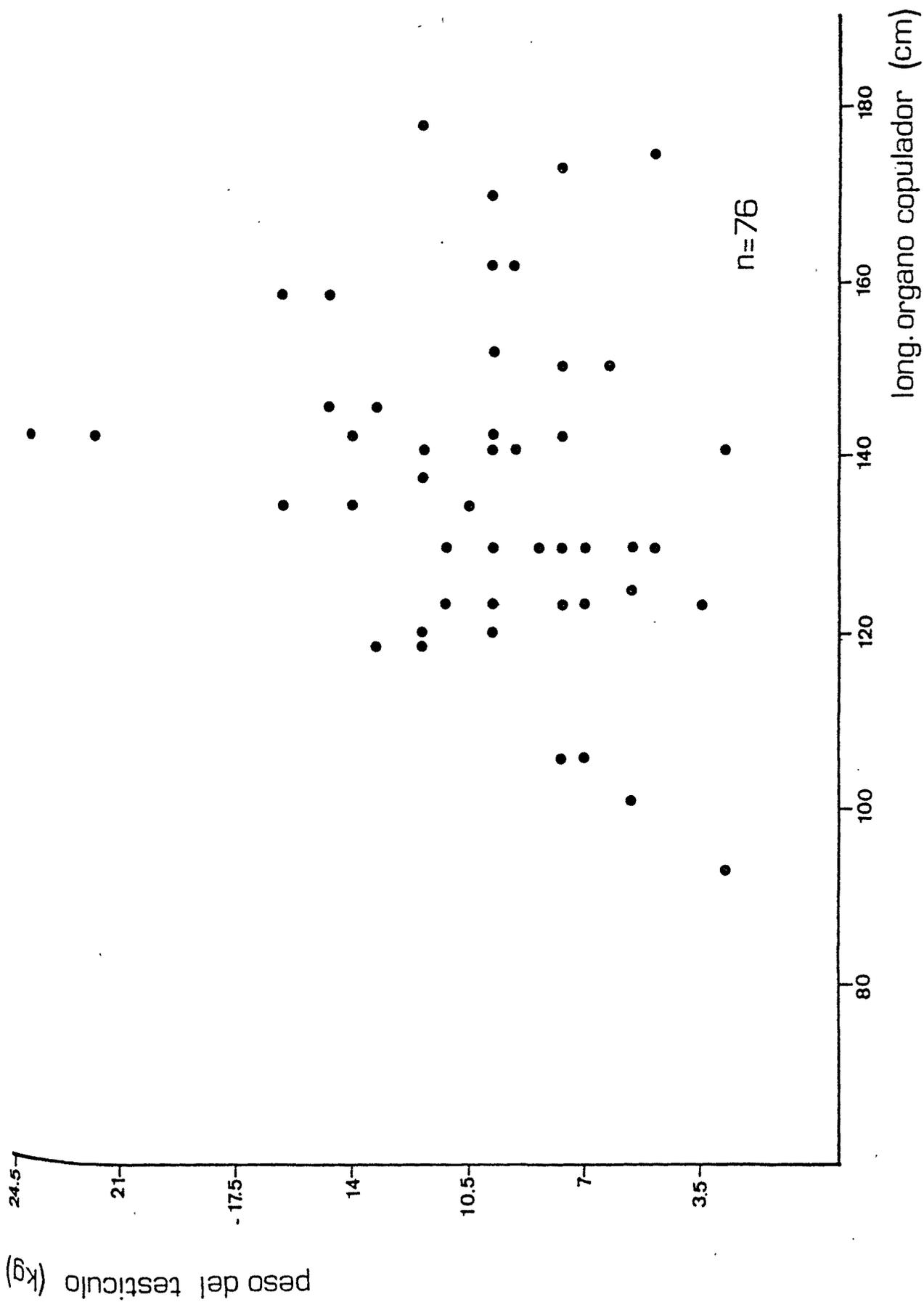


Figura 6.35. - Relación entre el peso del testículo y las dimensiones del órgano copulador.

#### 6.2.5. CICLOS DE ACTIVIDAD SEXUAL

=====

Del mismo modo como la actividad folicular permitía reconocer la proximidad de un estro en la hembra, a menudo se han intentado detectar tendencias en el desarrollo testicular que indicasen la cronología del ciclo.

Los resultados, no obstante, parecen contradictorios y no muestran en modo alguno una uniformidad ni entre distintas especies ni entre distintas poblaciones de una misma especie. En el cachalote, por ejemplo, Clarke (1956) observó variaciones estacionales en las dimensiones de los túbulos seminíferos en la población de las islas Azores, pero Best (1969) fue incapaz de detectarlos en Sur Africa.

Entre los balenoptéridos la situación también es algo confusa. Chittleborough (1955) en la yubarta, Rice y Wolman (1971) en la ballena gris y Laws (1961) en la ballena de aleta encontraron variaciones estacionales tanto en el peso testicular como en las dimensiones tubulares, mientras que Gambell (1968) observó un comportamiento constante de ambas variables en el rorcual norteño a lo largo de todo el año.

Concretamente en B.physalus, Laws (1961) vio que el diámetro de los túbulos era más alto al principio del verano, disminuía en los meses centrales y aumentaba de nuevo hacia el otoño, lo que según él indicaba que la época de mayor actividad sexual se producía en invierno, por lo que el testículo se recuperaba de ésta en primavera y se preparaba para la nueva temporada en otoño. Esta posibilidad se veía además reforzada por el hecho de que las hembras también experimentaban el estro en invierno. Sin embargo, Laws reconocía también que durante todo el año, incluso en medio del verano, podían encontrarse machos en plena actividad sexual.

En la población estudiada no ha sido posible detectar tendencia alguna en este sentido. En la figura 6.36 se ha representado la evolución de los valores medios de los diámetros tubulares de la población adulta de machos. A excepción de una brusca subida en la segunda quincena de junio y producida posiblemente por el reducido tamaño muestral de ésta (sólo 8 ejemplares), la gráfica se comporta de un modo bastante uniforme, sin tendencia alguna en ningún sentido.

Es posible que, de haberse podido extender el muestreo hasta más avanzado el otoño, hubiese sido factible detectar variaciones en las dimensiones tubulares, pero, al no ser ésta la situación, los machos no son de utilidad para la determinación de la época en que tiene lugar el apareamiento.

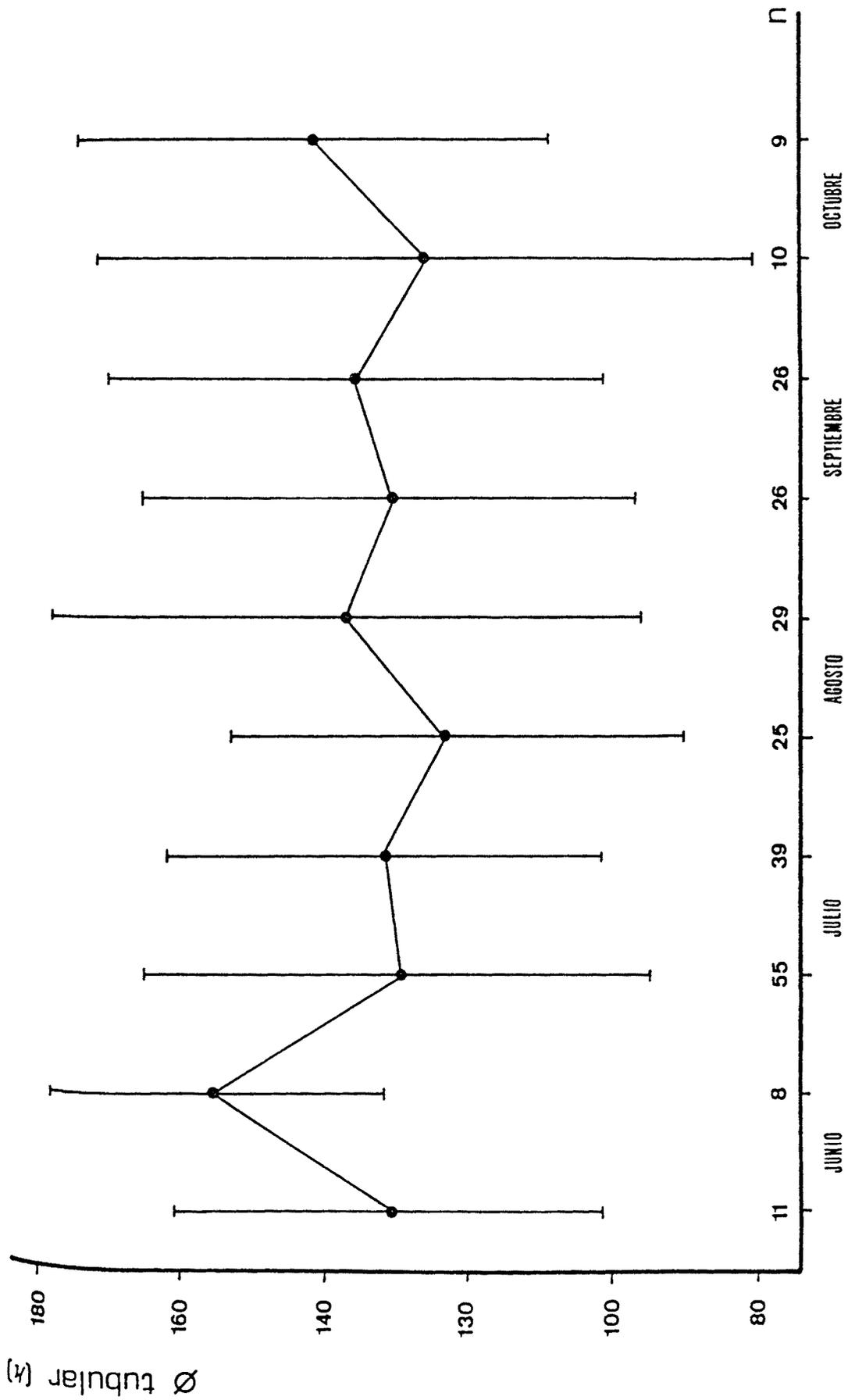


Figura 6.36. - Evolución de la media y las desviaciones standard de los diámetros tubulares de los machos maduros capturados en cada quincena.

7. EFECTOS DE LA EXPLOTACION HUMANA EN LA POBLACION

=====

La ballena de aleta de las aguas atlánticas ibéricas ha sido durante muchas décadas, al igual que el resto de especies de grandes cetáceos del Atlántico Norte, objeto de una intensa explotación por parte del hombre. La falta de una gestión adecuada ha sido en muchos casos evidente y ello ha conducido a que el tamaño de población fluctuase dramáticamente a lo largo de los años. Los sistemas compensatorios y, en general, todos los aspectos de la biología dependientes de la densidad poblacional se han visto afectados consecuentemente y resultaría incongruente un estudio global de la especie que no incluyese el análisis de la actividad humana como factor relevante en la dinámica de dicha población.

En el capítulo 3 hemos visto que la acción indirecta del hombre (como la pesca de otras especies o la contaminación química) no parecía afectar negativamente a la población estudiada. Muy al contrario, la captura directa sí ha alterado de modo sensible muchos parámetros biológicos. Por este motivo, en el presente capítulo se describe el proceso de explotación que ha sufrido la población y se analiza la relación entre el esfuerzo de pesca y el éxito en la captura, considerándola como un índice de abundancia o, mejor, de densidad de la especie en las distintas áreas.

#### 7.1. LA CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO DE PESCA COMO INDICE DE ABUNDANCIA

=====

El estudio de los cambios en la relación entre el éxito de captura y el esfuerzo de pesca es uno de los métodos más comúnmente utilizados en los estudios pesqueros. Esencialmente, estos métodos parten de la asunción básica de que:

$$C = q EN$$

donde C es la captura, N es el tamaño medio de población, E es el esfuerzo de pesca y q es el coeficiente de pesca o captura.

En muchos casos C se refiere a la captura total de una especie, aunque es preferible individualizarla en cohortes o, al menos, en grupos amplios de edad, a fin de evitar el desvío introducido por cambios en la selectividad o en la composición por edades de la población explotada, que enmascararían tendencias en la captura por unidad de esfuerzo (CPUE). El coeficien-

te q no presenta grandes problemas siempre que no haya cambios en las condiciones de operatividad de un año a otro, por ejemplo cambiando el tonelaje o la potencia de los barcos o variando las zonas de captura. N es lógicamente el parámetro que deseamos conocer y E, el esfuerzo, es la medida que usualmente presenta mayores problemas de determinación. Esta formulación lleva implícita una doble asunción: que la eficiencia de pesca no varía con la abundancia poblacional y que la captura es proporcional al esfuerzo desarrollado (Allen, 1980). La primera de las condiciones acostumbra a cumplirse, excepto cuando la densidad de ballenas es tan grande que los cazaballeneros deben interrumpir sus actividades a fin de permitir que las factorías procesen las piezas cobradas, situación poco frecuente en aguas españolas. La segunda asunción, sin embargo, ya es más delicada y su cumplimiento depende de una correcta evaluación de E.

En una primera aproximación, el esfuerzo de pesca puede establecerse en base a un año natural o a cualquier período de tiempo que englobe de temporada a temporada unas condiciones similares de operatividad pesquera y de abundancia de presa. No obstante, en algunos casos, la comparación directa de campaña a campaña no es posible debido a que el esfuerzo se ha centrado sobre momentos migratorios distintos.

Lógicamente, cuanto mayor detalle se consiga en la medida del esfuerzo, mayor precisión se tendrá para calibrar los posibles cambios en la CPUE. Un paso adelante se consigue al computar el número de días de trabajo, evitando así los días en que el barco permanece en puerto debido a averías, mal tiempo, descanso u otros motivos.

Examinando con un mayor detalle las operaciones, Ohsumi y Masaki (1978) vieron que la medida óptima del esfuerzo en la caza de la ballena era el número medio de horas de búsqueda efectiva invertido en la captura de un ejemplar. Este tiempo de búsqueda ( $T_b$ ) debe calcularse restando el tiempo invertido en otras operaciones distintas a la búsqueda al número total de horas transcurrido en las áreas de caza.

En primera instancia, una serie de factores afectan de modo proporcional y unívoco el  $T_b$  (a más días de trabajo, más horas de búsqueda), pero la relación no es siempre tan simple. Por ejemplo, cuanto mayor sea el número de piezas capturadas en una campaña dada, mayor será el tiempo invertido en la caza y la manipulación de éstas y, por ello, menor el tiempo disponible para la búsqueda. Es decir, que la relación entre la captura por día de trabajo y la abundancia no es lineal y es necesario



introducir las correcciones oportunas en este sentido. En caso contrario, la evolución de la CPUE puede infraestimar seriamente una disminución en la abundancia de una especie, ya que al reducir la cifra de capturas por día aumentará el tiempo utilizable en la búsqueda. El método se complica algo más cuando consideramos que en una pesquería multiespecífica no todas las especies requieren un mismo tiempo de caza y manipulación o que, cuando la densidad de presas es grande, la posibilidad de realizar avistamientos secundarios mientras se persigue o se caza una primera ballena es elevada. Si esta segunda situación se da con frecuencia, la estima de CPUE tenderá a sobreestimarse en los años con densidades elevadas de ballenas.

La situación varía en cada pesquería y las condiciones de operación de cada temporada exigen tratamientos individualizados a fin de corregir posibles desvíos en la estima de E.

## 7.2. LOS ANTECEDENTES

=====

Las primeras referencias documentales que testimonian la existencia de unas operaciones balleneras de cierta importancia en nuestras aguas se remontan al año 1059 (Lefèbvre, 1933) y desde entonces hasta nuestros días las ballenas han sido cazadas de modo prácticamente ininterrumpido, a excepción del siglo XIX, durante el cual la actividad casi desapareció. Como es lógico, sin embargo, los cambios operacionales sufridos por la industria han sido sustanciales y el peso de la explotación se ha ido moviendo de una especie a otra según la disponibilidad de presa y las necesidades de mercado.

La abundante información existente sobre la antigua caza de la ballena, es decir, desde el siglo XI al XIX, ha sido objeto de varias revisiones en los últimos años (González, 1978; Ciriquiain, 1979; Aguilar, en prensa) y se tiene ahora una idea bastante clara de lo que fueron dichas operaciones. El principal objetivo de esta pesquería fue, no sólo por sus hábitos costeros y facilidad de captura sino también por su mayor valor comercial, la ballena franca o de los vascos, Eubalaena glacialis, aunque hay evidencias de que otras especies fueron cazadas de modo ocasional (Aguilar, 1981). Debido a la gran dependencia de las operaciones con respecto a esta especie, la población fue reduciéndose hasta prácticamente extinguirse a finales del siglo pasado y con ella la industria que mantenía.

A pesar de que alguna ballena de aleta pudo haber sido capturada por los balleneros vascos, no se tiene constancia de que ello sucediera con frecuencia. Hay que pensar que esta especie no era considerada por los balleneros tradicionales como un buen objetivo debido a su rapidez y agilidad en la natación, a su gran tamaño y a sus hábitos pelágicos. Por otra parte, el hecho de que esta especie no flote una vez muerta hacía muy difícil recuperar la ballena capturada, ya fuese para remolcarla al puerto base o para despiezarla en alta mar. Además, el pequeño tamaño de sus barbas en comparación con las de la ballena de Groenlandia (Balaena mysticetus) o las de la franca hacia de Balaenoptera physalus una presa mucho menos codiciada.

### 7.3. LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XX

=====

#### 7.3.1. DESARROLLO DE LAS OPERACIONES

=====

En los años veinte de nuestro siglo se constituyeron en nuestro país las primeras compañías balleneras de factura moderna y en ellas, ya desde el principio, Balaenoptera physalus representó uno de los principales objetivos de explotación.

Por lo dicho en el apartado anterior consideraremos que la población objeto de estudio se hallaba en estado virgen antes de 1920 y examinaremos con cierto detalle las operaciones a partir de entonces. Para ello resulta útil dividir las actividades en diferentes períodos y áreas de operación. En la figura 7.1. se ha representado la localización de las factorías balleneras y puede observarse en ella tres zonas principales de operación: el Estrecho de Gibraltar, el sur de Portugal y la costa noroeste de la Península.

Buena parte de la información sobre la pesquería durante la primera mitad de siglo se encuentra en los trabajos de Jonsgard (1966, 1977), Tønnessen y Johnsen (1982), Rorvik (1982), en los boletines del "Bureau of International Whaling Statistics" de Sandefjord (B.I.W.S.) y en la reciente de Sanpera y Aguilar (1984). En la tabla 7.1. se detallan las principales características de cada operación y en la 7.2. las estadísticas

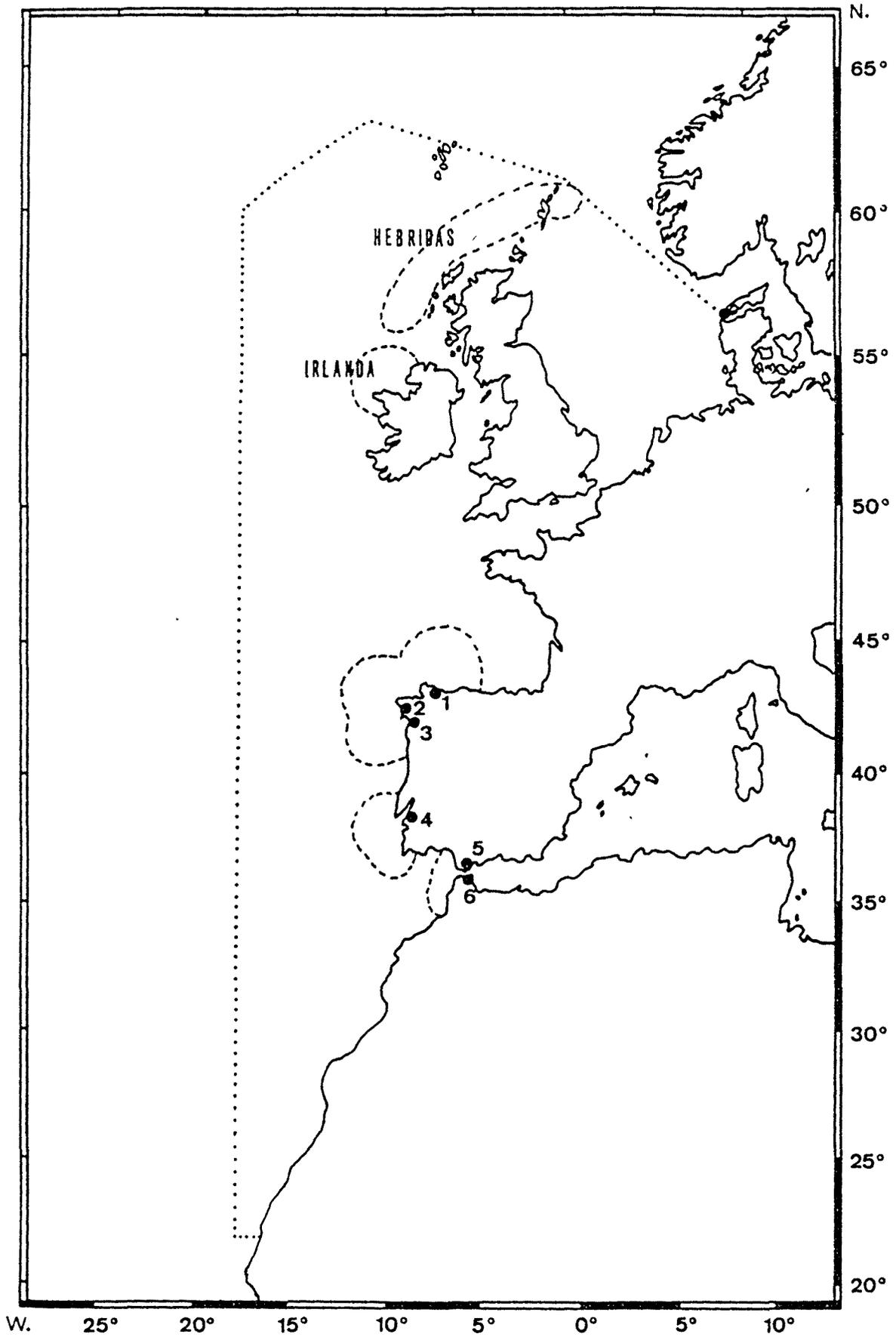


Figura 7.1. - Límites de distribución de la población (.....) y localización de las factorías balleneras. 1. Morás; 2. Caneliñas; 3. Cangas (Balea); 4. Setúbal; 5. Getares; 6. Benzú.

<u>Operación</u>	<u>Localidad</u>	<u>Años de actividad</u>	<u>Tipo de factoría</u>
Compañía Ballenera Española	Getares (Estrecho de Gibraltar)	1921-1926	Costera
Compañía Ballenera Española	Caneliñas (N.O.España)	1924-1927	Costera
Bas II	Estrecho de Gibraltar	1924	Pelágica
Sociedad Hispano Africana de Crédito y Fomento	Estrecho de Gibraltar	1925-1929	Pelágica
Industrial Marítima, S.A.	Benzú (Estrecho de Gibraltar)	1927-1929?	Costera
Corona, S.A.	Costa ibérica atlántica	1924-1926	Pelágica con base en tierra
A/S Congo	Portugal	1925	Pelágica
Sociedade Portuguesa da Pesca da Cetaceos	Setúbal (Portugal)	1925-1927	Costera
Compañía Ballenera Española	Corcubión (N.O.España)	1924-1927	Costera
A/S Hektor	Benzú (Estrecho de Gibraltar)	1948	Costera
Industrial Marítima, S.A.	Benzú (Estrecho de Gibraltar)	1948-1954	Costera
Ballenera del Estrecho	Getares (Estrecho de Gibraltar)	1950-1953	Costera
Sociedade Portuguesa da Pesca da Cetaceos	Setúbal (Portugal)	1944-1951	Costera
Industria Ballenera, S.A.	Caneliñas (N.O. España)	1951-1984	Costera

<u>Operación</u>	<u>Localidad</u>	<u>Años de actividad</u>	<u>Tipo de factoría</u>
Industria Ballenera, S.A.	Balea (Vigo) (N.O.España)	1955-1983	Costera
Industria Ballenera, S.A.	Morás (N.O. España)	1965-1975	Costera

Tabla 7.1. - Principales características de las operaciones balleneras en aguas ibéricas.

de captura anual de rorcual común más precisas que se conocen. Ambas tablas se basan en los trabajos de Aguilar y Sanpera (1982) y Sanpera y Aguilar (1984).

#### 7.3.1.1. Período 1921-1929

=====

##### 7.3.1.1.1. Estrecho de Gibraltar

Según Tønnessen y Johnsen (1982) los bancos del Estrecho de Gibraltar fueron descubiertos, en el invierno de 1910, por una expedición noruega que acudió a estas aguas en busca de las áreas de ocupación invernal de la ballena franca atlántica, especie escasa y muy apreciada en aquellos tiempos.

La elevada densidad aparente de los grandes cetáceos que se observó en aquella expedición motivó que, ya en 1914, se estableciese la "Compañía Ballenera Española, S.A.", la cual, debido a la Primera Guerra Mundial, no pudo iniciar sus actividades hasta el año 1921.

En las primeras tres temporadas (1921-1923) los resultados fueron asombrosamente buenos. De hecho, la factoría de Getares, la primera creada, tuvo que ser ampliada rápidamente porque no era capaz de procesar lo que un solo cazaballenero capturaba. En 1923 se consiguió una producción por barco récord (19.236 barriles), tan sólo superada una vez en la historia mundial de la caza de la ballena, cuando en 1931 se alcanzó en la Antártida la producción de 21.384 barriles de aceite por buque (Jahn, 1933; Tonnessen y Johnsen, 1982). Hay que tener en cuenta, además, que la eficiencia de captura en estas primeras temporadas debía ser baja, no sólo por el desconocimiento del área de operaciones, sino también porque se estaban utilizando barcos de pequeño tonelaje (49 y 52 toneladas, frente a las 447 de los cazaballeneros actuales) y que posiblemente eran barcos de pesca reconvertidos para la caza de cetáceos (Sanpera y Aguilar, 1984).

Al parecer los balleneros interceptaban una corriente migratoria entre el Océano Atlántico y el mar Mediterráneo, y el Estrecho de Gibraltar provocaba un efecto de embudo, produciendo elevadas densidades en las

zonas cercanas al canal. Parece ser que las capturas de ballenas se realizaban a menudo en las inmediaciones de la factoría, por lo que los tránsitos desde el puertó base a la zona de caza, que son un componente negativo sustancial del esfuerzo de pesca desarrollado en las operaciones costeras, debían ser de poca importancia en este caso.

El éxito de la factoría de Getares pronto trascendió y trajo las inevitables consecuencias. No sólo esta compañía incorporó un nuevo barco a sus operaciones en 1924 sino que la administración pesquera española se vió desconcertada por una lluvia de peticiones de licencias para cazar ballenas en distintos puntos de la Península. Las primeras leyes regulando la actividad ballenera fueron promulgadas en nuestro país precisamente en estos años.

Dejando aparte las pesquerías en Portugal y Galicia que veremos más adelante, tres compañías además de la de Getares llevaron a cabo operaciones: la de "Corona, S.A." con el "Rey Alfonso", un barco factoría acompañado de cuatro cazaballeneros, que operó desde la temporada de 1924 no sólo en el Estrecho de Gibraltar sino también en otros puntos de la Península; el "BAS II", factoría pelágica que capturó unas 150 ballenas de especie no identificada en 1924, y la "Sociedad Hispano Africana de Crédito y Fomento", con base en el norte de Africa y equipada con un buque factoría y dos cazaballeneros, que trabajó varias temporadas a partir de 1925 (para más detalle sobre estas operaciones, consultar Cabrera, 1925; Terán, 1949; Aguirre, 1952; Tønnessen y Johnsen, 1982 y Sanpera y Aguilar, 1984).

Este despliegue logístico produjo un proporcional incremento en las capturas y de las 353 ballenas de aleta muertas en 1921 en la zona del Estrecho se pasó a la cifra de 1.535 cuatro años más tarde. Las consecuencias lógicas no se hicieron esperar: el exceso de bajas en un área tan reducida produjo un colapso del stock, la disponibilidad de ballenas se redujo dramáticamente y, una a una, las compañías balleneras tuvieron que cerrar sus puertas. Ya en 1930 ninguna empresa intentó probar suerte en la zona (ver tabla 7.2.).

Durante los años veinte el rorcual común representó más del 90% de los grandes cetáceos capturados en el Estrecho de Gibraltar y el resto fueron casi en su totalidad cachalotes, aunque se sabe que un reducido número de ballenas azules (Balaenoptera musculus) y rorcuales nortteños (Balaenoptera borealis) fueron también cazados (Sanpera y Aguilar, 1984).

Tabla 7.2. : Estadísticas de captura anual de rorcual común en aguas ibéricas (datos de Aguilar y Sanpera, 1982; Sanpera y Aguilar, 1984; Tønnessen y Johnsen 1982.)

<u>AÑO</u>	<u>CAPTURA</u>
1921	323
1922	571
1923	1.080
1924	1.233 <sup>1</sup>
1925	1.535
1926	1.417 <sup>2</sup>
1927	364
1934	66
1939	3
1944	38
1945	36
1946	42
1947	111
1948	178
1949	69
1950	89
1951	68
1952	64
1953	189
1954	83
1955	120
1956	24
1957	47
1958	33
1959	53
1960	124
1961	156
1962	50
1963	20
1964	59

Tabla 7.2. (cont.)

<u>AÑO</u>	<u>CAPTURA</u>
1965	157
1966	107
1967	97
1968	106
1969	113
1970	181
1971	100
1972	98
1973	113
1974	120
1975	138
1976	236
1977	153
1978	670 <sup>4</sup>
1979	628 <sup>4</sup>
1980	219
1981	146
1982	150
1983	120
1984	102

(1): Incluye un 80% de la captura del "BAS II".

(2): Incluye un 80% de la captura del "Corona SA".

(3): Incluye las capturas de la flota pirata.

En este primer período las campañas de caza de Balaenoptera physalus se prolongaron a lo largo de todo el año, sin que se observasen variaciones estacionales claras en la abundancia local (Jonsgard, 1966). Aunque las estadísticas de captura se conocen con una cierta precisión, no existe información alguna sobre datos biológicos complementarios.

#### 7.3.1.1.2. Portugal

También como consecuencia del éxito de la factoría de Getares en sus primeras temporadas, en Portugal se otorgaron varias licencias para la pesca de la ballena, aunque finalmente sólo llegaron a trabajar dos compañías: la "A.S. Congo", que desplazó un barco factoría y tres cazaballeneros durante unos pocos meses en 1925, y la "Sociedade Portuguesa da Pesca da Cetaceos", que construyó una factoría terrestre en Setúbal y trabajó desde 1925 hasta 1927 con tres cazaballeneros. El total de ballenas de aleta capturadas entre ambas empresas fue de 266 en 1925, 231 en 1926 y 166 en 1927 (Sanpera y Aguilar, 1984). Al igual que en el Estrecho de Gibraltar, Balaenoptera physalus representó el principal objetivo de los balleneros, aunque se registran capturas de unas pocas decenas de cachalotes cada año, así como de dos ballenas azules.

#### 7.3.1.1.3. Noroeste de la Península

La misma "Compañía Ballenera Española, S.A." de la factoría de Getares fundó cerca del cabo Finisterre la estación de Caneliñas, que trabajó cuatro temporadas a partir de noviembre de 1924. Las capturas de ballena de aleta alcanzaron un máximo de 622 en el año 1926, pero descendieron a tan sólo 198 durante la temporada siguiente. Al igual que en las otras zonas, cada año se pescaron un número reducido de cachalotes, aunque en este caso no constan otras especies. El número de barcos que trabajaron para esta factoría es difícil de estimar, ya que con frecuencia se desplazaron de esta factoría a la de Getares y viceversa (Aguirre, 1952; Sanpera y Aguilar, 1984).

Por otra parte existe constancia de que el "Rey Alfonso", que normalmente operó en el Estrecho, en 1926 se desplazó hasta Galicia, donde capturó un total de 396 ballenas de especie no identificada, de las cuales la mayoría debían ser rorcuales comunes (Sanpera y Aguilar, 1984).

Tanto las estadísticas de captura del "Rey Alfonso" como las de la factoría de Caneliñas muestran un claro aumento de las capturas en verano, lo que coincide con la situación actual.

#### 7.3.1.2. Período de descanso: 1930-1945

=====

Cuando en 1929 las compañías balleneras abandonaron las aguas españolas, las poblaciones debían hallarse a niveles mínimos. La guerra civil española contribuyó a que no se tomase iniciativa alguna, pero, cuando en 1939 una empresa noruega solicitó permiso para trabajar de nuevo en el Estrecho de Gibraltar, su gobierno se lo concedió aunque comentó que "el Estado no puede actuar de niñera de todos los que desean arriesgar su dinero en empresas dudosas". El resultado fue concluyente: tres ballenas al cabo de una temporada de trabajo de dos cazaballeneros (Tønnessen y Johnsen, 1982).

Hay que señalar, sin embargo, que el B.I.W.S. registra, en la temporada de 1933/34, una captura de 66 rorcuales comunes realizada por un buque factoría equipado con cuatro cazaballeneros en el área de Gibraltar. Las mismas estadísticas señalan una captura de más de 800 ballenas en la costa del Congo realizada por la misma expedición, por lo que la pesca en Gibraltar debió realizarse de modo oportunista y en un corto lapso de tiempo (Anónimo, 1935).

Aparte de estas dos capturas puntuales, no existen registros de otra actividad ballenera en la zona hasta 1944.

#### 7.3.1.3. La zona sur durante 1944-1954

=====

##### 7.3.1.3.1. Estrecho de Gibraltar

Aun a pesar del desastroso precedente ocurrido en años anteriores, en 1946 una compañía noruega creó en la costa norte del entonces Marruecos

español (Benzú) una factoría de despiece, posiblemente a partir del material conservado de la de Beliumex. Esta factoría, así como los barcos que la servían, cambiaron pronto de manos y se produjeron importantes variaciones operacionales en pocos años. La estación, que trabajó desde 1948 hasta 1954, nunca cosechó grandes éxitos, alcanzando un máximo de capturas totales de 140 en la temporada de 1951, de las cuales más de la mitad fueron cachalotes (Terán, 1949; Aloncle, 1964; Sanpera y Aguilar, 1984).

Una situación semejante se produjo al otro lado del canal, en la antigua factoría de Getares, que fue abierta de nuevo por la "Ballenera del Estrecho" en 1950. Las capturas alcanzaron un máximo de 134 en 1952 (de las cuales tan sólo un 30% fueron rorcuales comunes) y a media campaña de 1953 cerró sus puertas (Sanpera y Aguilar, 1984).

Ni en las estadísticas mensuales de captura de Benzú ni en las de Getares (Sanpera y Aguilar, 1984) se observan variaciones estacionales en la abundancia de Balaenoptera physalus, sino que las cifras de captura varían de modo irregular, posiblemente debido a cambios operacionales no registrados. En general la ballena de aleta no representó más de un tercio de las capturas totales de estas pesquerías, el cachalote fue la presa más abundante y hay que señalar curiosamente una cifra elevada de capturas de ballenas "sei", especie muy rara entre la captura de los años veinte en la zona. Además, esta terminología corresponde a la especie Balaenoptera borealis, pero el hecho de que en 1948, cuando Benzú estaba en manos noruegas, se registrasen ballenas de Bryde (Balaenoptera edeni) en vez de "sei" hace pensar, dada la gran similitud entre ambas especies, que haya habido confusiones en la identificación taxonómica.

De hecho, y como han discutido Aguilar et al. (1984), la temperatura del agua en la zona del Estrecho y la presencia de las dos especies en aguas relativamente cercanas, una más al norte (Balaenoptera borealis) y la otra más al sur (Balaenoptera edeni), hace sospechar que ambas especies puedan coexistir en el área y hayan podido ser objeto de captura por parte de las factorías allí asentadas.

Hay que señalar también la presencia entre la captura de Benzú de una ballena azul en 1948 y cinco en 1954 (Aloncle, 1964). El dato es curioso si tenemos en cuenta que la presencia de esta especie no ha sido nunca citada en aguas del mar Mediterráneo (Duguy et al., 1983).

### 7.3.1.3.2. Portugal

Desde 1946 hasta 1951, la "Sociedade Portuguesa da Pesca de Cetáceos" puso de nuevo en marcha su factoría de Setúbal, que trabajó con tres cazaballeneros. Las cifras de captura totales fueron semejantes a las conseguidas en el Estrecho de Gibraltar, aunque Balaenoptera physalus representó un porcentaje mayor (66% de media de todos los años de operación), alcanzando un máximo de 106 en 1948. En 1951 los desastrosos resultados de la campaña (22 capturas con tres barcos) llevaron al cierre de la factoría (Sanpera y Aguilar, 1984).

### 7.3.2. COMPOSICION DE LA CAPTURA

=====

Si partimos del supuesto de que la captura es un muestreo aleatorio de las ballenas presentes en las áreas de pesca, los resultados reflejarán la estructura de la población explotada. El desvío que normalmente introduce la selección de los ejemplares de tamaño mayor por parte del arponero no nos afecta en este caso, pues las operaciones del Estrecho se caracterizaron precisamente por una total falta de selectividad, capturándose ejemplares de reducidísimo tamaño. Hay que tener en cuenta además que junto al rorcual común se capturó un número elevado de rorcuales norteños y/o de Bryde, cuya talla máxima se acerca a las cotas inferiores de la primera especie. En varias ocasiones se han comprobado errores de identificación en las estadísticas de aquella época, lo que hace suponer que estas especies eran a menudo confundidas y capturadas de modo indistinto, ya se tratase de un adulto de Balaeoptera borealis o una cría o un joven de Balaenoptera physalus.

Por otra parte, la estructura de la población en un área dada puede depender esencialmente de tres factores: de la segregación por edades o sexos como resultado de un distinto comportamiento migratorio, de la segregación por edades o sexos debido a distintas preferencias en el habitat y del efecto de un exceso de mortalidad que hace menos abundantes los ejemplares adultos de edad más avanzada y mayor tamaño.

De las operaciones balleneras en nuestras aguas hasta la década de los cincuenta, el B.I.W.S. tan sólo da información detallada sobre tallas y sexos de la factoría de Benzú de 1950 a 1954, y de Setúbal en 1950 y 1951 (B.I.W.S., 27:43 y 48; 29:44-5 y 49; 31:44; 33:43; 35:40). Además, la Cofradía de Pescadores de Algeciras facilitó amablemente estadísticas detalladas de la pesca en Getares de 1950 a 1953. Por desgracia, sin embargo, no se dispone de series estadísticas similares para los años veinte.

Como se ha comentado con anterioridad, en algunos casos se han observado errores en la catalogación por especies de los ejemplares capturados en estas operaciones, por lo que las series estadísticas se han estudiado tan sólo considerando las tallas superiores a los 16 metros, tamaño máximo que alcanzan Balaenoptera borealis y B. edeni. Por otro lado, la parte de la distribución así eliminada es la más susceptible de verse desviada por la selectividad de pesca, por reducida que ésta sea.

Las distribuciones de frecuencias de talla para cada sexo en las costeras de Benzú y Getares han sido representadas en las figuras 7.2. y 7.3. respectivamente. Operativamente las dos series son homogéneas, pues corresponden a los mismos años y las capturas de ambas factorías se realizaban en la misma zona, esto es, en el triángulo Cabo San Vicente-Cabo Espartel-Larache (M. López com. pers. y Cofradía de Pescadores de Algeciras, estadística ballenera). No obstante, los balleneros de Benzú muestran un nivel de selección mayor que los de Getares, consiguiéndose una talla media superior en la primera.

Si estas gráficas se cotejan con los resultados de captura de la pesquería gallega moderna, puede observarse un mayor porcentaje de ejemplares jóvenes en las series del Estrecho durante los años cincuenta, tan sólo comparable a los cinco primeros años de operación en el Noroeste (ver apartado 7.4.2.). Ello puede querer decir que o bien los animales adultos escaseaban o bien la selectividad de captura era baja, aunque lo más posible es que se diese una combinación de ambos factores. De hecho, Balaenoptera physalus tiene un crecimiento rápido, alcanzando pronto la talla máxima, por lo que una sobreexplotación tan sólo se reflejaría en la distribución de tallas cuando la población alcanzase niveles mínimos

Aunque no puede descartarse una diferente estructura poblacional, los reducidos niveles de selectividad deben destacarse, pues podrían conducir



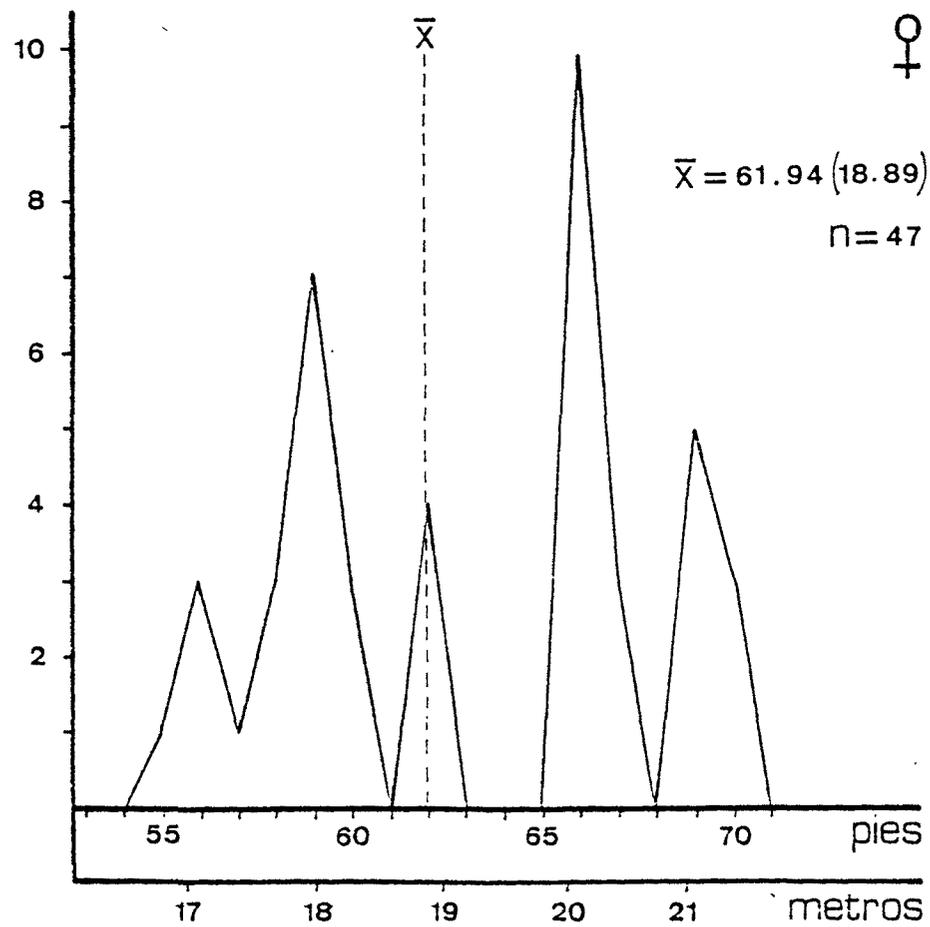
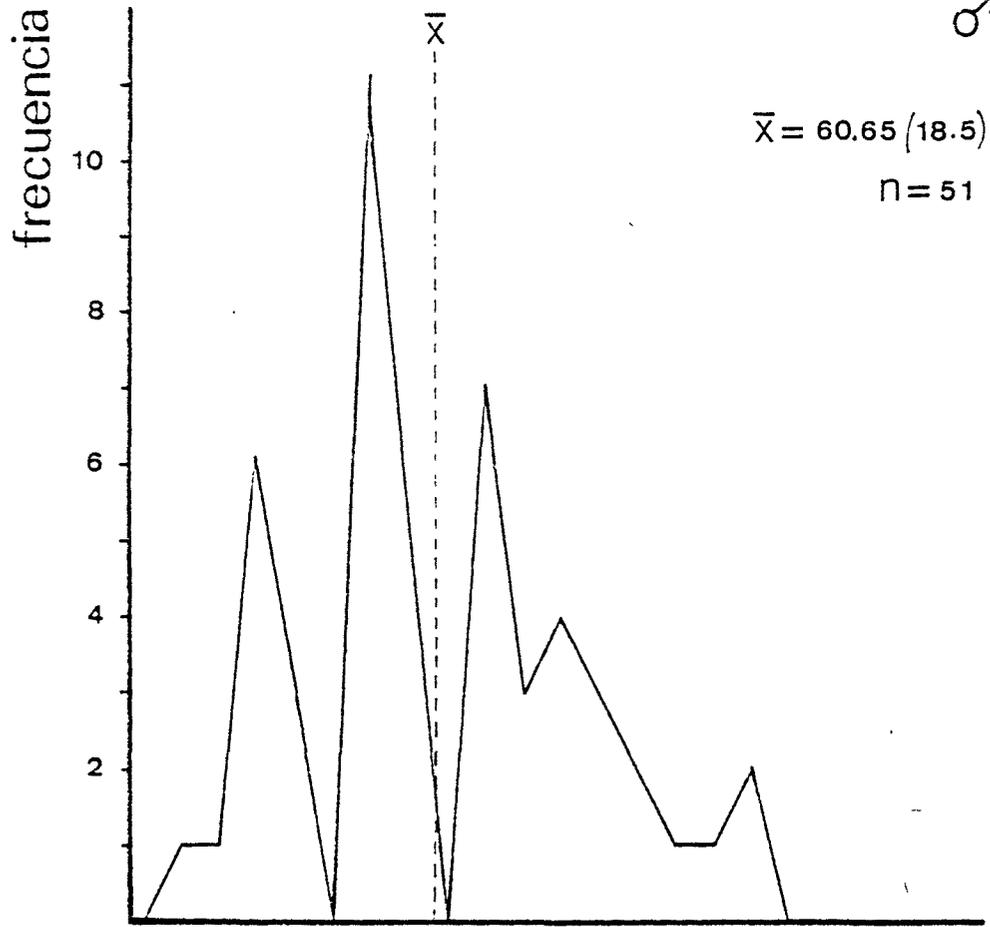


Figura 7.2.- Distribución de las frecuencias de talla en la captura de Benzú durante el período 1950-1954. (Datos de BIWS: 27: 43; 29: 44-45; 31: 44; 33: 43; 35:40).

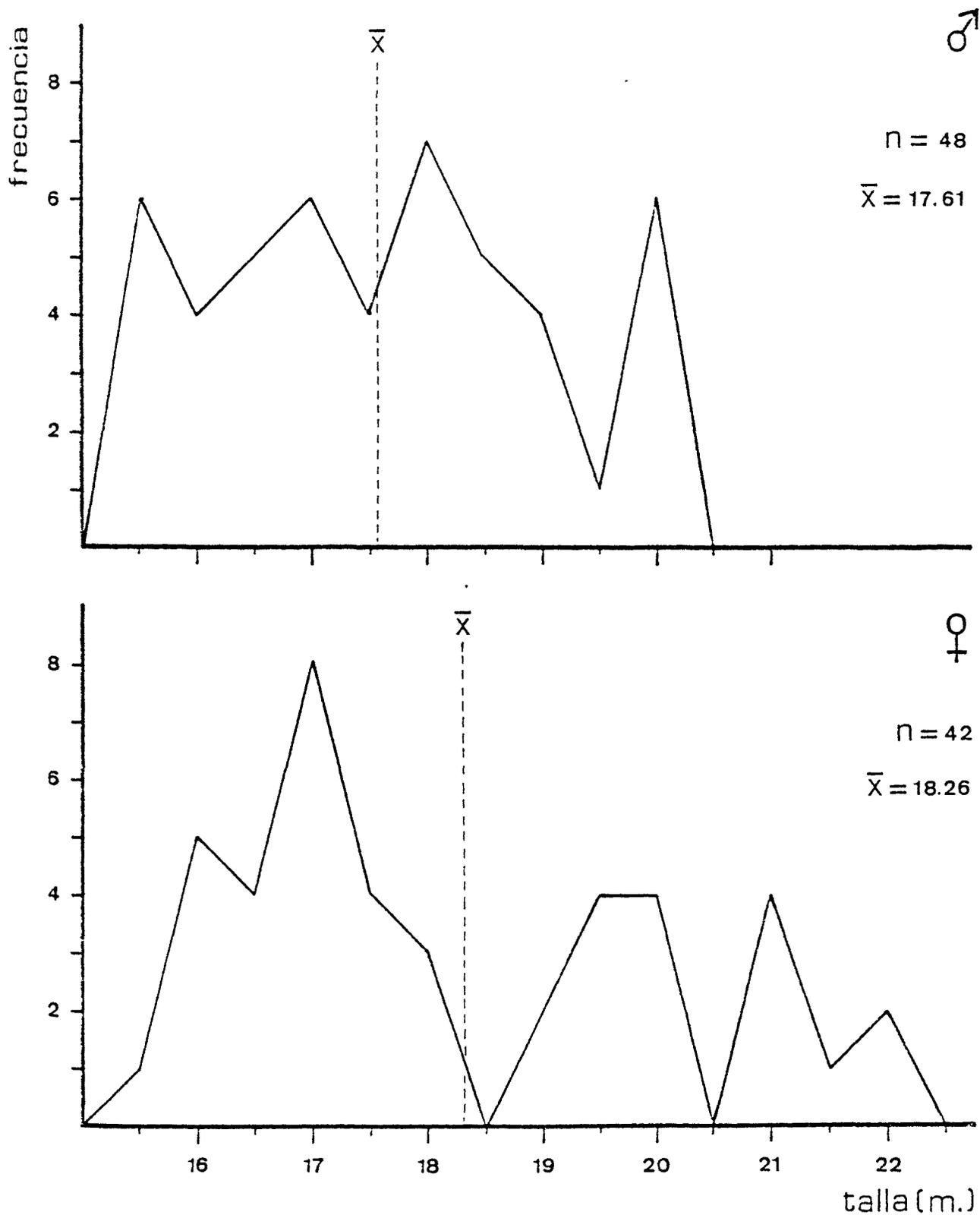


Figura 7.3.- Distribución de las frecuencias de talla en la captura de Getares durante el período 1950-1953 (Datos estadísticos de la Cofradía de Pescadores de Algeciras).

a una sobreestima de la CPUE y, con ello, a una evaluación demasiado optimista del nivel del stock en aquellos años.

La proporción de sexos es semejante, predominando ligeramente los machos en las dos operaciones (46.67% de hembras en Getares y 47.96% en Benzú). Estos valores son similares a los de la pesquería moderna del Noroeste y, aunque varios factores pueden producir este ligero desequilibrio, la causa real no está totalmente identificada (ver apartado 9).

Las series estadísticas de Setúbal de 1950-1951 no han sido estudiadas con detalle, ya que contienen información de un número muy reducido de ejemplares (B.I.W.S, 27:48; 29:49). Sin embargo, parece que el nivel de selectividad fue tan bajo como en las operaciones del Estrecho.

### 7.3.3. EVOLUCION DE LA CPUE

=====

Como veíamos en el apartado 7.3.1.1. la pesquería de los años veinte en el Estrecho de Gibraltar es un buen ejemplo de lo que no debe ser una explotación ballenera. Las fáciles ganancias de las dos primeras temporadas condujeron, en apenas ocho años, a la sobreexplotación y extinción de un recurso que podría haberse mantenido sostenible a unos niveles de explotación razonales.

La caída en picado de las capturas (i.e. de la abundancia de ballenas) es clara para todas las operaciones, tanto en el sur como en Portugal y Galicia. Sin embargo, una comparación directa de las cifras globales de captura no es posible ya que el progresivo descenso en la disponibilidad de ballenas se fue compensando con un también progresivo incremento del esfuerzo de pesca. Así, aunque en las temporadas de 1923 y 1925 se cazó un número semejante de rorcuales comunes (1080 y 1099), el despliegue logístico aumentó desde una factoría terrestre en el primer año hasta dos factorías terrestres y dos flotantes en el último.

Por otra parte, el patrón de actividad fue muy distinto en cada una de las operaciones, lo que impide una aproximación global al problema y hace necesario un estudio pormenorizado de la evolución del CPUE.

En todas estas operaciones el cachalote fue una captura secundaria, en general representando menos del 10% de las piezas cobradas (ver tabla 7.2.). La población de cachalotes, que se considera que se extiende por todo el Atlántico Norte (Aguilar, 1985) y es de gran tamaño, debió permanecer a unos niveles estables durante estos años, ya que las capturas totales efectuadas fueron reducidas en comparación con etapas anteriores y posteriores (I.W.C., 1981). Por esta razón se han calculado también los índices de CPUE para esta especie, a fin de confrontarlos con los del rorcual común. Hay que pensar, sin embargo, que la comparación es meramente indicativa, ya que pudieron existir cambios operacionales no registrados que modificasen la relación de abundancia en la captura entre una y otra especie.

#### 7.3.3.1. Estrecho de Gibraltar

=====

Las operaciones de las que se dispone de una información seriada más detallada durante los años veinte son las de la factoría ballenera de Getares. En la tabla 7.3. se expresan las estadísticas de captura y esfuerzo disponibles y, como puede verse, en 1923 y 1924 se desconocen los meses de actividad. Sin embargo, teniendo en cuenta que la abundancia de ballenas en el Estrecho era más o menos constante a lo largo del año (Jonsgard, 1966), y dado lo elevado de las cifras de captura, es razonable suponer que los barcos faenaron la mayor parte del año, posiblemente entre 8 y 12 meses, como sucede en el resto de la serie. A efectos del cómputo hemos considerado un valor central de 10 meses. En la tabla 7.3. se detallan también los valores de CPUE obtenidos tomando como índice el número de piezas cobradas por mes de actividad y barco.

Como se explica en el apartado 7.3.1.1., 1921 y 1922 fueron años de asentamiento de la operación y, en especial en el primer año, la factoría no era capaz de procesar las capturas de los dos cazaballeneros, por lo que tan sólo uno de ellos trabajaba a pleno rendimiento. Por este motivo, la serie debe considerarse, a efectos de estudio, tan sólo a partir de 1923, costera en la que se alcanzó el máximo de CPUE. A partir

Tabla 7.3.: Estadísticas e índices de captura y esfuerzo de pesca de la factoría de Getares. Los índices se han calculado a partir de la información sobre las operaciones recogida por Sanpera y Aguilar (1984).

Año	C		Cachalote	Meses de actividad	Nº barcos	Meses de barco	CPUE		
	Rorcual común	Cachalote					Rorcual común	Cachalote	
1921	323	33		8.5	2	17	19	1.9	
1922	571	29		8	2	16	35.7	1.8	
1923	1080	36		10*	2	20*	54	1.8	
1924	771	142		10*	3	30*	25.7	4.7	
1925	621	47		12	3	36	17.2	1.3	
1926	243	58		10	3/4	34 <sup>+</sup>	7.1	1.7	
1950	26	3		6	2	12	2.2	0.2	
1951	23	39		9.5	2	19	1.2	2.1	
1952	41	31		10.5	1	10.5	3.9	2.9	
1953	12	3		4	1	4	3	0.8	

(\*): Valores estimados.

(+): En 1926 trabajan 4 barcos los 4 primeros meses y tres los restantes.

de esta temporada, la caída de los índices de abundancia del rorcual común es dramática, mientras que los del cachalote se mantienen admirablemente constantes, a excepción de 1924, en que se produce un incremento puntual no explicado.

En el último año de operaciones en la década de los veinte, la CPUE de rorcual común alcanzó un valor mínimo con respecto a temporadas anteriores, de tan sólo 7.1 capturas por mes de actividad y barco. Sin embargo, cuando las factorías del Estrecho volvieron a abrirse en los años cincuenta, y aun a pesar de que se le había permitido a la población un respiro de varios años, los índices de CPUE son asombrosamente bajos en ambas factorías (ver tablas 7.3. y 7.4.).

Es posible que cambios operacionales no conocidos influyesen en el éxito de captura de los cazaballeneros, pero la diferencia es demasiado aparente y sugiere una caída en la densidad local de la especie. Por otra parte, la escasez de ballena de aleta debió impeler a la industria a dirigir su explotación hacia otras especies existentes en el área, antes despreciadas por su menor valor comercial, como son el rorcual norteño y el cachalote. Este cambio impide una comparación directa entre los índices de los distintos períodos para las otras especies objeto de captura. No obstante, los valores de la década de los cincuenta son en general superiores a los de la de los veinte, tanto en el caso del rorcual norteño como en el del cachalote.

#### 7.3.3.2. Portugal

=====

Durante los años veinte en Portugal la factoría de Setúbal trabajó durante tres temporadas a partir de 1925, operando siempre con tres barcos. Se desconoce el número de meses en que actuó la factoría en el año de su fundación, pero vamos a suponer para el cómputo que es el valor central (9.5) de las otras dos campañas.

La información existente sobre los años cuarenta y principios de los cincuenta es más fragmentaria, desconociéndose los meses de actividad en cada temporada. En la tabla 7.5. se han calculado los índices de CPUE para cada año; en el primer período las estimas se han hecho en base al número de capturas por 12 mes y barco, mientras que en el segundo tan sólo ha sido posible calcular el número de capturas por temporada

Tabla 7.4.: Estadísticas e índices de captura y esfuerzo de pesca de la factoría de Benzú en el período 1948-1953. N.C.= No calculado.

Año	C		Cachalote	Meses de actividad		Nº barcos	Meses de barcos		CPUE	
	Rorcual común	C		?	?		Rorcual común	Cachalote		
1948*	72	64	12	12	2	24	3	2.67		
1949	55	61	?	?	2	?	N.C.	N.C.		
1950	29	77	11	11	2	24	1.21	3.2		
1951	36	52	11	11	2	22	1.64	2.36		
1952	12	39	3	3	2	6	2	6.50		
1953	9	13	2.5	2.5	4	10	0.9	1.30		
1954	12	48	?	?	2	?	N.C.	N.C.		

\* En la temporada de 1948 se suman las capturas de la compañía "A/S Hektor" (Sanpera y Aguilar, 1984) a las de la "Industrial Marítima S.A." (B.I.W.S. 27: preface).

Tabla 7.5.: Estadísticas e índices de captura y esfuerzo de pesca de la factoría de Setúbal durante los años veinte y cincuenta. Índices calculados a partir de la información sobre las operaciones recogida en Sanpera y Aguilar - (1984), y B.I.W.S. 37:22.

Año	C Rorcual común	C Cachalote	Meses de actividad	Nº barcos	Meses de barco	CPUE* Rorcual común	CPUE Cachalote
1925	266	25	9.5	3	28.5	112	10.53
1926	231	47	10	3	30	92.4	18.8
1927	166	12	9	3	27	73.78	5.33
1944	38	20	?	3	?	12.67	6.67
1945	36	11	?	3	?	12	3.67
1946	42	31	?	3	?	14	10.33
1947	111	50	?	3	?	37	16.67
1948	106	35	?	3	?	35.33	11.67
1949	14	23	?	3	?	4.67	7.67
1950	34	10	?	3	?	11.33	3.33
1951	9	11	?	3	?	3	3.67

\* Captura por temporada de 12 meses y barco.

y barco.

La evolución general de la CPUE en Portugal es bastante similar a la del Estrecho: una caída rápida en los años veinte, y unos índices sustancialmente menores en el segundo período de operaciones. La captura de cachalote, sin embargo, no se diferencia mucho entre uno y otro período. Esto hace pensar que, dado que el tiempo invertido en las capturas de rorcual común fue mucho menor al reducirse el número de piezas cobradas, el tiempo por jornada disponible para el cachalote debió ser mayor. Como consecuencia, y si mantenemos la asunción de un tamaño de población de cachalote estable, parece razonable suponer que la temporada de caza debió ser algo más corta que los doce meses supuestos en el cálculo de la tabla 7.5. No obstante, una corrección en este sentido es imposible al no disponer de información sobre el patrón de actividad de los balleneros.

#### 7.3.3.3. Noroeste de la Península

=====

Como se ha dicho anteriormente, la abundancia de la ballena de aleta en las costas de Galicia no es uniforme a lo largo del año, sino que existe una moda clara en los meses de verano. Por esta razón, tan sólo serán comparables las temporadas que se desarrollen en la misma época del año.

A partir de la detallada información recogida en Anónimo (1928), podemos ver que el único período en el que existe una actividad plena en 1925, 1926 y 1927 es en el de abril-julio. La captura de un único ejemplar en agosto y septiembre de 1927 hace suponer que los barcos debieron funcionar tan sólo parcialmente en estos meses. Al parecer, en 1924 tan sólo se trabajó en los meses de noviembre y diciembre, por lo que los resultados de captura no son en absoluto comparables a los otros años de la serie. En la tabla 7.6. se expresan los resultados del cálculo de la CPUE en base a la captura por mes de actividad y barco, a partir de la información recogida en Anónimo (1928) y Sanpera y Aguilar (1984).

Tabla 7.6.: Estadísticas e índices de captura y esfuerzo de pesca de la factoría de Caneliñas en el período 1925-1927. Datos únicamente referidos a la temporada de abril a julio, a partir de las estadísticas de Anónimo (1928) y Sanpera y Aguilar (1984).

Año	C		Meses de actividad	Nº barcos	Meses de barco	CPUE	
	Rorcual común	Cachalote				Rorcual común	Cachalote
1925	203	9	4	2/3	11	18.45	0.82
1926	372	2	4	4	16	23.25	0.12
1927	181	44	4	5	20	9.05	2.2

Al haber funcionado la factoría de Caneliñas tan sólo durante tres temporadas, la evolución de la CPUE no nos ofrece demasiada información. 1925 fue un año de asentamiento de la operación, por lo que es lógico que el éxito de captura se eleve ligeramente el año siguiente. La caída de la CPUE de 1926 y 1927 es brusca, pero razonable si tenemos en cuenta la situación de la población a un nivel global. Como en las otras zonas, la escasez de Balaenoptera physalus se compensó con una mayor captura secundaria de cachalotes.

#### 7.3.4. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA SITUACION DE LA POBLACION EN

##### LA PRIMERA MITAD DE SIGLO

La utilización de la información estadística sobre las operaciones balleneras de la primera mitad de siglo para la obtención de los tamaños de población virginal del rorcual común en aguas ibéricas ha sido objeto de repetidas controversias, principalmente debido a la falta de detalle en la propia base estadística y a la incertidumbre en muchos parámetros operacionales (IWC, 1977; 1981 b; 1982; 1983).

Una de las objeciones principales a la utilización de estas series ha sido que tan sólo las del Estrecho permitían una estima poblacional fiable y se dudaba sobre si las ballenas pescadas en esta zona correspondían al mismo stock que las explotadas desde las factorías gallegas. La imperfección en las estadísticas contribuía a dificultar la observación de similitudes en las tendencias de la CPUE en las distintas áreas y producía una gran inseguridad en la extrapolación de los resultados.

Sin embargo, las recientes revisiones de las fuentes estadísticas realizadas por Rorvik (1982) y Sanpera y Aguilar (1984) han arrojado mucha luz sobre el tema y han permitido finalmente las estimas de los índices de CPUE realizadas en anteriores apartados. En la figura 7.4. se ha representado la evolución de la CPUE en todas aquellas operaciones de las que se dispone de datos suficientes, tomando como unidad de esfuerzo

el mes de actividad y barco.

Esta gráfica evidencia unas tendencias en los índices de abundancia bastante claras. En primer lugar, la dramática caída de CPUE de los años veinte se da en las tres zonas de operación: el Estrecho de Gibraltar, Portugal y Galicia, aunque parece haber un ligero desfase de sur a norte, aproximadamente de algo más de un año entre una y otra zona. Esto es razonable si pensamos en la distancia entre las áreas de pesca, que posiblemente condiciona el que la dispersión de los individuos que componen la población no sea un proceso inmediato sino que sea necesario cierto tiempo para lograr una repartición homogénea en el área total de ocupación. Es decir, que la mayor presión de pesca en la zona del Estrecho produciría un descenso en la abundancia local que iría siendo compensado poco a poco por ballenas procedentes de otras áreas.

La similitud entre las pendientes de CPUE de las factorías de Caneliñas (Galicia) y Getares (Estrecho de Gibraltar) es altamente significativa e indica que ambas pesquerías explotaban la misma población, por lo que las estimas de tamaño poblacional que puedan derivarse de la base estadística de una cualquiera de las zonas de pesca será extrapolable al resto.

Otra observación de gran interés que se desprende de la figura 7.4. es la diferencia de magnitud de la CPUE entre los años veinte y los cuarenta-cincuenta. Aun a pesar de que a la población se le dió un respiro entre un período de explotación y otro, los niveles de captura son aproximadamente un tercio cuando las factorías reinician sus operaciones que cuando las abandonaron casi veinte años antes. Esto podría sugerir que la población, aun a pesar de no haber sido explotada, no sólo no aumentó sino que se redujo a una tercera parte.

Sin embargo, esto parece bastante lógico y hay que tener en cuenta que, dejando aparte la influencia de posibles cambios operacionales, las estadísticas del segundo período corresponden tan sólo a la zona sur, por lo que tienen una representatividad limitada. Las estadísticas de CPUE examinadas hasta el momento no son suficientes para explicar los cambios poblacionales que condicionan esta peculiar evolución de los índices, por lo que esta cuestión se examina con mayor detalle en el apartado 7.5. combinando información complementaria.

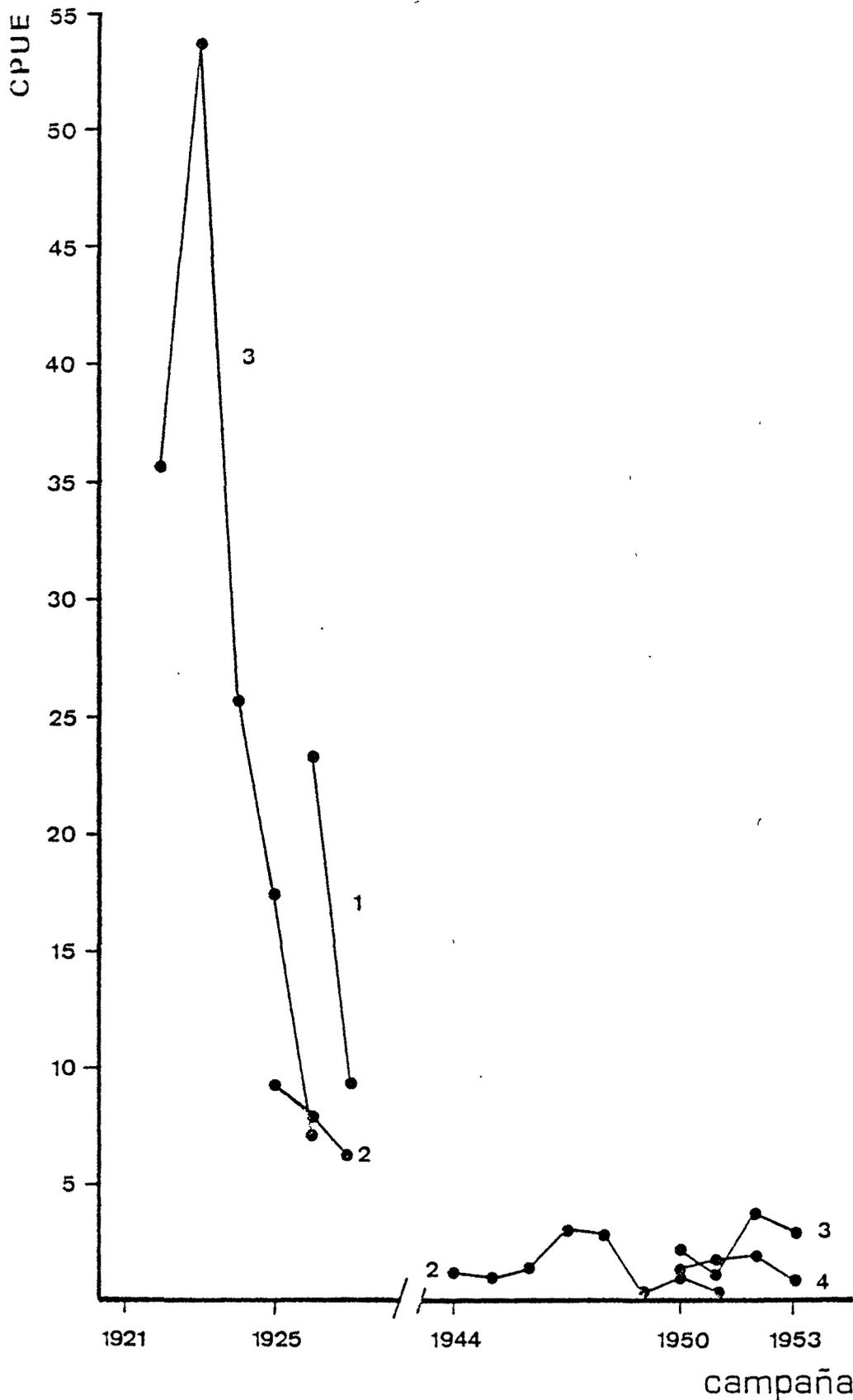


Figura 7.4.- Evolución de los índices de CPUE (captura por mes de campaña y barco) para las operaciones de la primera mitad de siglo. El primer año en cada serie no ha sido representado por considerarse de asentamiento.

1=Caneliñas 2=Setúbal 3=Getares 4=Benzú

## 7.4. LA SEGUNDA MITAD DE SIGLO

=====

### 7.4.1. DESARROLLO DE LAS OPERACIONES

=====

#### 7.4.1.1. La pesca legal

=====

El desarrollo de las operaciones balleneras modernas en el noroeste de la Península (1951-1984) ha sido objeto de varios estudios por parte de Aguilar y Lens (1981), Aguilar y Sanpera (1982), Aguilar, Sanpera y Grau (1982) y Aguilar, Grau y Recasens (1984) y nos remitiremos a estos trabajos cuando se desee un mayor detalle en la información.

En las costas de Galicia durante este período, la primera factoría que desarrolló operaciones fue la de Caneliñas, que se construyó aprovechando los antiguos asentamientos de la estación noruega de los años veinte en aquella localidad. A pesar de que fue abierta en 1951, aquel año tan sólo se capturó una ballena en el mes de noviembre, a fin de probar la técnica de despiece. En 1952 la factoría, equipada con dos cazaballeneros (el Temerario y el Caneliñas) ya trabajó a pleno rendimiento capturando un número considerable de cetáceos, principalmente cachalotes.

En 1955 y aprovechando el material de Benzú se creó la factoría de Balea en Cangas de Morrazo, situada en la ría de Vigo. Esta estación, de capacidad para procesar cetáceos algo menor que la de Caneliñas, fue equipada inicialmente con un único barco, el Lobeiro.

Posteriormente, y utilizando esta vez el material procedente de la estación de Getares, se construyó la factoría de Morás, situada en la bahía de San Ciprián. Esta estación operó desde 1965 hasta 1975, año en que tuvo que cerrar al ser los terrenos que ocupaba necesarios para la construcción de una importante fábrica de transformación de aluminio. Para la factoría de Morás trabajaron dos cazaballeneros, también procedentes de Algeciras: el Carrumeiro y el Antoñito Vera, que cambió entonces su nom-

bre por el de Cabo Morás; a partir de 1976 estos dos barcos comenzaron a trabajar, junto al Lobeiro, el Caneliñas y el Temerario, de modo indistinto para las dos factorías restantes (Caneliñas y Balea).

Poco después la compañía ballenera (IBSA) decidió renovar su flota, compuesta en su totalidad por barcos muy viejos (el Caneliñas, el Temerario y el Cabo Morás, los más anticuados, habían sido construidos entre 1928 y 1929 y habían trabajado casi sin interrupción desde entonces en distintas áreas). Por ello a lo largo de la temporada de 1978 entraron en funcionamiento los cazaballeneros de la serie IBSA ( I, II y III), de mayor desplazamiento y potencia que los antiguos y, desde luego, más modernos.

Sin embargo, el cese de la captura de cachalote en 1980 y la reducción de las cuotas de captura de rorcual común condujeron al cierre de la factoría de Balea en 1983, por lo que la única estación que opera en la actualidad es la de Caneliñas.

Como ya se ha visto, en las operaciones de los años veinte en el noroeste de la Península las capturas mayores se producían en los meses de verano (Jonsgard, 1966) y algo semejante sucede durante la pesquería moderna en la misma área. Las migraciones secuenciales del rorcual común y el cachalote producen un claro máximo de abundancia en las zonas de captura durante julio y agosto y las condiciones climatológicas son óptimas también en esta época, todo lo que hace que el éxito de captura sea netamente superior (ver apartado 4).

Desde el comienzo hasta el principio de la década de los setenta, el cachalote fue el objetivo principal de la explotación, representando un 70% del total de las capturas. El resto estuvo compuesto en su mayoría por rorcuales comunes (26%) y un número reducido de rorcuales norteños, ballenas azules y yubartas (Aguilar y Sanpera, 1982).

A partir de los setenta, por el contrario, se produjo un cambio en el interés comercial por estas especies y la ballena de aleta fue desplazando paulatinamente al cachalote como objetivo principal. En 1979, Balaenoptera physalus ya representó más del 80% de la captura y, al año siguiente,

se decidió abandonar temporalmente la caza de cachalote poco después de haber iniciado la costera. Desde entonces hasta nuestros días, el rorcual común ha sido la única especie explotada por la industria ballenera.

#### 7.4.1.2. La pesca "pirata"

=====

La gestión demasiado optimista de los recursos balleneros por parte de la Comisión Ballenera Internacional condujo a que en los años setenta se produjera una crisis en muchos de los bancos de pesca. Las especies que ofrecían un mayor interés comercial, como la ballena azul, la de aleta o la yubarta, habían visto reducidas sus poblaciones en la mayor parte de áreas hasta niveles mínimos, y la Comisión se había visto obligada a prohibir su caza. En el resto de bancos donde las operaciones eran todavía viables la experiencia pasada aconsejó extremar las precauciones, reduciendo las cuotas de captura y haciendo cada vez la reglamentación de pesca más restrictiva.

La escasez de productos balleneros, debida al efecto aditivo de la reducción del recurso y del reforzamiento de la reglamentación, motivó que aparecieran operaciones balleneras especialmente hechas para escapar al control de la Comisión Ballenera Internacional. Así, se armaron barcos de tonelaje medio con capacidad para actuar como factorías flotantes, pero también con rapidez y agilidad suficientes para cazar ellos mismos los cetáceos.

En general, estos barcos llevaron la bandera de conveniencia, se desplazaron de un área a otra evitando tener un puerto base fijo y, desde luego, no acostumbraron a facilitar información sobre sus actividades, por todo lo cual se les ha venido conociendo bajo la denominación de "balleneros piratas".

En las aguas cercanas a la Península Ibérica tan sólo se tiene conocimiento de que haya habido operaciones de esta categoría en 1978 y 1979. No obstante, las cifras de captura parecen suficientemente elevadas como para merecer un examen con cierto detalle.

el primer barco "pirata" que apareció en aguas españolas fue el "Sierra", un antiguo cazaballenero holandés que había trabajado en la Antártida y que en 1967 fue convertido en buque mixto capaz a la vez de capturar ballenas y de procesarlas. Al sufrir su transformación el barco cambió su antigua denominación (An No.4) por la de "RUN" y se abanderó en las Bahamas, con propietarios teóricamente residentes en Sud Africa. En 1973 cambió su bandera por la de Somalia y tomo el nombre de "SIERRA". En 1976 volvió a cambiar su bandera, registrándose esta vez en Chipre. Mientras tanto, sus propietarios fueron también desplazándose de Sud Africa a Las Palmas de Gran Canaria y luego a Liechtenstein (Van Note, 1979).

Una vez transformado el Sierra trabajó, como mínimo, en aguas de Sud Africa, Angola, Nigeria, Senegal y Costa de Marfil. En 1977, al declarar estos países su soberanía pesquera sobre las 200 millas, el barco se desplazó hacia el norte y posiblemente faenó en las proximidades de las islas Canarias y Gibraltar. Sin embargo, en esta nueva zona de operaciones la ballena más abundante era el rorcual común, especie de tamaño mucho mayor que la pequeña ballena de Bryde, presa habitual del Sierra en aguas africanas, y la plataforma de despiece del ballenero se demostró demasiado reducida para poder trabajar.

Por este motivo, a principios de 1978 se le unió el Tonna, un barco mixto de características semejantes al Sierra pero mayor capacidad para el procesamiento, abanderado en las Antillas Holandesas.

Juntos trabajaron la primera parte del año en aguas de Senegal, donde capturaron 102 ballenas en 42 días de trabajo. A continuación volvieron a las islas Canarias y de allí se desplazaron a la costa de Portugal y faenaron de modo continuo en estas aguas, desembarcando su producto en distintos puntos de la Península o las Canarias.

En julio de 1978, y por efecto del exceso de carga al subir a bordo una ballena de más de veinte metros, el Tonna escoró y se hundió. El Sierra continuó trabajando en solitario en la misma zona, hasta que el Cape Fisher (Astrid), otro barco procesador esta vez registrado en Panamá, se le unió. Finalmente, en julio de 1979, el Sierra fue abordado intencionalmente por un buque ecologista y tuvo finalmente que ser desguazado.

A partir de entonces el Cape Fisher desapareció de la zona, desconociéndose su actual paradero.

Por la localización de los puertos de descarga (ver tabla 7.7.), parece que la flota pirata se desplazaba de norte a sur según fuese verano o invierno (van Note, 1979). Según P. Best (com. pers.) desde junio hasta noviembre trabajaban frente a las costas del norte de la Península (ver figura 7.5.), donde capturaban ballenas de aleta y, a veces, alguna azul. En una ocasión en que se pudo conocer el detalle de la captura realizada en la zona norte (el desembarco fue a principios de diciembre), el Sierra había cazado 55 ballenas de aleta, 2 yubartas y 1 ballena azul. Por el contrario, cuando el Sierra trabajaba en la zona sur, se dedicaba a capturar ballenas de Bryde o rorcuales nortefios.

En la tabla 7.7. se detalla la información disponible sobre los desembarcos de carne del Sierra en 1978 y 1979, extraídos de van Note (1979). Por otra parte, según P. Best (com. pers.) las capturas de la flota pirata en 1978 habrían sido de:

	<u>Ballenas azules</u>	<u>Ballenas de aleta</u>	<u>Ballenas de Bryde</u>
Sierra	2	168	500
Tonna	1	40	-

Si ambas informaciones son exactas, y suponemos que las descargas a partir del 15 de septiembre (Oporto) corresponden en su totalidad a las ballenas de aleta y azules de la zona norte, combinando la información de ambos buques el rendimiento en carne por pieza cobrada en 1978 se sitúa en 7.34 Tm. Esta cifra es bastante razonable para una operación de este tipo, posiblemente poco eficiente en la extracción de productos.

Como el Tonna se hundió el 22 de julio de 1978, en 1979 tan sólo trabajó el Sierra. Si asumimos un rendimiento por ejemplar despiezado y una composición de la captura semejante al año anterior, a este último barco se le puede atribuir una captura en la zona norte (a partir del desembarco del 23 de mayo en Oporto) de 176 ballenas de aleta y 2 azules durante 1979.

Tabla 7.7. Información de los desembarcos de carne del Sierra en el Atlántico norte durante 1978 y 1979 (información extraída de Van Note, 1979).

<u>Fecha</u>	<u>Lugar</u>	<u>Cantidad</u>
18.8.1978	Las Palmas (I. Canarias)	230 Tm
15.9.1978	Oporto (Portugal)	289 Tm
15. 11.1978	(?) Oporto (Portugal)	600 Tm
9.12.1978	Las Palmas (I. Canarias)	210 Tm
17.3.1979	Las Palmas (I. Canarias)	180 Tm
23.5.1979	Oporto (Portugal)	324 Tm
? .7.1979	Huelva (España)	554 Tm
? .10.1979	Leixoes (Portugal)	250 Tm

En 1978 hay que añadir, además, 450 Tm de productos de ballena que llevaba el Tonna en el momento de su hundimiento (22.7.1978).

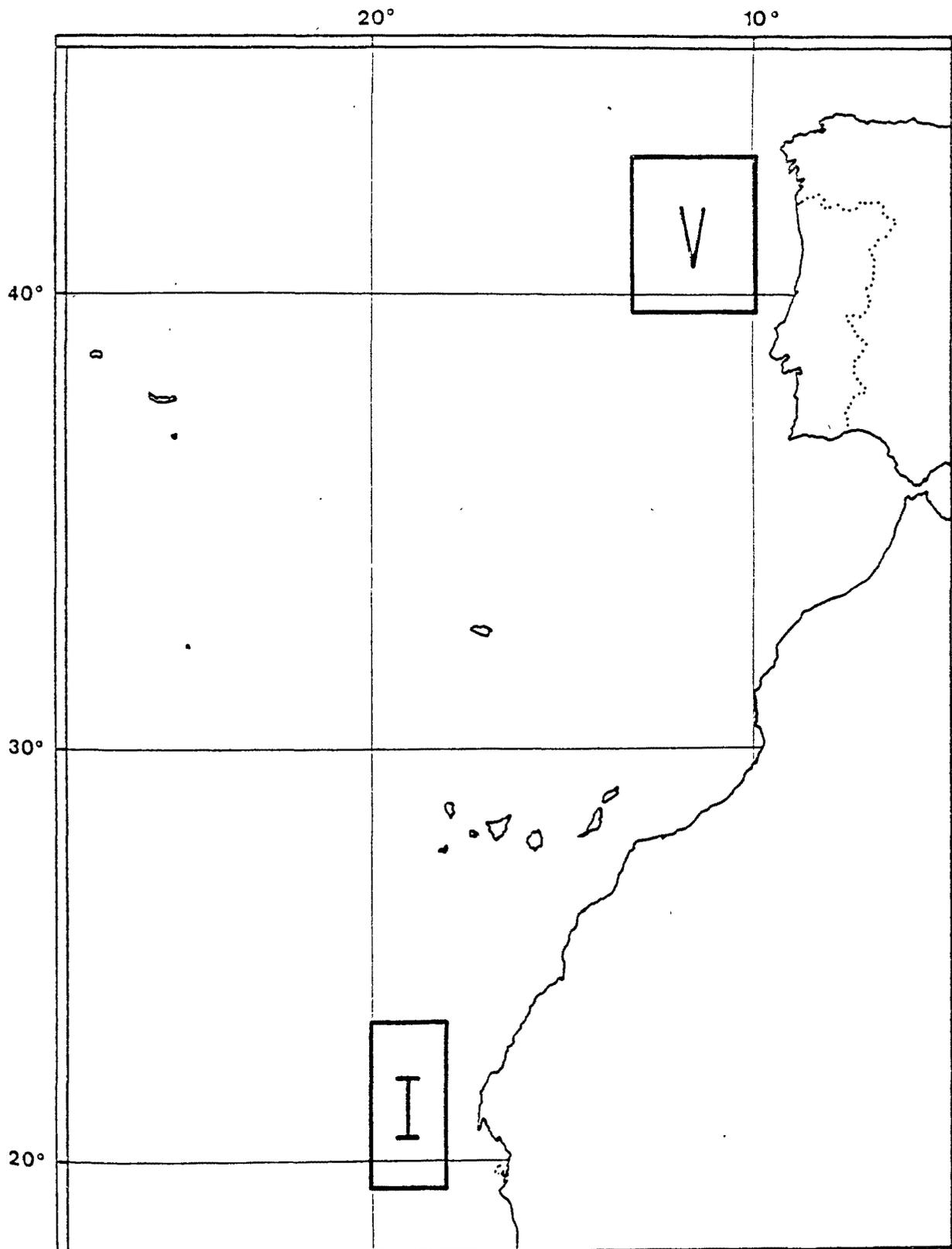


Figura 7.5.a.- Localización de las áreas de captura de verano (V) e invierno (I) del "Sierra" y el "Tonna".

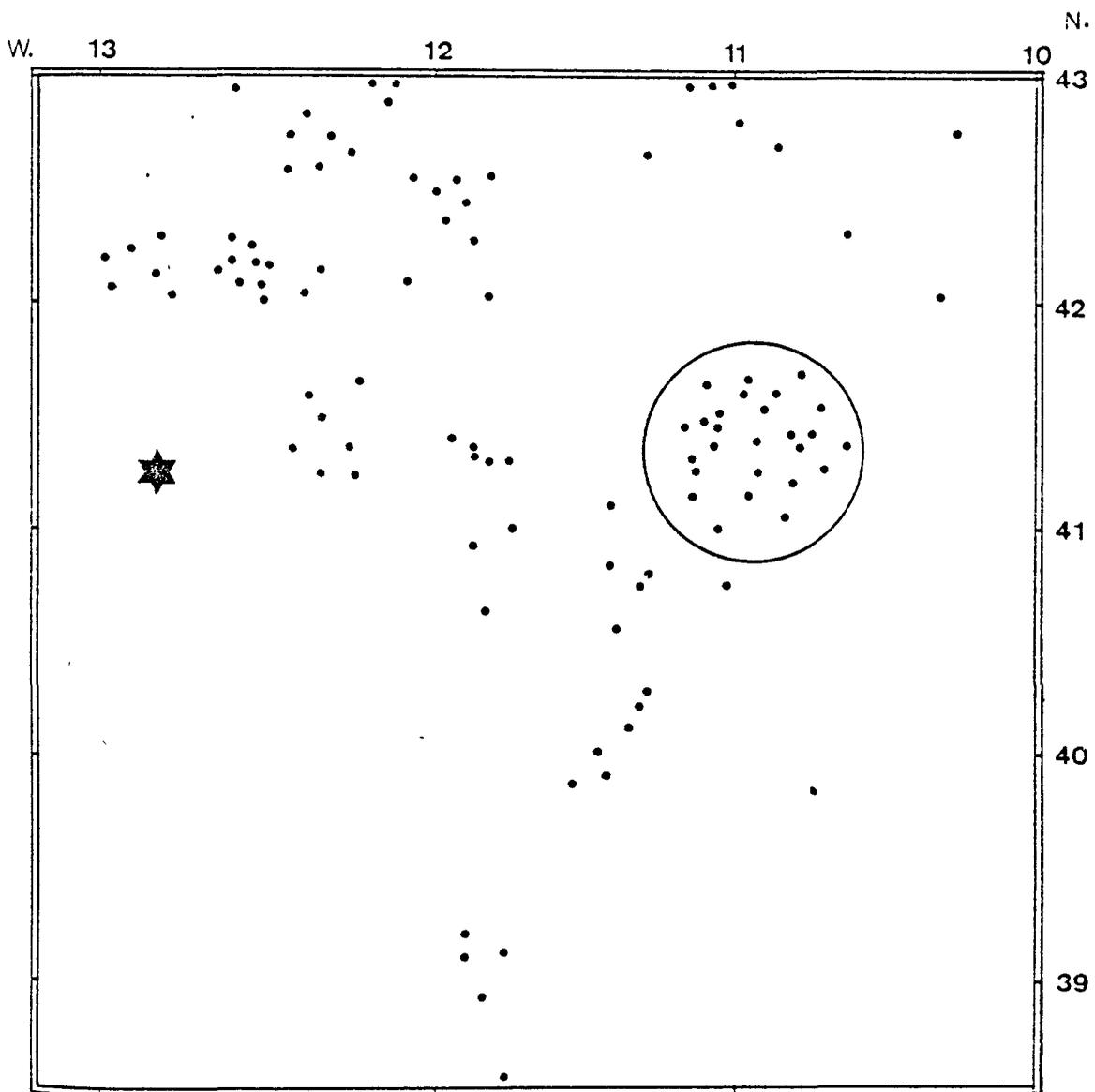


Figura 7.5.b.- Localización de las capturas de ballena de aleta del "Sierra" en 1978; (★) : Situación del hundimiento del "Tonna" (22.7.78).

#### 7.4.2. COMPOSICION DE LA CAPTURA

=====

La base estadística de la pesquería moderna fue inicialmente facilitada al B.I.W.S. y posteriormente transferida al I.W.C. El material es bastante detallado y ha sido objeto de estudios anteriores, principalmente por parte de Aguilar y Sanpera (1982).

Aunque las operaciones comenzaron a pleno rendimiento en 1952, la serie estadística se inicia en 1957. Por otra parte, en los primeros años la información no siempre es completa y ciertos datos de importancia, como el sexo del ejemplar capturado, faltan con frecuencia.

En la figura 7.6. se ha representado la evolución de las tallas medias de los ejemplares capturados cada año. Como puede verse, especialmente en las hembras, entre 1965 y 1977 se produce un paulatino incremento de la talla media. Este fenómeno es bastante difícil de explicar y sus posibles causas se examinan con detalle más adelante (apartado 9).

Por el contrario, la caída brusca que ocurre entre 1977 y 1980 y la también brusca alza de las tallas medias a partir de esta temporada hasta 1984 son fácilmente explicadas por cambios operacionales. Así, entre 1977 y 1980 fue cuando la compañía ballenera definitivamente abandonó el cachalote, centrando su interés en el rorcual común y reduciendo su nivel de selección a fin de aumentar el nivel de capturas sin tener que elevar de modo proporcional el esfuerzo de pesca. En 1980, año en que se alcanza una talla media menor para ambos sexos, un único cazaballenero faenó durante parte de la temporada y su selectividad fue mínima a fin de mantener las dos factorías en operación. A partir de esta costera, sin embargo, la reglamentación restrictiva en cuanto a tallas mínimas de la I.W.C. comenzó a aplicarse y los niveles de selección de pesca fueron en alza, especialmente cuando las cuotas de captura se redujeron y la industria necesitó extraer el máximo rendimiento de cada pieza cobrada.

Al representar la distribución de frecuencias de talla en períodos de 5 en 5 años, excepto de 1957 a 1965 en que se han agrupado 8 temporadas debido a las lagunas existentes en los primeros años de la serie, puede verse que el peso de la explotación se fue dirigiendo poco a poco a ani-

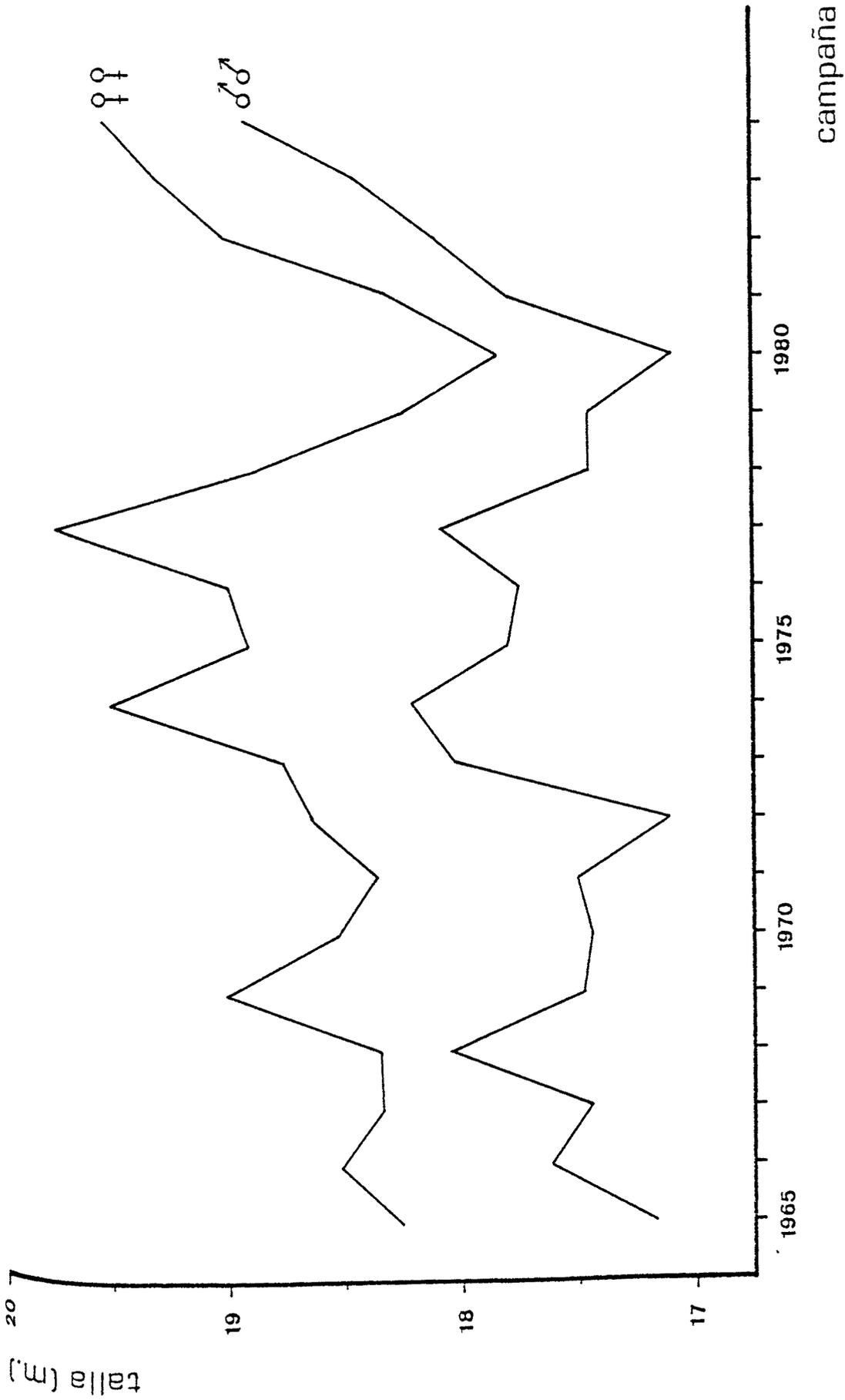


Figura 7.6.- Evolución de las tallas medias de las ballenas de aleta capturadas.

males de talla superior, aunque manteniendo siempre una captura de ejemplares de reducido tamaño (ver figuras 7.7.a y 7.7.b).

Por otra parte la relación de sexos en la captura siempre ha sido favorable para el macho, que ha venido casi siempre representando entre el 50 y el 60% de las ballenas capturadas, al igual que sucedía en la pesquería del Estrecho de Gibraltar (ver figura 7.8.).

#### 7.4.3. EVOLUCIÓN DE LA CPUE

=====

##### 7.4.3.1. La CPUE en la pesquería multiespecífica (1957-1979)

=====

Los primeros intentos de obtener índices de abundancia para la moderna pesquería multiespecífica fueron realizados por Aguilar y Lens (1981), que calcularon la CPUE global de la flota introduciendo tan solo correcciones por los cambios de tonelaje de los buques implicados en las operaciones. La medida de esfuerzo utilizada fue el día de trabajo de cazaballenero (DT), que se estableció de un modo aproximado a partir de las fechas de inicio y término de la campaña ballenera, y descontando un supuesto número de jornadas inactivas por mes.

Esta primera medida de esfuerzo era muy grosera y presentaba además algunos problemas adicionales, como el no tener en cuenta las variaciones en el momento migratorio en que se desarrollaban las campañas, o en la selectividad de captura, que se vio especialmente modificada en los últimos años de la serie. Además, las únicas correcciones del esfuerzo que se realizaron al incorporarse nuevos cazaballeneros fueron de tonelaje, pero no se tuvo en cuenta que la potencia de máquina variaba de modo no proporcional a éste. Según Allen (1980) el tonelaje podría influir de modo aproximadamente lineal en el éxito de captura en explotaciones pelágicas, pero en las costeras la potencia de máquina sería un factor más determinante. Los problemas asociados con un ajuste de este tipo han sido discutidos por Holt (1982) y aquí nos limitaremos a considerar que la distorsión producida por la introducción de buques de características muy distintas en cuanto a tonelaje y potencia - y en definitiva en eficacia - impide un cálculo global de la CPUE para toda la flota.

Por este motivo se ha considerado que las únicas estimas posibles debían derivarse de los resultados individuales de captura de cada cazaballenero, como máximo, combinando buques de idénticas características y pauta de operación.

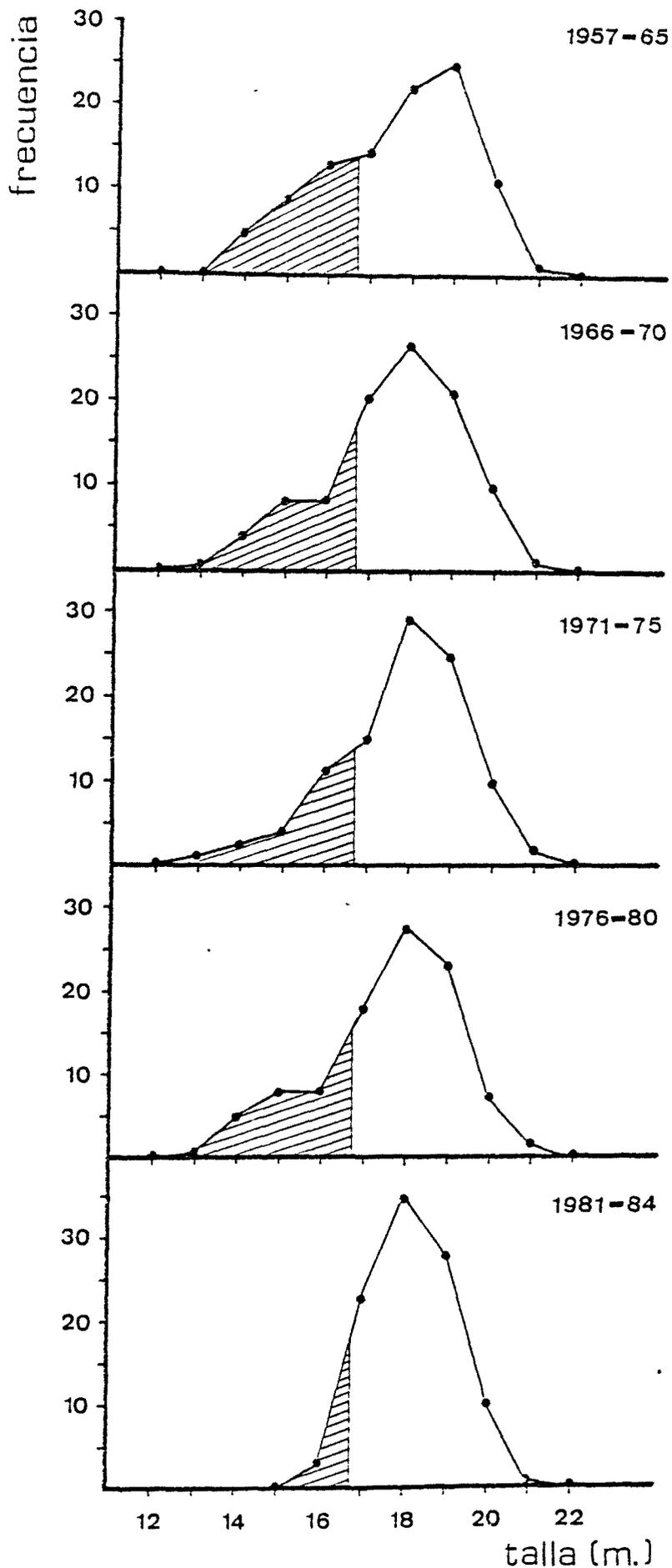


Figura 7.7.a.- Distribución de frecuencias de talla de los machos de rorcuál común capturados en períodos de tiempo sucesivos. El rallado corresponde a los ejemplares de talla inferior a 16.8 m.

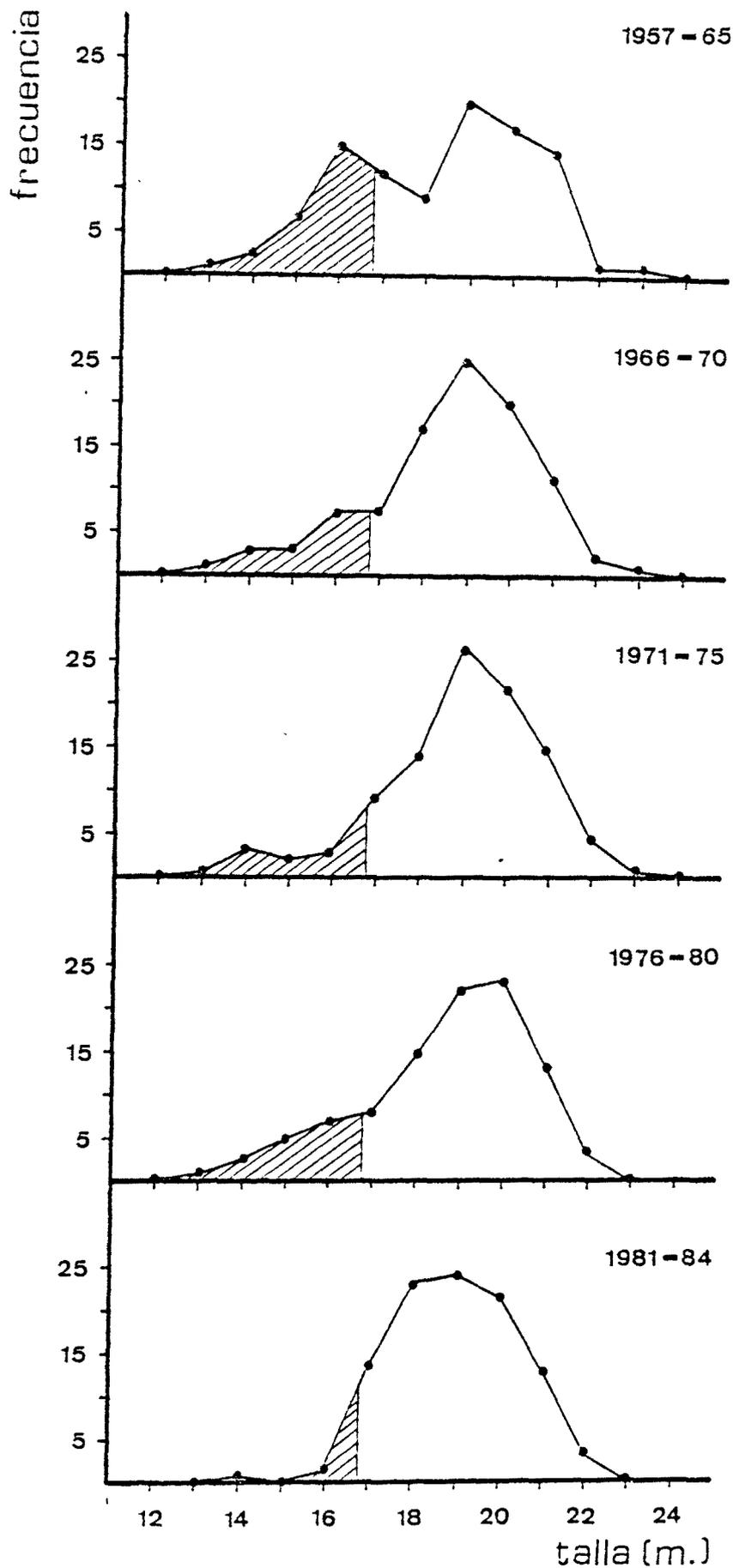


Figura 7.7.b.- Distribución de frecuencias de talla de las hembras de rorcual común capturadas en períodos de tiempo sucesivos. El rallado corresponde a los ejemplares de talla inferior a 16.8 m.

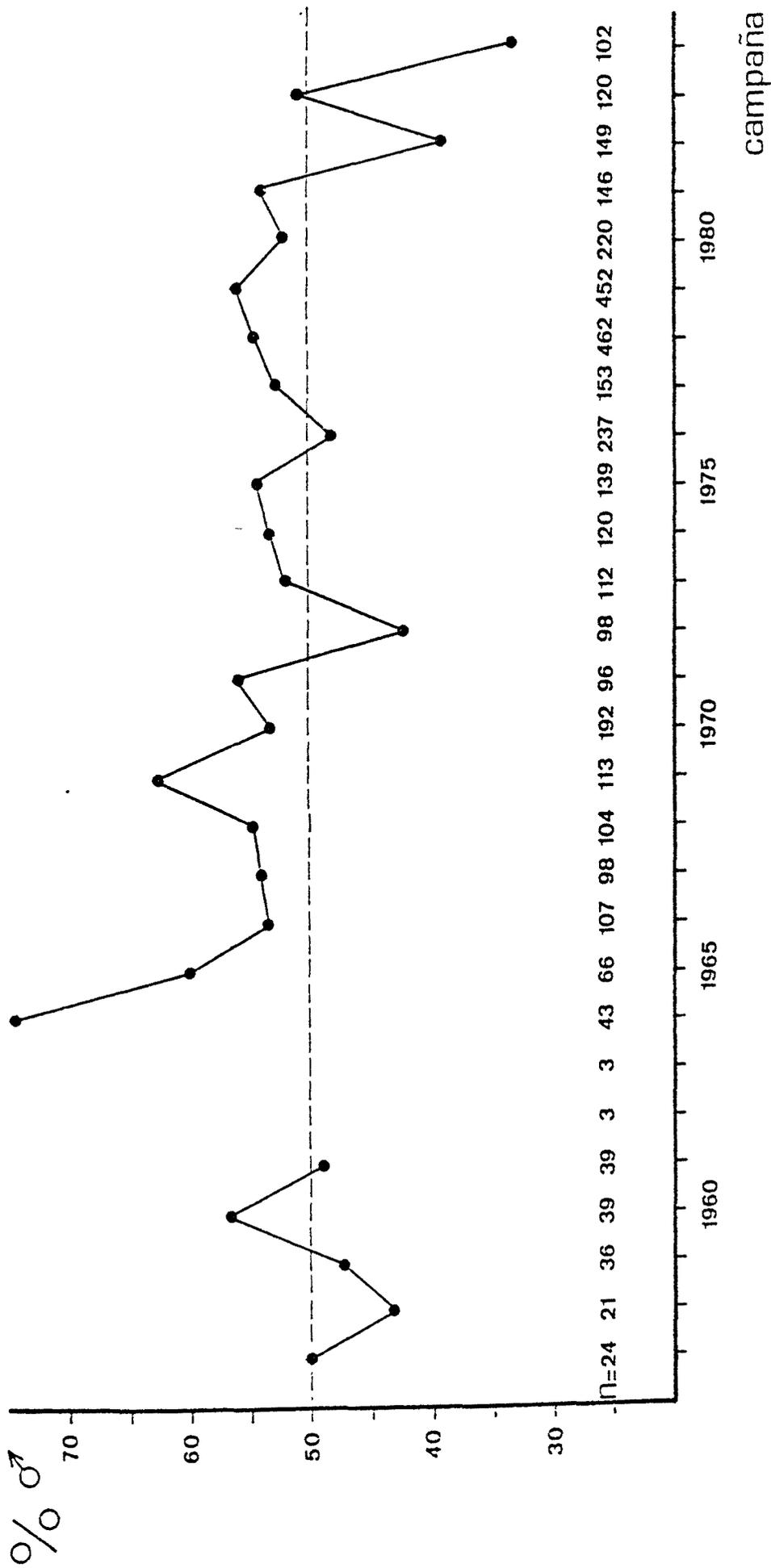


Figura 7.8.- Evolución de la proporción de sexos en la captura, expresada como porcentaje de machos sobre el total. Tan solo se han representado las campañas en las que el número de ballenas sexadas fue superior a diez.

#### 7.4.3.1.1. Desarrollo de las operaciones

En las operaciones multiespecíficas en el norte de la Península Ibérica la duración de la jornada de caza ha dependido esencialmente de la duración de la luz solar y variado según la temporada del año, aunque puede considerarse un promedio de doce horas por día de luz hábil como un valor adecuado.

Las ballenas son avistadas por vigías situados en una cofa dispuesta a unos 19 metros sobre el nivel del mar y no se utilizan binoculares más que para la confirmación o identificación de los avistamientos. A pesar de que los cazaballeneros de la serie IBSA iban originalmente equipados con Asdic, este equipo no ha sido nunca puesto en funcionamiento por la compañía española. En estas condiciones el alcance de avistamiento es de unas 5 millas, aunque puede reducirse considerablemente si las condiciones de transparencia de la atmósfera son deficientes.

Es frecuente que los cazaballeneros trabajen próximos unos de otros, ya que en cada momento suelen situarse en las aguas de mayor abundancia de ballenas. Sin embargo, la cooperación entre distintos barcos en las operaciones de avistamiento, persecución o caza es rara, sobre todo debido a la competitividad entre las tripulaciones y al régimen individual de primas por pieza capturada.

En un principio se utilizó arpón de cabeza explosiva o "caliente", aunque pronto se desestimó éste y se comenzó a utilizar el arpón "frío", que producía menores desperfectos en la carne. A partir de 1980, al entrar en vigor la reglamentación de la Comisión Ballenera Internacional (CBI), se volvió de nuevo al uso del arpón explosivo. El efecto de uno u otro tipo de arpón en el tiempo invertido en la caza de una ballena (Tc) es difícil de precisar; sin embargo, el arpón "caliente" acelera la muerte del animal e incrementa el número de ejemplares muertos con un solo arponazo, por lo que reduce sin duda alguna el Tc. No obstante, al no disponer de datos comparativos, no ha sido posible introducir corrección alguna al respecto.

Una vez se ha capturado una primera ballena, el barco puede optar entre ballizarla y abandonarla momentáneamente o abarloarla a su costado y pro-

seguir la captura de otros ejemplares en estas condiciones. La decisión, en un sentido o en otro, depende de varios factores, pero esencialmente de si el cazaballenero va a dirigirse o no a puerto con la pieza cobrada de un modo más o menos inmediato.

El hecho de que unas veces la ballena se abarloe y otras se balice no afecta, sin embargo, en modo sustancial a la distribución de los tiempos de operación. Por un lado, el tiempo de manipulación ( $T_m$ ) no es muy distinto en uno u otro caso; por otro, la capacidad de acción del cazaballenero no se ve especialmente afectada por el hecho de llevar una ballena a remolque ya que, como veremos más adelante, el  $T_c$  medio de las primeras y de las segundas ballenas capturadas en un mismo día no se diferencia más que en unos pocos segundos.

De cualquier modo, y a menos que se haya alcanzado el número límite de ballenas procesables por las factorías en una jornada - lo que raramente sucede -, el cazaballenero prosigue la caza normalmente. No es sino al llegar el crepúsculo cuando los barcos abandonan las áreas de pesca y se dirigen a las factorías arrastrando los ejemplares capturados. El número de barcos que debe entrar en puerto depende del número de piezas cobradas, del número de factorías en funcionamiento y de la proximidad entre los cazaballeneros, pues, siempre que sea factible, las ballenas se pasan de un barco a otro a fin de reducir el número de viajes a las factorías.

Aparte de suponer un gasto importante, el viaje de un cazaballenero supone unas horas de tránsito fuera de las áreas de captura. Siempre que exista la posibilidad, estos tránsitos se realizan durante la noche, a fin de aprovechar al máximo las horas de luz en las zonas de mayor abundancia de ballenas. Sin embargo, esto depende esencialmente de la distancia de las áreas de captura a las factorías y de la velocidad que puedan desarrollar los barcos mientras remolcan las ballenas y, por ello, a menudo sucede que parte de las horas útiles del día se pierden en zonas no adecuadas para la caza. Lógicamente esto tiene un efecto directo sobre el esfuerzo y debe considerarse en el cómputo de los tiempos de búsqueda efectiva.

En la estima del esfuerzo también debe tenerse en cuenta el tiempo de permanencia en puerto debido a mal tiempo, averías, descanso y otros motivos que, en algunos casos, y en especial los cazaballeneros antiguos, puede ser importante.

#### 7.4.3.1.2. Material

La moderna pesquería multiespecífica en aguas de Galicia se inició con la apertura de la factoría de Caneliñas en noviembre de 1951 (ver 7.1.4.1.) Sin embargo, esta primera campaña fue tan sólo una prueba y aquel año no fueron capturados más que unos pocos ejemplares. En 1952 la temporada ya fue plenamente operativa y en 1955 se abrió la factoría de Balea. Ambas estaciones prosiguen aún hoy sus actividades. Por otra parte, en el período 1965-1975 funcionó una tercera factoría, la de Morás, situada en la entrada del mar Cantábrico.

Afortunadamente, se han conservado los libros de factoría a partir de 1957, pero son inexistentes en los años anteriores, de los que tan sólo se conocen las cifras globales de captura. Por esta razón, y por considerar que cinco años es un período de tiempo razonable de "asentamiento" de la pesquería, no hemos incluido estas primeras campañas en nuestro análisis.

En el período de tiempo que duró la moderna pesquería multiespecífica trabajaron un total de cinco cazaballeneros, que pueden dividirse en dos grupos:

a) - Los barcos Lobeiro, Caneliñas y Temerario, de bajo caballaje. El primero operó desde 1955 a 1981 y los otros dos desde 1951 a 1976. Los tres barcos cazaron ballenas indistintamente para las factorías de Balea y Caneliñas y se dispone de estadísticas completas de captura desde 1957 hasta su desguace, aunque las del Caneliñas y el Temerario están combinadas, por lo que las cifras de captura son en realidad un promedio de sus resultados individuales. Sin embargo, éste no es un problema grave, ya que se trataba de buques gemelos con una pauta de operación idéntica.

Los libros de bitácora del Lobeiro se conservaron desde 1972, aunque existen pequeñas lagunas en la información de las campañas de 1979 y 1980. Los libros de los otros barcos han desaparecido, a excepción de unos ejemplares correspondientes a campañas sueltas del Temerario.

b) - Los barcos Cabo Morás y Carrumeiro comenzaron a cazar ballenas para la factoría de Morás en 1965. El primero fue desguazado en 1976, cuando esta estación se desmanteló, pero el segundo se traspasó a las factorías atlánticas, para las que trabajó hasta 1980. Los datos de captura de ambos barcos están combinados, pero, como eran buques muy diferentes en cuanto a tonelaje, caballaje y características generales, las cifras de captura

individuales no pueden estimarse con seguridad. Además, aunque tuvieron esencialmente su base en Morás, algunos de los ejemplares capturados por ellos se transfirieron a la factoría de Caneliñas. Excepto para la temporada de 1976 del Carrumeiro no se dispone de libros de bitácora de estos barcos.

Las características principales de cada uno de estos buques se detallan en la tabla 7.8. Para una mayor información sobre la localización de las factorías terrestres, las áreas de captura u otros, consultar el apartado 7.4.1. y la figura 7.1.

En el presente análisis se han estudiado los datos de CPUE de los cazaballe-  
neros Lobeiro, Caneliñas y Temerario; los del Cabo Morás y del Carrumeiro  
no se han tenido en cuenta debido a su difícil interpretación y a las gran-  
des lagunas existentes.

#### 7.4.3.1.3. Estimaciones de CPUE

##### 7.4.3.1.3.1. CAPTURA POR CAMPAÑA STANDARD

Balaenoptera physalus está presente en las costas del Noroeste de la Penín-  
sula Ibérica durante todo el año, y en las pesquerías de los años veinte  
en el área se efectuaban capturas de esta especie en todos los meses (Jons-  
gard, 1966). Sin embargo, las operaciones modernas se centraron desde su  
comienzo en la temporada de verano, cuando la abundancia de ballenas es  
mayor.

Al examinar las estadísticas de captura del rorcual común en el área se  
ve claramente que el movimiento migratorio produce una mayor abundancia  
de esta especie en las últimas semanas de julio y las primeras de agosto.  
Aguilar y Sanpera (1982) vieron que el cachalote (Physeter macrocephalus)  
presentaba una pauta semejante aunque con un máximo de abundancia menos  
marcado y que en el rorcual norteño (Balaenoptera borealis) este máximo  
aparecía hacia el mes de octubre.

	<u>TRB</u>	<u>HP</u>	<u>Eslora(m.)</u>	<u>Años de actividad</u>
<u>Caneliñas</u>	285	500	35.27	1951-76
<u>Temerario</u>	285	500	35.27	1951-76
<u>Lobeiro</u>	299	844	35.23	1955-81
<u>Carrumeiro</u>	287	1000	36.47	1965-80
<u>Cabo Morás</u>	250	702	33.70	1965-76
<u>IBSA I</u>	433	2100	48.17	1978-79 1982-84
<u>IBSA II</u>	447	2300	48.35	1978-79
<u>IBSA III</u>	447	1923	46.93	1978-84

Tabla 7.8. : Características de los barcos utilizados durante la segunda mitad de siglo en las costas de Galicia.

Por esta razón las fechas de inicio y término de las operaciones tienen un efecto directo sobre el resultado de la temporada y las variaciones anuales en éstas impiden una comparación directa entre campaña y campaña.

La figura 7.9. representa las fechas de la primera y la última captura de cada año de los barcos Lobeiro, Caneliñas y Temerario. En ella se puede ver que hubo un cambio alrededor del año 1967; así, mientras que con anterioridad a esta temporada la campaña comenzaba en abril-principios de mayo, a partir de 1967 se corrió la fecha de inicio al final del mes de mayo, junio e incluso julio. En líneas generales, podemos decir que se produjo un acortamiento de la temporada de caza en la segunda mitad de la serie estadística. Por ello es necesario estandarizar las condiciones a fin de permitir una estima sin desvíos.

Partiendo de la asunción de que la pauta migratoria es constante de año en año, en el presente análisis tan sólo se han considerado los meses centrales de la temporada ballenera (Julio-Agosto-Septiembre = 92 días). Las razones para escoger este período de tiempo son, por un lado, que corresponde a la época de mayores capturas, por lo que un elevado porcentaje de ellas ha sido incluida en la estima; por otro lado, las condiciones meteorológicas durante estos meses son óptimas, en contraste con mayo u octubre, por ejemplo, en los cuales el éxito de caza está mucho más influido por las cambiantes condiciones de visibilidad o estado del mar. Además, con pocas excepciones los cazaballeneros han trabajado durante estos meses centrales.

Shimadzu (1979) vio que el éxito de captura en el rorcual aliblanco de la Antártida era directamente proporcional a la visibilidad e inversamente proporcional a la fuerza del viento. Cuando este último parámetro alcanzaba valores entre 8 y 9 (escala Beaufort) la CPUE alcanzaba el cero. En nuestro caso, una situación similar es probable. Sin embargo, al no disponer de datos suficientemente detallados y, lo que es peor, uniformemente registrados, de las condiciones meteorológicas, no ha sido posible aplicar corrección alguna. En esencia se ha supuesto que el efecto de este parámetro ha permanecido constante de año en año o, cuando menos, no ha sufrido una tendencia significativa a lo largo de la serie de campañas.

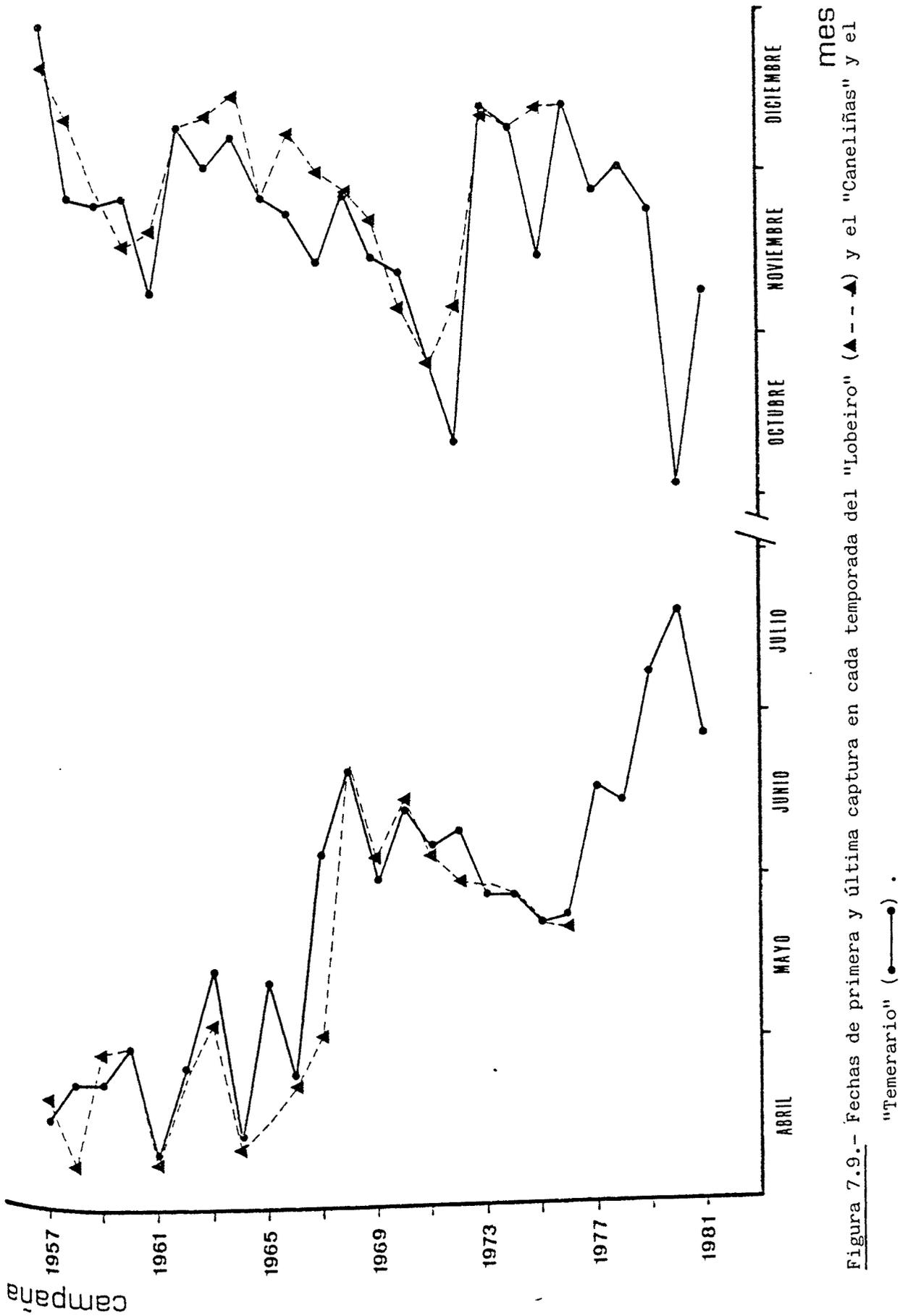


Figura 7.9.- Fechas de primera y última captura en cada temporada del "Lobeiro" (▲---▲) y el "Caneliñas" y el "Temerario" (●—●).

Sin embargo, algunas extrapolaciones ocasionales han sido necesarias:

- En el año 1970 el Lobeiro no trabajó durante el mes de agosto; en los cálculos se ha asumido que la captura en este mes habría sido la media de las capturas realizadas por este barco en los meses de agosto de las campañas de 1968, 1969, 1971 y 1972.

- En 1979 y 1980 el mismo barco comenzó a pescar unos días después del primero de julio. La captura potencial de los días no trabajados se consideró proporcional a los resultados de captura del período operativo dentro del mismo mes.

Aparte de estos cambios en la temporada de caza, otra complicación aparece al examinar el material estadístico. Como hemos visto en la sección 7.4.2. la longitud media de las capturas de rorcuales comunes aumenta lentamente desde 1957 hasta 1978 ( $p < 0.01$ ), campaña en la que se produce una caída brusca. Como veíamos, estos cambios pueden explicarse por varios motivos, tales como variaciones en la estructura de edades de la población o cambios en la selectividad de los arponeros.

En el apartado 7.4.2. se veía que el efecto de la reglamentación de la CBI en la pesquería es claro. En respuesta a aquélla, el número de ejemplares capturados de talla inferior a la mínima establecida de 15.20 m. se redujo de 17 en 1980 a 1 en 1981 y el número de animales de captura intermedia (entre 15.20 y 16.80 m) se redujo de 59 en 1980 a 9 en 1981. El incremento en la talla media en este último año fue, pues, claramente, el resultado de un aumento de la selectividad por parte de los arponeros.

En muchos casos la talla media se ve fuertemente desviada por la presencia entre las capturas de animales de reducido tamaño. La figura 7.10. representa el porcentaje de ballenas de más de 16.80 m de talla capturadas por el Lobeiro en cada campaña standard. En ella no se observan tendencias claras, aparte de un incremento general en los primeros años de la serie. Después de éste, el porcentaje fluctúa entre el 60 y el 100%.

A pesar de que existen desvíos en los datos estadísticos y a pesar también de que las campañas no son directamente comparables unas a otras sin tener en cuenta su sucesión en el tiempo, la relación entre la selectividad de

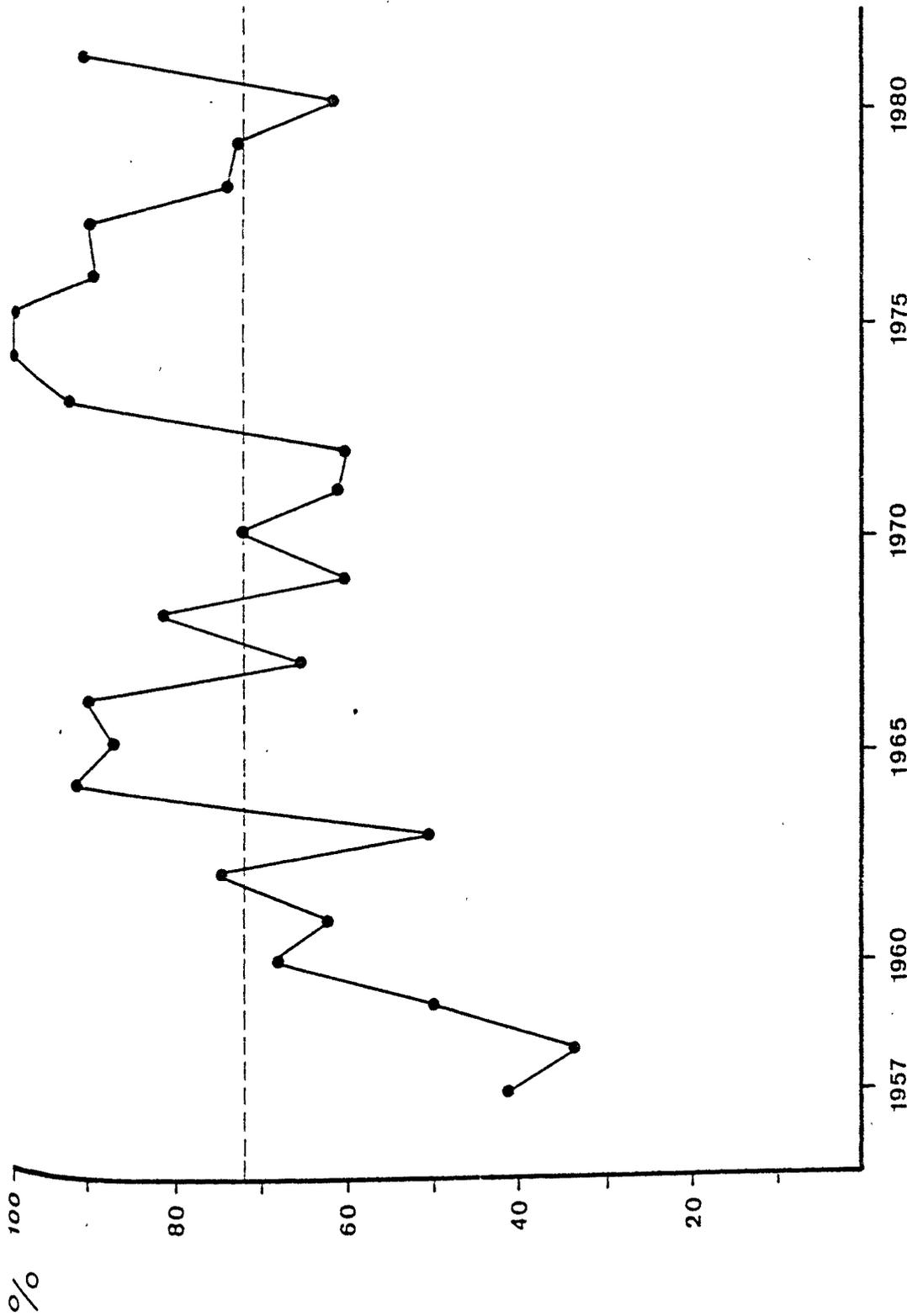


Figura 7.10.- Porcentaje de capturas de talla mayor a 16.8 m del "Lobeiro".

campaña

los arponeros y el éxito de captura es clara. En la figura 7.11. se ha representado esta relación y el coeficiente de correlación calculado entre una y otra variable es altamente significativo ( $P < 0.02$ ). Por ello es esencial la corrección por selectividad.

En la tabla 7.9. se detallan los valores de  $C$  y  $C'$  de rorcual común y de otras especies por campaña standard (CS) para cada barco. Como se mencionó en la sección anterior, los cálculos del Caneliñas y el Temerario se combinaron, por lo que los valores expresados en la tabla son en realidad el promedio de la CPUE de ambos buques.

La evolución de  $C/CS$  y  $C'/CS$  a lo largo de la moderna pesquería multiespecífica se ha representado en la figura 7.12. Es interesante notar que los índices de los distintos cazaballeneros, aunque con diferentes niveles absolutos de captura, están altamente correlacionados ( $p < 0.01$ ), demostrando que las peculiaridades de los buques no afectan las tendencias a lo largo de los años.

#### 7.4.3.1.3.2. CAPTURA POR DIA PRODUCTIVO

Ya se ha hecho notar en el apartado anterior que no se ha hecho ninguna corrección por los días perdidos debido a condiciones meteorológicas adversas o a factores operacionales durante la CS, ya que las estadísticas de partida no ofrecían suficiente detalle. Implícitamente se asumía que el número de días perdidos por estos motivos se mantenía más o menos constante de temporada en temporada o, incluso, de no ser así, que las variaciones se producían al azar, sin presentar una tendencia a aumentar o disminuir a lo largo de los años.

Una aproximación utilizada por varios autores (Kirkwood, 1979; Rorvik y Christensen, 1981) en situaciones semejantes es la de incluir en el cómputo del esfuerzo únicamente aquellos días en que alguna ballena (de ésta o de cualquier otra especie) es capturada por alguno de los barcos que trabajan en el área. En esencia, por este método se considera que cuando ninguna pieza es cobrada por los barcos es debido a la existencia de un factor limitante (i.e. las condiciones meteorológicas) que impide las operaciones.

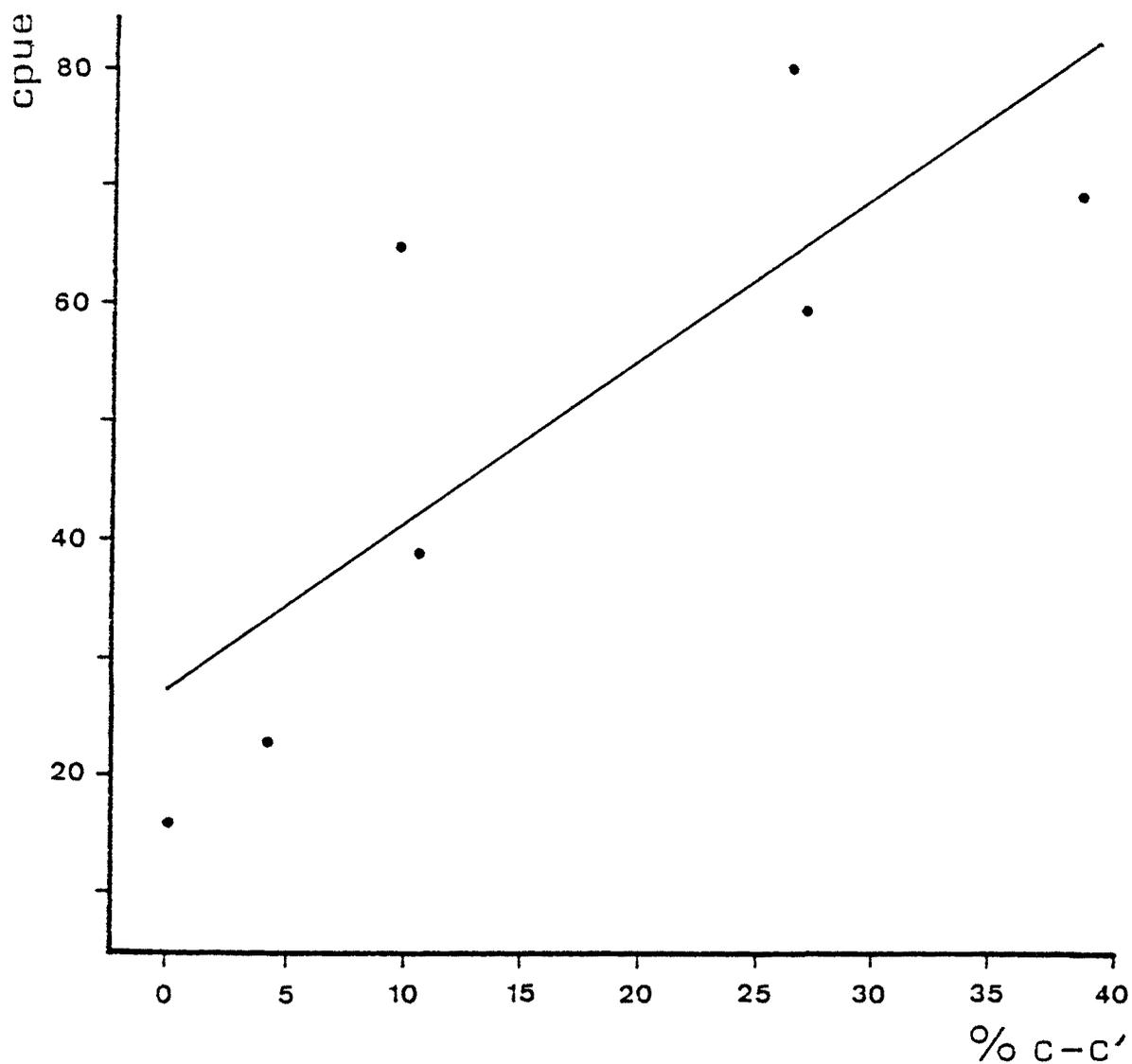


Figura 7.11.- Relación entre el porcentaje de captura de talla menor a 16.8 m y la captura por campaña standard en el cazaballenero "Lobeiro".

LOBEIRO

CANELIÑAS Y TEMERARIO

Año	B.ph.				B.ph.							
	Total	C > 16.8m	P.m.	B.m.	M.n.	B.b.	Total	C > 16.8m	P.m.	B.m.	M.n.	B.b.
1957	12	5	23	-	-	-	10	8	38.5	-	-	-
1958	3	1	31	-	-	-	9	6.5	21	-	-	1
1959	6	3	35	-	-	-	6	5	44.5	-	-	1
1960	38	26	44	-	-	-	33.5	25	33	-	-	1
1961	37	23	37	-	-	-	42	24	22.5	-	-	5
1962	8	6	31	-	-	-	17	10.5	44.5	-	-	3
1963	4	2	23	-	-	-	3.5	3	47	-	-	2
1964	12	11	52	-	-	-	16	13.5	64.5	1	-	3
1965	31	27	33	-	-	-	45	32	39.5	-	-	3
1966	20	18	38	-	-	-	31	23	37.5	-	-	3
1967	20	13	23	-	-	-	21	14.5	39.5	-	-	2
1968	17	14	51	-	-	-	18.5	16.5	54	-	-	-
1969	15	9	40	-	-	-	21	15.5	23.5	1	-	3
1970	26.5 <sup>+</sup>	19 <sup>+</sup>	39 <sup>+</sup>	-	-	-	46	37	39	1	-	3
1971	13	8	38	-	-	-	16.5	13	19.5	1	-	5
1972	23	14	18	-	-	-	17	11.5	18	-	-	3
1973	13	12	11	-	-	-	25	21	27.5	-	-	2
1974	16	16	20	-	-	-	26.5	26	41	-	-	2
1975	23	22	37	-	-	-	9.5	7	47	-	-	3

....//....

...//....

CANELIÑAS Y TEMERARIO

LOBEIRO

Año	<u>B.ph.</u>				<u>B.ph.</u>			
	Total	C > 16.8m	P.m.	B.m.	Total	C > 16.8m	P.m.	B.m.
1976	39	35	33	1	23	19	42.5	-
1977	65	59	18	2	-	-	-	-
1978	81	60	24	-	-	-	-	-
1979	60 <sup>+</sup>	44 <sup>+</sup>	6	-	-	-	-	-
1980	70 <sup>+</sup>	43 <sup>+</sup>	2	-	-	-	-	-
1981	45	41	-	-	-	-	-	-

Tabla 7.9.- Captura por campaña standard del Lobeiro y combinada del Caneliñas y el Temerario. (+) Valores corregidos (ver texto). B.ph. = Balaenoptera physalus ; P.m. = Physeter macrocephalus ; B.m. = Balaenoptera musculus ; M.n. = Megaptera novaeangliae ; B.b. = Balaneoptera borealis.

Sin embargo, este método de estimación tiene serios inconvenientes. En primer lugar, el número de días productivos puede verse seriamente afectado si hay una variación en la composición específica de las capturas. Así, por ejemplo, el número de días productivos descenderá cuando el cachalote - especie relativamente fácil de cazar - deje de tener interés para los balleneros, sobreestimando así el índice de CPUE. En nuestro caso, este desvío sería especialmente significativo a partir de la segunda mitad de los setenta, cuando se produce un claro tránsito de una pesquería multiespecífica a una monoespecífica.

En segundo lugar, no todos los barcos se ven igualmente afectados por las condiciones meteorológicas. Recordemos que los cazaballeneros de la serie IBSA tienen un caballaje y un tonelaje muy superior a los barcos más antiguos, especialmente a los tres utilizados en el presente análisis, y es probable que la capacidad de operación de los primeros se mantenga en condiciones ya imposibles para los segundos.

Por estas razones, y aun a pesar de haber utilizado esta medida de esfuerzo con anterioridad (ver Aguilar, Sanpera y Grau, 1982), no se ha considerado oportuno utilizarla en esta ocasión.

#### 7.4.3.1.3.3. CAPTURA POR HORA DE BUSQUEDA (C/Tb)

Como veíamos más arriba, la medida de esfuerzo más relacionada con la abundancia de ballenas es la hora de búsqueda. Sin embargo, para llegar a una apreciación exacta de este parámetro es necesario disponer de libros de bitácora detallados, a partir de los cuales se pueda establecer en cada momento cuál es la actividad desarrollada por el cazaballenero.

En nuestro caso, los únicos libros conservados han sido los del Lobeiro durante el período 1972-1981 y éstos han sido utilizados en el presente análisis. Estos libros son, hasta la temporada de 1980, los típicos utilizados por los barcos pesqueros españoles, donde se consignan los detalles de navegación principales de cada jornada. A partir de 1980, sin embargo, se introdujeron los libros oficiales recomendados por la CBI, que permiten un cálculo detallado de los tiempos invertidos en cada operación.

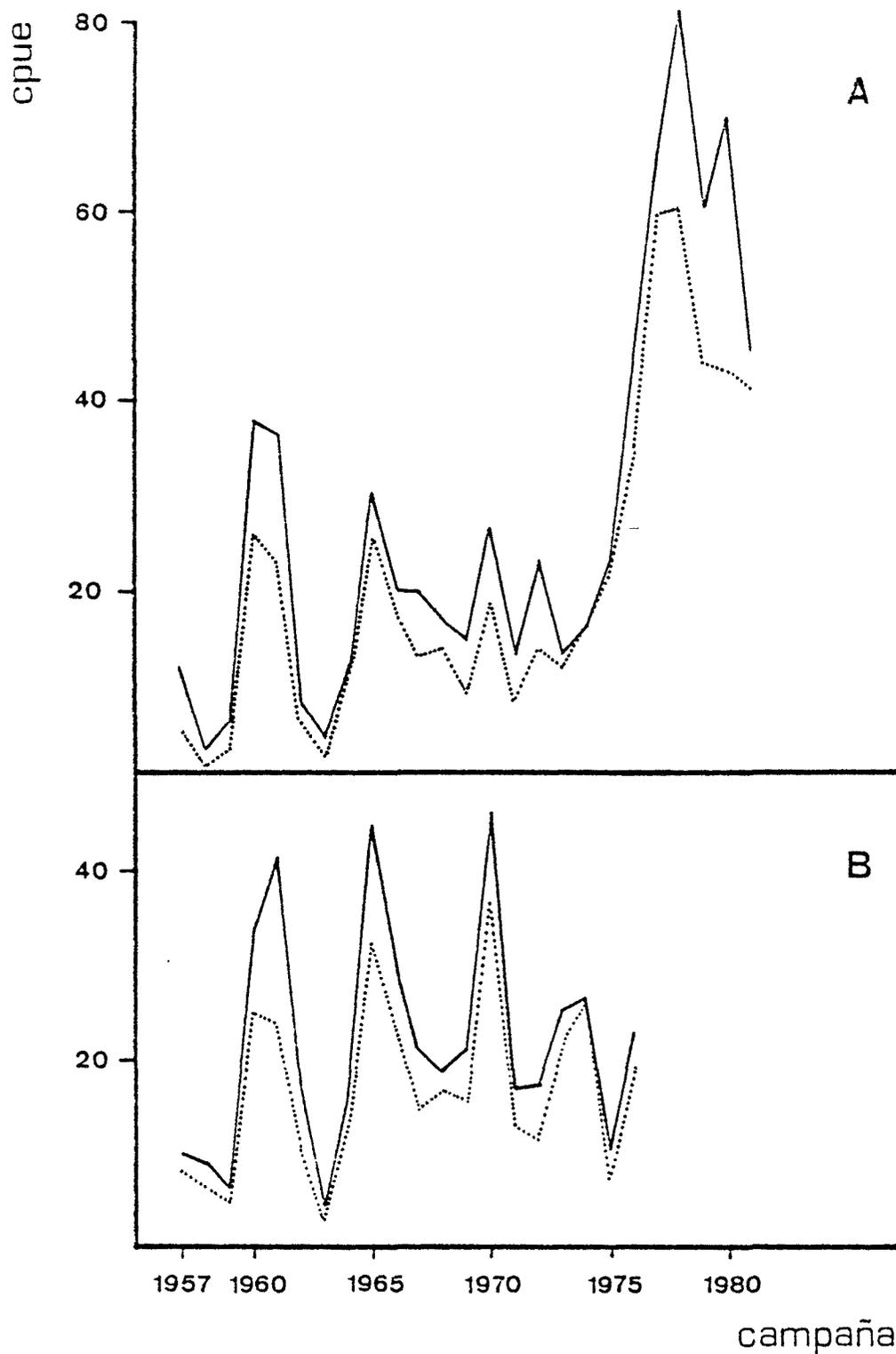


Figura 7.12.- C (—) y C' (.....) por campaña standard. A = "Lobeiro";  
 B = "Caneliñas" + "Temerario".

De esta colección de libros se extrajo, jornada a jornada en cada campaña standard, el número de horas invertido en una actividad dada, siguiendo un patrón diario de operaciones semejante al descrito por Ohsumi (1980) para la caza de cachalote en el Pacífico norte y que comprende las siguientes actividades:

- Inactividad (Ti): por descanso, avería, condiciones meteorológicas adversas u otras razones.

- Interrupción de la búsqueda durante la noche: Independientemente del mes en que se desarrollen las operaciones se ha considerado un tiempo de 12 horas (de 8 a.m. a 8 p.m.) como el operativo de cada jornada.(To)

- Navegación fuera de las áreas de captura (Ta): En cada viaje a puerto el barco atraviesa una franja próxima a la costa donde la posibilidad de encuentro con una ballena es mínima. En base a los resultados de avistamientos y capturas disponibles la amplitud de esta franja se ha establecido en 35 millas náuticas. Dado que la velocidad de crucero del Lobeiro es de unos 10 nudos y la de remolque de unos 6 nudos, puede aceptarse una velocidad de 8 nudos como la media en una jornada productiva. Por ello, en nuestros cálculos hemos considerado 4 horas como no operativas en cada entrada o salida de puerto. No obstante, esta corrección es poco importante ya que los viajes a puerto, en especial los remolques, suelen hacerse aprovechando las horas nocturnas, ya de por sí no operativas.

- Búsqueda (Tb): Se inicia con la subida del vigía a la cofa y dura hasta el momento del avistamiento. En los días en que no se producen avistamientos y el barco permanece toda la jornada en las áreas de captura el tiempo total de búsqueda es de 12 horas (de 8 a.m. a 8 p.m.).

- Caza (Tc): Desde el momento del avistamiento hasta el último disparo efectuado por el arponero.

- Manipulación (Tm): Conjunto de operaciones que van desde el último disparo hasta el reinicio de la búsqueda o el remolque; en ella se incluye el invertido en balizar o abarloar la captura.

- Remolque: Cualquiera de las actividades anteriores puede desarrollarse con una ballena abarloada al costado del buque. Como veremos más adelante, el remolque no afecta de modo apreciable los tiempos invertidos en las otras operaciones, especialmente a  $T_c$ ; por este motivo, en el presente análisis no se ha tenido en cuenta este factor. Vale la pena señalar, sin embargo, que el tiempo medio de remolque del Lobeiro es de 10.34 horas por jornada productiva, aunque una buena parte de este tiempo acostumbra a transcurrir en las horas nocturnas.

Una vez calculada la distribución diaria de tiempos entre las distintas actividades, se estimó el número de horas de trabajo efectivo considerando que el tiempo operativo total  $T_o$  se componía de:

$$T_o = T_i + T_a + T_p$$

Por otra parte el tiempo de permanencia en las áreas de pesca ( $T_p$ ), es decir, con posibilidades de efectuar capturas, se estima como:

$$T_p = T_b + T_c + T_m$$

De este modo se ha calculado el  $T_p$  total para cada campaña standard del Lobeiro desde 1972 a 1981 (ver tabla 7.10.). Hay que señalar que las abundantes lagunas en el registro de los libros de bitácora de las temporadas de 1979 y 1980 hicieron imposible el cálculo de este parámetro en estos años.

$T_p$  ya es una buena medida del esfuerzo. Sin embargo, hemos visto en la introducción de este capítulo que un descenso en el número de piezas totales cobradas conducía a una infraestima del índice de CPUE de una especie en concreto y que una concentración de una especie dada en las áreas de captura produciría el efecto inverso. Por esta razón se examinaron con detalle los libros de registro oficiales de la CBI introducidos a partir de 1981, a fin de estimar el tiempo total de búsqueda  $T_b$ .

Recordemos que:

$$T_b = T_p - (T_c + T_m)$$

En la práctica,  $T_c$  y  $T_m$  no siempre están adecuadamente definidos, por lo que se ha considerado preferible hacer una estima combinada ( $T_c+m$ ).

Tabla 7.10. : Tiempo operativo en las áreas de pesca por campaña standard del Lobeiro durante el período 1972-1981.

<u>AÑO</u>	<u> Tp</u>
1972	753.17
1973	479.42
1974	624.33
1975	620.17
1976	671.33
1977	649.33
1978	676.70
1979	-
1980	-
1981	801.75

Los datos disponibles del Lobeiro dieron una media de tiempo invertido en estas operaciones de 2.13 horas por rorcual común capturado. Sin embargo, como los libros de la CBI se introdujeron muy tardíamente, no hay información disponible sobre la duración de Tc+m en la captura de otras especies de cetáceos.

A fin de vencer esta dificultad se ha comparado el valor antes mencionado para el rorcual común con los establecidos en otra pesquería de ballenas de características semejantes a la española. Tb, Ta y To dependen de muchos factores que varían sustancialmente de una pesquería a otra, pero por el contrario, la relación entre los Tc+m de las distintas especies puede considerarse más estable. Es decir, que asumimos que la dificultad en la captura y en la manipulación de una pieza depende esencialmente de la especie de que se trate y no del área geográfica o las peculiaridades propias de la explotación.

Best (1981) calculó los Tc+m para varias especies de cetáceos basándose en la bibliografía existente sobre las operaciones de grandes cazaballeneros y los corrigió para un tonelaje menor (para una media de 335 TRB). A partir de estos resultados y del valor que toma este parámetro en el caso del rorcual común, se han estimado los Tc+m para el resto de especies suponiendo como se discutía antes que se mantiene una proporcionalidad en las operaciones. Dichas estimas, junto con los valores calculados por Best (1981), se detallan en la tabla 7.11.

El número de horas de búsqueda (Tb) por campaña standard se obtiene por derivación del modelo para pesquerías multiespecíficas de cetáceos desarrollado por Beddington (1979) a partir de un modelo similar de predación por artrópodos. Sin embargo, Beddington no considera el tiempo invertido en la caza y persecución de una presa como tiempo distinto a la búsqueda, por lo que es necesario introducir dicho término. Entonces, cuando un número s de especies son objeto de explotación, tenemos:

$$T_{c+m} = \sum_{i=1}^s T_{ci+mi} \cdot C_i$$

donde Tci+mi es el tiempo invertido en la caza y manipulación por cada cetáceo de la especie i capturado y Ci es el número total de piezas cobradas de dicha especie.

Tabla 7.11. : Estimaciones de tiempo invertido en la caza y manipulación de las distintas especies, tomadas de Best (1981) y adaptadas para el Lobeiro.

<u>Especie</u>	<u>Best (1981)</u>	<u>Lobeiro</u>
<u>Balaenoptera physalus</u>	1.89 hrs	2.13 hrs
<u>Balaenoptera musculus</u>	2.04 hrs	2.30 hrs
<u>Balaenoptera borealis</u>	1.59 hrs	1.79 hrs
<u>Megaptera novaeangliae</u>	1.16 hrs	1.31 hrs
<u>Physeter macrocephalus</u>	1.66 hrs	1.87 hrs

Sustituyendo tenemos finalmente que:

$$T_b = T_p - \sum_{i=1}^s T_{ci+mi} \cdot C_i$$

Asumiendo que:

- a) La cooperación entre distintos cazaballeneros durante la caza es irrelevante.
- b) No hay búsqueda durante  $T_{c+m}$ .
- c) La eficiencia de  $T_b$  es similar para las  $s$  especies.
- d)  $T_{ci+mi}$  para cada especie objeto de captura se ajusta a la estima efectuada más arriba y detallada en la tabla 7.11.

Los valores de  $T_p$  y  $T_b$  por campaña standard se detallan en la tabla 7.12. y en la 7.13. se expresan los valores de  $C/T_b$  para la captura total de ballena de aleta y la de talla superior a 16.8 m.

Este índice  $C/T_b$ , representado en la gráfica 7.13., es la medida de CPUE más razonable para el período 1972-1981, aunque deben tenerse en cuenta las consideraciones expresadas anteriormente, así como las asunciones propias del modelo.

#### 7.4.3.2. La CPUE en la pesquería monoespecífica (1979-1984)

=====

En el apartado anterior veíamos los problemas asociados a determinar un índice de CPUE para la pesquería durante la década de los setenta. El interés cambiante de la empresa explotadora por las distintas especies presentes en las áreas de captura - especialmente el traslado del peso de la explotación del cachalote a la ballena de aleta - y el reemplazo de los antiguos y poco potentes cazaballeneros por buques modernos y más potentes en los últimos años de la serie eran factores muy difíciles de cuantificar de forma adecuada y contribuían a enturbiar las tendencias en los índices de abundancia.

<u>AÑO</u>	<u>Tc + m</u>	<u>Tb</u>
1972	86.23	666.94
1973	51.84	427.58
1974	71.48	552.85
1975	123.55	496.62
1976	150.18	521.15
1977	176.71	472.62
1978	219.20	457.50
1979/80	-	-
1981	95.85	706.25

Tabla 7.12. : Tiempos invertidos en las operaciones de caza y manipulación y en búsqueda por campaña standard en el Lobeiro.

<u>AÑO</u>	<u>Rorcual común</u>		<u>Cachalote</u>
	<u>TOTAL</u>	<u>C &gt; 16.8 m</u>	
1972	3.45	2.10	2.70
1973	3.04	2.81	2.57
1974	2.89	2.89	3.62
1975	4.63	4.43	7.45
1976	7.48	6.72	6.33
1977	13.75	12.48	3.81
1978	17.70	13.11	5.25
1979-1980	-	-	-
1981	6.37	5.81	-

Tabla 7.13. : Captura de rorcual común y cachalote por tiempo de búsqueda (100 hrs). Datos del Lobeiro.

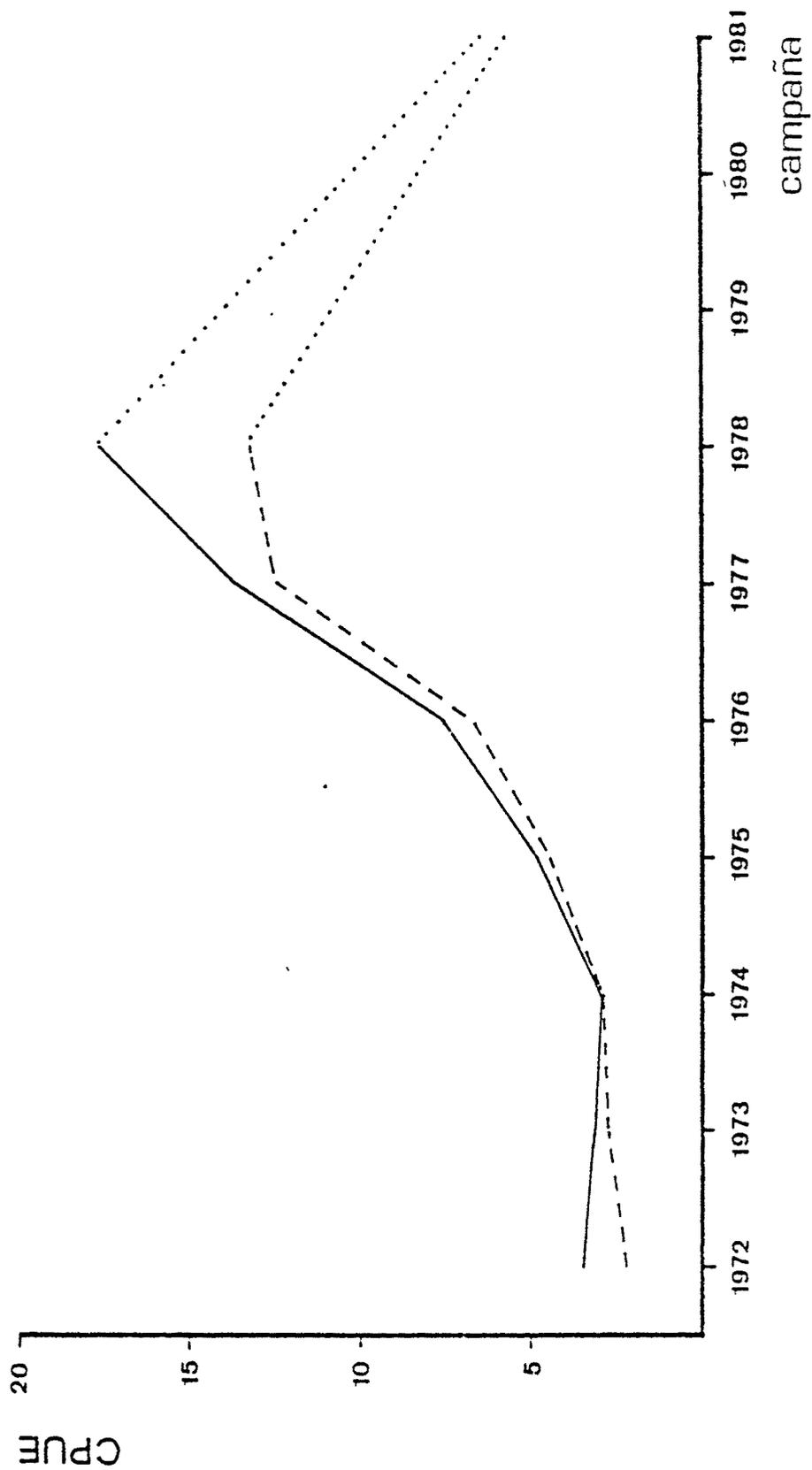


Figura 7.13.- C (—) y C' (---) por 100 horas de T<sub>b</sub> del "Lobeiro".

Recordemos que estos problemas existían sobre todo en el período 1976-1979. Con anterioridad, sin embargo, la pesquería pareció mantener un esfuerzo de pesca más o menos constante y los índices del Lobeiro pueden considerarse representativos de la abundancia de ballena de aleta en el área.

A partir de 1978 la compañía ballenera puso nuevos cazaballeneros en operación (la serie I.B.S.A) y comenzó a retirar los viejos. Sin embargo, el hundimiento de dos de los nuevos buques en 1980 obligó al Lobeiro a prolongar su servicio durante tres años más de lo previsto. Debido a que la industria no tenía interés en mantenerlo en operación por más tiempo no hizo inversión alguna para repararlo o acondicionarlo y sus condiciones generales de operatividad se degradaron en gran medida, especialmente en sus dos últimas temporadas.

Resulta difícil decir hasta qué punto este factor introdujo desvíos en los cálculos de CPUE, pero las dudas sobre la fiabilidad de estas estimas para el Lobeiro en los últimos años de operación parecen estar bien fundadas, en especial por la falta de correlación entre las tendencias de los índices de este cazaballenero y del resto de la flota. El tema ha sido objeto de largas e infructuosas discusiones (International Whaling Commission, 1983, 1984) y permanece todavía insoluble.

Como decíamos más arriba, a finales de la temporada de 1978 comenzaron a actuar los cazaballeneros de la serie IBSA (números I, II y III). Al inicio de la campaña de 1980, sin embargo, el IBSA I y el IBSA II fueron hundidos, permaneciendo el primero inactivo durante las siguientes dos temporadas y quedando totalmente inutilizado el segundo. Es decir, que en el período 1979-1984 el único buque que trabajó continuamente fue el IBSA III y es necesario centrar el análisis de los últimos años de la pesquería en él para tener una imagen continua de la evolución de la disponibilidad de ballenas de aleta en el área. Una primera aproximación a este análisis, cubriendo las temporadas 1979-1983, fue realizada por Aguilar et. al. (1984) y, siguiendo las pautas detalladas en este trabajo, vamos a hacer extensivo el estudio hasta 1984.

#### 7.4.3.2.1. Material

El cazaballenero IBSA III es un buque de vapor noruego de 447 toneladas de registro bruto que dispone de una máquina de 1923 CV. Aunque el barco está equipado de origen con sistema ASDIC, éste nunca ha sido puesto en marcha por los balleneros españoles y ha permanecido siempre desactivado. El IBSA III inició sus operaciones el 3 de octubre de 1978 pero, dado que la temporada estaba cercana a su fin, este año no ha sido considerado en el presente análisis.

Como veíamos anteriormente, hasta 1981 los libros de bitácora eran cumplimentados por los oficiales tan sólo de modo optativo, por lo que no disponemos de ellos en las campañas de 1979 y 1980. Con posterioridad, sin embargo, se introdujeron los libros oficiales de la IWC y ello facilita información adecuada en los últimos cuatro años de la serie. Hay que tener en cuenta, no obstante, que estos libros tampoco fueron siempre rellenos de modo correcto y existen lagunas en ellos. Por ejemplo, Tc+m está tan sólo especificado en 157 (66.5%) de las 236 capturas realizadas durante las campañas standard de los años cubiertos por los libros. La información climatológica también es fragmentaria e inconsistente.

#### 7.4.3.2.2. Evaluación del esfuerzo de pesca

Las incorrecciones en la cumplimentación de los libros de bitácora hacen necesarias las siguientes asunciones:

- Condiciones climatológicas: Dada la evidente subjetividad de la información contenida en este apartado, en el presente análisis no se ha introducido corrección alguna en este sentido, a excepción de las ocasiones en las que el barco debe entrar de arribada debido a la imposibilidad de faenar.
- Duración de la actividad diaria: El número de horas diarias de luz solar se ha considerado siempre igual a 12 (de 8 a.m. a 8 p.m.), independientemente del día o mes en que se desarrollen las operaciones. Por ello, y como punto de partida, se ha considerado

que el barco trabajaba 12 horas a menos que existiese una evidencia de que se hallaba ocupado en otra actividad, en cuyo caso se han efectuado las correcciones oportunas.

- Duración de la caza y manipulación de la captura (Tc+m): En algunos casos, los cazaballeneros fueron asistidos por remolcadores para transportar el cetáceo capturado a la factoría. Cuando éste no fue el caso, los cazaballeneros abarloadaron la ballena y prosiguieron su actividad de búsqueda y captura hasta el anochecer, en cuyo momento iniciaron el remolque.

Los valores medios de Tc+m en las campañas standard de 1981 a 1984 son:

Primera captura del día (n=126): 1.65 horas.

Segunda captura del día (n=31): 1.54 horas.

Los datos disponibles de los meses no comprendidos en la campaña standard (julio-agosto-septiembre) no han sido utilizados, ya que los cambios en las condiciones climatológicas afectan probablemente a estos tiempos operacionales.

Como puede verse Tc+m es similar para la primera y segunda ballena capturada en el día, lo que indica que el llevar una ballena abarloada no significa un estorbo para el cazaballenero o bien que este estorbo queda compensado por la facilidad de capturar varios ejemplares de una misma manada.

A efectos de cálculo se ha asumido un valor medio de 1.6 horas por ejemplar cobrado, independientemente del orden cronológico de captura. Esta figura de Tc+m se ha aplicado a todas las ballenas capturadas a lo largo de los años estudiados y utilizado más adelante para el cálculo del Tb.

- Tiempos de remolque: Al igual que en el estudio de la pesquería multiespecífica, en el presente caso se ha creído conveniente no realizar correcciones por remolque y aceptar que éste es un tiempo plenamente operativo, siempre que tenga lugar en las áreas de captura y en horas con luz solar. No obstante, se ha aplicado el mismo umbral (4 horas) que en el primer caso, siempre que el barco realice tránsitos hacia o desde el puerto.

Como puede verse en la figura 7.14., las áreas de captura no varían a partir de 1981 y, como no hay datos de 1979 y 1980, es necesario asumir que la situación era similar. No obstante, debido a la caída en la selectividad que tiene lugar durante la campaña de 1980, es razonable suponer que los cazaballeneros pudieron reducir su radio de acción, produciendo así una ligera sobreestima de los índices de CPUE aquel año.

Durante las costeras de 1980, 1981 y 1982 los cazaballeneros fueron apoyados por remolcadores que transportaban los ejemplares capturados a la factoría, ahorrando así viajes a los cazaballeneros e incrementando su tiempo operativo en las zonas de pesca. Al estudiar los libros de bitácora se vió claramente que el número medio de horas de búsqueda por día era mayor en las épocas en que operaron los remolcadores. Esta relación ha sido representada, mes a mes, en la figura 7.15.; en la tabla 7.14. se detalla la magnitud del apoyo de los remolcadores al IBSA III.

La relación remolcadores:cazaballeneros (r:c) fue siempre 1:2 excepto en julio de 1981 en que el remolcador tan sólo trabajó durante una quincena; a fin de obtener una muestra homogénea, los valores de este mes se han multiplicado por dos. Así vemos que la correlación entre  $T_p/DT$  y el porcentaje de ballenas transportadas por el remolcador es alto ( $p < 0.005$ ), por lo que deducimos que  $T_p/DT$  para 1980 puede estimarse con un margen de error reducido siempre que se asuma que existe proporcionalidad en la distribución de los tiempos operacionales.

Así, si una relación r:c de 1:2 significa que una media de 48.05% de las ballenas capturadas por el cazaballenero fueron transportadas por el remolcador, se puede asumir que cuando r:c sea 2:3 el porcentaje alcanzará un valor del 64.07%. Aplicando esta figura a la regresión ajustada a los datos de la figura 7.15.:

$$\% \text{ ballenas remolcadas} = 33.30 x - 318.05$$

donde x es el  $T_p/DT$  medio, obtenemos el valor de 11.48 horas de trabajo efectivo por día. Naturalmente, y como decíamos antes, esta extrapolación implica una fuerte proporcionalidad entre el modelo operativo de 1980 y la media de las dos campañas siguientes.

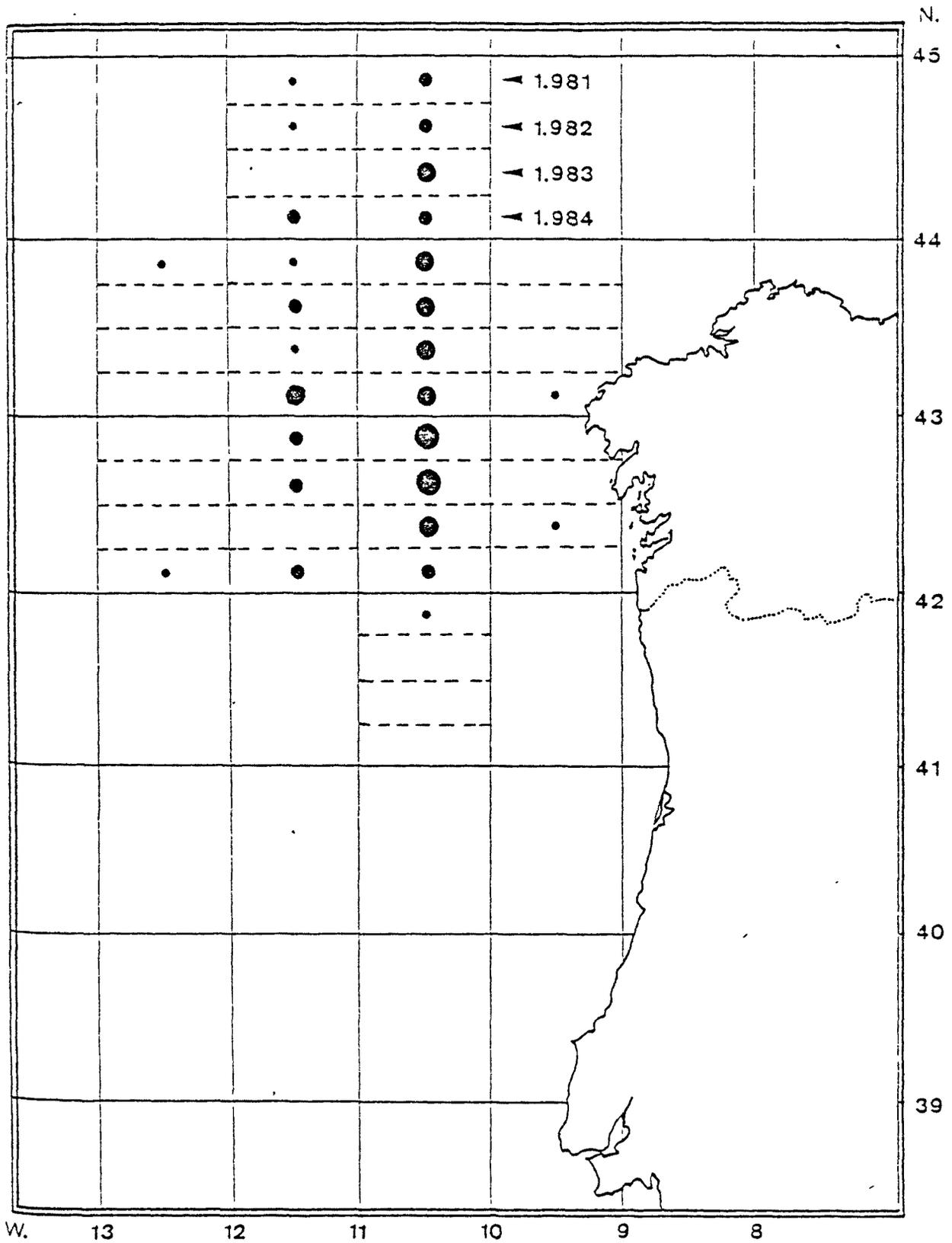


Figura 7.14.- Situación de las capturas del IBSA III durante las campañas standard de 1981 a 1984.

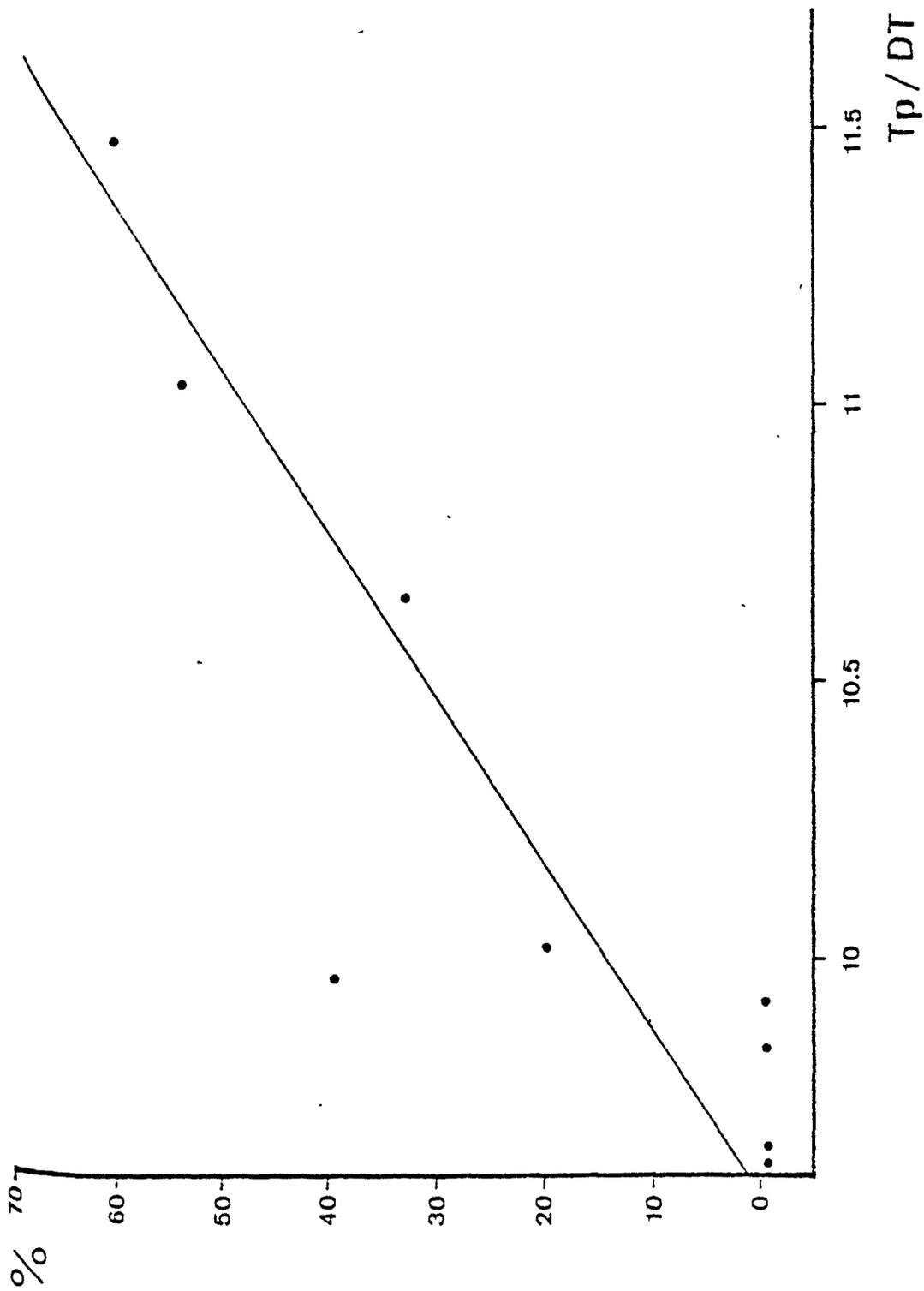


Figura 7.15.- Relación entre el porcentaje de ballenas transportadas por los remolcadores por mes y el número medio de horas de tiempo operativo ( $T_p$ ) por día de trabajo (DT) en el mismo mes.

AÑO	MES	Nº ballenas remolcadas por los remolcadores	Nº ballenas capturadas	% ballenas remolcadas por los remolcadores	Relación r : c	Nº de viajes de remolcador
1981	Julio	7	21	33.33(x2)	0.5/2	6
	Agosto	10	25	40	½	7
	Septiembre	4	20	20	½	3
	TOTAL	21	66	31.82		16
1982	Julio	0	19	0	0/2	0
	Agosto	15	28	53.57	½	11
	Septiembre	15	25	60.00	½	10
	TOTAL	30	53	56.60		21

$\bar{x} = 48.05 \%$

Tabla 7. 14. : Magnitud del refuerzo de los remolcadores al cazaballenero IBSA III durante las campañas standard de 1981 y 1982.

#### 7.4.3.2.3. Estimias de CPUE

Como veíamos en apartados anteriores:

$$T = T_i + T_o$$

y

$$T_o = T_p + T_a$$

y

$$T_p = T_b + T_{c+m}$$

En los años 1981 a 1984  $T_p$  se ha calculado directamente a partir de la información contenida en los libros de bitácora y en 1979 se ha asumido que era la media de estas temporadas. Recordemos que para 1980 se ha asumido un valor medio proporcional a una relación r:c de 2:3.

Por otra parte, tan sólo se ha considerado  $T_{c+m}$  para el rorcual común, ya que no se dispone de información adecuada para calcularlo para otras especies. En general,  $T_{c+m}$  se considera algo menor para el cachalote o el rorcual norteño que para la ballena de aleta (Best, 1981; Ohsumi, 1984a; 1980b), pero, dado el reducido número de capturas de estas especies - 9 en total en 1979 -, se ha preferido no complicar el análisis y considerar un valor idéntico para todas las especies objeto de captura. Si esta diferencia tuviera que ser tenida en cuenta, la corrección produciría un ligerísimo descenso del CPUE en 1979.

Entonces:

$$T_{c+m} = 1.6 C$$

por lo que

$$T_b = T_p - 1.6 C$$

Los resultados de estas estimas de  $T_b$  las referiremos, como en la pesquería multiespecífica, tanto a la captura total de rorcual común como a la de ejemplares de talla superior a 16.8 m, a fin de evitar desvíos introducidos por cambios en la selectividad.

La evolución del porcentaje de ballenas por debajo de la talla límite en cada campaña standard se ha representado en la figura 7.16. y en ella puede verse una brusca caída en la selectividad durante la campaña de 1980, año en que dos cazaballeneros fueron hundidos y el poder de pesca de la flota se vio fuertemente disminuido.

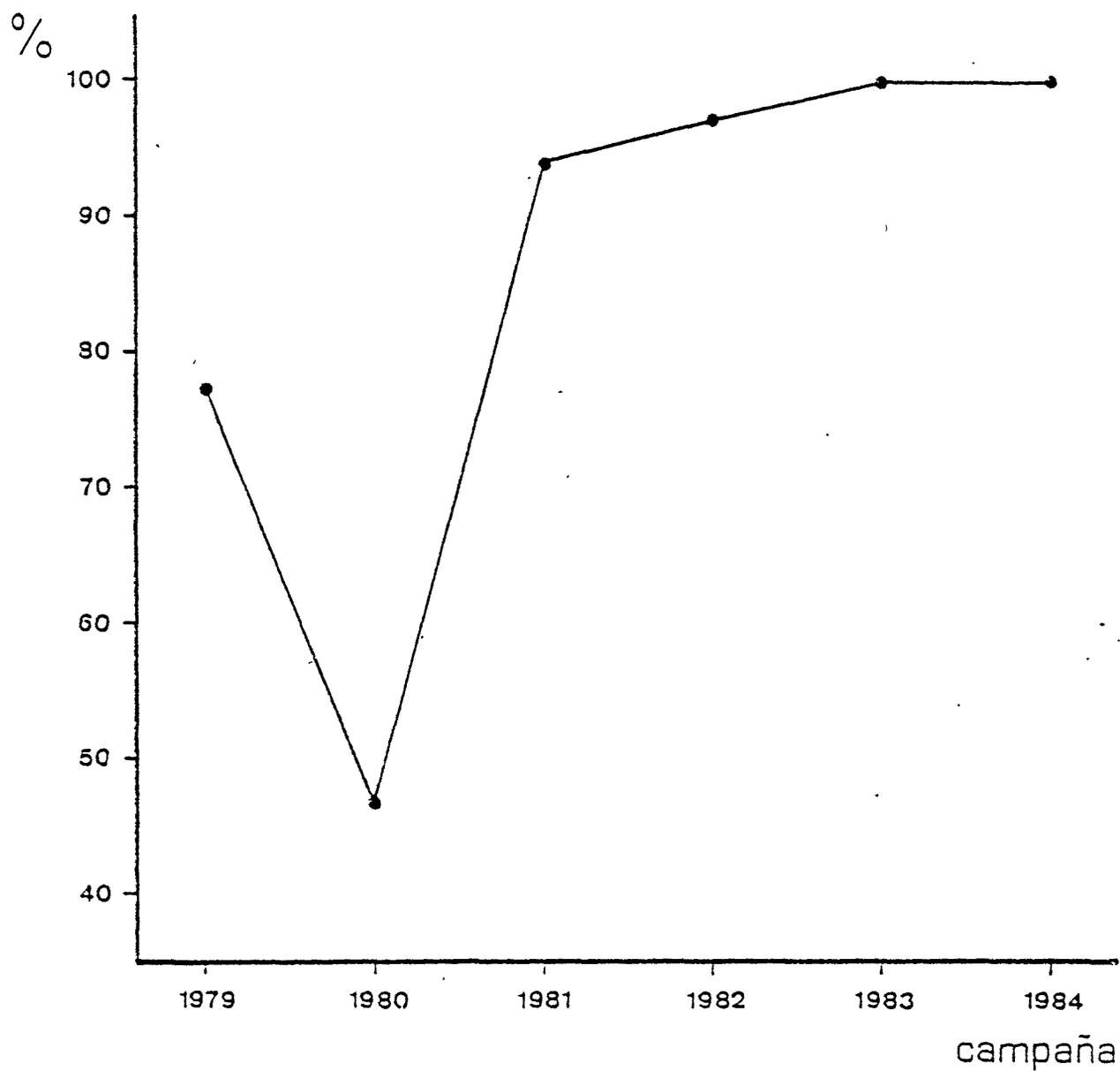


Figura 7.16. - Evolución del porcentaje de capturas de ballena de aleta de talla inferior a 16.8 m realizadas por el "IBSA III" a lo largo de los años 1979 - 1984.

Los tiempos operacionales principales para cada mes y temporada standard se detallan en la tabla 7.15. y en la 7.16. y 7.17. se expresan los índices de CPUE en base a la campaña standard y a 100 horas de búsqueda, respectivamente. Finalmente, en la figura 7.17. se ha representado la evolución de la CPUE tomando como base el Tb, que puede considerarse el índice más fiable de abundancia.

<u>AÑO</u>	<u>MES</u>	<u>DT</u>	<u>Tp</u>	<u>Tp/DT</u>	<u>Tc+m</u>	<u>Tb</u>
979	Julio	23.56	243.85	10.35	54.4	189.45
	Agosto	23.56	243.61	10.34	56.0	187.61
	Septiembre	23.56	230.06	9.77	56.0	174.06
	Total	70.67	721.41	10.21	166.4	551.12
980	Julio	23.56	270.47	11.48	78.4	192.07
	Agosto	23.56	270.47	11.48	88.0	182.47
	Septiembre	23.56	270.47	11.48	28.8	241.67
	Total	70.76	811.41	11.48	195.2	616.21
981	Julio	26	276.57	10.64	33.6	242.97
	Agosto	26	258.94	9.96	40.0	218.94
	Septiembre	24	240.49	10.02	32.0	208.49
	Total	76	776.00	10.21	105.6	670.40
982	Julio	26	250.07	9.62	30.4	219.67
	Agosto	25	276.08	11.04	44.8	231.28
	Septiembre	22	252.49	11.47	40.0	212.49
	Total	73	778.64	10.67	115.2	663.44
983	Julio	23	226.45	9.84	17.6	208.85
	Agosto	20	197.50	9.87	30.4	167.10
	Septiembre	20	192.99	9.65	33.6	159.39
	Total	63	616.94	9.79	81.6	535.34
984	Julio	21	228.16	10.86	30.4	197.76
	Agosto	23	248.60	10.81	20.8	227.80
	Septiembre	17	167.89	9.88	24.0	143.89
	Total	65	644.65	10.52	75.2	569.45

Tabla 7.15.: Distribución de tiempos operacionales por mes y campaña standard del cazaballenero "IBSA III".

<u>Año</u>	<u>Mes</u>	<u>Rorcual común</u>		<u>Cachalote</u>	<u>Rorcual norteño</u>
		<u>C TOTAL</u>	<u>C &gt; 16.80</u>		
1979	Julio	32	29	2	-
	Agosto	34	26	-	1
	Septiembre	29	18	3	3
	Total	95	73	5	4
1980	Julio	49	26	-	-
	Agosto	55	26	-	-
	Septiembre	18	5	-	-
	Total	122	57	-	-
1981	Julio	21	17	-	-
	Agosto	25	25	-	-
	Septiembre	20	20	-	-
	Total	66	62	-	-
1982	Julio	19	19	-	-
	Agosto	28	27	-	-
	Septiembre	25	24	-	-
	Total	72	70	-	-
1983	Julio	11	11	-	-
	Agosto	19	19	-	-
	Septiembre	21	21	-	-
	Total	51	51	-	-
1984	Julio	19	19	-	-
	Agosto	13	13	-	-
	Septiembre	15	15	-	-
	Total	47	47	-	-

Islla 7.16.: Captura por campaña standard del cazaballenero "IBSA III".

<u>Año</u>	<u>Mes</u>	<u>C/Tb</u>	
		<u>C Total</u>	<u>C &gt; 16.8</u>
1979	Julio	16.89	15.31
	Agosto	18.12	13.86
	Septiembre	16.66	10.34
	Total	17.24	13.25
1980	Julio	25.51	13.54
	Agosto	30.14	14.25
	Septiembre	7.45	2.07
	Total	19.80	9.25
1981	Julio	8.64	7.00
	Agosto	11.42	11.42
	Septiembre	9.59	9.59
	Total	9.84	9.25
1982	Julio	8.65	8.65
	Agosto	12.11	11.67
	Septiembre	11.76	11.29
	Total	10.85	10.55
1983	Julio	5.27	5.27
	Agosto	11.37	11.37
	Septiembre	13.17	13.17
	Total	9.53	9.53
1984	Julio	9.61	9.61
	Agosto	5.71	5.71
	Septiembre	10.42	10.42
	Total	8.25	8.25

Tabla 7.17.: Índices de CPUE por mes y campaña standard del cazaballenero "IBSA III".  
 C = 100 horas de búsqueda.

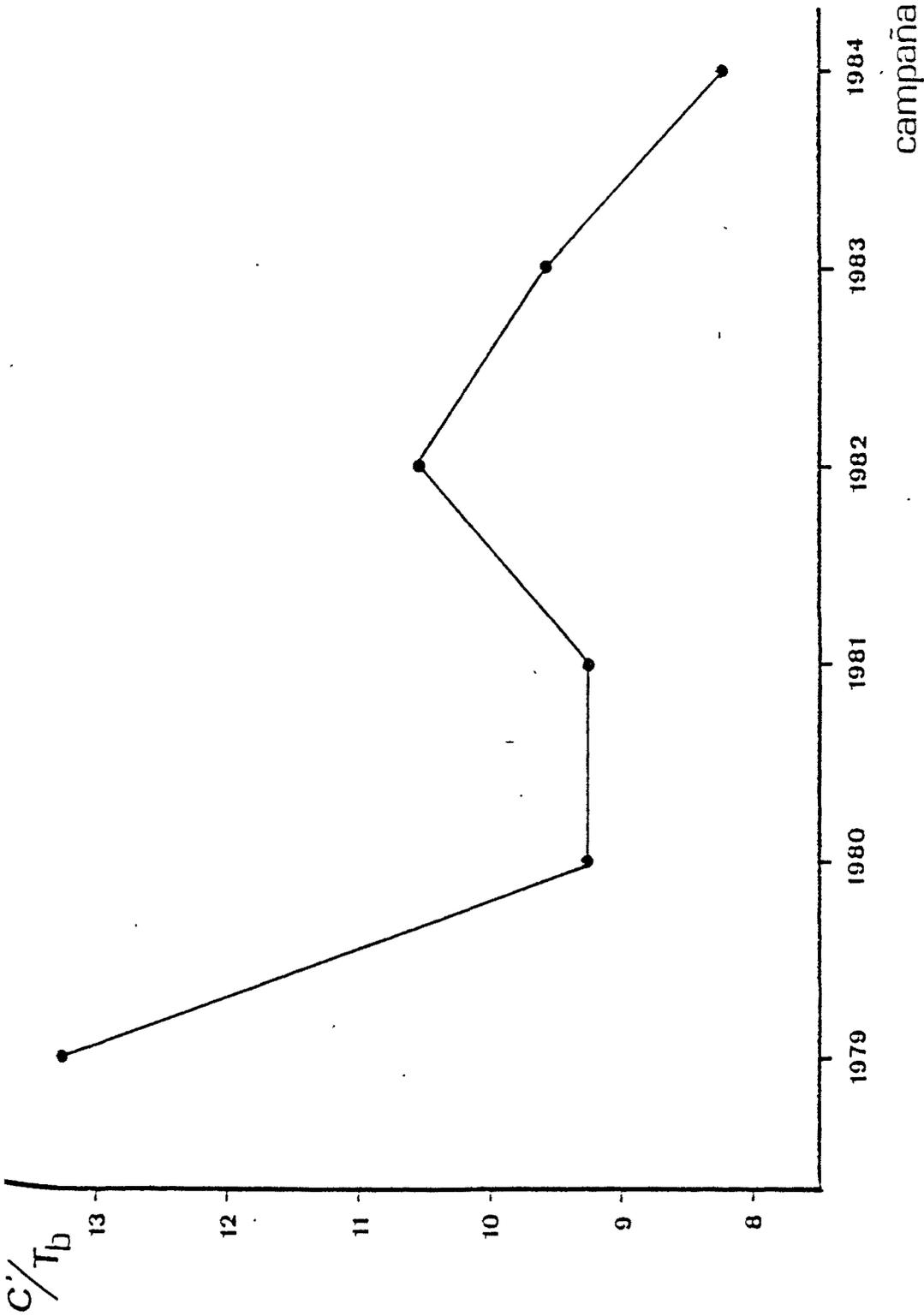


Figura 7.17.- Evolución de la captura por unidad de esfuerzo del cazaballenero "IBSA III", expresada en forma de  $C' / T_b$ .

8. ESTIMAS DE POBLACION

=====

El conocimiento del tamaño poblacional es de extraordinaria importancia en la gestión de una especie en proceso de explotación, y es por ello lógico que en los últimos años se haya desarrollado un sustancial esfuerzo a fin de conseguir estimas por distintos métodos y a partir de distintas series de datos.

Esencialmente, los estudios en este sentido han tomado tres vertientes: el análisis de la evolución de la CPUE, el del marcaje y los censos directos por avistamiento. Cada uno de estos sistemas presenta limitaciones y exigencias propias y sus resultados son complementarios, siendo necesaria una visión global de todos ellos para una aproximación satisfactoria al problema.

#### 8.1. ESTIMAS DE LA POBLACION A PARTIR DE MARCAJE

=====

El marcaje de rorcuales comunes se inició durante la temporada de caza de 1981 de manera conjunta a los cruceros de avistamiento y censo y se prosiguió en 1982 y 1983. El desarrollo de estos cruceros mixtos de avistamiento y marcaje ha sido descrito con detalle anteriormente (Aguilar et al., 1983; Sanpera et al., 1984; 1985), por lo que aquí nos limitaremos a considerar los aspectos que afectan estrictamente al programa de marcaje.

Hay que decir en primer lugar que la motivación primordial de estas campañas, en especial a partir de la de 1982, fue la de censar de modo directo la población y al marcaje se le concedió tan sólo un interés secundario. Además, el hecho de utilizar barcos equipados con máquina de explosión ordinaria, en vez de máquina de vapor o de motor de explosión silenciado, dificultó en gran medida, debido al ruido producido, el acercamiento y la persecución de las ballenas, reduciendo así el éxito de marcaje. El resultado fue que el número de marcas efectivamente puestas es relativamente reducido, aunque hay que tener en cuenta que el marcaje satisfactorio de una sola ballena exige en general varias horas de trabajo. Los resultados en número de marcas no es, pues, en absoluto comparable a los que se obtienen en estudios similares de otros grupos de animales.

### 8.1.1. METODOLOGIA DE MARCAJE

Los primeros intentos de marcaje de grandes cetáceos fueron realizados por distintos individuos y organizaciones durante las dos primeras décadas de nuestro siglo. Sin embargo, las marcas utilizadas entonces habían sido diseñadas para alojarse en el panículo adiposo y para ser vistas en la superficie externa de la ballena y no se tuvo en cuenta la facilidad de este tejido para expulsar los cuerpos extraños. La consecuencia fue que ninguna de estas primitivas marcas fue nunca recuperada a pesar de que el número de cetáceos marcado fue sustancial (Rayner, 1940; Brown, 1977).

No fue hasta la temporada de 1932/33 cuando el Comité Discovery utilizó por vez primera la marca interna que lleva su nombre. Desde entonces, con pequeñas modificaciones en su carga o dimensiones, ésta ha sido la marca utilizada universalmente para el marcaje de grandes cetáceos.

Las marcas "Discovery" utilizadas en el presente estudio (ver figura 8.1.) miden 27 cm de longitud y 1.5 cm de sección y llevan la cabeza de plomo con la punta plana para reducir la posibilidad de rebotes. Fueron facilitadas para este estudio junto con el resto de equipo para marcaje por la Comisión Ballenera Internacional.

Los disparos de las marcas se efectuaron con un fusil especialmente reforzado para resistir la carga de munición necesaria. El tirador se situó siempre en la proa del barco, a la mayor altura posible a fin de conseguir un ángulo de tiro óptimo y descubrir la ballena antes de que ésta rompiera la superficie del mar.

Para conseguir un buen marcaje es necesario que el barco se aproxime al cetáceo hasta una distancia inferior a 30 metros. Lógicamente esto presenta dificultades, especialmente si el marcaje se intenta desde un barco de construcción típica, como en repetidas ocasiones ha sido nuestro caso. La experiencia de la tripulación en atrapar ballenas es también una circunstancia importante y todo ello ha hecho que el éxito de marcaje fuese claramente superior en los casos en que se operaba con un cazaballenero, como durante la campaña "Atlántico 1" que cuando se utilizaban otros barcos, equipados con tripulaciones no expertas y motores de explosión tradicionales.

El rorcuál común realiza inmersiones de unos 3 a 10 minutos de duración, al cabo de las cuales produce una sucesión de soplidos que permiten localizarlo con facilidad. Es frecuente, especialmente si se siente perseguida, que la ballena cambie de rumbo durante la inmersión y que aparezca a más de una milla de distancia del punto original en que se sumergió. Por otra parte, la velocidad de cruceo usual en Balaenoptera physalus es de unos 5 a 8 nudos, pero puede aumentar hasta unos 15 si se alarma, haciéndola inalcanzable para el buque marcador.

Por todo ello, el tiempo de persecución que es en general necesario invertir en un único marcaje es elevado, en algunas ocasiones alcanzando las cinco horas. Usualmente los grupos de ballenas o las agrupaciones mixtas de ballenas con otros cetáceos, como por ejemplo Stenella coeruleoalba, fueron mucho más fáciles de perseguir y marcar debido a la alternancia de los soplidos y huellas de coletazos.

Antes de disparar, las marcas fueron rociadas con una solución de gluconato de clorhexidina a fin de reducir la posibilidad de infección. Una vez realizado el disparo de la marca, se recogió la siguiente información: número de marca, especie objeto del marcaje, situación geográfica, fecha y número de avistamiento del día, distancia aproximada de disparo, resultado del marcaje, talla estimada de la ballena marcada y posición de la herida producida por la entrada de la marca. Los resultados de los marcajes fueron siempre observados por al menos otra persona situada al costado del tirador y clasificados en aciertos confirmados, posibles aciertos, rebotes, fallos, marcas sobresaliendo o marcajes sin veredicto. El hecho de que una ballena reaccionase al marcaje con coletazos o aumentando bruscamente su velocidad de navegación no se tomó como indicación de acierto, ya que se ha observado que la reacción del cetáceo frente a una marca que falla y va a parar al agua en su proximidad es a menudo más violenta que si ésta penetra limpiamente en su propio cuerpo (Best y Butterworth, 1980).

#### 8.1.2. RESULTADOS DE MARCAJE

=====

La marca tipo "Discovery" es una marca interna que debe atravesar el panículo adiposo y alojarse en la musculatura para no ser expulsada posteriormen-

te. Por esta razón, las marcas que no penetran totalmente en el cuerpo del animal y sobresalen, aunque sea tan sólo ligeramente, serán expulsadas al cabo de pocos días y no deben considerarse como aciertos. Tampoco las marcas que atraviesan agua antes de tocar la ballena deben incluirse entre los aciertos, aunque si el ángulo de incidencia era correcto y el trayecto por dentro del agua reducido, pueden ser consideradas como posibles aciertos.

En la tabla 8.1. se detalla la información respecto a cada marcaje, incluyendo el veredicto en cada caso, y en la tabla 8.2. se resume esta información para cada año. El porcentaje de aciertos confirmados (33%) es algo inferior al obtenido en campañas semejantes en otras áreas, en general alrededor del 40-45% (Omura y Ohsumi, 1964; Ohsumi y Masaki, 1975), probablemente debido a la utilización en nuestros cruceros de barcos y tripulaciones poco adecuadas para el marcaje, como comentábamos más arriba.

Hay que tener en cuenta que una buena parte de las marcas consideradas como posibles aciertos muy posiblemente resultaron marcajes efectivos por lo que la estima de marcajes confirmados debe infraestimar el número real de marcas introducidas en la población. Una marca considerada en el momento del disparo como un posible acierto podrá dar información sobre el movimiento de las ballenas o sobre cuestiones de identidad poblacional en caso de ser recuperada, pero no se considera para las estimas de tamaño poblacional.

Como puede verse, la mayoría de disparos alcanzaron la parte dorsal de las ballenas, preferentemente por detrás de la aleta dorsal. Esto se hizo así a fin de minimizar en lo posible el riesgo de que la marca - recordemos que se trata de una marca interna - afectase alguna zona vital del animal.

### 8.1.3. DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LOS MARCAJES

=====

La distribución geográfica de los marcajes confirmados se circunscribió, lógicamente, al área estudiada durante los cruceros de avistamiento. En la figura 8.2. se han representado las posiciones en que se efectuaron marcajes confirmados. Como puede verse, la mayoría se sitúan dentro de las zonas de captura cubiertas por las operaciones de los balleneros,

MARCA Nº	TALLA	SITUACION	VEREDICTO	FECHA
40121	20	41°59'N;11°25'W	F	13-9-81
40122	18	41°59'N;11°25'W	A	"
40123	18	41°24'N;10°59'W	P.A.	14-9-81
40124	18	41°24'N;10°59'W	A	"
40125	-	41°24'N;11°02'W	F	"
40128	17-18	41°22'N;11°30'W	A	15-9-81
40129	15-16	39°17'N;12°21'W	P.A.	18-9-81
40140	19	44°50'N;11°27'W	P.A.	6-8-82
40139	25	44°50'N;11°27'W	F	"
40138	20	45°08'N;12°31'W	A	7-8-82
40142	17	45°18'N;12°30'W	F	"
40144	20-21	45°46'N;14°00'W	F	8-8-82
40146	20	46°35'N;14°00'W	F	9-8-82
40145	18	47°00'N;13°47'W	A	"
40147	18	47°40'N;13°20'W	F	10-8-82
40141	18-19	48°00'N;11°50'W	HP	11-8-82
40143	15	47°56'N;11°03'W	SV	12-8-82
40148	18-19	45°42'N;10°11'W	F	14-8-82
40149	18,5	44°48'N;11°55'W	F	19-7-83
40153	17	44°48'N;11°55'W	F	"
40159	19	47°00'N;11°08'W	F	3-8-83
40156	18	44°09'N;11°15'W	P.A.	10-8-83
40149	18.5	44°48'N;11°55'W	F	19-7-83
40153	17	44°48'N;11°55'W	F	"
40159	19	47°11'N;11°08'W	F	3-8-83
40156	18	44°09'N;11°15'W	MP	10-8-83
40119	15	43°20'N;10°53'W	F	25-8-83
40117	17-18	43°10'N;10°51'W	MP	15-9-83
40118	17-18	43°10'N;10°51'W	F	"
40120	17	43°11'N;10°54'W	PA	"
40108	17	43°39'N;11°03'W	F	"
40116	17	43°13'N;10°36'W	A	16-9-83
40114	17	43°33'N;11°03'W	P.A.	"

MARCA Nº	TALLA	SITUACION	VEREDICTO	FECHA
40115	16-17	43°14'N;10°47'W	A	16-9-83
40109	16-17	43°35'N;10°57'W	R	"
40111	16-17	43°35'N;10°57'W	A	"
40112	16-17	43°35'N;10°57'W	A	"
40113	16-17	43°35'N;10°57'W	A	"
40110	16-17	43°39'N;10°57'W	A	21-9-83
40105	16-17	44°16'N;10°23'W	PA	22-9-83
40106	19-20	42°52'N;10°30'W	PA	18-10-83
40104	17-18	43°48'N;10°22'W	A	19-10-83
40092	19	42°47'N;10°22'W	A	20-10-83
40093	-	42°47'N;11°43'W	F	"
40094	-	42°46'N;11°43'W	F	"
40095	-	42°46'N;11°43'W	F	"
40096	-	42°46'N;11°43'W	F	"
40097	17	42°42'N;11°15'W	A	"
40098	-	42°42'N;11°15'W	F	"
40100	-	42°42'N;11°15'W	F	"
40102	18-19	42°48'N;11°41'W	PA	"
40089	17-18	42°49'N;11°53'W	A	"
40088	17-18	42°49'N;11°53'W	PA	"
40090	16	42°41'N;11°53'W	PA	21-10-83
40087	17	42°39'N;11°51'W	A	"
40101	17	42°39'N;11°51'W	F	"
40082	17	42°37'N;11°51'W	PA	"
40083	17	42°37'N;11°51'W	F	"
40084	17	42°37'N;11°51'W	F	"
40085	16-17	42°40'N;11°49'W	F	"
40086	16-17	42°40'N;11°49'W	A	"
40078	17	42°29'N;11°37'W	A	"
40079	-	42°29'N;11°37'W	PA	"
40103	-	42°29'N;11°37'W	F	"

(cont.)

MARCA Nº	TALLA	SITUACION	VEREDICTO	FECHA
40080	18-19	42°29'N;11°37'W	A	21-10-83
40071	-	42°31'N;11°37'W	F	"
40072	15-16	42°31'N;11°37'W	F	"
40073	17	42°31'N;11°37'W	A	"
40074	15	42°31'N;11°37'W	A	"
40075	17-18	42°30'N;11°35'W	A	"
40076	-	42°30'N;11°35'W	F	"
40162	17-18	43°02'N;09°55'W	F	23-10-83
40164	17-18	43°02'N;09°55'W	F.	"

Tabla 8.1.: Detalle de los marcajes de Balaenoptera physalus. F: Fallo;  
R: Rebote; P.A.: Posible acierto; A: Acierto; MP: Marca sobresaliendo.

Tabla 8.2. : Resumen de los resultados de marcaje de rorcual común. A estos resultados hay que añadir, además, un posible acierto en 1982 y un acierto en 1981 a ballenas azules.

Año	Aciertos	Posibles aciertos	Rebotes	Fallos	Total disparos a rorcuales comunes
1981	4	2	-	2	8
1982	2	1	-	8	11
1983	17	10	2	21	50
Total	23	13	2	31	69
Porcentaje	33%	19%	3%	45%	

es decir, en un radio de unas 150 millas de distancia de las factorías terrestres. Una marca disparada durante el crucero "Ballena 1", en 1981, está situada muy al sur (a unas 250 millas de la estación de Balea), y otras dos disparadas en el "Ballena 2", en 1982, lo están al noroeste, la más lejana a unas 370 millas de distancia de la factoría de Caneliñas.

Una de las asunciones principales en una estima por marcaje es la de que se está trabajando con una población en la que todos los ejemplares tienen una probabilidad igual de ser recapturados. Actualmente se desconoce si existe segregación en la población, es decir, si determinados ejemplares tienen tendencia a ocupar cada año las mismas localidades o, por el contrario, se entremezclan y mueven indistintamente por toda la zona de ocupación de la población.

En el apartado 4 hemos visto que existe una cierta segregación en el momento migratorio de los distintos componentes poblacionales, pero ello debe atribuirse a la búsqueda de un equilibrio entre las necesidades energéticas de cada componente y la disponibilidad de alimento, que varía a lo largo de la temporada. Es razonable suponer que algo semejante debe suceder a un nivel espacial y que las ballenas tenderán a agruparse en las zonas de mayor productividad, pero ello no quiere decir que un ejemplar determinado tenga tendencia a ocupar cada año localidades concretas.

De hecho, los experimentos de marcaje de Balaenoptera physalus llevados a cabo en otras áreas demuestran que esta especie realiza movimientos de gran amplitud en un espacio corto de tiempo. Así, las distancias de recaptura en la Antártida (Brown, 1962), el Pacífico norte (Ohsumi y Masaki 1975) o el Atlántico Norte (Mitchell, 1975; Brown, 1977; Sigurjónsson y Gunnlaugsson, 1984) rebasan a menudo las 350 millas, aun considerando únicamente las recapturas de ejemplares marcados en la misma temporada, es decir, en los que el tiempo que media entre el marcaje y la recaptura es reducido, con frecuencia de pocos días o semanas.

Watkins (1981) estudió por radiotelemetría las actividades de una ballena de aleta en el Estrecho de Dinamarca y observó un desplazamiento del animal de más de 1000 millas en tan sólo diez días, lo que significó un cambio de situación geográfica de unas 300 millas de distancia en línea recta del punto original de partida.

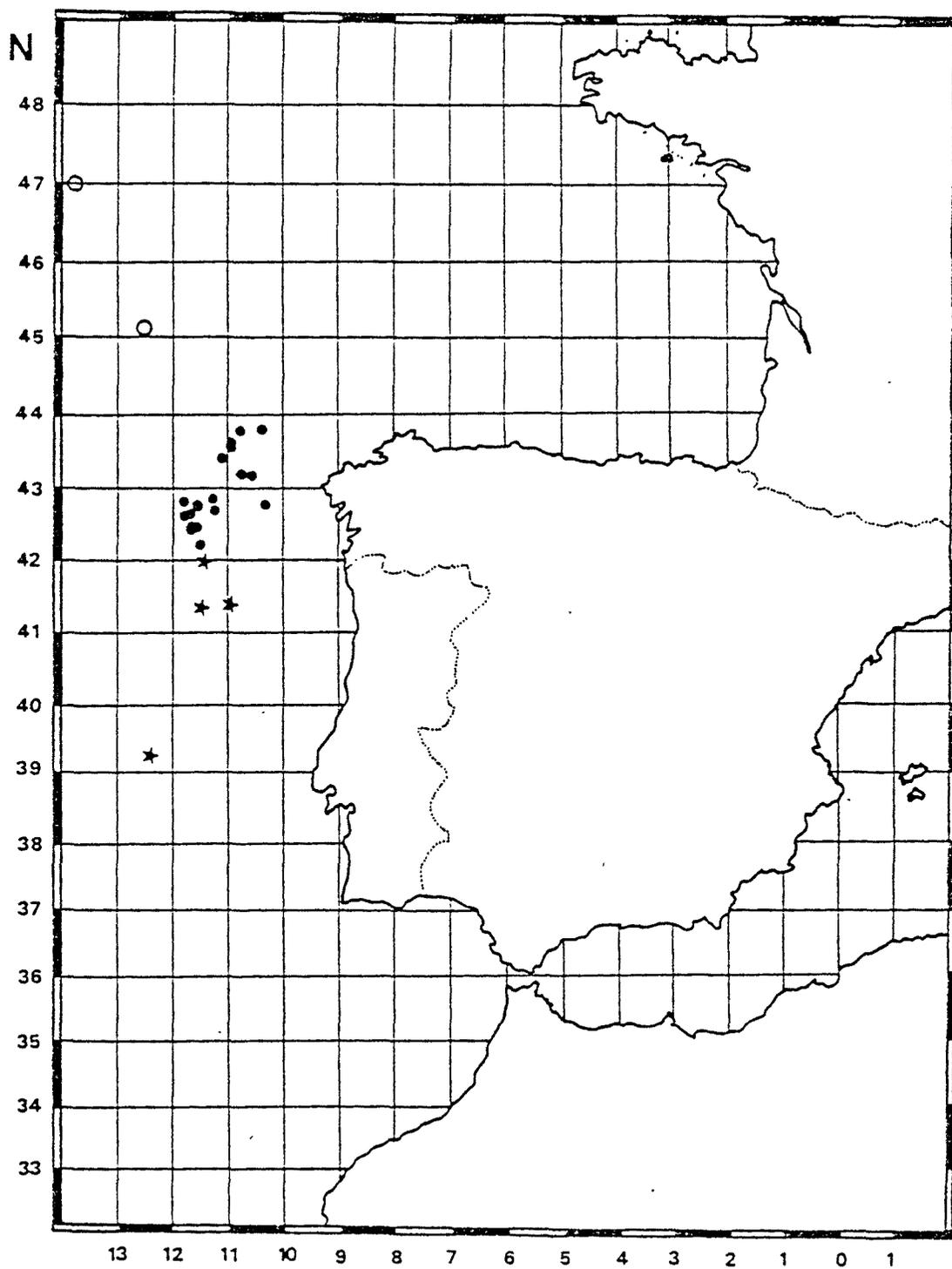


Figura 8.2: Localización de los marcajes con veredicto de acierto.

★:1981

○:1982

●:1983.

Por todo ello, parece razonable suponer que la relativa separación de las tres marcas antes comentadas con respecto al área de operación de los cazaballeneros no significa un impedimento para la recaptura de éstas y puede asumirse una probabilidad semejante de recaptura para todas las marcas introducidas en la población.

#### 8.1.4. RECUPERACION DE LAS MARCAS

=====

Dado que en el presente estudio se ha trabajado únicamente con marcas internas, es necesario que la ballena sea capturada y despiezada para constatar la presencia de aquéllas en su interior.

La presencia de un cuerpo extraño en el músculo o en el tejido adiposo del cetáceo produce, al cabo de pocos días del marcaje, abundante desarrollo de tejido conjuntivo que rodea y enquistas la marca. El tiempo necesario para la cicatrización de la herida variará, como es lógico, en cada caso, aunque se han descrito casos (Ohsumi y Masaki, 1975) en que el tejido alrededor de la marca todavía supuraba después de 16 años de permanencia de la marca en el interior del cuerpo de la ballena.

Sin embargo, lo que es un inconveniente para el cetáceo que ha sido marcado es una ventaja en el momento de la recuperación de la marca, ya que la ostensible reacción del tejido hace más evidente la presencia de ésta. De hecho, la posibilidad de que una marca pase inadvertida durante el despiece es muy reducida.

Esencialmente los productos extraídos de la ballena pueden dividirse en dos categorías:

- 1) Productos para el consumo humano directo, como carne, tejido adiposo o riñones, que son cortados cuidadosamente en piezas de unos 30 cm de lado y colocados en bandejas para su congelación. Dado el reducido tamaño del troceado y su procesamiento manual, es muy improbable que una marca "Discovery" alojada en el interior de una de estas piezas pase inadvertida.

2) Los huesos, órganos internos, como hígado, pulmones, intestinos, etc, y las piezas de carne o tejido adiposo no consideradas aptas para el consumo humano directo son troceados en porciones de tamaño variable y transferidos a las calderas de extracción de aceite. Una marca puede pasar inadvertida durante el troceado, pero aparecerá, tarde o temprano, en la extracción de residuos de las calderas.

La probabilidad, pues, de ignorar una marca en la factoría de despiece es muy reducida. A pesar de ello, durante la campaña de 1984 se disparó experimentalmente una marca a una ballena ya muerta, durante su remolque de la zona de captura a la factoría. El personal de la planta de despiece no fue avisado, pero la marca fue hallada sin dificultad, aun a pesar de que no se habían desarrollado reacciones tisulares que hicieran más patente su presencia.

Por otra parte, hay que recordar que una marca "Discovery" alojada en el cuerpo de un cachalote fue hallada en el año 1975 en la factoría de Caneliñas (Mitchell, 1975) y que la recuperación de cabezas de arpón de la pesquería azoreana en ejemplares de esta misma especie ha sido frecuente (Aguilar, 1985) en ambas plantas de despiece, aun a pesar de que el cachalote era procesado de un modo mucho menos cuidadoso que el rorcual común y de que estas cabezas de arpón son de un tamaño mucho menor que las marcas "Discovery".

Por todo ello concluimos que la probabilidad de que una marca alojada en el cuerpo de una ballena pase desapercibida durante el despiece es reducidísima. Sin embargo, hay que considerar una posibilidad, aunque mínima, de que la marca se pierda antes de la llegada del animal a la factoría, por ejemplo si la herida del arponazo se produce en las inmediaciones del lugar donde la marca se halla alojada.

#### 8.1.5. ESTIMA DE POBLACION MINIMA A PARTIR DEL MARCAJE

=====

##### 8.1.5.1. Metodología

=====

Hasta el momento, ninguna de las marcas disparadas a ejemplares de Balaenoptera physalus ha sido recuperada, aunque sí lo han sido las de cachalote.

Ello impide una estima del tamaño de población por los métodos comunes en el análisis de los procesos de marcaje-recaptura, pero puede hacerse una aproximación distinta y evaluar el tamaño poblacional mínimo que nos daría una probabilidad de no recaptura estadísticamente satisfactoria.

Para ello partimos de la asunción básica de que la probabilidad de captura ( $P_c$ ) de una ballena marcada en una única prueba es:

$$P_c = \frac{M}{N}$$

donde  $M$  = número de ballenas marcadas y  $N$  = población reclutada. A partir de aquí, Horwood (1981) deduce que la probabilidad ( $P_n$ ) de no recapturar ninguna ballena marcada entre una captura total  $C$  es:

$$P_n = \left( 1 - \frac{M}{N} \right)^C$$

Despejando  $N$  tenemos que:

$$N \gg \frac{M}{1 - P_n^{1/C}}$$

Un razonamiento de este tipo ha sido utilizado con anterioridad por otros investigadores (Horwood, 1981; Miyashita, 1982; 1983), en especial en aguas antárticas.

Sin embargo, nuestro caso presenta algunas complicaciones que exigen un mayor detalle en la formulación. En primer lugar nos parece adecuado considerar la posibilidad de que exista una pérdida de la marca, aun a pesar de que los veredictos de disparo y la recuperación en la planta de despiece sean correctos. De la Mare (1984) hizo una revisión de la información sobre la incidencia de pérdidas de marcas tipo "Discovery" en experimentos de doble marcaje del mismo animal y vio que realmente estas pérdidas existían. Sin embargo, no está claro cuál es el punto del proceso en el que se producen las pérdidas ni cuál sería un porcentaje razonable de éstas en relación al total de marcas introducidas en la población.

En nuestro caso, hemos asumido que la tasa de supervivencia  $S$  de la marca es 0.95, por lo cual tenemos que:

$$P_n = \left(1 - \frac{SM}{N}\right)^C$$

Por otra parte, las marcas fueron introducidas en la población a lo largo de campañas repartidas en tres años, por lo que la probabilidad de recapturar una marca dada será proporcional a la captura acumulada a partir de su disparo, pero no antes de éste. Lógicamente, debemos entonces considerar independientemente las probabilidades de recaptura de cada bloque de marcas. Su probabilidad combinada a lo largo de  $n$  campañas será:

$$P_n = \prod_{x=1}^{x=n} \left(1 - \frac{S M_x}{N}\right) C_x$$

donde  $M_x$  es el número de ejemplares marcados en el año  $x$ , y  $C_x$  es la captura que afecta durante una campaña a  $M_x$ .

Como además en una misma temporada de caza pueden estar disponibles para la captura ejemplares marcados en distintas campañas de marcaje entonces la probabilidad acumulada de los componentes será:

$$P_n = \prod_{x=1}^{x=n} \left(1 - \sum \frac{S M_x}{N}\right) C_x$$

Sin embargo, la relativa antigüedad de algunas marcas (4 años) obliga a considerar el efecto de la mortalidad natural sobre los ejemplares marcados, con lo cual la formulación definitiva será:

$$P_n = \prod_{x=1}^{x=n} \left(1 - \sum \frac{S M_x e^{-tm}}{N}\right) C_x$$

donde  $t$  es el tiempo a lo largo del cual opera una tasa de mortalidad natural  $m$ .

Dado que las campañas de marcaje tuvieron lugar durante las temporadas de caza, la aplicación de esta expresión matemática es algo complicada, pues todos los parámetros variarán, no sólo después de que un nuevo bloque de marcas se introduzca en la población sino también en cada nuevo segmento de campaña de caza, pues  $m$  y  $C$  aumentarán con el paso del tiempo.

#### 8.1.5.2. Asunciones del estimador

=====

En la figura 8.3. se representa el fundamento del cálculo de cada una de las variables que componen el estimador. En el esquema pueden verse varias de las asunciones que se han hecho a fin de conseguir una mayor simplicidad en las operaciones. Por otra parte, ha sido necesario asumir que otras propiedades extrínsecas al estimador pero necesarias para una coherencia matemática de la estima también se cumplían.

En esencia, las asunciones implícitas en el proceso de cálculo son:

- La tasa de mortalidad natural no opera de manera continua a lo largo del tiempo, sino de modo puntual y acumulativo al final de cada segmento de explotación, entendiéndose por este concepto el período de tiempo a lo largo del cual se lleva a cabo una actividad determinada (caza, descanso) de modo continuado, sin que se efectúen campañas de marcaje entremedio.
- La tasa de desaparición de la marca (o, lo que es lo mismo, la inversa de su supervivencia,  $S$ ) opera inmediatamente después del marcaje, pero no más tarde. La eventual mortalidad por marcaje tendría un valor aditivo y se confundiría con esta tasa.
- El tamaño de población permanece constante a lo largo del período 1981-1984.
- Se está trabajando con una población cerrada, en la que todos los individuos tienen una misma probabilidad de ser capturados y marcados y no existen variaciones anuales en su disponibilidad.

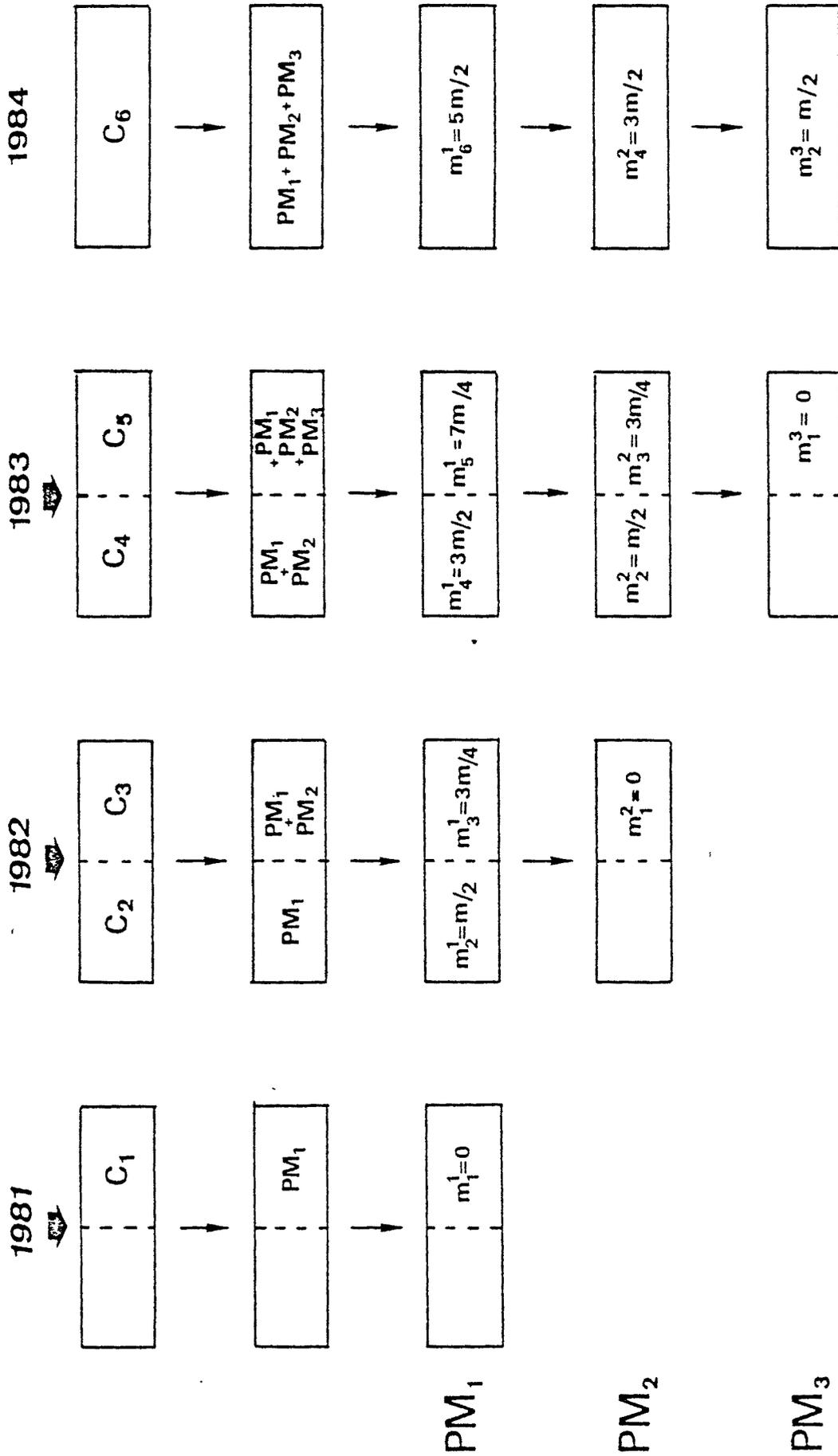


Figura 8.3: Esquema explicativo del desarrollo del cálculo del estimador de probabilidad de no recaptura.

## 8.1.5.3. Resultados

=====

Los resultados de marcajes confirmados obtenidos durante los años 1981 a 1983 se han detallado en la tabla 8.3. Estos son los datos brutos básicos que han sido aplicados al estimador. Obsérvese que como fecha de marcaje se ha considerado el valor central del período a lo largo del cual se extiende la campaña que, especialmente en 1983, es de considerable duración. Suponiendo una repartición uniforme de los marcajes a lo largo de la campaña, esta simplificación no tiene efecto sobre el resultado del cálculo.

Por otra parte, examinando las estadísticas de captura, la caza en cada segmento de explotación C es:

$$C_1 = 34$$

$$C_2 = 64$$

$$C_3 = 85$$

$$C_4 = 68$$

$$C_5 = 52$$

$$C_6 = 102$$

Si ahora consideramos que  $\pi=0.04$  y que  $S=0.95$ , el estimador nos ofrece una relación entre error y tamaño mínimo de población según se representa en la figura 8.4. Como puede verse, la confianza en la estima comienza a perderse rápidamente a medida que se asumen tamaños de población superiores a los 1200 o 1500 individuos. Considerando valores de error puntuales, las estimas serán:

<u>Probabilidad de error</u>	<u>Tamaño mínimo de población reclutada</u>
0.05	1.504
0.10	1.960

Tabla 8.3. : Información sobre las campañas de marcaje.

<u>AÑO</u>	<u>Nº MARCAJES CONFIRMADOS</u>	<u>S.M.</u>	<u>Fecha media de marcaje</u>	<u>Extensión de la campaña de marcaje</u>
1981	4	3.8	15 Sept.	13 Sept. - 18 Sept.
1982	2	1.9	9 Ag.	6 Ag. - 11 Ag.
1983	17	16.15	5 Sept.	19 Jul. - 23 Oct.

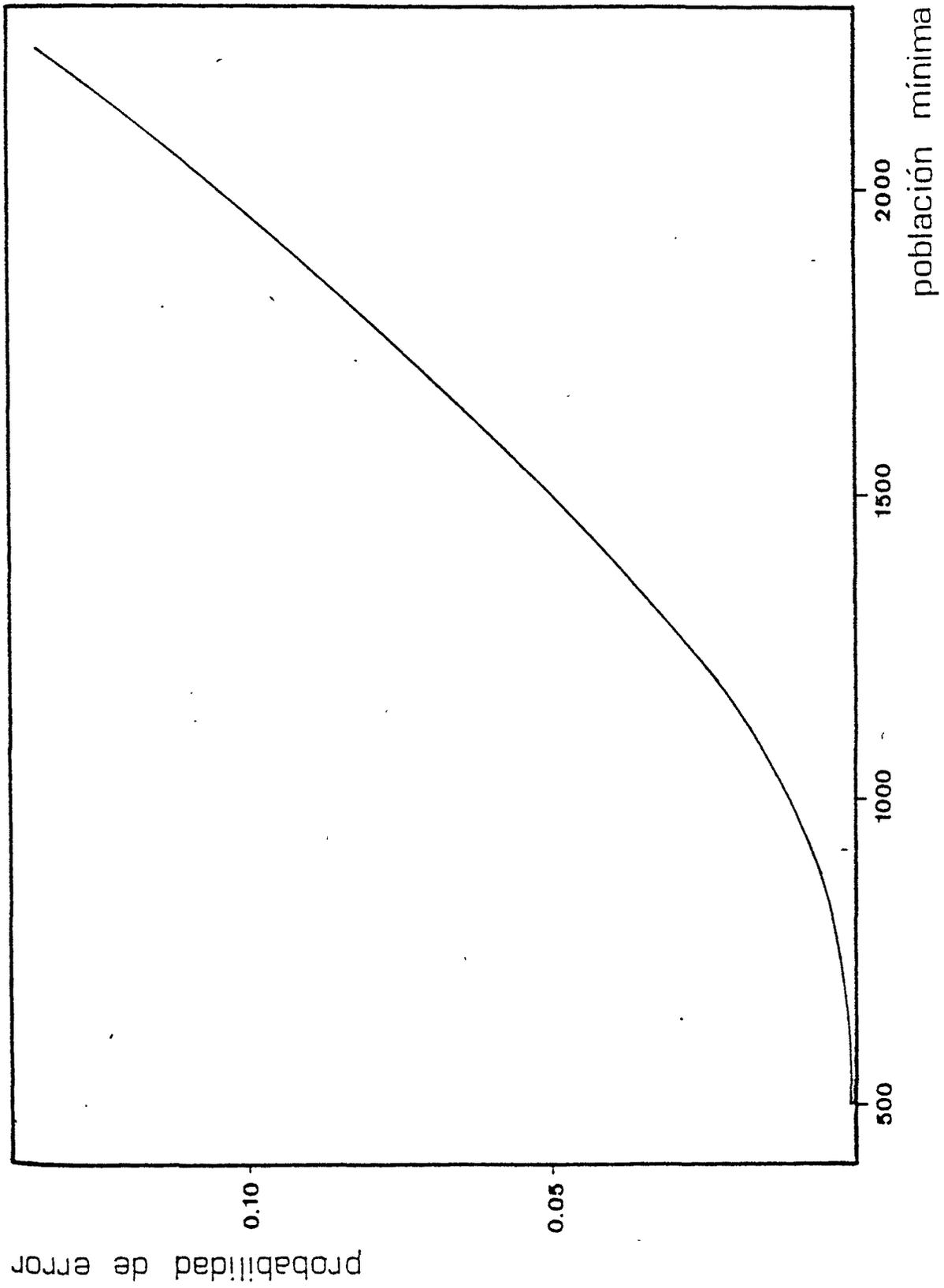


Figura 8.4: Curva de probabilidad de error en la estima de población mínima a partir del marcaje.

Hay que recordar aquí, sin embargo, que el estimador nos da el tamaño de población mínima que produciría una probabilidad de no recaptura determinada y esto es tan sólo una cota inferior en el valor poblacional. Es decir, que podemos suponer que, con una probabilidad de acierto de al menos el 95%, la población reclutada es superior a los 1500 ejemplares. Si permitimos que la seguridad en la predicción disminuya, por ejemplo al 90%, se puede asumir una población mínima cercana a los dos millares de individuos. Al aumentar el tamaño de stock, el riesgo en la predicción se incrementa rápidamente, pero esto no significa que un valor superior sea menos probable, sino tan sólo que la seguridad matemática en la afirmación es menor debido a una insuficiencia en el tamaño muestral.

La curva calculada en el presente caso produce tamaños poblacionales mínimos algo superiores a los obtenidos recientemente por Aguilar, Gunnlaugsson y Miyashita (1984) en un estudio semejante y ello es debido principalmente a la incorporación de los datos de la campaña de 1984 en nuestro cálculo, aunque puede haber también ligeros desvíos producidos por las distintas asunciones del estimador en cada caso.



## 8.2. ESTIMAS A PARTIR DE LA CPUE

=====

### 8.2.1. METODOLOGIA

=====

#### 8.2.1.1. Estimaciones de $N_0$

=====

Si se considera que la evolución de la CPUE o cualquier otro índice de abundancia refleja de modo fidedigno los cambios en la densidad poblacional (i.e. en la abundancia), las variaciones de estos índices a lo largo del tiempo y su relación con las capturas efectuadas pueden permitir el cálculo del tamaño del stock. Para ello es necesario, no obstante, que la captura sea de una magnitud importante respecto al tamaño de población y que, consecuentemente, el descenso en la abundancia sea sustancial.

Métodos basados en este principio han sido aplicados a diferentes situaciones y desde hace muchos años, pero su desarrollo se debe fundamentalmente a Leslie y Davis (1939) y a De Lury (1947). Sin embargo, las modificaciones necesarias para adecuar estas técnicas a situaciones concretas son abundantes y han complicado algo el método.

En esencia, se parte de la asunción básica de que:

$$CPUE = q N$$

donde  $N$  es el tamaño de población y  $q$  es una constante de "capturabilidad" que refleja el porcentaje de  $N$  que puede pescarse desarrollando una unidad de esfuerzo dada. En la situación más simple tendremos que cuando la población se reduzca por el efecto de  $C_t$  capturas ocurridas hasta el momento  $t$ :

$$CPUE = q N_0 - q C_t$$

siendo  $N_0$  el tamaño poblacional inicial, es decir, previo a la explotación.

Esta ecuación indica que la relación entre la CPUE y las capturas acumuladas desde el tiempo 0 al  $t$  será lineal y la regresión de  $C$  sobre la CPUE nos dará una pendiente que será  $q$ , la capturabilidad. Además, la intersección

en el eje X será una estima de la población inicial previa a la explotación ( $N_0$ ) ya que representa el valor que alcanzaría  $C_t$  cuando la CPUE fuese cero, es decir, cuando la población se extinguiese (Ricker, 1975).

Lógicamente, el principio de linealidad en la relación sólo se mantiene si se trabaja con una población cerrada en su sentido más estricto y ello sólo es posible si el proceso de explotación es drástico y se aplica a lo largo de un período de tiempo relativamente corto, en el que pueda asumirse que las tasas de reclutamiento y de mortalidad se cancelan (recordemos que suponemos que la población antes de ser explotada estaba en equilibrio y que  $r=M$ ). En caso contrario, es necesario variar la formulación a fin de introducir factores variantes que tengan en cuenta estos aspectos.

#### 8.2.1.1.1. De Lury modificado por Chapman/Tillman y Grenfell

Quando la explotación se extiende a lo largo de años sucesivos el número de reclutas en una campaña dada será función directa de un contingente reproductivo existente tantos años antes como la edad media de reclutamiento ( $tr$ ). En los años siguientes al inicio de la explotación y hasta que transcurran  $tr$  años, el reclutamiento permanecerá constante aunque el stock explotado se reduzca, por lo que se producirá un incremento transitorio de la tasa de reclutamiento relativa a la población que está siendo explotada.

Por esta razón la condición de linealidad en la relación entre la CPUE y el tamaño de población total se ve violada durante este período de  $tr$  años. El descenso en el tamaño poblacional tan sólo afectará al reclutamiento (y por ello será apreciable) cuando se deba incorporar a la población explotable el contingente de ballenas nacido en el primer año de dicho descenso.

Para solucionar este problema, Chapman (1974) reformuló la ecuación de Partida como:

$$CPUE = q N_0 - q \left( \sum_{i=1}^{j-1} C_i (1-M)^{j-i} + \frac{1}{2} C_j \right)$$

donde  $i$  y  $j$  representan la primera y última campaña de caza computada en el cálculo,  $M$  es la tasa de mortalidad natural y el resto de símbolos según se han definido previamente.

Por otra parte, el reclutamiento anual en el período comprendido entre la campaña  $i$  y la  $j$ , siempre que  $j-i$  sea menor que  $tr$ , podrá calcularse de dos modos alternativos:

$$No. e^{-M} \quad y \quad No (1-M)$$

Breiwick (1978) comparó ambas formas utilizando diferentes tasas de mortalidad y series de CPUE y vio que el modelo exponencial daba resultados ligeramente más precisos. Por ello, la ecuación de Chapman la transformamos:

$$CPUE = q No - q. \left( \sum_{i=1}^{j-1} C_i e^{-(i-j)M} + \frac{1}{2} C_j \right)$$

siendo el término entre paréntesis la "captura acumulada ajustada" (CAA).

Tomando esta CAA como valor  $X$  en la regresión, tendremos que para una campaña dada  $i$ :

$$CPUE_i = Y_i = a + bX_i$$

por lo que la población virginal al inicio de la primera campaña de explotación puede estimarse como:

$$No = a/b$$

Sin embargo, la relación entre el éxito de captura y la abundancia poblacional suele no ser lineal en los primeros años de explotación, debido a factores operacionales. Así,  $q$  acostumbra a aumentar desde el inicio de la explotación hasta la segunda o tercera campaña, en las que alcanza su valor máximo, que es el que se supone que se mantiene constante a partir de entonces. Este período de "asentamiento" de la pesquería no puede introducirse en el cálculo, por lo que la serie de datos útil suele comenzar algunos años más tarde del comienzo de la explotación. En esta situación no se ha obtenido a menudo a partir de una  $N_i$  intermedia en la serie y calculando repetitivamente hacia atrás hasta llegar a  $i=1$  (Tillman, 1977; 1978).

Este procedimiento es inexacto e introduce un desvío positivo, por lo que No tiende a sobreestimarse. Por esta razón, Tillman y Grenfell (1980) modificaron ligeramente el modelo, de forma que si el asentamiento se prolonga durante t años, la ecuación de partida en la primera temporada útil para el cálculo será:

$$CPUE_{t-1} = q No - q \left[ \sum_{i=1}^a C_i e^{-(t+1-i)M} + \frac{1}{2} C_{t+1} \right]$$

en los k años siguientes será:

$$CPUE_{t+k} = q No - q \left[ \sum_{i=1}^{t+k-1} C_i e^{-(t+k-i)M} + \frac{1}{2} C_{t+k} \right]$$

Redefiniendo  $CPUE_k = CPUE_{t+k}$ , puede seguirse el procedimiento usual para obtener No y q (Tillman, 1981).

Por otra parte, los límites de confianza de la estima No se han calculado a partir de Ricker (1975), según una ecuación de segundo grado:  $aN^2 + bN + c = 0$ , en la que los términos se definen por:

$$a = q^2 - \left[ t_p^2 \cdot S_{yx}^2 \cdot \frac{1}{\sum (X_i - \bar{X})^2} \right]$$

$$b = -2 \left[ (q^2 \cdot No) - \left( t_p^2 \cdot S_{yx}^2 \cdot \frac{\sum X}{n \sum (X_i - \bar{X})^2} \right) \right]$$

$$c = (q^2 \cdot No^2) - \left( t_p^2 \cdot S_{yx}^2 \cdot \frac{\sum X^2}{n \sum (X_i - \bar{X})^2} \right)$$

donde  $X_i$  son los valores de CAA para cada año  $i$ ,  $\bar{X}$  es la media de éstos,  $t_p$  es el valor de la distribución de  $t$  correspondiente a una probabilidad dada para  $n-2$  grados de libertad,  $n$  es el número de temporadas de que consta la serie,  $q$  es la constante de proporcionalidad o "capturabilidad", y  $S_{yx}^2$  es un estadístico proveniente de la regresión, que representa la varianza de los puntos respecto a la línea ajustada:

$$S_{yx}^2 = \frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2 - b \sum [(Y_i - \bar{Y}) \cdot (X_i - \bar{X})]}{n - 2}$$

donde  $X_i$  e  $Y_i$  son los valores individuales de CAA y CPUE,  $\bar{X}$  e  $\bar{Y}$  son sus medias respectivas, y  $b$  es la pendiente de la regresión.

### 8.2.1.1.2. De Lury modificado por Allen

Veíamos en el apartado anterior que la modificación del método De Lury de Chapman (1974) era tan sólo aplicable cuando se trabajaba con series de datos procedentes de campañas que transcurrían no más tarde de  $t_r$  años después del inicio de la pesquería. Es decir, que se asumía que las tasas de mortalidad y de reclutamiento eran iguales, cancelándose y manteniendo el modelo sin desvíos.

Por este motivo, cuando la captura intensiva se dirige sobre una población que puede no hallarse en equilibrio debido a una anterior fase de explotación, el método no es aplicable. Allen (1981), partiendo de la concepción general del modelo de Chapman (1974), produjo una nueva modificación del método De Lury que es aplicable a estas situaciones, siempre que se asuma que la tasa de reclutamiento permanece constante (aunque no necesariamente igual a  $M$ ) a lo largo del período de explotación intensivo, lo cual es razonable si se extiende durante un período corto de tiempo (en esencia, si es más corto que la  $t_r$ ). Sin embargo, poco después se vio que el diseño de este método era incorrecto y tendía a infraestimar seriamente  $N_0$ , por lo que fue necesario corregirlo y variar la mecánica de cálculo (Allen, 1983).

El modelo se origina a partir de la ecuación:

$$N_{t+1} = (N_t - C_t) (1 - M) + r N_0$$

donde  $N_t$  es el tamaño poblacional al inicio de la campaña del año  $t$ ,  $C_t$  es la captura realizada durante la costera  $t$ ,  $N_0$  es el tamaño de población virginal y  $M$  y  $r$  son las tasas de mortalidad y reclutamiento respectivamente.

De modo análogo al modelo de Chapman (1974) definimos

$$CAA_j = \sum_{i=1}^{j-1} C_i (1 - M)^{j-1} + \frac{1}{2} C_j$$

y tenemos que el tamaño de población en el punto medio de la costera  $j$  puede estimarse como:

$$N_j = N_0 \left[ (1 - M)^j + \frac{r (1 - (1 - M)^j)}{M} \right] - CAA_j$$

Si al término entre corchetes lo denominamos  $A_j$ , la ecuación de equilibrio puede formularse:

$$CPUE_j = q (A_j N_0 - CAA_j)$$

y, a partir de aquí, Allen (1983) desarrolla un estimador de  $N_0$ , que se obtiene:

$$N_0 = \frac{\sum A_j CAA_j \sum CPUE_j CAA_j - \sum A_j CPUE_j \sum CAA_j^2}{\sum A_j^2 \sum CPUE_j CAA_j - \sum A_j CPUE_j \sum A_j CAA_j}$$

No puede obtenerse así directamente sin que sea necesario utilizar técnicas de regresión. Por otro lado, y como decíamos al principio, este estimador es aplicable sin necesidad de asumir que existe un equilibrio entre  $r$  y  $M$ , condición indispensable en el modelo de Chapman.

Sin embargo, si este procedimiento de cálculo se aplica a series estadísticas intermedias el valor resultante corresponderá no a  $N_0$  sino a un  $N_i$  que inicia dicha serie. Entonces, el tamaño de población virginal (o  $N_0$  real) deberá obtenerse por recurrencia y ajuste de un modelo poblacional que, a partir de una  $N_0$  dada, describa una trayectoria que pase a través de  $N_i$  en el año  $i$  (ver apartado 8.2.1.2.2.).

#### 8.2.1.2. Estimaciones de $N_i$

=====

Una vez conseguida una estimación del tamaño de población inicial  $N_0$ , nos interesa conocer la evolución del stock a lo largo de los años y, en último término, saber el nivel al que quedó la población al finalizar la pesquería.

Trabajando siempre con explotaciones de duración inferior a la edad media de reclutamiento para la especie en cuestión, el tamaño poblacional en la temporada  $i$  ( $N_i$ ) puede obtenerse por dos métodos:

#### 8.2.1.2.1. Método de la $q$

Partiendo de la asunción básica:

$$CPUE = q N$$

tendremos que el tamaño medio de la población en la temporada  $i$  puede calcularse a partir de la expresión:

$$\bar{N}_i = CPUE \ i/q$$

y lógicamente los tamaños de población al inicio o al término de la campaña serán, respectivamente:

$$N_i = CPUE \ i/q + \frac{1}{2} C_i$$

$$N_i' = CPUE \ i/q - \frac{1}{2} C_i$$

Las aplicaciones de este método son, no obstante, algo limitadas, ya que sólo puede utilizarse en aquellas situaciones en que se puede asumir que  $q$  es idéntica a la que se obtenía en el cálculo de la regresión. En otras palabras, el modelo no es válido si las condiciones de operatividad de la pesquería cambian y, desde luego, la extrapolación no es posible entre distintos procesos de explotación.

#### 8.2.1.2.2. Extrapolación (método P.A.)

Disponiendo de las capturas anuales y de estimas de  $N_0$  (o, en su defecto, de un  $N_j$  cualquiera) y  $M$ , el tamaño poblacional al inicio de la campaña  $i$ ,  $N_i$  (y desde luego también  $N_0$ ), puede obtenerse por recurrencia de la fórmula:

$$N_i = (N_{i-1} - C_{i-1}) e^{-M} + (1 - e^{-M}) N_0$$

considerando que el último término aditivo refleja adecuadamente el reclutamiento.

Consecuentemente, el tamaño de población al final de la temporada de caza  $i$  ( $N_i'$ ) será:

$$N_i' = (N_{i-1} - C_{i-1}) e^{-M} + (1 - e^{-M}) N_0 - C_i$$

La principal limitación de este modelo es la tasa de reclutamiento, que en esta formulación se asume es constante y proporcional a  $M$ , por lo que su aplicación sólo es correcta en los primeros  $tr$  años a partir del inicio de la pesquería.

Sin embargo, cuando la explotación se desarrolla durante un período prolongado de tiempo (sustancialmente superior a  $tr$ ) y se suponen cambios dependientes de la densidad en la tasa de reclutamiento, es necesario introducir un factor que nos ajuste el modelo a las variaciones de la población.

Con esta intención, Allen (1982) derivó un modelo de reclutamiento que consideraba como factores constitutivos la tasa de preñez, la edad de reclutamiento y la edad de maduración y que conducía a una función cúbica que relaciona la tasa de reclutamiento anual con el nivel poblacional (en función de  $N_0$ ) que existía  $tr$  años antes. Allen formuló este modelo a partir de la información existente sobre la población de B.physalus de Islandia, por lo que la función resultante es extrapolable a nuestra situación.

La asunción básica del modelo es que el número de reclutas  $tr$  años después del año  $i$  es:

$$R = 0.5 N_i p e^{-Mtm} e^{-(M_j - M)t_j}$$

donde  $p$  es la tasa de preñez,  $M$  es la tasa de mortalidad de los adultos y  $M_j$  es la juvenil,  $tm$  es la edad de maduración sexual y  $t_j$  es el período de tiempo en años durante el que opera  $M_j$ .

Si recordamos que en una población en equilibrio:

$$r=M$$

y además que:

$$r_i = \frac{R_i}{N_i}$$

Allen obtiene la tasa de reclutamiento para un nivel de población  $P$  considerando que  $p$  y  $tm$  son denso-dependientes a partir de la fórmula:

$$r_N = \frac{M P N}{P_1} e^{-M (tm_n - tm_1)}$$

El ajuste por mínimos cuadrados de la curva de reclutamiento conduce a una función cúbica que en nuestro caso (para una  $M= 0.06$ , como se verá más adelante) toma los valores:

$$r = 0.12004 + 0.03807 P - 0.175 P^2 + 0.07634 P^3$$

donde

$$P = \frac{N_i}{N_0}$$

#### 8.2.1.3. Estimaciones de rendimiento poblacional

=====

Al ser la tasa de reclutamiento dependiente del tamaño poblacional, el rendimiento de la población en número de ballenas variará en función no sólo de  $N$  sino también de  $P$ . Considerando el rendimiento ( $R$ ) como el número de ejemplares que la población produce en exceso a su nivel de equilibrio a fin de compensar las bajas producidas por la pesca, podemos calcularlo como:

$$R_i = N_{i-tr} (r - M)$$

suponiendo que  $M$  permanece constante.

Aplicando esto a la función cúbica (Allen, 1982) tenemos que el nivel poblacional en el que se alcanza un mayor rendimiento sostenible (MRS), es decir, cuando el número de ballenas que pueden capturarse manteniendo constante el nivel de población es mayor, se obtiene por resolución la ecuación:

$$a + 2 b P + 3 c P^2 + 4 d P^3 = 0$$

donde a,b,c y d son los valores de la función cúbica de reclutamiento descrita en el apartado anterior y  $P = N_i / N_0$ .

#### 8.2.2. MATERIAL Y CONDICIONES DE APLICACION DE LOS MODELOS

=====

Como se discute en el apartado 9, la población de rorcual común de las costas ibéricas se gestiona de modo conjunto a la de las Islas Británicas por considerarse que una única unidad poblacional ocupa ambas zonas. Sin embargo, la tasa de intercambio entre una y otra zona es desconocida y, dada la relativa lejanía, es razonable suponer que haya una cierta segregación entre los componentes de esta población.

Por este motivo, las estimas de población inicial  $N_0$  se han realizado tomando como punto de partida dos asunciones: la de una única población y la de dos poblaciones independientes. Sea cual sea la tasa de intercambio entre las zonas, el tamaño de población caerá entre estos valores extremos.

Cuando se consideran poblaciones locales o sub-stocks, la situación es relativamente sencilla. En cada caso la CPUE deberá referirse a las capturas acumuladas de su zona y puede aplicarse sin problemas la modificación de Chapman/Tillman-Grenfell para el cálculo de  $N_0$ , pues la explotación se extiende durante un período relativamente corto a partir del inicio de la pesquería.

No obstante, si se considera toda la zona demarcada por la IWC como unidad de gestión, en la única serie que puede aplicarse el método antes citado es la de Escocia en los años 1905-1914. En las costas ibéricas el inicio de la pesquería ya fue muy posterior a la apertura de las factorías escocesas y el período transcurrido (17-21 años como mínimo, según la localidad) impide aceptar como válida la asunción de que  $r=M$ . En este caso debe aplicarse el estimador de Allen (1983) para el cálculo de una  $N_i$  y luego ajustar un modelo poblacional que, a partir de una  $N_0$  dada, describa una trayectoria que coincida con la  $N_i$  estimada en el año adecuado.

Las capturas totales y las CAA de rorcual en el substock (aguas de la Península Ibérica) y el stock total (área de gestión de la IWC) se detallan en la tabla 8.4. Por otra parte, las series de CPUE de las factorías ibéricas según el análisis realizado en el apartado 7 y utilizadas en las estimas de población se expresan en la tabla 8.5., y en la 8.6. pueden verse las correspondientes a las factorías británicas, de acuerdo con la revisión de Jonsgard (1977).

En el presente análisis se ha considerado un valor único y constante de la mortalidad natural (M) de 0.06, ya que los estudios de la población de rorcual común de Islandia indican una figura de este orden (IWC, 1982). Para la utilización del estimador de Allen se ha utilizado un valor fijo y constante de  $r=0.08$ . Por analogía a la pesquería moderna en el Noroeste, tr se ha considerado igual a 6 años.

### 8.2.3. INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

=====

Los resultados de la aplicación de los distintos modelos para el cálculo de  $N_0$  a las series de datos disponibles se detallan en la tabla 8.7.

En general, las pendientes de CPUE son relativamente semejantes y esto hace que las estimas de  $N_0$  no difieran mucho entre sí; sin embargo, la serie de Setúbal da resultados consistentemente más altos que las otras dos ibéricas, aunque no disponemos en la actualidad de una explicación para ello, como no sea la variabilidad inherente en este tipo de análisis.

Por otra parte, hay que recordar que los límites de confianza (tomando p.e. una  $p < 0.05$ ) son muy amplios y las estimas no se diferencian estadísticamente entre ellas. Los límites inferiores, que por el cálculo matemático producen resultados negativos, deben ser despreciados y en su lugar aceptar la CAA de la última campaña como umbral mínimo verosímil de  $N_0$ , lo cual nos lo sitúa muy cercano al valor de la estima. Los límites superiores, por el contrario, se sitúan en 32.000 en Getares y 41.000 en Setúbal cuando consideramos la CAA local. En Caneliñas el cálculo no ha sido posible al ser la serie estadística demasiado reducida.

Tabla 8.4. : Capturas totales y CAA de rorcual común para el cálculo de No por el método De Lury/Chapman/T-G en los substocks y en el stock total. Datos procedentes de Jonsgard (1977) y Sanpera y Aguilar (1984).

<u>Año</u>	<u>Capt. Islas Británicas</u>	<u>Capt. Total</u>	<u>CAA P. Ibérica</u>	<u>CAA Total</u>
1904	263	263	0	132
1905	450	450	0	473
1906	317	317	0	816
1907	396	396	0	1115
1908	379	379	0	1426
1909	432	432	0	1738
1910	381	381	0	2030
1911	344	344	0	2264
1912	292	292	0	2440
1913	346	346	0	2608
1914	322	322	0	2780
1915	0	0	0	2618
1916	0	0	0	2466
1917	0	0	0	2322
1918	0	0	0	2187
1919	0	0	0	2060
1920	407	407	0	2263
1921	0	323	161	2485
1922	282	853	590	2918
1923	312	1392	1364	3846
1924	501	1734	2410	5145
1925	315	1850	3618	6587
1926	400	1817	4838	7983
1927	261	625	5406	8780
1928	139	139	-	8632
1929	73	73	-	8232
1934	0	66	-	-
1939	0	3	-	-

Tabla 8.4. (Cont.)

<u>AÑO</u>	<u>Capt. Islas Británicas</u>	<u>Capt. Total</u>	<u>CAA P. Ibérica</u>	<u>CAA Total</u>
1944	0	38	-	-
1945	0	36	-	-
1946	0	42	-	-
1947	0	111	-	-
1948	0	178	-	-
1949	0	69	-	-
1950	33	122	-	-
1951	13	81	-	-

Tabla 8.5.: Datos de entrada para las estimas de población inicial realizadas por modificaciones de Chapman/Tillman-Grenfell y de Allen del método De Lury. Los asteriscos indican el primer y último año de las series utilizadas en las regresiones.

<u>AÑO</u>	<u>CPUE GETARES</u>	<u>CPUE SETUBAL</u>	<u>CPUE CANELIÑAS</u>
1921	19	-	-
1922	35.7	-	-
1923	54 *	-	-
1924	25.7 -	-	-
1925	17.2 -	112 *	18.45
1926	7.1 *	92.4 -	23.25 *
1927	-	73.78*	9.05 *



Tabla 8.6. : Indices de CPUE de las factorías británicas utilizados en las estimas de No. Datos obtenidos de Jonsgard (1977).

<u>AÑO</u>	<u>CPUE</u>
1904	26.3
1905	40.9
1906	26.4
1907	30.5
1908	29.1
1909	33.2
1910	23.8
1911	21.5
1912	18.2
1913	20.4
1914	21.5
1920	37.0
1922	47.0
1923	44.6
1924	71.6
1925	45.0
1926	57.1
1927	37.3
1928	19.9
1929	18.3

		Getares (1923-26)	Setúbal (1925-27)	Caneliñas (1926-27)	Escocia (1905-14)	Escocia (1924-29)
Stocks	Método	C/T-G	C/T-G	C/T-G	C/T-G	-
locales	No	5109	9.137	5.768	5392	-
Stock	Método	Allen - e	Allen - e	Allen - e	-	Allen - e
total	No	7926	12476	9179	-	10.291

Valor medio de las estimas de stock local ibérico = 6.671

Valor medio de las estimas de stock total = 9.968

Tabla 8.7. : Estimias de tamaño de población inicial efectuadas por modificaciones del método De Lury a partir de varias series de CPUE, considerando la CAA local y la total de la zona de gestión de la IWC. C/T-G : estima directa de No por el método Chapman/Tillman-Grenfell; Allen - e : estima de No a partir de la extrapolación por el método P.A. de una Ni obtenida a partir de la modificación de Allen.

Como se discutía en el apartado 8.2.2., el grado de entremezclamiento de los substocks nos es desconocido y esto es un problema para extrapolar la trayectoria de la población a lo largo del tiempo. En la incertidumbre tomamos las dos situaciones extremas, la de un perfecto e instantáneo entremezclamiento y la de independencia total y examinamos por separado ambas situaciones, que nos ofrecerán una imagen de los límites de la cinética de la población.

#### 8.2.3.1. Asunción de stocks independientes

=====

Como disponemos de series estadísticas desde el principio de la explotación y éstas no se alargan significativamente más allá del período de  $tr$ , las No se han obtenido de modo directo. La media de estos cálculos en la Península Ibérica es de 6.671 ejemplares explotables al inicio de la primera campaña (1921).

Si ahora tomamos este valor y extrapolamos por medio de la ecuación de recurrencia descrita en el apartado 8.2.1.2.2. obtenemos una población al final de la campaña de 1927 de 1130 animales explotables, lo que representa tan sólo el 17% de la población inicial.

Hay que remarcar que esta extrapolación se inicia considerando que  $r=M=0.06$ , por lo que se asume implícitamente que la población estaba en equilibrio antes de 1920. Esta afirmación será tan válida como independientes sean los substocks de las Islas Británicas y la Península Ibérica, ya que la presión producida por la pesquería escocesa de 1904 a 1914 muy posiblemente habría producido un efecto positivo sobre  $r$ . Hasta qué punto la población ibérica podría en 1920 estar reaccionando a variaciones en la densidad nos es desconocido, pero es razonable suponer que la tasa bruta de reclutamiento fue algo superior al valor estimado durante los primeros 6 años de la serie (período  $tr$ ), por lo que la estima de  $N_{27}$  puede considerarse algo desviada negativamente.

Por otra parte, si  $N'_{27}$  se estima aplicando el método de la  $q$  a los índices de CPUE de las factorías ibéricas que trabajaron hasta 1927, se obtienen poblaciones explotables de 3771 en Setúbal y 213 en Caneliñas. El valor medio de estas estimas (2098 ballenas) es superior al de las obtenidas por extrapolación del modelo de Allen y es muy probable que, aparte de

la variabilidad inherente en las fuentes de datos y los procedimientos de análisis, la diferencia se deba al efecto de la probable infraestima de  $r$  existente en la extrapolación. Recordemos que si  $tr=6$ , el modelo tan solo apreciará variaciones en la función de reclutamiento a partir de 1927, que es precisamente cuando la pesquería cierra sus puertas.

Sin embargo, aunque el método de la  $q$  no puede aplicarse en Getares, es probable que, de poder hacerlo, los valores que arrojase fuesen del orden de los de Caneliñas, por lo que la media ibérica se vería sensiblemente disminuida.

La cuestión general, de cualquier modo, está en saber si la caída en la CPUE de los años veinte se correspondió o no con una caída proporcional de la población. De nuevo, la respuesta está en el grado de entremezclamiento de los grupos locales, que son los que en definitiva determinan el éxito de captura de una factoría costera. Es muy probable que las capturas tremendamente drásticas y concentradas en el tiempo de las zonas del Estrecho y el Noroeste condujesen a un empobrecimiento temporal y localizado de ballenas en las respectivas áreas de captura, pero que la abundancia en zonas más alejadas se viese poco afectada, ya que el entremezclamiento, incluso en zonas limítrofes, puede necesitar varios años para ser completo.

Un razonamiento de este tipo explicaría también que la serie de CPUE de Setúbal, donde las capturas fueron mucho menores, no evidenciara una caída tan brusca en el índice de abundancia.

En la pesquería canadiense de rorcual común, por ejemplo, Mitchell (1972) observó un desplazamiento progresivo a lo largo de los años de las áreas de caza por efecto de un exceso de capturas, que reducía la densidad de ballenas en las zonas cercanas a las factorías costeras. Al parecer, durante el período de tiempo estudiado (5 años) no se registraron cambios oceanográficos o en la abundancia de alimento que pudieran haber influido en la distribución de los cetáceos.

Las estimas de stock, tanto de la  $N_0$  como de las posibles trayectorias poblacionales que se deriven de ella obtenidas a partir únicamente de las series estadísticas de los substocks, deben considerarse, por todo ello, como probables infraestimaciones de la abundancia de la especie dándonos, no obstante, una imagen de los límites inferiores del tamaño poblacional.

### 8.2.3.2. Asunción de entremezclamiento total e inmediato

=====

Cuando se asume la existencia de un único stock distribuido sin segregación desde el Estrecho de Gibraltar hasta las Islas Hébridas, la situación es distinta y en cierto modo opuesta a la descrita en el apartado anterior.

Por un lado, la CPUE no puede corregirse y su pendiente está probable e irremediablemente exagerada, desviando la estima en sentido negativo. Por otro, la suma de la CAA de toda el área tiene un efecto contrario, pues muy posiblemente se incluyen en ella ejemplares que ocupan zonas lejanas y que quizás nunca llegarían a estar disponibles para la factoría objeto del análisis.

Lógicamente, el grado de entremezclamiento debe ser mayor, por ejemplo, entre las ballenas de Caneliñas e Irlanda que entre las del Estrecho y las de las Hébridas. Como además la pesquería en cada zona se desarrolló en períodos de tiempo no siempre coincidentes y con intensidades diferentes, las reacciones denso-dependientes debieron afectar de modo distinto a las subunidades poblacionales.

La situación es compleja, pero es razonable asumir que las CAA del stock total desvían los modelos hacia valores poblacionales mayores. En un caso extremo, el de Escocia, las estimas de No son prácticamente el doble cuando se considera la serie estadística de los años veinte, que coincide con las elevadas capturas en el Estrecho de Gibraltar, que cuando no se produce este efecto aditivo en las CAA y tan sólo se consideran las capturas locales de 1905 a 1914 (ver tabla 8.7.):

Las estimas de población inicial explotable realizadas a partir de los datos de las factorías ibéricas no se ven, sin embargo, tan desviadas, pues el grueso de las capturas en los años veinte se efectuó en aguas del Estrecho y el Noroeste peninsular. Getares, por ejemplo, que operó en el período y en la zona de actividades más intensas, tan sólo muestra una disminución del 35% en la No calculada al pasar de la asunción de stock total a substock independiente.

En resumidas cuentas, el efecto aditivo de las CAA al considerar el stock según los límites de gestión de la IWC introduce probablemente un desvío positivo en las estimas de N. Por el contrario, el entremezclamiento no inmediato de los componentes de la población actúa a la inversa, acentuando la caída de los índices de abundancia (CPUE) y desviando negativamente las estimas.

El poder de desvío de cada uno de estos factores nos es desconocido, por lo que resulta imposible predecir si uno de ellos anula y supera al otro o si ambos se cancelan. De cualquier modo, las estimas derivadas de modelos ajustados según la asunción de entremezclamiento total pueden indicar los límites superiores del tamaño poblacional.

### 8.3. ESTIMAS A PARTIR DE LA TASA DE MORTALIDAD POR PESCA, F

=====

En el apartado 5.1.3.5. se indicaba que la mortalidad total o aparente ( $z$ ) estaba en realidad compuesta por dos fuentes de mortalidad en principio independientes: la natural ( $M$ ) y la debida al efecto de la pesca ( $F$ ).

$Z$  podía obtenerse a partir de la distribución de frecuencias de captura de cada clase de edad observada entre los ejemplares examinados, aunque existía una serie de problemas ligados al cálculo de la tasa global de mortalidad.  $M$ , por otra parte, era imposible de estimar a partir de la información disponible, pero podíamos asumir que es de una magnitud similar a la de la población de ballena de aleta islandesa (0.06).

Entonces, a partir de la ecuación:

$$Z = M + F$$

puede obtenerse un valor de  $F$ , la mortalidad por pesca. Por otra parte, sabemos que  $F$  depende de la proporción de animales que se capturen ( $C$ ) respecto a la población total ( $N$ ), es decir, que:

$$F = \frac{C}{N}$$

a partir de donde puede obtenerse una estima del tamaño poblacional:

$$N = \frac{C}{F}$$

Este método ha sido aplicado en repetidas ocasiones con mayor o menor fortuna a stocks de rorcual común (Gambell et al., 1973; Lockyer y Brown, 1979; Cooke y Beddington, 1981b), aunque presenta serios inconvenientes.

En primer lugar, para que la estima tenga sentido, es necesario asumir que la población está en equilibrio y, cuanto más alejada esté de éste, menos fiable será el valor calculado. De hecho, y como se ha comentado anteriormente, es dudoso que ninguna de las poblaciones de grandes cetáceos que se explota en la actualidad esté en equilibrio. La de ballena de aleta ibérica con seguridad no lo está, aunque tampoco podemos evaluar lo lejos que se halla de éste.

En segundo lugar, y como consecuencia de la falta de equilibrio, las estimas de  $Z$  que se han obtenido a partir de las frecuencias de edad observadas pueden no ser representativas. Además, hay que recordar que el estimador geométrico utilizado en los cálculos combinados ( $Z_{CR}$  y  $Z_{CB}$ ) tiende a sobreestimar la tasa de mortalidad típica de un mamífero. Si  $M$  permanece constante, la conclusión lógica es que  $F$  estará sobreestimada y el tamaño poblacional que de ella se derive tendrá un desvío negativo de magnitud desconocida.

En tercer lugar, la determinación de la tasa de mortalidad natural  $M$  también está sujeta a una importante fuente de variación y es necesario, además, extrapolarla de otras poblaciones de la misma especie por sernos imposible su cálculo directo en la ibérica debido a su largo y discontinuo proceso de explotación.

Finalmente, como el volumen de capturas no ha sido constante a lo largo del tiempo, variando bruscamente en los últimos años, resulta muy difícil decidir a qué segmento de capturas debe hacerse responsable de la  $F$  observada durante el período

1979-1984. Lógicamente, las elevadas capturas de finales de la década de los setenta y principios de los ochenta afectan la distribución de frecuencias y deben intervenir en el cálculo, pero el problema es decidir hasta dónde se extiende la responsabilidad de capturas más antiguas.

En la tabla 8.8. se detallan los resultados de las estimas obtenidas por la relación entre N y F, combinando ambos sexos y utilizando los parámetros:

$$Z = 0.118$$

$$M = 0.060$$

$$F = 0.058$$

Los valores medios de captura provienen de las estadísticas anuales de la tabla 7.2. Las estimas de  $N_i$  corresponden al tamaño poblacional del año medio ( $i$ ) del período de capturas que se aplique.

La extrapolación poblacional del año  $i$  hasta el presente es algo problemática. Como no puede saberse cuál era el nivel de la población en el año  $i$ , del que se obtiene la estima, con respecto al tamaño del stock virginal, resulta imposible predecir directamente el desarrollo de respuestas denso-dependientes de la población. La tasa de reclutamiento no será lógicamente la misma si en el año  $i$  la población estaba a un nivel cercano a la inicial, antes de ser explotada por el hombre, o si, por el contrario, se había visto considerablemente reducida.

Una solución podría ser considerar que el nivel de stock es el estimado para el año  $i$  por la extrapolación de las estimas de población inicial realizadas a partir de la CPUE de los años veinte, pero ello significaría convertir estas estimas en dependientes de las otras.

1979-1984. Lógicamente, las elevadas capturas de finales de la década de los setenta y principios de los ochenta afectan la distribución de frecuencias y deben intervenir en el cálculo, pero el problema es decidir hasta dónde se extiende la responsabilidad de capturas más antiguas.

En la tabla 8.8. se detallan los resultados de las estimas obtenidas por la relación entre N y F, combinando ambos sexos y utilizando los parámetros:

$$Z = 0.118$$

$$M = 0.060$$

$$F = 0.058$$

Los valores medios de captura provienen de las estadísticas anuales de la tabla 7.2. Las estimas de  $N_i$  corresponden al tamaño poblacional del año medio (i) del período de capturas que se aplique.

La extrapolación poblacional del año i hasta el presente es algo problemática. Como no puede saberse cuál era el nivel de la población en el año i, del que se obtiene la estima, con respecto al tamaño del stock virginal, resulta imposible predecir directamente el desarrollo de respuestas denso-dependientes de la población. La tasa de reclutamiento no será lógicamente la misma si en el año i la población estaba a un nivel cercano a la inicial, antes de ser explotada por el hombre, o si, por el contrario, se había visto considerablemente reducida.

Una solución podría ser considerar que el nivel de stock es el estimado para el año i por la extrapolación de las estimas de población inicial realizadas a partir de la CPUE de los años veinte, pero ello significaría convertir estas estimas en dependientes de las otras.

PERIODO	DURACION (años)	CAPTURA MEDIA	i	$N_i$	$N_{84}$	$N_o(1921)$	Rendimiento (84)
1979-83	5	252.6	1981	4355	4500	7027	367
1970-83	14	219.4	1977	3783	3025	6086	286
1960-83	24	169.2	1972	2917	2135	5756	223

Tabla 8.8: Estimaciones de población en el año 1984 ( $N_{84}$ ) a partir de la relación entre F y N, considerando las capturas de diferentes períodos. i = año medio del período que se considera;  $N_i$  = tamaño de la población en el año i;  $N_o$  y  $N_{84}$  se han obtenido por extrapolación a partir de la función cúbica de Allen (1982). Las condiciones de aplicación del modelo se describen en el texto.

Lo más correcto, sin embargo, es ajustar por iteración una población inicial en los años veinte cuya trayectoria al extrapolarla coincida en el año  $i$  con las estimas de población obtenidas a partir de  $F$ . La relación que exista entre  $N_i$  y  $N_0$  permitirá la adecuación de la función cúbica al estado más probable de la población en el año  $i$ , pudiendo modelar entonces la dinámica de ésta hasta el presente.

Los resultados de este ejercicio, así como el rendimiento estimado de  $N_{84}$  se detallan también en la tabla 8.8. El cálculo se ha realizado únicamente considerando la asunción de stock local ibérico, que en principio es la más conservativa. Como puede verse las estimas no son muy distintas de las que se obtenían a partir de la CPUE, lo cual da confianza a los valores obtenidos.

#### 8.4. OTRAS ESTIMAS DE POBLACION

=====

El largo proceso de explotación sufrido por la población ibérica de rorcual común convierte a las estimas del tamaño de población inicial, o a las de  $N_i$  derivadas a partir de una  $N_0$  estimada, en algo dudosas.

La CPUE, principal fuente de información de la cinética de la población, presenta dificultades de interpretación y análisis debido por un lado a la falta de precisión de las fuentes de información y por otro al desconocimiento sobre el grado de entremezclamiento de los componentes del stock (ver apartados 8.2.3.1 y 8.2.3.2.). Además, a menos que la CPUE muestre un claro descenso a lo largo de los años, las series son tan sólo indicativas y no permiten estimas de tamaño poblacional.

Estudiando con detalle el desarrollo de la pesquería desde 1921 hasta 1984, tan sólo puede detectarse una caída clara de la CPUE en los años veinte, por lo que todos los análisis deben referirse a este período. El hecho de que esto sea así es por un lado una ventaja, ya que permite el cálculo del tamaño de población inicial previo a que se iniciase la explotación. Por otro lado, sin embargo, es un inconveniente porque la extrapolación de la trayectoria de la población debe realizarse por medio de un modelo y a lo largo de un período de tiempo excesivamente largo como para que no existan riesgos de desvíos.

El marcaje permite una estima independiente y actual del tamaño poblacional pero, dado el limitado número de marcas introducidas en el stock, sus posibilidades son reducidas y tan sólo facilita una indicación sobre el tamaño mínimo del stock, pero no sobre el valor probable de éste (ver sección 8.1.).

Por otra parte, la utilización del índice de mortalidad por pesca y su relación con la captura arroja un valor poblacional muy poco fiable por causa de una serie de factores discutidos en el apartado 8.4.3. y debidos al particular desarrollo de la pesquería en los últimos años.

Por todo ello, y a fin de obtener cuando menos una estima independiente del tamaño actual de la población, se han venido realizando cruceros de avistamiento y censo de cetáceos desde el año 1981. Las campañas de 1981 y 1984 han sido descritas por Aguilar et al. (1983) y Sanpera et al. (1984b) y aquí nos referire-

mos únicamente a las de 1982 y 1983, que produjeron ambas estimas mínimas de población.

En el mes de agosto de 1982 tuvo lugar el crucero "BALLENA 2" que se dividió en dos fases, cada una de quince días de duración. En la primera se cubrió el área de captura tradicional de la pesquería del Noroeste de la Península y se investigó la zona norte adyacente a ésta, observándose una densidad relativamente elevada de rorcual común a lo largo de toda la zona prospectada. La segunda fase, en cambio, se extendió a lo largo de la costa de Portugal y el Golfo de Cádiz, donde no pudo detectarse la presencia de Balaenoptera physalus aun a pesar de que se navegó por las antiguas zonas de captura de las operaciones del Estrecho (Sanpera et al., 1984a).

La información recogida durante la primera fase de la campaña permitió una estima del número de ballenas presentes en un área total de estudio de 67.407 millas náuticas cuadradas (ver figura 8.5.). Así, Mizroch y Sanpera (1984) analizaron los resultados de este crucero y estimaron en 1696 las ballenas de aleta existentes en la zona cubierta, aunque con unos intervalos de confianza amplios.

En julio y agosto del año siguiente (1983) se llevó a cabo otro crucero denominado "Ballena 3", también de treinta días de duración, pero en este caso la totalidad del esfuerzo se centró en la zona norte. Las condiciones meteorológicas fueron adversas y el recorrido inicialmente proyectado tuvo que modificarse sustancialmente (Sanpera et al., 1984b).

El área cubierta en esta campaña puede verse también representada en la figura 8.5. Aunque la zona de estudio no fue en esta ocasión mucho más extensa que en la anterior (105.873 m.n.<sup>2</sup>), sí lo fue el total de millas recorridas en ella. Esto debería propiciar una estima más precisa que la derivada del "Ballena 2", pero no fue así y los intervalos de confianza se mantuvieron muy amplios, principalmente debido a la gran variabilidad observada en el tamaño de manada del rorcual común.

El análisis, realizado de forma idéntica que en la ocasión anterior, arrojó una estima de 1197 ballenas de aleta en el área prospectada (Sanpera y Jover, 1984).

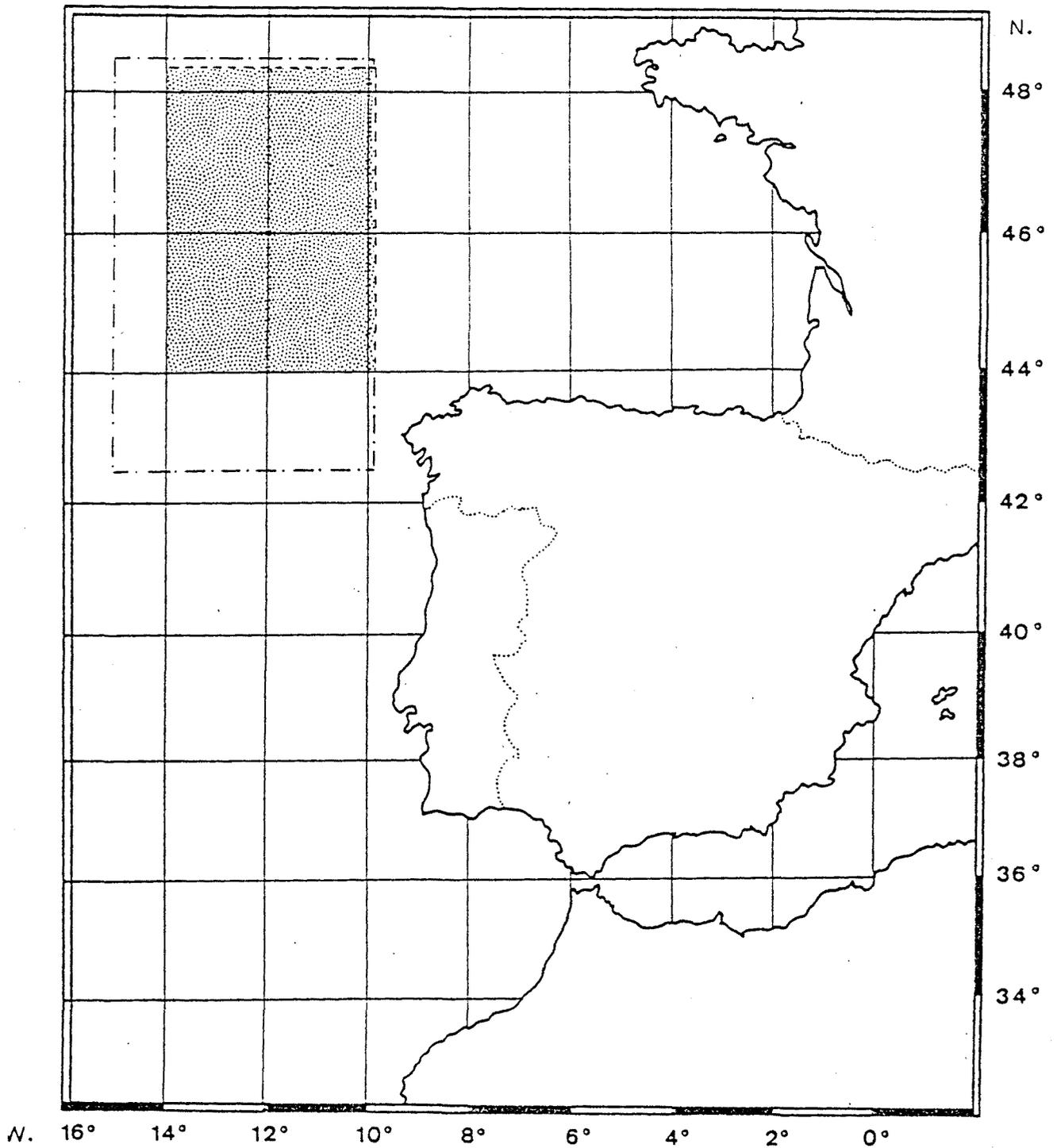


Figura 3.5.- Areas cubiertas por los cruceros de los que se derivan los umbrales de población mínimos.

 : 1982

 +  : 1983

La metodología de análisis utilizada, basada en la teoría del transecto, presupone un posible desvío positivo inherente al propio procedimiento de cálculo, pero también un desvío negativo al asumir que la totalidad de ballenas presentes en la franja de visibilidad recorrida por el barco habría sido detectada e identificada, sin considerar la posibilidad de que un cierto porcentaje de animales estuviese en inmersión durante el paso del barco y pasara consecuentemente inadvertido.

Según Butterworth et al. (1982) la combinación de ambos factores resulta en una infraestima de la abundancia real de ballenas. Considerando a Balaenoptera acutorostrata como objetivo, las estimas estarían desviadas negativamente en un promedio del 40% debido a las ballenas no detectadas en la zona de estudio cuando el barco navegase a 12 nudos.

Este porcentaje disminuiría al reducir la velocidad de navegación y aumentaría tanto más cuanto más aumentasen los intervalos entre inmersión e inmersión o, lo que es lo mismo, entre soplo y soplo. En nuestro caso, el buque de investigación desarrolló una velocidad de crucero inferior (9 nudos aproximadamente), lo que tendería a favorecer el avistamiento de cetáceos, pero el intervalo entre soplo y soplo en Balaenoptera physalus es sustancialmente mayor que en B. acutorostrata (Leather et al., 1982), lo que produciría el efecto inverso.

Al no existir un consenso sobre el desvío que estas variables introducen en los estimadores de densidad (IWC, 1982b) no es posible evaluar la magnitud de éste, aunque el resultado actúa probablemente de modo negativo sobre las estimas.

Por todo ello, las cifras antes mencionadas de 1696 y 1197 ballenas de aleta deben considerarse como infraestimaciones del número de ejemplares presentes en las áreas investigadas durante los cruceros. Además, hay que señalar que en ningún momento se realizó extrapolación alguna fuera de las áreas de prospección al no conocer la pauta de distribución de la especie con precisión. Es decir, que todas las ballenas que ocupaban aguas no cubiertas durante la campaña deberían sumarse a esta estima si se deseara conocer el tamaño de la población total.

Estos valores deben ser considerados, pues, como umbrales mínimos en el tamaño poblacional, pero, al igual que sucedía con el marcaje, no se dispone de información suficiente para aventurar qué fracción representan del total del stock. En ambos casos, los cazaballeneros estuvieron avistando y cazando ballenas en las áreas de captura mientras se llevaban a cabo los cruceros fuera de éstas, por lo que se sabe con certeza que, como mínimo, un cierto número de rorcuales comunes no entró en el cálculo de la estima. Por otra parte, y según puede verse en la figura 8.5., las zonas cubiertas por los cruceros de investigación representan una parte relativamente pequeña del área de ocupación de la especie en verano y es por ello razonable suponer que el porcentaje de ballenas no considerado en el análisis fue importante.