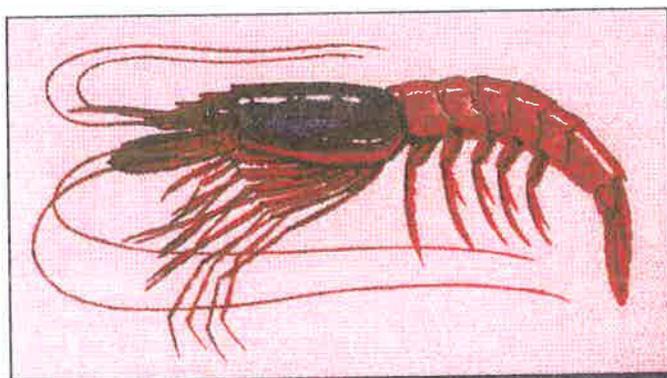


DINÁMICA DE POBLACIONES DE LA GAMBA
ARISTEUS ANTENNATUS (CRUSTACEA, DECAPODA)
EN LAS ZONAS DE MURCIA, ALMERÍA E IBIZA.
ANÁLISIS GLOBAL EN EL MEDITERRÁNEO ESPAÑOL.

PEDRO MARTÍNEZ BAÑOS

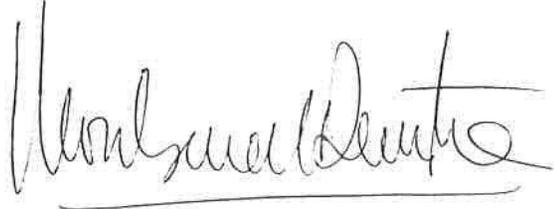


Murcia, 1997

Memoria redactada para optar al grado de Doctor en Ciencias Biológicas
por el Departamento de Ecología e Hidrología de la Universidad de Murcia,
por

Pedro Martínez Baños

VºBº Directora de la Tesis

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Montserrat Demestre Alted', written over a horizontal line.

Dra. Montserrat Demestre Alted

Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona
Consejo Superior de Investigaciones Científicas



Consejo Superior de Investigaciones Científicas
INSTITUT DE CIÈNCIES DEL MAR
Passeig Joan de Borbó, s/n - 08039 Barcelona - España
Tel. + 34 3 221 64 16 - 221 64 50 - Fax + 34 3 221 73 40

Montserrat Demestre Alted, Investigadora Contratada del Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas,

ACREDITA:

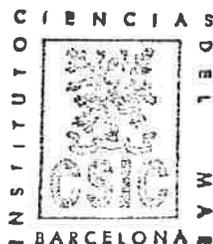
Que Don Pedro Martínez Baños, Licenciado en Ciencias Biológicas, ha realizado todas las investigaciones que han conducido a la elaboración de la presente memoria de Tesis Doctoral bajo mi dirección.

Como directora de la misma, considero que reúne todos los requisitos para su exposición y defensa para la obtención del Grado de Doctor en Ciencias Biológicas.

Y para que conste, en cumplimiento de las disposiciones vigentes, firmo la presente acreditación.

Barcelona, 11 de Noviembre de 1997

Fdo.: Montserrat Demestre Alted





M^a Rosario Vidal-Abarca Gutiérrez, Directora del Departamento de Ecología e Hidrología de la Universidad de Murcia,

CERTIFICA

Que el trabajo contenido en la Memoria titulada *Dinámica de poblaciones de la gamba Aristeus antennatus (Crustácea, decápoda) en las zonas de Murcia, Almería e Ibiza. Análisis global en el Mediterráneo español* presentada por el Licenciado en Biología Pedro Martínez Baños, reúne todos los requisitos necesarios para su presentación y defensa pública, si procede, según la normativa vigente.

Y para que conste a los efectos oportunos firmo la presente en Murcia, a 6 de noviembre de 1997.

Fdo. M^a Rosario Vidal-Abarca Gutiérrez



Arnaldo Marín Atucha, Profesor Titular de Ecología de la Universidad de Murcia, como Tutor del alumno de Tercer Ciclo D. Pedro Martínez Baños

RATIFICA

Que la Memoria de Tesis Doctoral que lleva por título *Dinámica de Poblaciones de la gamba Aristeus antennatus (Crustácea, Decápoda) en las zonas de Murcia, Almería e Ibiza. Análisis Global en el Mediterráneo Español* ha sido realizada bajo mi tutoría, cuenta con mi aprobación para su presentación y defensa pública, si procede, según la normativa vigente.

Y para que conste a los efectos oportunos firmo la presente en Murcia, a 6 de noviembre de 1997.

Fdo. Arnaldo Marín Atucha

A mis padres, mujer e hijos

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, mi más profundo y sincero agradecimiento a la Dra. Montserrat Demestre Alted, quien ha dirigido esta Tesis Doctoral. Su labor de dirección ha sido extraordinariamente activa. Sus enseñanzas, dedicación, paciencia, comprensión y buen humor han estado presentes desde el inicio hasta el final de la misma. Su dirección ha sido encomiable.

Al Dr. Julio Mas, al cual debo mi iniciación en el mundo de la biología pesquera, su amplia experiencia en campos distintos del medio marino ha sido muy enriquecedora.

Al Dr. Francisco Sardá, por sus enseñanzas, ideas y sugerencias, que siempre han sido interesantes y estimulantes.

Al Dr. Jordi Lleonart por sus comentarios críticos, siempre constructivos, aclaración de dudas y aportación de ideas.

A D. Francisco Faraco, por su constancia en la defensa de la realización de estudios biológico-pesqueros en nuestra Comunidad Autónoma. Sus gestiones con las Cofradías de Pescadores facilitaron enormemente el trabajo de campo.

A D. Leandro Bermúdez por su predisposición a ayudar, sus muestras de ánimo y amistad. Al Dr. Benjamín García por su valiosa ayuda en los inicios del presente trabajo, sus comentarios en los campos de la informática y la bioestadística fueron muy útiles. A ambos, su tenacidad y persistencia de la necesidad de efectuar estudios sobre la pesquería de nuestra Región.

A D^a Fuensanta Vizuete y D José Antonio Vela, por su inestimable ayuda en los numerosos muestreos llevado a cabo y sus constantes ánimos. También, mi gratitud a todos los miembros del Servicio de Pesca y Acuicultura de la Comunidad Autónoma de Murcia que de una forma u otra me prestaron su ayuda.

A la Dra. María José Rosique, por su ayuda en la realización y en los comentarios sobre el estudio realizado sobre composición bioquímica. Así como, por su constantes muestras de ánimo.

A los doctores Paloma Martín, Pilar Sánchez, Laura Recasens, José Manuel Fortuño, José Enrique Cartes y Pere Abelló, por la información facilitada y su hospitalidad, haciendo mis numerosas estancias en el Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona enormemente gratas.

Al Dr. Victor Díaz de Río, sus profundos conocimientos geológicos del Mediterráneo español en general, y de la zona de Murcia en particular, han sido fundamentales y enormemente útiles en la interpretación y análisis del medio físico el talud de la zona de estudio.

A los doctores Arnaldo Marín, Ángel Pérez-Ruzafa, y José Antonio Palazón del Departamento de Ecología e Hidrología de la Universidad de Murcia, por sus comunicaciones personales sobre aspectos ecológicos y biestadísticos.

Al Dr. Salvador Zamora y la Dra. Blanca Agulleiro por permitir y dar todas las facilidades posibles en la realización de análisis y estudio de muestras de gamba en sus respectivos departamentos.

A D. Ricardo Tormo quiero agradecerle su inestimable ayuda y profesionalidad en la realización y edición de las muchas gráficas realizadas en la presente memoria.

A D. Mariano García, D. Antonio Esteban y D. José Antonio Madrid, por sus constantes ánimos y por la información facilitada sobre la pesquería de la gamba en la zona de Ibiza.

Al sector pesquero de Murcia, Garrucha y Santa Pola por su colaboración en los embarques y encuestas realizadas.

A mi familia por que sin ellos nada hubiese sido posible.

INDICE

	<u>Págs.</u>
1. <u>INTRODUCCIÓN.</u>	4
2. <u>MATERIAL Y MÉTODOS GENERALES.</u>	5
2.1. Posición sistemática, diagnosis y distribución de <i>Aristeus antennatus</i>	5
2.2. Muestreos y metodología.	10
3. <u>MARCO DE ESTUDIO.</u>	13
3.1. El medio físico.	13
3.1.1. Introducción.	13
3.1.2. Material y métodos.	14
3.1.3. Resultados.	17
3.1.3.1. Análisis granulométricos.	17
3.1.4. Discusión.	23
3.2. La comunidad explotada del talud medio	26
3.2.1. Introducción.	26
3.2.2. Material y métodos.	27
3.2.3. Resultados.	30
3.2.3.1. Análisis de las abundancias	30
3.2.3.2. Diversidad	35
3.2.3.3. Análisis de la comunidad	37
3.2.3.4. Composición faunística	39
3.2.4. Discusión.	40
3.3. Pesquería.	43
3.3.1. Introducción.	43
3.3.2. Material y métodos.	44
3.3.3. Resultados.	45
3.3.3.1. Descripción general	45
3.3.3.2. Capturas	48
3.3.3.3. Características técnicas de la flota	51
3.3.3.4. Esfuerzo de pesca y capturas por unidad de esfuerzo.	55
3.3.3.5. Importancia económica	59
3.3.4. Discusión.	62

4. <u>BIOLOGÍA REPRODUCTIVA.</u>	65
4.1. Introducción.	65
4.2. Material y métodos.	66
4.3. Resultados.	69
4.3.1. Ciclo reproductivo.	69
4.3.1.1. Maduración gonadal y época de puesta.	69
4.3.1.1.1. Estadios de madurez	69
4.3.1.1.2. Composición bioquímica ovárica.	79
4.3.1.1.3. Presencia de espermátforo en el thelycum.	80
4.3.1.1.4. Capacidad reproductora teórica.	84
4.3.1.1.5. Índice gonadosomático.	86
4.3.1.2. Número de puestas.	88
4.3.2. Talla de primera madurez.	91
4.4. Discusión.	93
5. <u>ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN.</u>	101
5.1. Introducción.	101
5.2. Material y métodos.	102
5.3. Resultados.	104
5.3.1. Estructura de tallas de la población explotada.	104
5.3.2. Análisis comparativo de las distribuciones de tallas.	108
5.3.3. Proporción de sexos.	115
5.4. Discusión.	119
6. <u>CRECIMIENTO.</u>	123
6.1. Introducción.	123
6.2. Material y métodos.	125
6.3. Resultados.	127
6.3.1. Crecimiento relativo.	127
6.3.2. Crecimiento absoluto. Modelo de crecimiento de von Bertalanffy.	130
6.4. Discusión.	136
7. <u>MORTALIDAD.</u>	145
7.1. Introducción.	145
7.2. Material y métodos.	147
7.3. Resultados.	151
7.3.1. Estimación de la tasa instantánea de mortalidad total.	151
7.3.2. Estimación de la tasa instantánea de mortalidad natural.	152
7.3.3. Estimación de la tasa instantánea de mortalidad por pesca.	153
7.4. Discusión.	154

8. <u>ANÁLISIS DEL STOCK EN LAS ZONAS DE MURCIA E IBIZA</u>	159
8.1. Introducción.	159
8.2. Material y métodos.	161
8.3. Resultados.	169
8.3.1. Análisis de cohortes aplicado a la distribución de frecuencias de tallas ..	170
8.3.2. Análisis de Rendimiento por Recluta.	178
8.3.2.1. Análisis de sensibilidad.	180
8.3.3. Análisis de Poblaciones Virtuales.	185
8.3.4. Análisis de Riesgo: Variación del esfuerzo de pesca.	188
8.4. Discusión.	194
9. <u>DIAGNOSIS DEL STOCK EN EL MEDITERRÁNEO ESPAÑOL</u>	197
9.1. Introducción.	197
9.2. Material y métodos.	198
9.3. Resultados.	199
9.3.1. Evaluación y estado de explotación del recurso	199
9.3.2. Estrategia de explotación: Simulaciones basadas en las variaciones del esfuerzo actual de pesca.	213
9.4. Discusión.	219
10. <u>CONCLUSIONES</u>	223
11. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	227
12. <u>ANEXOS</u>	246
I. Relación de muestreos efectuados en cada una de las zonas estudiadas del Mediterráneo español.	246
II. Datos y resultados de los análisis granulométricos	251
III. Listado faunístico de las especies capturadas en los caladeros de <i>A. antennatus</i> en la zona de Murcia.	253
IV. Distribuciones de tallas mensuales y anuales de machos y hembras de <i>A. antennatus</i> , en las zonas de Murcia, Almería e Ibiza.	257

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN.

El estudio de *Aristeus antennatus* (Risso, 1816), denominada comúnmente como gamba roja o rosada, tiene un enorme interés que podríamos centrar en tres puntos fundamentales: sus características bio-ecológicas singulares, el ser una de las principales especies objetivo dentro de las pesquerías del Mediterráneo y los notables ingresos que su comercialización aporta a la economía del sector pesquero.

La presente memoria de investigación ha nacido como fruto de la necesidad de obtener conocimientos sobre la explotación de *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) en las zonas de Murcia, Almería e Ibiza, por ser la especie que mantiene la pesquería de arrastre de fondo del talud continental. Estas zonas tienen además la importancia añadida, de ser áreas de pesca donde se realizan importantes extracciones de gamba. En 1992, representaron el 36,2 % del total de capturas de *A. antennatus* en el Mediterráneo español.

El objetivo principal de esta memoria de investigación es conocer la dinámica de poblaciones de *A. antennatus* para el Mediterráneo español, obteniendo para ello tanto información de los aspectos poblacionales y biológicos inherentes a la propia especie, como de los relacionados con el ecosistema donde habita. Además, se comparan los resultados obtenidos con los proporcionados por otros trabajos en otras zonas del Mediterráneo y del Atlántico, adquiriendo así unos conocimientos generales de los cuales se adolece hoy en día de la bioecología y pesquería de *A. antennatus*.

Actualmente, la distribución general y batimétrica de *A. antennatus* no se conoce con exactitud. Habita en el mar Mediterráneo (excepto en el Adriático) y en el Atlántico oriental, desde la costa sur portuguesa hasta Mauritania. Su rango batimétrico es muy amplio. Se establece entre los 150 m y los 2.261m (Holthuis, 1987; Sardá y Cartes, 1993), aunque es posible que se pueda hallar en zonas aún más profundas.

La gamba es un recurso demersal capturada exclusivamente por la flota de arrastre de fondo. La pesquería se lleva a cabo sobre fondos fangosos entre los 300 m y 800 m, en zonas relacionadas con la presencia de cañones submarinos. Es realizada por embarcaciones especialmente adaptadas a la pesca en aguas profundas. Las capturas están constituidas básicamente por *A. antennatus*, siendo el resto de especies pescadas poco abundantes tanto en número como en biomasa.

Económicamente, la gamba es la especie que aporta los mayores ingresos de todas las pescadas con arrastre de fondo en el talud continental. Y ocupa el tercer lugar, tras la sardina y la merluza, de todas las especies desembarcadas por la flota pesquera española del Mediterráneo.

En los estudios de dinámica de poblaciones, el ciclo vital de las especies se divide en dos fases, una la comprendida entre la fecundación del óvulo y la incorporación del individuo a la pesca, y la otra, entre la incorporación del individuo a la pesca y su desaparición por muerte o por migración (Pereiro, 1993). En la presente memoria solo es tenida en cuenta la segunda fase, por ser sobre la cual se dispone información y ser la fase que interesa para conocer el estado de explotación del recurso

Un estudio completo, lo más exhaustivo posible, sobre la dinámica de poblaciones de una especie explotada no puede reducirse al conocimiento y análisis de la propia especie. Es imprescindible caracterizar o conocer el marco en el que se encuentra la especie objetivo, analizando para ello las características ambientales del mismo y poder así centrar en él a la especie estudiada.

La descripción del entorno ambiental y de la comunidad del talud medio en la zona de pesca, se ha realizado porque nos permite conocer aspectos cualitativos y semicuantitativos del ecosistema explotado, útiles para la administración de la pesquería. Además, las condiciones medioambientales donde habita una especie y sus cambios a lo largo del año, son muy importantes por su influencia en el ciclo biológico de la misma (Cap. 3). Así mismo, y dado que se trata de un recurso explotado, ha de tenerse en consideración todo lo referente a su pesquería.

La propia biología de la especie ha sido analizada en el ámbito de la reproducción, estructura poblacional, crecimiento y mortalidad. Todos estos conocimientos además de ser imprescindibles para el estudio de una especie, son básicos y necesarios para abordar el estudio de la dinámica de poblaciones.

La reproducción de la gamba ha sido estudiada en las zonas de Murcia, Almería e Ibiza. Para ello se ha estudiado el ciclo reproductivo en base a trabajos concretos sobre el período de maduración gonadal (época de prepuesta, puesta y pospuesta) y el potencial reproductivo de la especie (número de puestas en un ciclo anual). Además, ha sido estimada la talla de primera madurez (Cap. 4).

Por otra parte, esta información biológica a nivel individual, ha sido completada con la proveniente del estudio demográfico de la población en cada zona de estudio, lo que nos permite utilizar los modelos de análisis poblacionales.

El estudio de la estructura de la población explotada de *A. antennatus*, se ha desarrollado mediante el análisis de las frecuencias de tallas de las zonas de Murcia (período 1987-1992), Almería e Ibiza (1991-1992). Asimismo, se ha efectuado el análisis comparativo de las distribuciones de tallas entre zonas con el fin de conocer el grado de similaridad que existe entre

ellas. De forma paralela, en cada zona se ha estimado la proporción sexual (Cap.5).

El estudio del crecimiento de *Aristeus antennatus* se ha efectuado para un período de cinco años en la zona de Murcia y dos años en Almería e Ibiza. Se han realizado estimaciones de la relación talla-peso y de los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy (L_{∞} , K , t_0), efectuándose numerosas estimaciones de estos últimos parámetros, ya que la precisión y elección de los mismos afectan de forma importante los resultados de la evaluación de las poblaciones explotadas (Jones, 1984; Mtimet *et al*, 1995) (Cap. 6).

Por otra parte, los datos de la frecuencia de tallas anuales y los valores obtenidos de los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy, han sido empleados para la estimación de la tasa instantánea de mortalidad total (Z) y tasa instantánea de mortalidad natural (M) en las zonas de Murcia e Ibiza (Cap. 7).

La parte final y concluyente de esta memoria, el estudio de la dinámica de poblaciones, ha requerido el conocimiento previo de la biología y demografía de *A. antennatus*, para el análisis del estado de explotación en las zonas de Murcia e Ibiza, siendo necesarios utilizar los datos obtenidos en el estudio de la pesquería (Cap. 3), biología reproductiva (Cap. 4), estructura de la población (Cap. 5), crecimiento (Cap. 6) y mortalidad (Cap. 7).

El empleo de los modelos analíticos tienen actualmente un uso generalizado en los grupos de trabajo de dinámica de poblaciones explotadas del Mediterráneo (Farrugio *et al*. 1994, Mtimet *et al*. 1995). Los modelos analíticos usados en la presente memoria, han sido el análisis de cohortes aplicado a la distribución de frecuencias de tallas anual (LCA) y el análisis de rendimiento por recluta (Y/R), con el fin de conocer el estado de explotación de *A. antennatus* en las zonas de Murcia e Ibiza. Además, en Murcia ha sido posible la realización de análisis de poblaciones virtuales (APV) (Cap. 8).

Asimismo, en la presente memoria se intenta avanzar ampliando el estudio de la especie hacia aspectos faltos de conocimientos como es, el análisis global y comparado de la dinámica de poblaciones de *A. antennatus* en el Mediterráneo español. Para ello, se ha seguido el mismo protocolo de muestreo y metodología de trabajo en cuatro zonas de pesca: Murcia, Ibiza, Cataluña y Baleares, cubriéndose la práctica totalidad del área explotada de esta especie en el Mediterráneo español. Se han efectuado en cada una de estas zonas, análisis de LCA y Y/R , y diferentes simulaciones basadas en variaciones del esfuerzo de pesca, lo que nos ha permitido evaluar y analizar el estado de explotación de *A. antennatus*.

Finalmente, se plantea, analiza y discute la idoneidad de como ha de gestionarse el recurso, mediante una gestión “individual” de cada zona de pesca o “global “ de todas ellas, lo que, en sí, constituye un avance importante e innovador del estudio de un recurso pesquero en el Mediterráneo (Cap. 9).

A modo de síntesis, los resultados de esta memoria de investigación llevan al avance en el conocimiento de la biología de *A. antennatus*, de la dinámica de poblaciones y del ecosistema del que forma parte. Por otra parte, suministra asesoramiento científico-técnico para la gestión de la pesquería, sugiriendo medidas encaminadas a la obtención de unos rendimientos óptimos y sostenibles a lo largo del tiempo.

2. MATERIAL Y MÉTODOS GENERALES

2. MATERIAL Y MÉTODOS GENERALES.

2.1. Posición sistemática, diagnosis y distribución de *Aristeus antennatus*.

Posición sistemática

Aristeus antennatus, fue descrita por Risso en 1816, siendo denominada *Peneus antennatus*, incluyéndose dentro de la Familia Penaeidae Rafinesque, 1815 (Zariquiey Alvarez, 1968; Holthuis, 1980). Actualmente la posición taxonómica de *Aristeus antennatus* siguiendo la clasificación propuesta por Bowman & Abele (1982) es la siguiente:

Phylum, Subphylum, o Superclase Crustacea, Pennant 1777

Clase Malacostraca Latreille 1806

Subclase Eumalacostrata Grobben 1892

Superorden Eucarida Calman, 1904

Orden Decapoda Latreille, 1803

Suborden Dendrobranchiata Bate, 1888

Superfamilia Penaeoidea Rafinesque, 1815

Familia Aristeidae Wood-Mason, 1891

Genero *Aristeus* Duvernoy, 1840

Aristeus antennatus (Risso, 1816)

Las especies de la familia Aristeidae viven habitualmente en aguas profundas, alcanzando los 2.400 m (Rield, 1986). En el mar Mediterráneo, se encuentra representada únicamente por tres especies: *A. antennatus*, *Aristeomorpha foliacea* y *Gennadas elegans*.

Las dos primeras, son especies demersales que debido a su elevado valor comercial son objeto de una pesca activa y la tercera es mesopelágica, siendo menos interesante desde la perspectiva comercial (Holthuis, 1987).

La denominación de *A. antennatus* según FAO (1987), es en español, gamba rosada; francés, crevette rouge e inglés, blue and red shrimp. No obstante, los nombre vulgares acuñados por el sector pesquero son abundantes, dependiendo del país. Concretamente en España esta denominación cambia según las Comunidades Autónomas: en Andalucía se llama Chorizo blanco o alistao, en Murcia gamba roja o gamba, en Valencia gamba roja, en Cataluña gamba o gamba rosada y en Baleares gamba.

Diagnosis

Las características generales así como la descripción morfológica de la especie ha sido realizada exhaustivamente por Zariquiey Alvarez (1968) y más recientemente por Holthuis (1980, 1987) y Demestre (1990).

En la figura 2.1. , se visualizan características morfológicas externas que permiten la diferenciación sexual de la gamba. El rostro presenta un dimorfismo sexual muy acentuado. En los machos adultos el rostro es corto, sobrepasando los ojos pero no la extremidad distal del escafocerito antenal; en los machos juveniles es alargado y curvado hacia arriba. En las hembras

tanto juveniles como adultas, el rostro es muy alargado y algo curvado hacia arriba, sobrepasando ampliamente el escafocerito antenal. En ambos sexos el rostro presenta tres dientes sobre su parte basal, mientras que la parte distal está desprovista de dientes y termina en una punta aguda. El borde ventral del rostro carece de dientes.

Otros caracteres sexuales externos evidentes en machos son el petasma y el apéndice masculino; en hembras el thelycum (Figura 2.1).

El petasma es una modificación del endopodito del primer par de pleópodos, constituido por dos estructuras laminares denominadas "hemipetasma" (Figura 2.1.b). En los machos adultos, los hemipetasma están perfectamente unidos. Unión llevada a cabo por varias hileras de estructuras de anclajes (Demestre y Fortuño, 1992). En los machos inmaduros los hemipetasma no están unidos.

En los machos adultos también es fácil de observar la estructura denominada apéndice masculino. Es una modificación del segundo par de pleópodos, de forma alargada y aplastada, que se encuentra entre la base y el flagelo del endopodito (Figura 2.1.c). El petasma presumiblemente ayudado por el apéndice masculino, está relacionado con la transferencia del espermátóforo al thelycum de las hembras durante la copulación.

El thelycum de las hembras es una estructura de forma más o menos triangular, situado ventralmente entre el cuarto y quinto par de patas torácicas (Figura 2.1.b). Consiste en una modificación esternal del séptimo y octavo somito torácico, siendo la zona receptora del espermátóforo (capsula protectora de los espermatozoides). En esta especie el thelycum es abierto, es decir, no presenta ningún contacto con la cavidad interna del animal que forma receptáculos seminales en los cuales puedan almacenarse los espermatozoides.

Otras estructuras externas que también evidencian la diferenciación entre ambos sexos son los gonoporos, pequeñas aberturas en las que desembocan los conductos genitales. En los machos los gonoporos se localizan en las coxas del quinto par de pereiópodos y en las hembras en las coxas del tercer par de pereiópodos.

El tamaño alcanzado por machos y hembras también evidencia un marcado dimorfismo sexual. Los rangos de cefalotórax capturados por artes comerciales en el Mediterráneo occidental quedan comprendidos en machos entre 14 y 48 mm de Lc, y hembras entre 13 y 70 mm. Y en la costa atlántica del sur de Portugal en machos entre 15 y 45 mm de Lc, y hembras entre 15 y 72 mm de Lc.

Características comunes a machos y hembras son: anténula con el flagelo superior muy corto y aplastado; caparazón sin espina hepática ni carena; el sillón cervical es corto y no alcanza la región dorsal. Los segmentos abdominales I y II no son carenados; los segmentos III y IV, presentan una carena dorsal cada vez más marcada presentando al final un diente agudo. Telson con un sillón longitudinal mediano.

La coloración de la gamba ha servido para su denominación común. La tonalidad general de los individuos es rosada con manchas azuladas, si bien los machos de mayor tamaño presentan un color rojo más intenso.

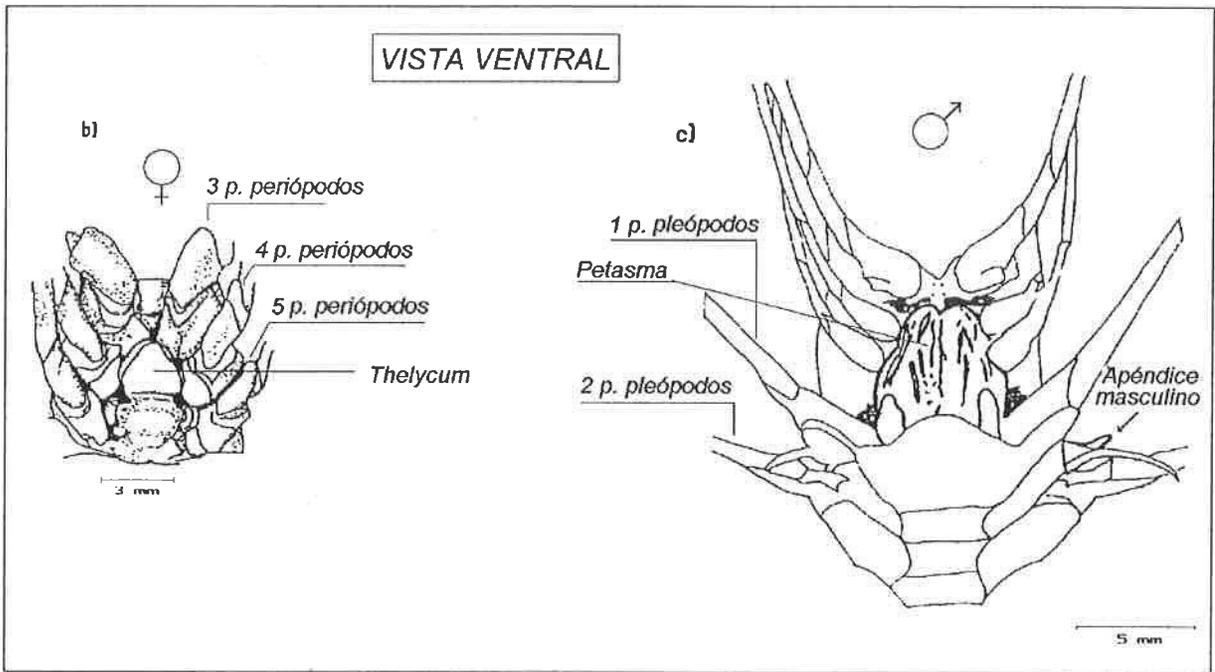
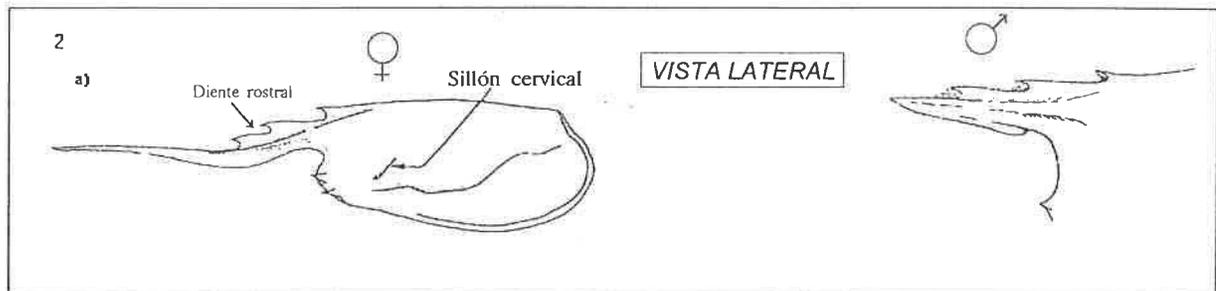
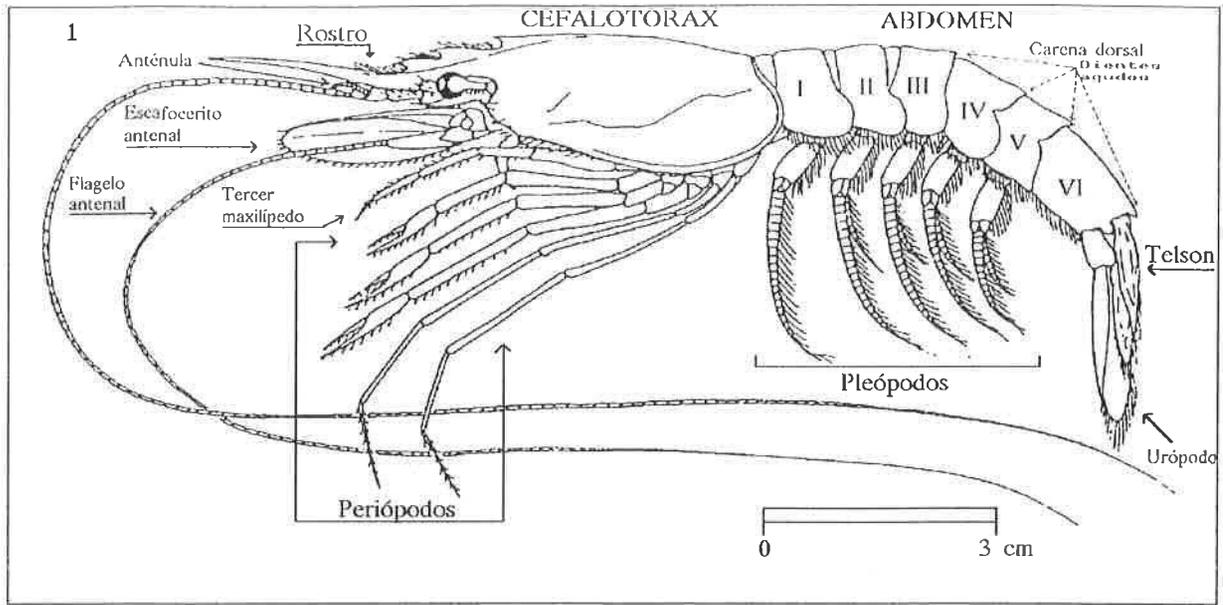


Figura 2.1. Características morfológicas externas distintivas de machos y hembras de *A. antennatus*: 1. Esquema general externo-lateral de una hembra. 2. Caracteres sexuales externos: a) Rostro de hembras y machos, b) Thelycum de hembras, c) Petasma y apéndice masculino.

Distribución

La distribución general de *A. antennatus* (Figura 2.2.) comprende el Mediterráneo excepto el mar Adriático y algunas zonas de las costas de la Península del Sinaí, Turquía y Grecia, estando ausente en el mar Negro. Se encuentra también en el Atlántico oriental, desde la costa sur portuguesa hasta Mauritania, e islas de Cabo Verde (Holthuis, 1984, 1987).

En cuanto a la distribución batimétrica, Holthuis (1987), establece como nivel general un rango batimétrico entre 180 m y 1.440 m de profundidad, atribuyendo este amplio rango a desplazamientos nictamerales. En estudios de áreas más concretas, Campillo *et al.* (1990), indican que en ciertos sectores del litoral argelino durante el crepúsculo y noche suben hasta los 150 m, fenómeno igualmente observado en Córcega, donde algunos ejemplares de *A. antennatus* han podido ser capturados con trasmallo en pescas nocturnas al borde del talud continental. Por otro lado, en el Mediterráneo español, Sardá y Cartes (1993), concretamente en el mar Catalán, mediante la realización de pescas experimentales, han capturado individuos hasta 2.261 m. Así, actualmente, el intervalo batimétrico de la gamba en el Mediterráneo es muy amplio, quedando comprendido el límite superior entre los 150 m, y el inferior de momento a 2.261 m. Los recientes estudios sobre la distribución de especies de gran profundidad, han puesto de manifiesto que el límite inferior de *A. antennatus* está aún por determinar, ya que conforme se van explorando zonas más profundas, se van capturando ejemplares de gamba.

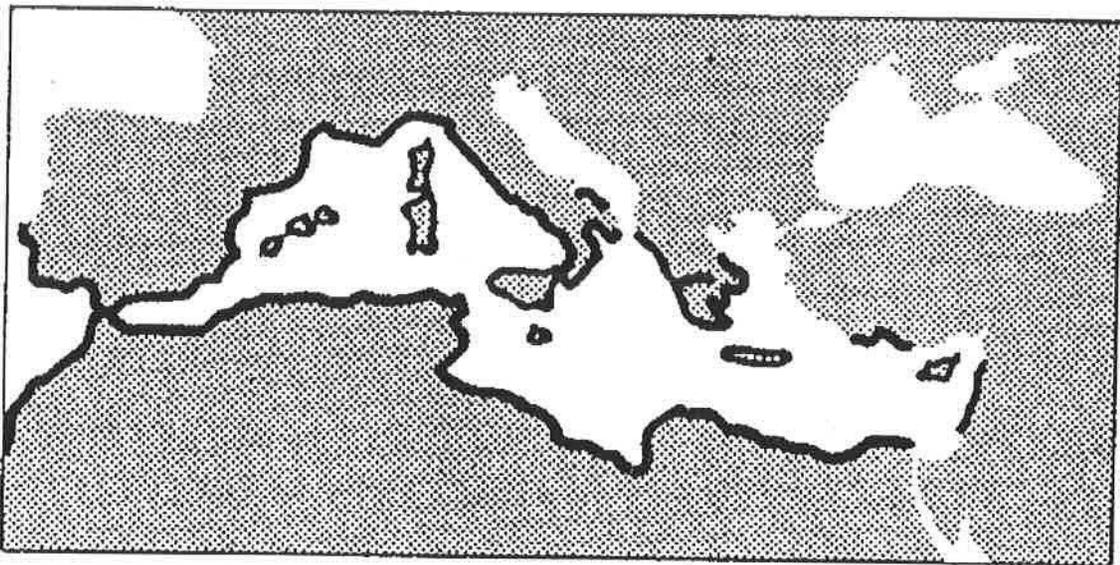


Figura 2.2. Distribución general de *A. antennatus*, según Holthuis (1987).

2.2. Muestreos y metodología.

En la presente memoria, se han diseñado unos muestreos prioritarios e intensivos destinados al estudio exhaustivo de *A. antennatus* y otros paralelos y complementarios con el fin de conocer el medio físico, la estructura de la comunidad del talud de la zona en la que se explota esta especie, así como todo lo relacionado con su pesquería.

La presente memoria está constituida por capítulos que tratan temas diferente, lo que exige la aplicación de una metodología específica en cada uno de ellos. No obstante, se ha creído conveniente realizar en este apartado una descripción general de la planificación de los muestreos y finalidad de los mismos. El desarrollo pormenorizado de las metodologías específicas se exponen en cada uno de los correspondientes capítulos.

Las zonas estudiadas son Murcia para el período 1987-1992 y zona de Almería y zona de Ibiza para los años 1991 y 1992. Dentro de cada zona, se han seleccionado aquellos puertos, donde existe una flota de arrastre de fondo importante dedicada a la explotación de la gamba. Así pues, en la zona de Murcia, tenemos los puertos de Cartagena, Mazarrón y Aguilas. En la zona de Almería, el puerto de Garrucha, y en la zona de Ibiza, el puerto de Santa Pola (Alicante). La situación geográfica general del área de estudio queda reflejada en la figura 2.3. Además, para el desarrollo de los objetivos de este trabajo, se han utilizado también datos de las islas Baleares y del mar catalán.

Los muestreos destinados al estudio del medio físico (capítulo 3.1.), han sido dirigidos a determinar la composición granulométrica de los sedimentos en las áreas de pesca de gamba de Murcia, con la finalidad de conocer la influencia y/o relación de los sedimentos sobre la distribución de *A. antennatus* y especies acompañantes. Para ello, se recogieron un total de ocho muestras de sedimento procedentes de los principales caladeros de gamba (Cabo de Palos, Morruas y Canto de Aguilas).

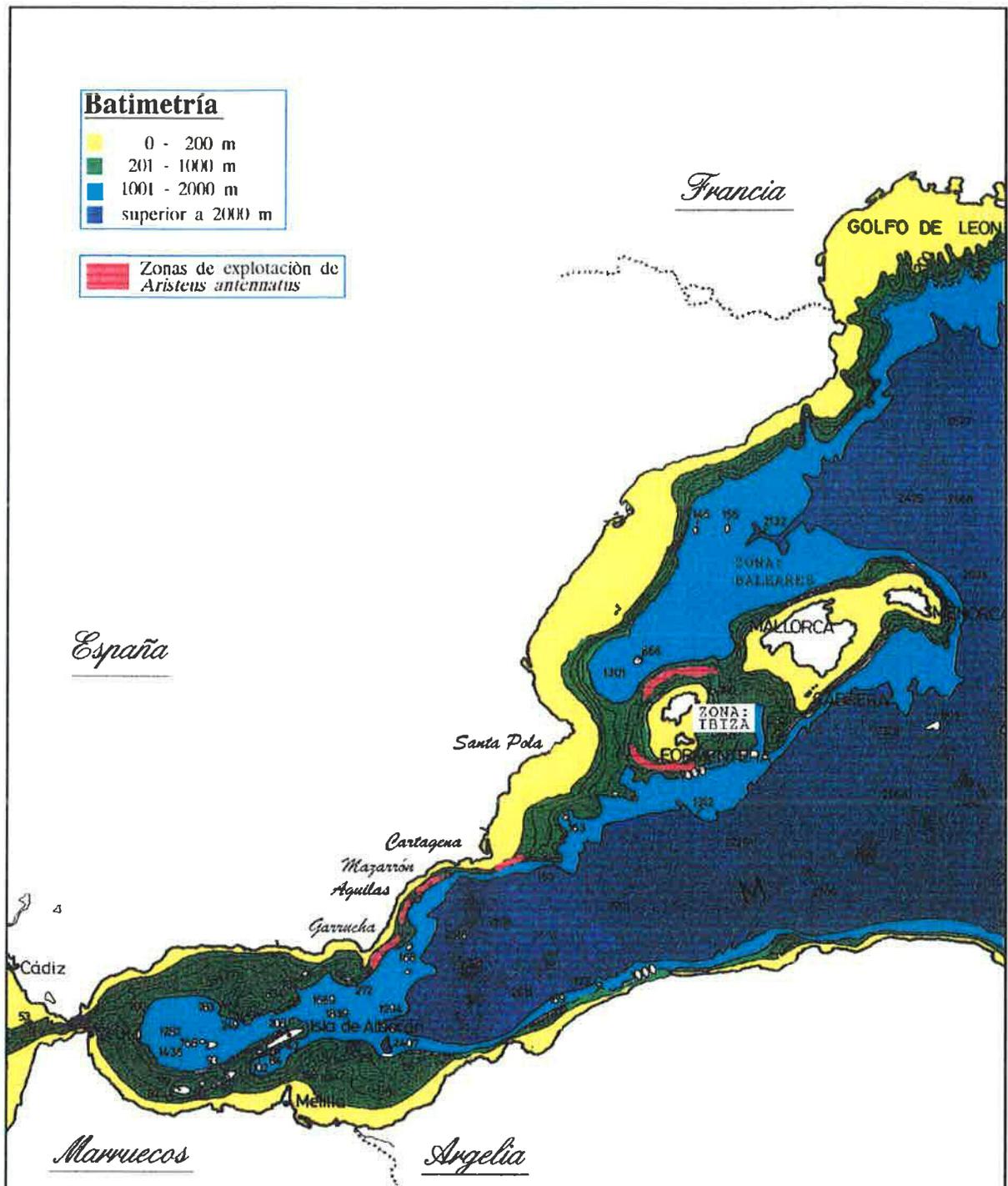


Figura 2.3. Localización de las zonas de estudio de *A. antennatus*.

Para el estudio de la estructura de la comunidad explotada del talud (capítulo 3.2.), se realizaron muestreos en la zona de Murcia, efectuando una campaña de arrastre de fondo acoplado a la red de pesca. La campaña se realizó en las zonas donde se efectúa una explotación regular de la gamba, a bordo de una embarcación dedicada a la modalidad de pesca de arrastre, con una duración total de 8 días.

Para el análisis de la pesquería de la gamba han sido consideradas las zonas de Murcia, Almería y zona de Ibiza (capítulo 3.3.). El estudio se ha efectuado en base a tres tipos de información: embarques con la flota de arrastre de fondo, estadísticas de capturas y flota procedentes de Organismos oficiales y encuestas a pescadores, patronos y personal de las Cofradías de Pescadores.

Refiriéndonos al tipo de muestreo prioritario mencionado al principio, este ha tenido como finalidad el estudio de la biología reproductiva (Cap. 4), estructura poblacional (Cap. 5), crecimiento (Cap. 6) y mortalidad (Cap. 7) de la población explotada de *A. antennatus*. Básicamente se han realizado muestreos biológicos y de frecuencias de tallas a partir de ejemplares obtenidos de las capturas comerciales. Los muestreos se realizaron en las zonas de Murcia, Almería e Ibiza.

El método de muestreo empleado ha sido aleatorio, adquiriéndose 1 Kg al azar de cada categoría de talla comercial, seleccionada por los pescadores a bordo de las embarcaciones: pequeña (individuos con una $L_c < 32$ mm), mediana (individuos de L_c entre 32 y 45 mm) y grande (ejemplares con $L_c > 45$ mm). En todos los muestreos, los ejemplares se tomaban directamente del barco, siendo transportados en una nevera portátil al laboratorio, donde posteriormente eran analizados. Los ejemplares de cada categoría se colocaban en bolsas de plástico independientes, intercalando entre las bolsas capas de hielo para conservar las muestras en buen estado durante el traslado.

El periodo de estudio y el número de individuos muestreados anualmente por área de pesca, ha sido el siguiente:

Desde 1987 a 1992, dentro de la zona de Murcia los muestreos se realizaron en los caladeros donde existe una regularidad anual en la explotación de gamba: cabo de Palos, Morruas y Canto de Aguilas (ver cap. 3.3., pesquería). Las capturas de estos caladeros son desembarcadas en los puertos de Cartagena, Mazarrón y Aguilas, respectivamente. Se realizaron 108 muestreos, analizándose 20.039 ejemplares (4.218 machos y 15.821 hembras):

1987, 26 muestreos (18 pertenecientes a Canto de Aguilas y 8 cabo de Palos).

1988, 23 muestreos (4 pertenecientes a Canto de Aguilas, 6 Morruas y 13 a cabo de Palos).

1989, 9 muestreos, todos pertenecientes a cabo de Palos.

1990, 10 muestreos (1 Canto de Aguilas, 4 Morruas y 5 cabo de Palos).
1991, 21 muestreos (10 Canto de Aguilas, 1 Morruas y 10 cabo de Palos).
1992, 19 muestreos (12 Canto de Aguilas y 7 cabo de Palos)

Los muestreos de la zona de Almería se efectuaron en los caladeros más cercanos al puerto de Garrucha, desembarcándose las capturas en dicho puerto. Desde julio del 1991 a noviembre de 1992, se realizaron 15 muestreos, analizándose 2.946 individuos (1.026 machos y 1.920 hembras):

1991, 5 muestreos.
1992, 10 muestreos.

En esta zona no fue posible la separación de muestras por caladero.

Las muestras de la zona de Ibiza proceden de los caladeros que los pescadores llaman comúnmente "Canal de Ibiza", y que realmente corresponden a dos caladeros, situados al norte y sur de la isla de Ibiza (ver cap. 3.3.) y que son desembarcadas en el puerto de Santa Pola. Desde febrero de 1991 a noviembre de 1992, se realizaron 16 muestreos, examinándose 3.685 individuos (988 machos y 2.697 hembras), no siendo posible la separación de muestras por caladero:

1991, 5 muestreos.
1992, 11 muestreos.

A modo de resumen: se realizaron un total de 138 muestreos para el total de las tres zonas de estudio (Murcia, Almería e Ibiza), contabilizándose un total de 26.670 individuos de gamba, de los cuales 6.232 eran machos y 20.438 hembras. Los muestreos biológicos y de tallas de gamba efectuados con indicación de fecha, zona, profundidad, número de individuos muestreados por sexo y peso total de la captura por día, se presentan en el Anexo I.

Concretamente para los estudios biológicos, se procedió en cada muestreo a la obtención de los siguientes datos: longitud del cefalotórax (Lc), peso total del individuo, diferenciación sexual, peso de las gónadas y determinación de los estados de madurez sexual (en el capítulo 4 se detalla la metodología seguida con los estadios de madurez).

Asimismo, para el estudio demográfico se anotaba la frecuencia de tallas de cada categoría muestreada y se efectuaba la ponderación de cada categoría al total de la captura realizado por la flota en el día de muestreo. De esta manera se obtenían tres frecuencias de tallas, una por categoría. El consolidado de estas tres distribuciones de tallas (pequeña, mediana y grande) dando una única distribución de tallas, representa la frecuencia de tallas total diaria de la captura de la flota. La frecuencia de tallas siempre se ha realizado para machos y hembras por separado.

3. MARCO DE ESTUDIO

3. MARCO DE ESTUDIO

3.1. EL MEDIO FÍSICO.

3.1.1. Introducción.

Las condiciones medioambientales que caracterizan un hábitat deben ser tenidas en cuenta a la hora de plantearse un estudio de dinámica de poblaciones, ya que los parámetros abióticos como son la temperatura, salinidad, fotoperiodo,...etc, desempeñan un papel importante en los procesos biológicos de las especies (crecimiento, reproducción...) (Sastry, 1983).

Las características estructurales y funcionales del ecosistema controlan la estructura de las poblaciones y modulan su funcionamiento. Así pues, las poblaciones adaptan sus estrategias alimentarias, reproductivas y los patrones de migración, a la variabilidad del ecosistema y a la dinámica de sus hábitats (Yáñez- Arencibia y Sánchez-Gil, 1988).

Aristeus antennatus tiene una amplia distribución batimétrica, encontrándose entre los 200 y 2.261 m de profundidad (Holthuis, 1987; Sardá y Cartes, 1993). Asimismo, la distribución espacial de *A. antennatus* está estrechamente relacionada con la geomorfología del sustrato, observándose que las mayores capturas de gamba se obtienen en las zonas próximas e interior de los cañones submarinos del talud continental (Demestre y Martín, 1993).

Dentro de la cuenca mediterránea, conviene destacar las importantes extracciones que de gamba que se realizan en el mar Mediterráneo español, el cual geomorfológicamente se caracteriza por presentar plataformas continentales estrechas y numerosos cañones submarinos enclavados en el talud continental (Canals, 1985). La granulometría de los sedimentos de dichas zonas profundas corresponden mayoritariamente a materiales finos, es decir, limos y arcillas (Maldonado, 1989 ; I.T.G.E. 1989) .

Por otra parte, los efectos de la inestabilidad del medio ambiente ocasionan una variabilidad a corto y largo plazo sobre las poblaciones de las especies, efecto que se agrava en los recursos pesqueros en los problemas de su ordenación y utilización racional (Saetersdal, 1992). Es por ello recomendable obtener un conocimiento lo más global posible del ecosistema marino local al cual pertenece/n la/s especie/s objeto de explotación, procurando realizar una rigurosa descripción medioambiental de la zona donde vive/n la/s especie/s, debido a la importancia que tienen que estas condiciones en la estructura y el funcionamiento de las comunidades explotadas (Caddy y Sharp, 1988).

Por todo ello, el objetivo del presente apartado pretende describir el medio físico del margen continental en la zona de Murcia. Así pues, para esta memoria se han realizado análisis granulométricos de los sedimentos de las zonas donde se explota *A. antennatus*. También, se ha recopilado información de estudios científicos relacionados con la geomorfología del fondo y las

características físico-químicas del agua, para obtener los máximos conocimientos del hábitat de *A. antennatus*. Además, esta información obtenida será utilizada en la interpretación de los resultados del estudio de las comunidades del talud explotado (cap 3.2.), en los estudios de pesquería (cap 3.3.) y de parámetros biológicos y demográficos de la gamba (cap.4 a cap.7), para el estudio final y comprensión de su dinámica de poblaciones.

3.1.2. Material y métodos.

El material utilizado para conocer la composición granulométrica de los sedimentos de los caladeros de gamba en Murcia, procede de muestras tomadas en los embarques realizados con la flota de arrastre de fondo que faenan en estos caladeros. Se recogieron un total de ocho muestras de sedimento procedentes de (Figura 3.1.1.):

- Cuatro de Cabo de Palos (CP1, CP2, CP3 y CP4).
- Dos de Morruas (M1 y M2)
- Dos de Canto de Aguilas (CA1 y CA2).

Las muestras de los sedimentos superficiales proceden del material que quedaba retenido en el copo del arte de pesca, una vez que las embarcaciones habían finalizado su actividad de arrastre en el caladero. Es por ello que las muestras se consideraron representativas de toda el área barrida del caladero. Los sedimentos recogidos se almacenaron en botes de plástico para su posterior análisis en el laboratorio.

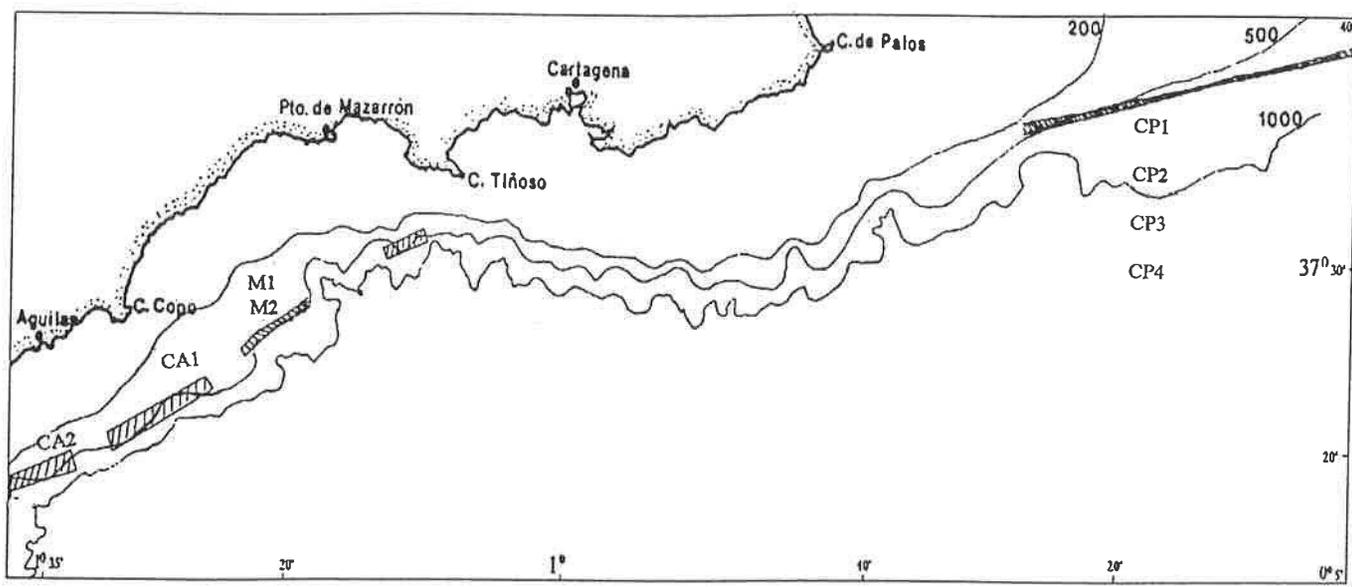


Figura 3.1.1. Localización de las zonas donde se tomaron muestras de sedimento superficial (Cabo de Palos, CP; Morruas, M y Canto de Aguilas, CA).

Para el estudio de la granulometría se ha utilizado la escala propuesta por Udden-Wentworth (1924) referenciado en Pettijohn (1964) (Tabla 3.1.1.).

Tabla 3.1.1. Escala granulométrica propuesta por Udden-Wentworth (1924)	
Tamaños granulométricos	Denominación del sedimento
> 2 mm	gravas
2 - 1 mm	arenas muy gruesas
1 - 0,5 mm	arenas gruesas
0,5 - 0,25 mm	arenas medias
0,25 - 0,125 mm	arenas finas
0,125 - 0,0625 mm	arenas muy finas
0,0625 - 1/256 mm	limo
< 1/256 mm	arcilla

El método analítico empleado para el estudio granulométrico (Pettijohn, 1963; Vatan, 1967), ha sido el tamizado mecánico clásico, utilizando tamices individualizados de distinta luz de malla (2-1-0,5-0,25-0,125-0,0625 mm). Con ello se diferenciaban las fracciones arenosas de la denominada fina o fangosa, que engloba la proporción de limo y arcilla. El procedimiento seguido para el análisis de cada muestra fue el siguiente:

1. Extracción de una submuestra de un peso que osciló entre 150 y 200 g.
2. Disgregación de las submuestras, mediante su tratamiento con agua destilada y dispersante (hexametafosfato sódico). Durante 24 h. cada submuestra se mantuvo en esta solución. Posteriormente se sometió a ultrasonidos, con el fin de disgregar todas las partículas finas, sin fracturar ninguna de ellas (Alonso y Díaz del Río, 1993 ; Alonso, 1993).
3. Tamización y filtraje, utilizando el cedazo de 0,0625 mm de luz de malla, para separar la fracción más fina.
4. La fracción arenosa fue introducida en la columna de tamizado mecánico "en seco". La desecación se efectuó en una estufa de secado durante 24 h. a una temperatura de 70 °C. Mediante agitación mecánica de la columna de tamizado durante 20 minutos, se recogieron las diferentes fracciones de las arenas (arena muy gruesa, gruesa, media, fina y muy fina), a continuación cada fracción se pesó individualmente en una balanza de precisión.

Los datos obtenidos de los pesos de las distintas fracciones de sedimentos se han utilizado para la realización de las curvas de frecuencias (Anexo II). Posteriormente, se determinaron las frecuencias acumuladas para la construcción de la gráfica de las curvas acumulativas. A partir de las curvas acumulativas se calcularon los parámetros (P: percentiles, P_{90} y P_{10} ; Q: cuartiles, Q_1 , Q_2 y Q_3) e índices granulométricos (selección, simetría y curtosis) (Pettijohn, 1963). De esta manera se obtuvieron las características de cada muestra, lo que permitió la posterior identificación de las clases granulométricas.

* Media.- El punto de intersección de la curva acumulada y la línea del 50 % determinan su valor.

* Selección.- Se mide por el coeficiente de selección, S_o , que es la raíz cuadrada de la relación entre los cuartiles Q_3/Q_1 , siendo Q_3 mayor que Q_1 . Los cuartiles Q_3 y Q_1 son los valores de los tamaños determinados por la intersección de los valores 75 % y 25 % con la curva acumulativa resultante de la composición granulométrica de los sedimentos.

* Simetría.- Se mide por $Q_1 * Q_2 / (Md)^2$, o sea, por el producto de los cuartiles dividido por el cuadrado de la mediana.

* Curtosis.- Se expresa por $Q_3 - Q_1 / 2(P_{90} - P_{10})$, donde Q_3 y Q_1 son los cuartiles, y P_{90} y P_{10} son los percentiles.

La presentación de los resultados de los análisis granulométricos se ha efectuado por medio de histogramas mostrando la proporción que existe del sedimento en cada uno de los siete intervalos de tamaño considerados (> 2 mm, 2 - 1 mm, 1 - 0,5 mm, 0,5 - 0,25 mm, 0,25 - 0,125 mm, 0,125 - 0,0625 mm, < 0,0625 mm.). Estos se indican en abscisas y en ordenadas el porcentaje (%) en peso de cada tamaño. Sobre los histogramas se han realizado las gráficas de las frecuencias de las distintas fracciones del sedimento, que define con mayor exactitud la composición granulométrica del sedimento, ya que se considera que la diferencia entre tamaño de un grano y el próximo, mayor o menor, es una cantidad infinitésima en comparación con el intervalo total de tamaños considerados (Pettijohn, 1963). Debe advertirse que la escala horizontal a lo largo del eje X de la curva acumulativa, de igual manera que la curva de frecuencia y el histograma, es logarítmica. Las distancias en escala en este eje son proporcionales a los logaritmos del diámetro del tamaño de grano y no al diámetro mismo. Otra peculiaridad, de estas representaciones gráficas es el sentido inverso de la dirección del eje X. Los valores decrecen hacia la derecha en lugar del aumento más convencional (Pettijohn, 1963).

Por otra parte, para obtener los máximos conocimientos del hábitat de *A. antennatus* en la zona de Murcia, se ha recopilado información de estudios científicos relacionados con la geomorfología del fondo y las características físico-químicas del agua en la zona de explotación de la gamba.

El material utilizado para la descripción de la geomorfología de los fondos submarinos de la zona de Murcia, procede de las prospecciones geofísicas llevadas a cabo por el Instituto Español de Oceanografía (I.E.O.), en el período 1977-81 mediante tres campañas oceanográficas (IBINOR-77, PATO-78 y GATIÑO-81. Proyecto Sectorial de Investigación Marina, denominado

“Estudio del Margen Continental Bético Mediterráneo: Cuenca de Murcia-Escarpe de Mazarrón). Así como, de las campañas realizadas por el Instituto Tecnológico Geominero de España (I.T.G.E.). Respecto a los datos de los parámetros físico-químicos del agua, temperatura y salinidad, ha sido consultada la información proviente de la campaña oceanográfica denominada “Golfo de Vera”, realizada en la zona situada entre Cabo de Palos y el Cabo de Gata, en marzo de 1987, por la Sección de Oceanografía del Instituto Hidrográfico de la Marina.

3.1.3. Resultados.

3.1.3.1. Análisis granulométricos.

Los análisis de la composición granulométrica de los sedimentos de los caladeros de la gamba en Murcia, y siguiendo la escala granulométrica de Udden-Wentworth (1922) han diferenciado claramente dos zonas: la más septentrional, correspondiente a Cabo de Palos, donde los elementos mayoritarios son las arenas media, fina y muy fina; y aquellas áreas ubicadas al sur de la región de Murcia, Morruas y Canto de Aguilas, donde las partículas de menor tamaño, pertenecientes a la fracción denominada finos (limos y arcillas) son los componentes mayoritarios (Tabla 3.1.2.).

Tabla 3.1.2. Composición granulométrica (expresada en porcentaje) del sedimento en los caladeros de <i>A. antennatus</i> de Murcia (Cabo de Palos, CP1,CP2,CP3,CP4; Morruas, M1, M2; Canto de Aguilas, CA1,CA2.)							
Cabo de Palos							
Muestra	% Grava	% Arena muy gruesa	% Arena gruesa	% Arena media	% Arena fina	% Arena muy fina	% Finos
CP1	0,09	0,16	1,97	35,06	24,44	10,88	27,42
CP2	0,03	0,11	2,06	35,21	26,15	10,58	25,85
CP3	0,04	0,07	1,35	28,35	28,12	14,98	27,09
CP4	0,12	0,05	1,36	25,17	29,72	15,42	28,16
Media y desv. típica	0,06±0,04	0,09±0,04	1,68±0,03	30,94±4,33	27,10±1,99	12,96±2,24	27,13±0,83
Morruas							
M1	0,01	0,04	0,14	0,84	0,61	2,08	96,28
M2	0,01	0,03	0,14	0,75	0,66	1,95	96,47
Media y desv. típica	0,01	0,035±0,005	0,14	0,79±0,04	0,63±0,02	2,01±0,06	96,37±0,09
Canto de Aguilas							
CA1	0,06	0,03	0,15	0,66	0,53	1,32	97,25
CA2	0,05	0,04	0,16	0,71	0,43	1,37	97,23
Media y desv. típica	0,055±0,005	0,035±0,005	0,155±0,005	0,685±0,025	0,48±0,05	1,345±0,025	97,24±0,01

Las características de los sedimentos analizados han permitido establecer tres clases granulométricas:

* Clase 1 (Figura 3.1.2.a) .- Está compuesta por sedimentos fundamentalmente fangosos, con un contenido en limo y arcilla superior al 96 % .

En esta clase quedan englobadas las muestras de las zonas de Morruas y Canto de Aguilas.

La media en las muestras M1, M2, CA1, y CA2 se mantiene constante al concentrarse en la fracción fina que comprende limos y arcilla.

* Clase 2 (Figura 3.1.2.b) .- Destaca una fuerte dominancia de las arenas (71,72 %) sobre los fangos (28,16 %). Se encuentra representada por una sola muestra procedente de la zona de Cabo de Palos (CP4).

Presenta su moda en la fracción de las arenas finas (29,72 %), si bien, se observa una cierta similitud entre los valores de la moda y del porcentaje de finos (28,16 %), lo cual indica una tendencia a la bimodalidad de la muestra, y un cierto carácter poligénico.

* Clase 3 (Figura 3.1.2.c).- Está representada por tres muestras (CP1, CP2 y CP3), todas ellas pertenecen al mismo caladero, Cabo de Palos. Las modas se localizan en la fracción de las arenas medias.

Los índices son en todas ellas muy similares y únicamente la tercera muestra, se separa ligeramente de la distribución dominante, en la que el porcentaje de finos es equivalente al de arenas medias. Presentan una neta tendencia a la bimodalidad con valores próximos entre la moda y el porcentaje de finos. Al igual que en la clase anterior, se puede interpretar este hecho como una consecuencia del carácter poligénico de los sedimentos en los que se han extraído estas muestras.

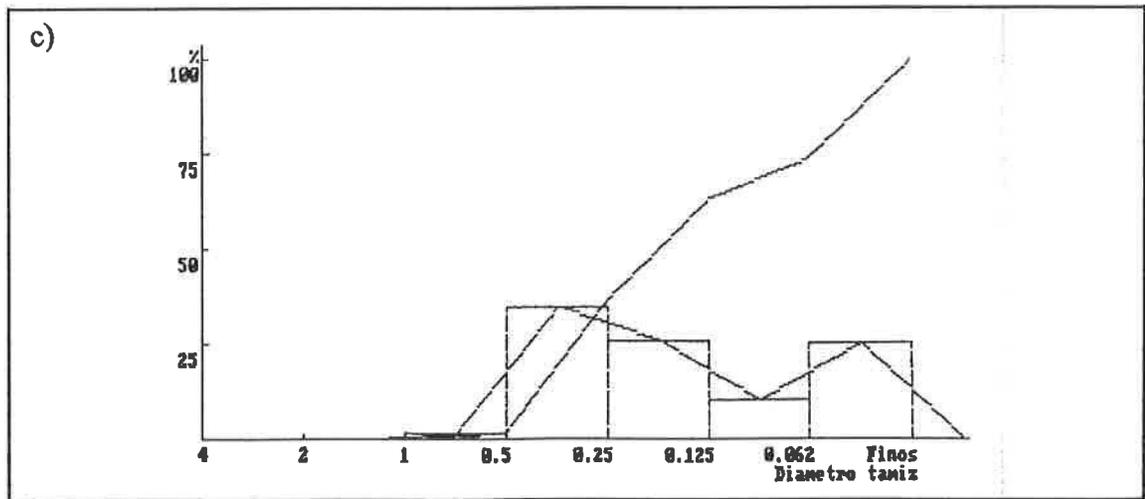
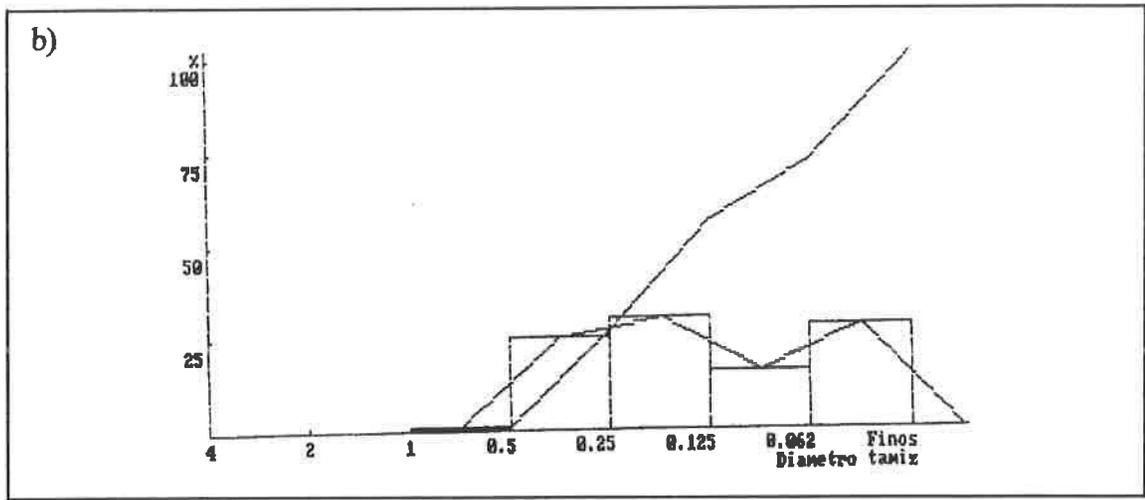
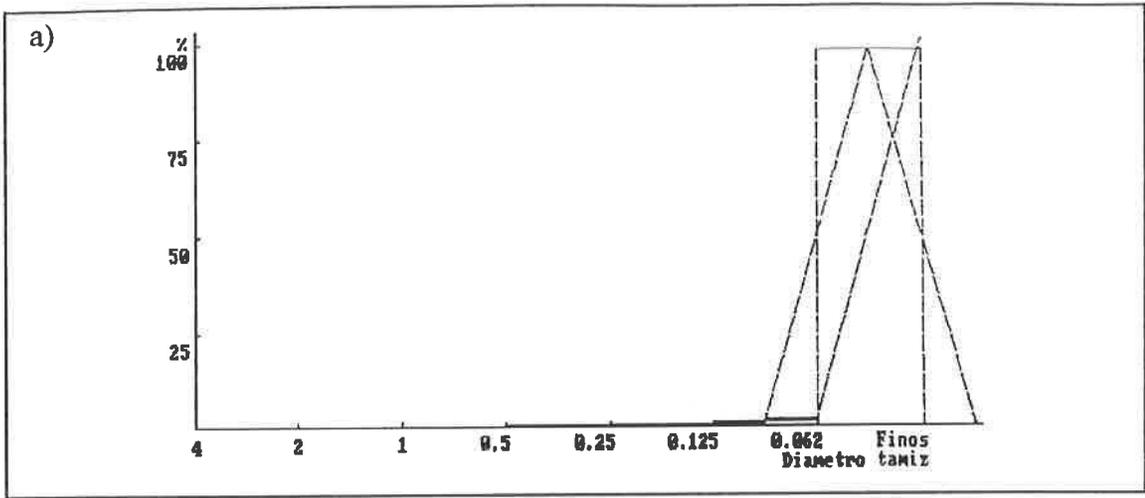


Figura 3.1.2. Histogramas, frecuencias y curvas acumulativas perteneciente a las clases granulométricas: a) 1 (M1,M2, CA1,CA2) ; b) 2 (CP4) y c) 3 (CP1,CP2,CP3).

Tal y como se ha comentado en el apartado de material y métodos, se han considerado otros ámbitos de estudio del medio físico, todos ellos relacionados con las condiciones medioambientales del talud medio en la zona de Murcia, hábitat propio de la gamba. Entre los principales elementos morfológicos del talud de Murcia destacan los cañones (valles) submarinos de sección transversal en V. Los cañones submarinos pueden nombrarse en referencia a su situación frente a los accidentes geográficos, así como a las principales poblaciones. Una cartografía de los cauces principales y sus tributarios fue realizada por Díaz del Río (1991). La toponimia de los cañones de la zona de Murcia efectuada en esta memoria, presenta de oeste a los nombres de los cañones siguientes: 1. Cala Reona, 2. Aguilas. 3. Cabo Cope. 4. Calnegre. 5. Mazarrón. 6. Isla Plana. 7. Cabo Tiñoso. 8. Cartagena. 9. Escombreras. 10. Cabo del Agua. 11. Portman. 12. Cabo Negrete. 13. Loma Larga. 14. Espada y 15. Cabo de Palos (Figura 3.1.3.).

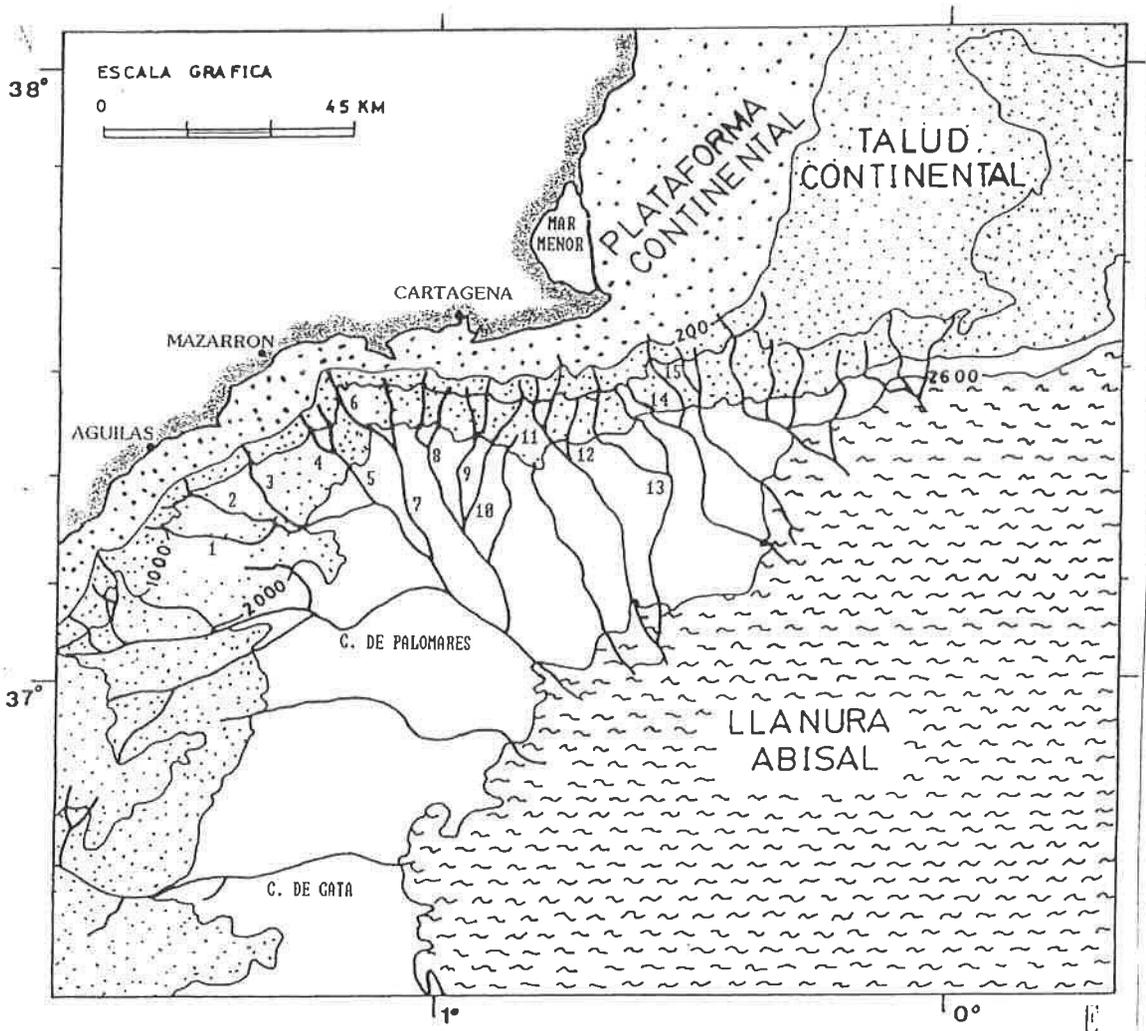


Figura 3.1.3. Toponimia de los cañones submarinos de Murcia (a partir de Díaz del Río, 1991): 1. Cala Reona. 2. Aguilas. 3. Cabo Cope. 4. Calnegre. 5. Mazarrón. 6. Isla Plana. 7. Cabo Tiñoso. 8. Cartagena. 9. Escombreras. 10. Cabo del Agua. 11. Portman. 12. Cabo Negrete. 13. Loma Larga. 14. Espada y 15. Cabo de Palos.

Por otra parte, y en relación a las características físico-químicas del agua se han analizado los resultados de las medidas de temperatura y salinidad en zonas próximas al caladero de *A. antennatus* de Cabo de Palos (Cañavate *et al.* 1987). A 400 m. la temperatura osciló entre 13,00 °C y 13,15 °C y la salinidad entre 38,463 ‰ y 38,501 ‰ ; y a 700 m. los valores fueron respectivamente de 12,85-12,88 °C y 38,455 ‰ - 38,461 ‰.

En los caladeros de *A. antennatus* de Morruas y Canto de Aguilas, los valores de temperatura y salinidad son muy similares a los de Cabo de Palos. En los 400 m., los valores estuvieron comprendidos entre 13,05 °C - 13,09 °C y 38,469 ‰ - 38,473 ‰ . A 700 m. fueron de 12,88 °C - 12,90 °C y 38,456 ‰ - 38,463 ‰ (Cañavate *et al.* 1987).

Una información global de todo este estudio del medio físico, relacionando las características geomorfológicas del fondo, los parámetros físico-químicos del agua y granulometría de los sedimentos en los caladeros de *A. antennatus* de Cabo de Palos, Morruas y Canto de Aguilas, se visualizan respectivamente en las figuras 3.1.4. y 3.1.5.

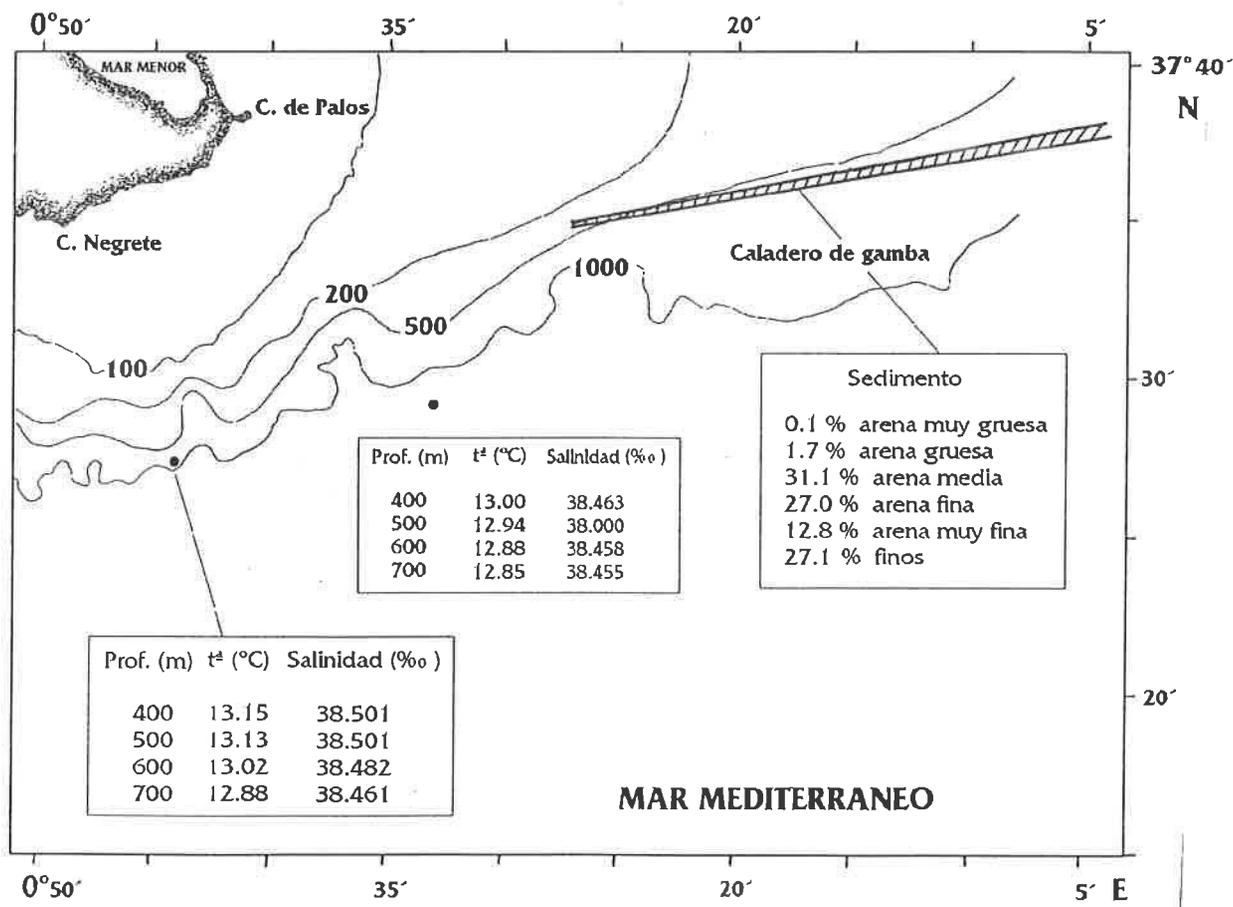


Figura 3.1.4. Parámetros físico-químicos del agua en zonas próximas al caladero de *A. antennatus* de Cabo de Palos (Murcia) y granulometría de los sedimentos en dicho caladero.

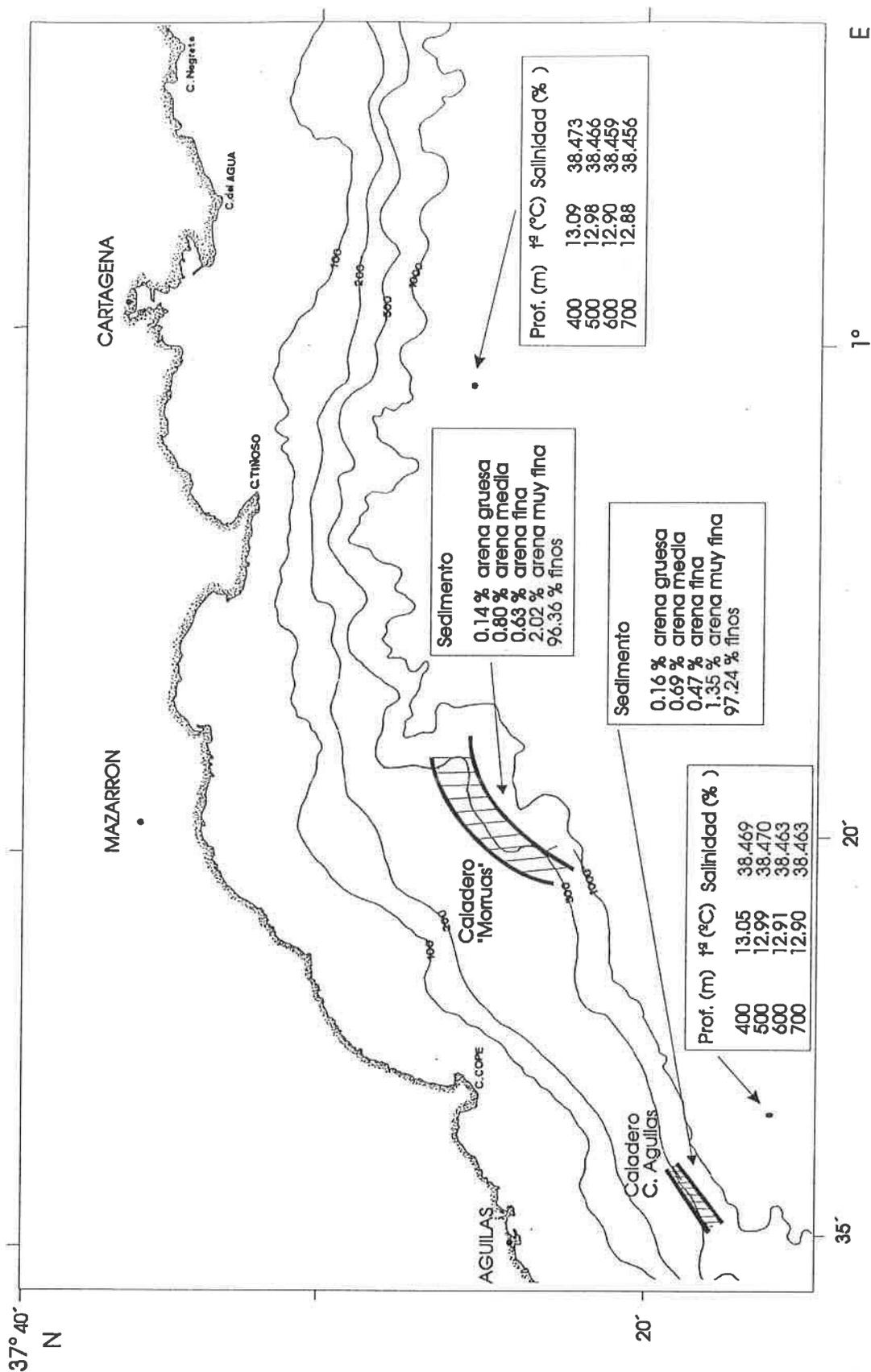


Figura 3.1.5. Parámetros físico-químicos del agua en zonas próximas a los caladeros de *A. antennatus* de Morruas y Canto de Aguilas (Murcia) y granulometría de los sedimentos en dichos caladeros.

3.1.4. Discusión.

La geomorfología de los caladeros de *A. antennatus* en el talud de Murcia, se caracteriza por la presencia de numerosos cañones submarinos. Esta geomorfología abrupta del sustrato, determina e influye no solo en el asentamiento de determinadas especies en él, sino también en la actividad pesquera. Puesto que, *A. antennatus* se distribuye en zonas próximas e interior de los cañones submarinos, la accesibilidad de los artes de pesca sobre estos caladeros se ve limitada, con lo cual se podría señalar que la geomorfología de sustrato contribuye a la protección del recurso frente a la pesca.

Por otro lado, las características medioambientales del ecosistema influyen en la fisiología de las especies y en la dinámica de sus poblaciones.

El hábitat de *A. antennatus* muestra una estabilidad ambiental en los parámetros físico-químicos de temperatura y salinidad, que conjuntamente con otros factores como disponibilidad de alimento, fotoperiodo, etc., repercuten en aspectos propios de la especie como reproducción, crecimiento y mortalidad natural de la especie.

El hecho de que pueda distribuirse en un amplio rango de profundidad, entre 180 m y los 2.261m (ver cap 2.1), atribuible a desplazamientos nictimerales (Holthuis, 1987), posiblemente estarían favorecidos por la estabilidad ambiental que hay a partir de los 200 m (Hopskin, 1989).

Esta estabilidad ambiental, determina en la gamba una época de puesta laxa en el tiempo de seis meses (Cap. 4), al contrario de lo que ocurre con los peneidos costeros como los langostinos del género *Pennaeus*. En estos la reproducción se realiza en un determinado y concreto período de tiempo de uno o dos meses, para aprovechar las condiciones medioambientales favorables que presentan una marcada estacionalidad (García y Le Reste, 1986). Así mismo esta estabilidad ambiental le permite tener un crecimiento más estable, continuo y probablemente con menos diferencias interanuales (Cap 6.) que el de peneidos costeros, de ambientes más fluctuantes donde las altas temperaturas de la estación estival favorece el crecimiento rápido y las temperaturas bajas invernales lo enlentecen (García y Le Reste, 1986 ; Sanz, 1987). Entre los factores que contribuyen de una forma muy decisiva en la mortalidad natural de una especie (mortalidad que es causada por todos aquellos factores independientes de la pesca), destaca la estabilidad o inestabilidad ambiental del hábitat de la misma (Cap. 7). Así pues, las características medioambientales descritas nos induce a pensar que la gamba debe estar sometida a una baja mortalidad natural, en relación a otros crustáceos decápodos de aguas menos profundas y litorales, de condiciones oceanográficas más fluctuantes. García y Le Reste (1986) en trabajos sobre peneidos litorales, estiman valores de mortalidad natural dobles o triples a los de la gamba (ver cap. 7).

Si bien, la distribución y abundancia de las especies también muestra una directa relación con los parámetros físico-químicos del agua, estas también están influidas por los tipos de sustratos y composición granulométrica de los sedimentos de los fondos.

La textura de los sedimentos superficiales en fondos de gamba de Murcia es arenosa-fangosa. No obstante, conviene señalar que mientras en la zona de Cabo de Palos los elementos mayoritarios son las arenas media, fina y muy fina, en los caladeros de gamba más al sur, Morruas y Canto de Aguilas predominan mayoritariamente los limos y arcillas.

De forma general, se acepta que los sedimentos más finos se encuentran en áreas sometidas a movimientos hidrológicos menos intensos que aquellos donde se encuentra las partículas de grano más grueso. En base a los resultados granulométricos de los sedimentos superficiales determinados cabría pensar que la zona de Cabo de Palos estaría sometida a un régimen dinámico marino mas intenso, que las zonas de Morruas y Aguilas. Esto es así, ya que el caladero de Cabo de Palos se ubica entre el cabo del mismo nombre y la isla de Ibiza, zona en la cual la dinámica asociada a las masas de agua en el talud continental, ponen de manifiesto la existencia de importantes movimientos hidrológicos (López-Jurado *et al.* 1992, López-Jurado y Díaz del Río, 1994).

Corroborando los resultados hallados de granulometría sabemos que según I.T.G.E. (1990), la composición granulométrica de los sedimentos de cabo de Palos se debe a la inestabilidad sedimentaria en el borde de la plataforma. Esta favorece la transferencia de los sedimentos acumulados hacia el talud continental, por distintos procesos de transporte en masa, como los desbordamientos de la ruptura de pendiente. Los sedimentos de los caladeros de Morruas y Canto de Aguilas corresponden a los ambientes típicos de talud continental. Esta facies sedimentaria esta relacionada probablemente con la existencia de unas condiciones tanto hidrodinámicas como morfológicas favorables, que han permitido la acumulación de las partículas más finas transportadas por suspensiones de baja densidad (I.T.G.E., 1990).

Esta distinta composición granulométrica de los sedimentos entre los caladeros de Cabo de Palos y Morruas - Aguilas, condicionará la presencia, asentamiento y abundancia de distintas especies en cada caladero, lo que en principio conducirá a comunidades más afines entre zonas con tipos de sedimentos más similares. Esto será tratado en el siguiente apartado.

Finalmente, si se interrelacionan las características del medio físico de los caladeros de gamba con las capturas extraídas de los mismos (ver cap 3.3.), se aprecia que las capturas son siempre superiores en el caladero denominado Canto de Aguilas respecto al de Cabo de Palos.

Esto nos permite sugerir una preferencia de la gamba a concentrarse en zonas de movimientos hidrológicos atenuados, hecho que coincide con la mayor proporción de partículas de menor tamaño en el Canto de Aguilas (sustrato fangoso) frente al predominio de partículas de mayor tamaño de Cabo de Palos (sustrato arenoso-fangoso). Todo esto a su vez, estaría relacionado con los hábitos alimentarios de la especie, que se caracteriza por explotar recursos de tipo endobentónico de fondos fangosos (Cartes, 1991).

3.2. LA COMUNIDAD DEL TALUD MEDIO EN LA ZONA DE EXPLOTACION.

3.2.1. Introducción.

En el talud continental del Mediterráneo, nos encontramos con la comunidad de los corales profundos y la comunidad de fango batial (Pérès, 1989). En esta última comunidad, en la cuenca occidental del Mediterráneo, pueden distinguirse tres zonas: una superior, en la que se encuentran el máximo de especies euribáticas, una zona media, con la mayor riqueza y diversidad de especies, donde abunda *A. antennatus*, y una zona inferior, donde se aprecia una disminución de la diversidad y la presencia de algunas especies que no se encuentran en las zonas superior y media (Pérès, 1989).

Los conocimientos sobre la comunidad de fango batial del talud continental en el Mediterráneo español, son relativamente recientes y restringidos a zonas puntuales. Entre los diversos estudios se encuentran los realizados en el mar catalán, Abelló y Valladares (1988), Sardá y Cartes (1989), Cartes (1991), Cartes y Sardá (1992, 1993), Sardá (1994). También, se han efectuado estudios sobre la comunidad del talud medio en la zona de explotación de *Aristeus antennatus*: en el mar catalán (Demestre, 1990), en el sureste español, Massuti *et al.* (1975), Martínez-Baños *et al.* (1990) y en la isla de Mallorca, Carbonell *et al.* (1995). No obstante, conviene destacar que desde 1994, se viene realizando anualmente una campaña de prospección pesquera demersal con el B/O Cornide de Saavedra en todo el Mediterráneo español. Entre los objetivos de esta campaña, se encuentra la distribución y estimación de la abundancia de las especies capturadas en el talud, así como, conocer la comunidad de estos fondos (Gil de Sola, 1996).

El objetivo del presente apartado es conocer la composición faunística, las abundancias de las especies, la diversidad y la estructura de la comunidad explotada del talud (peces, crustáceos y moluscos) en los caladeros de *Aristeus antennatus* en la zona de Murcia. Todo ello con la finalidad de obtener información del ecosistema del cual forma parte la gamba, proporcionándonos así mayores conocimientos a la hora de gestionar el recurso explotado.

Ya que en los estudios de dinámica de poblaciones deben ser tenidos en consideración los conocimientos de la diversidad de especies de la comunidad objeto de explotación, la abundancia y los cambios de la misma ante la variabilidad del ecosistema. De esta forma se puede precisar mejor la estabilidad y persistencia de las poblaciones explotadas en su medio.

Todos los resultados aquí determinados son analizados, comparados y discutidos con los obtenidos en otras zonas explotadas del talud medio en el Mediterráneo español, con el fin de tener una visión global del mismo.

3.2.2. Material y métodos.

El material utilizado en el presente apartado procede de una campaña de arrastre de fondo con sobrecopo, llevada a cabo durante 8 días del mes de septiembre del año 1989 en la zona de Murcia, entre los 235 y 638 m. de profundidad. La distribución de los días de pesca y las zonas estudiadas fueron del siguiente modo: 3 días en Cabo de Palos (CP1,CP2 y CP3), 1 en Morruas (M), 1 en el Canto de Mazarrón (CM) y 3 en el Canto de Aguilas (CA1, CA2 y CA3) (Figura 3.2.1.). La campaña se realizó a bordo de una embarcación dedicada a la modalidad de pesca de arrastre de fondo, siendo las características técnicas las siguientes: eslora = 14 m, potencia = 230 CV y TRB = 43 toneladas.

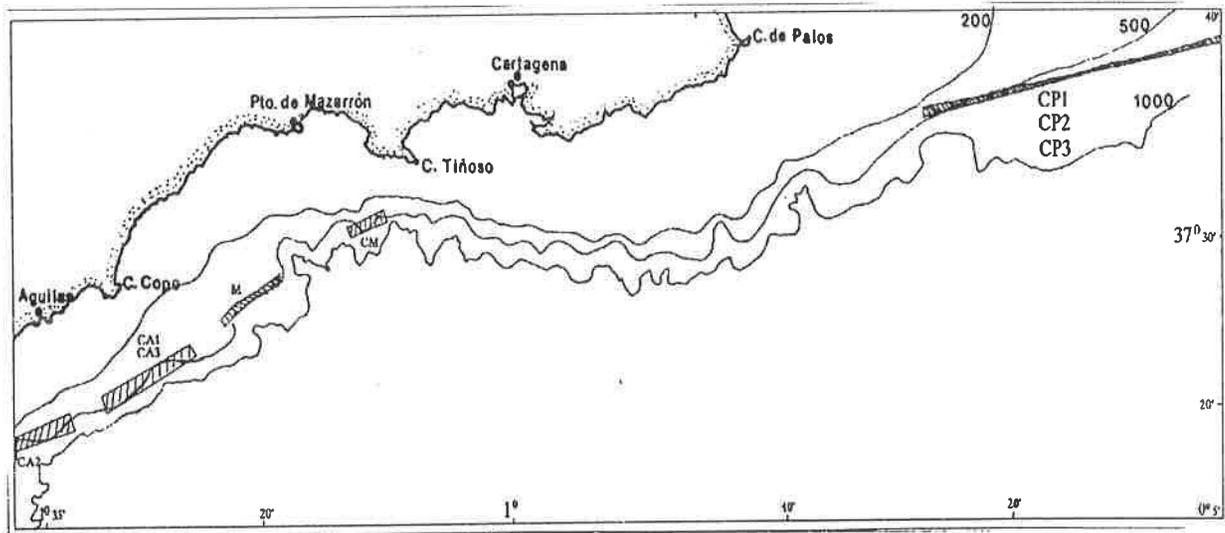


Figura 3.2.1. Zonas estudiadas en la campaña de arrastre de fondo con sobrecopo en la zona de Murcia (Cabo de Palos, CP1, CP2,CP3; Canto de Mazarrón, CM; Morruas, M, y Canto de Aguilas, CA1, CA2 y CA3).

En la parte final del arte de pesca denominado copo , se colocó exteriormente una red de malla más tupida, denominada sobrecopo, de 20 mm de luz de malla en diagonal. Se dejó un espacio entre copo y sobrecopo de 0,5 m por lado y 2,10 m entre la parte final del copo y el sobrecopo, siguiendo la metodología propuesta por Pope *et al.* (1983) para el método de copo cubierto.

Estas pescas experimentales se realizaron de forma habitual a las efectuadas durante la pesca comercial de la gamba. Se efectuó un lance por día, siendo el tiempo total efectivo de arrastre de los mismos de 40 horas y 34 minutos. En la tabla 3.2.1 se detalla la información de cada lance.

Tabla 3.2.1. Datos de los lances de la campaña de arrastre de fondo con sobrecopto realizadas en la zona de Murcia (Cabo de Palos, CP1, CP2, CP3; Canto de Mazarrón, CM; Morruas, M, y Canto de Aguilas, CA1, CA2 y CA3).

Fecha	Sit. inicial	Sit. final	Prof. (m)	Zona de pesca	Tiempo de pesca
12.09.89	37°34'30"N-00°28'30"W	37°37'24"N-00°08'00"W	307 - 601	CP1	5 h. 5'
13.09.89	37°34'30"N-00°28'30"W	37°37'24"N-00°08'00"W	311 - 534	CP2	5 h. 10'
14.09.89	37°29'48"N-01°09'30"W	37°30'00"N-01°05'52"W	367 - 618	CM	4 h. 38'
15.09.89	37°34'30"N-00°28'30"W	37°37'24"N-00°08'00"W	590 - 638	CP3	5 h 20'
26.09.89	37°23'18"N-01°27'30"W	37°24'00"N-01°21'06"W	399 - 534	CA1	5 h 25'
27.09.89	37°18'10"N-01°34'16"W	37°19'35"N-01°32'00"W	374 - 539	CA2	5 h 41'
28.09.89	37°23'18"N-01°27'30"W	37°24'00"N-01°21'06"W	404 - 551	CA3	4 h 5'
29.09.89	37°24'48"N-01°20'00"W	37°26'30"N-01°16'30"W	235 - 501	M	5 h 0'

Con las capturas de cada lance, se procedía a la separación, identificación y contaje del número de individuos de cada especie obtenidas en el copo y sobrecopto. Cuando la captura era muy abundante, se procesaba una submuestra representativa de la misma, efectuando finalmente la ponderación al total de la captura.

Todos los ejemplares fueron medidos y pesados, y en el caso de los crustáceos decápodos, se diferenciaba el sexo, y la presencia de espermatóforo en el thelycum de las hembras.

Los datos del número de individuos por especie de los distintos lances, se estandarizaron a una hora de arrastre, con el fin de poder comparar los resultados, ya que el tiempo efectivo de pesca en cada uno de ellos fue distinto.

A partir de la información obtenida en la campaña, se ha calculado: la abundancia por especie (expresada como número de individuos por hora de arrastre), expresada como una matriz de datos donde las filas representan el número de individuos capturados por hora de arrastre de cada especie y las columnas las áreas de pesca (Tabla 3.2.2.); la abundancia media de cada

especie para el total de las zonas estudiadas, que se determinó como el cociente entre el número total de individuos capturados y el total de horas efectivas de arrastre en los ocho lances; el número de ocurrencias por especie, que se computó como el número de veces que la especie estaba presente en los ocho lances y la diversidad.

La diversidad de las muestras (H') ha sido determinada aplicando la fórmula de Shannon-Weaver (1963):

$$H' = -\sum p_i \log_2 p_i$$

donde p_i es la proporción de individuos hallados de la especie i . Esta proporción se estima a partir de n_i/N , que es la relación entre el número de individuos de la especie i y el número total de individuos del conjunto de las especies. Este índice está basado en la abundancia proporcional de las especies, asumiendo que la probabilidad de que dos individuos muestreados sucesivamente pertenezcan a la misma especie depende solamente de la abundancia relativa de las especies en la comunidad y que todas las especies están representadas en la muestra. La diversidad máxima (H' max) se alcanzaría en aquella situación donde todas las especies fueran igualmente abundantes (Magurran, 1989).

La equitabilidad (E) se ha determinado a partir de los valores de la diversidad observada (H') y de la diversidad máxima (H' max) (Pielou, 1969):

$$E = H' / H' \text{ max}$$

Para el cálculo de los valores de diversidad (H' , H' max) y equitabilidad (E), se ha empleado el programa informático DV2 (Palazón *et al.* 1992).

Los valores de diversidad (H' , H' max) y equitabilidad (E) a parte de calcularse para la comunidad explotada del talud (peces, crustáceos y moluscos), también se han determinado para la taxocenosis de los crustáceos decápodos, por ser *A. antennatus* una especie perteneciente a este grupo animal y así poder comparar estos resultados con los obtenidos en otros estudios científicos de otras zonas del Mediterráneo español, con el fin de tener un mayor conocimiento de la diversidad de los crustáceos decápodos explotados del talud.

Para el estudio de la comunidad explotada del talud medio, se han utilizado técnicas de análisis multivariante. Esto permite detectar la estructura que subyace en los datos pero que debido al gran volumen de estos no puede ser observada directamente (Margalef, 1974).

Para obtener mayor claridad y facilidad de interpretación de los resultados de los análisis multivariantes, es conveniente eliminar la presencia de especies raras (poco frecuentes) de la matriz de datos, ya que estas especies ocasionan "ruido", y enmascaran la verdadera estructura de la comunidad (Day *et al.*, 1971). Dependiendo del número de especies de partida, la

abundancia relativa y la frecuencia de aparición de tales especies puede ser recomendable trabajar con matrices completas o reducidas, los criterios para decidir que especies deben ser eliminadas dependen en última instancia de la propia experiencia (Stephenson y Cook, 1980).

A partir de la matriz de datos de la tabla 3.2.2., se siguió el criterio general de eliminar las especies raras, es decir, las que tuvieron escasa presencia (<10 individuos por hora de arrastre) en cada lance. También se eliminó *A. antennatus*, porque su elevadísima abundancia en los lances dificultaba conocer la distribución de las demás especies. Los lances se realizaron en los caladeros de gamba. Así sobre la tabla de datos 3.2.2., se obtuvo la tabla 3.2.3., sobre la cual se aplicaron las técnicas multivariantes para el estudio de la comunidad explotada del talud.

Las técnicas de clasificación permiten la identificación de grupos de observaciones o variables, atendiendo a un comportamiento análogo, sirviendonos para conocer la estructura de la comunidad objeto de estudio. Así pues, se ha empleado el coeficiente de correlación lineal, por ser especialmente idónea su aplicación en el estudio de comunidades donde la fauna es homogénea, y las diferencias entre un lugar y otro, se deben no tanto a la presencia de especie nuevas, sino a cambios en la abundancia relativa de las mismas. El coeficiente de correlación lineal ha sido aplicado sobre la matriz de abundancias (Tabla 3.2.2.), previa transformación logarítmica de los datos. Los resultados se exponen en dendogramas, obteniéndose dos representaciones gráficas distintas, una para los caladeros y otra para las especies.

Como técnica de ordenación se ha aplicado el análisis de correspondencias, porque nos permite sintetizar la información original en unas variables denominadas factores o ejes, donde los primeros ejes recogen la mayor inercia o varianza del sistema. También, se ha empleado porque permite representar especies y áreas de pesca en un mismo espacio (Legendre y Legendre, 1983). Tanto el coeficiente de correlación lineal, como el análisis de correspondencias, han sido aplicados sobre la tabla 3.2.3. El algoritmo de agregación utilizado fue siempre el U.P.G.M.A "Unweighted Pair-Group Method using arithmetic Averages" (Sneath y Sokal, 1973) y los cálculos se realizaron empleando el programa informático LAWI (Lleonart, 1985).

Paralelamente a toda esta información, a lo largo del período 1987-1991, se obtuvo información complementaria de la fauna acompañante de *A. antennatus*, a partir de embarques efectuados con la flota de arrastre de fondo de Murcia. Estas especies y las clasificadas en la campaña experimental de arrastre de fondo, han sido utilizadas para el estudio de composición faunística.

3.2.3. Resultados.

3.2.3.1. Análisis de las abundancias.

Una imagen pormenorizada de las especies dominantes y su importancia relativa, para cada zona muestreada, Cabo de Palos, Canto de Mazarrón, Morruas y Canto de Aguilas, entre los 235-638 m de profundidad, se expone en la tabla 3.2.2.

ESPECIES	ZONAS							
	CP1	CP2	CP3	CM	M	CA1	CA2	CA3
<i>A. rostratus</i>	-	-	+	-	+	-	-	-
<i>C. coelorhynchus</i>	12	1	+	-	2	2	3	2
<i>C. conger</i>	2	+	-	+	2	+	1	-
<i>D. licha</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>E. spinax</i>	+	-	4	-	3	+	1	-
<i>E. denticulatus</i>	7	8	-	-	1	2	3	+
<i>Fam. myctophidae</i>	41	7	-	-	4	4	4	3
<i>G. megalokyonodon</i>	+	-	-	-	-	2	-	-
<i>G. vulgaris</i>	-	-	-	-	3	+	2	1
<i>G. melastomus</i>	37	5	2	15	2	+	3	1
<i>H. dactylopterus</i>	18	2	-	8	5	3	7	+
<i>H. mediterraneus</i>	14	1	2	+	+	+	+	-
<i>L. piscatorius</i>	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>M. poutassou</i>	6	2	1	2	1	+	+	1
<i>N. scleorhynchus</i>	1	-	-	2	3	2	2	1
<i>P. blennoides</i>	20	6	3	33	9	3	2	2
<i>S. canlicula</i>	1	-	-	-	-	+	-	-
<i>S. acanthias</i>	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>S. boa</i>	-	-	-	-	+	+	+	+
<i>Symphurus sp</i>	6	15	6	16	15	35	23	21
<i>A. eximia</i>	-	-	-	-	7	1	1	+
<i>A. antennatus</i>	707	418	1153	417	449	801	245	16
<i>G. longipes</i>	-	1	-	+	-	-	1	-
<i>M. intermedia</i>	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>N. norvegicus</i>	-	-	-	1	1	-	-	-
<i>P. multidentata</i>	6	1	2	-	25	11	12	50
<i>P. sivado</i>	2	1	1	5	196	49	33	15
<i>P. acanthonotus</i>	+	1	1	+	-	-	1	1
<i>P. antígai</i>	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>P. echinulatus</i>	-	-	-	+	+	-	+	4
<i>P. edwardsii</i>	17	-	-	19	+	+	1	-
<i>P. gigliolii</i>	4	-	-	-	16	6	1	9
<i>P. heterocarpus</i>	+	-	-	-	-	-	+	+
<i>P. martia</i>	16	10	10	5	13	7	11	22
<i>P. typhlops</i>	1	-	5	-	1	-	+	-
<i>Processa sp</i>	1	+	-	3	5	6	4	17
<i>Rissoides sp</i>	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>S. arcticus</i>	1	-	2	-	-	-	7	-
<i>S. robustus</i>	+	-	3	2	1	-	3	+
<i>S. membranacea</i>	+	+	-	+	1	-	+	+
<i>S. rondeleti</i>	+	1	-	1	-	-	-	1
<i>T. sagittatus</i>	1	1	-	1	-	+	-	+

Tabla 3.2.2. Matriz con el número de individuos capturados por hora de arrastre (+: menor de un individuo/hora; -: ausente) y zona de pesca (CP, Cabo de Palos; CM, Canto de Mazarrón; M, Morruas; CA, Canto de Aguilas).

ESPECIES	CODIGOS	ZONAS							
		CP1	CP2	CP3	CM	M	CA1	CA2	CA3
<i>C. coelorhynchus</i>	Cc	12	1	0	0	2	2	3	2
<i>E. spinax</i>	Es	0	0	4	0	3	0	1	0
<i>E. denticulatus</i>	Ed	7	8	0	0	1	2	3	0
<i>Myctophidae</i>	My	41	7	0	0	4	4	4	3
<i>G. melastomus</i>	Gm	37	5	2	15	2	0	3	1
<i>H. dactylopterus</i>	Hd	18	2	0	8	5	3	7	0
<i>H. mediterraneus</i>	Hm	14	1	2	0	0	0	0	0
<i>M. poutassou</i>	Mp	6	2	1	2	1	0	0	1
<i>N. scleorhynchus</i>	Ns	1	0	0	2	3	2	2	1
<i>P. blennoides</i>	Pb	20	6	3	33	9	3	2	2
<i>Symphurus sp</i>	Sy	6	15	6	16	15	35	23	21
<i>A. eximia</i>	Ae	0	0	0	0	7	1	1	0
<i>P. multidentata</i>	Pm	6	1	2	0	25	11	12	50
<i>P. sivado</i>	Ps	2	1	1	5	196	49	33	15
<i>P. acanthonotus</i>	Pa	0	1	1	0	0	0	1	1
<i>P. edwardsii</i>	Pw	17	0	0	19	0	0	1	0
<i>P. gigliolii</i>	Pg	4	0	0	0	16	6	1	9
<i>P. martia</i>	Pr	16	10	10	5	13	7	11	22
<i>P. typhlops</i>	Pt	1	0	5	0	1	0	0	0
<i>Processa sp</i>	Po	1	0	0	3	5	6	4	17
<i>S. arcticus</i>	Sa	1	0	2	0	0	0	7	0
<i>S. robustus</i>	Sr	0	0	3	2	1	0	3	0

Tabla 3.2.3. Matriz del número de individuos por hora de arrastre, lance y zona (Cabo de Palos, CP; Canto de Mazarrón, CM; Morruas, M y Canto de Aguilas, CA). Códigos identificativos empleados en las figuras 3.2.2., 3.2.3. y 3.2.4.

En la tabla 3.2.2, se expresa el número de individuos capturados por hora de arrastre y zona de pesca. Se pone de manifiesto que nos encontramos con una comunidad donde la inmensa mayoría de las especies aparecen en todas las áreas de pescas muestreadas. No obstante, nos encontramos con especies que únicamente se han capturado en determinados caladeros. Así tenemos: en Cabo de Palos, *Dalatias licha* y *Squalus acanthias*; en Morruas, *Munida intermedia* y *Rissoides* sp y en el Canto de Aguilas *Plesionika antigai*.

Tal y como se indicó en el apartado de material y métodos, a partir de la tabla 3.2.2. y en base a los criterios enunciados anteriormente, se eliminaron ciertas especies, con el fin de configurar una matriz de datos sin "ruido". Así se obtuvo la matriz definitiva (Tabla 3.2.3.), sobre la cual se aplica el coeficiente de correlación lineal y un análisis de correspondencias. En esta tabla se aprecia que la mayoría de las especies son básicamente demersales, a excepción de los peces (*Helycolenus dactylopterus* y *Micromesistius poutassou*) y los crustáceos (*Pasiphaea sivado* y *Pasiphaea multidentata*) que son pelágicos.

En la tabla 3.2.4, se observa que las especies más ocurrentes, es decir, con presencia en los 8 lances (lo que representa un porcentaje de ocurrencia del 100%), han sido, entre los peces: *Galeus melastomus*, *Micromesistius poutassou*, *Symphurus* sp y *Phycis blennoides*. Entre los crustáceos, *A. antennatus*, *Pasiphaea sivado* y *Plesionika martia*. Entre los moluscos destaca el cefalópodo *Todarodes sagittatus*, si bien únicamente se capturó en 5 de los 8 lances. Entre las especies de menor ocurrencia, es decir, presentes en 1 solo lance (lo que equivale a un porcentaje de ocurrencia del 12,5 %), tenemos: entre los peces *Dalatias licha* y *Squalus acanthias*, y entre los crustáceos, *Munida intermedia*, *Plesionika antigai* y *Rissoides* sp.

En la tabla 3.2.5., se expresa la abundancia media por especie en el total de los lances realizadas en Murcia. Los resultados indican que nos encontramos con un predominio casi absoluto de *A. antennatus* frente al resto de especies, cuyo número medio de individuos por hora de arrastre representa el 78,2 % del total de ejemplares capturados. También, destacan por su abundancia los decápodos *Plesionika martia*, *Pasiphaea sivado* y *Pasiphaea multidentata*; los peces *Symphurus* sp, *Phycis blennoides* y *Galeus melastomus*.

Especies	Total ocurrencias	%
<i>Symphurus sp</i>	8	100
<i>P. sivado</i>	8	100
<i>P. martia</i>	8	100
<i>P. blennoides</i>	8	100
<i>M. poutassou</i>	8	100
<i>G. melastomus</i>	8	100
<i>A. antennatus</i>	8	100
<i>P. multidentata</i>	7	87,5
<i>Processa sp</i>	7	87,5
<i>H. mediterraneus</i>	7	87,5
<i>H. dactylopterus</i>	7	87,5
<i>C. coelorhynchus</i>	7	87,5
<i>S. robustus</i>	6	75
<i>S. membranacea</i>	6	75
<i>P. acanthonotus</i>	6	75
<i>N. scleorhynchus</i>	6	75
<i>F. Myctophiae</i>	6	75
<i>E. denticulatus</i>	6	75
<i>C. conger</i>	6	75
<i>T. sagittatus</i>	5	62,5
<i>P. gigliolii</i>	5	62,5
<i>P. edwardsii</i>	5	62,5
<i>E. spinax</i>	5	62,5
<i>S. rondeleti</i>	4	50
<i>S. boa</i>	4	50
<i>P. typhlops</i>	4	50
<i>P. echinulatus</i>	4	50
<i>G. vulgaris</i>	4	50
<i>A. eximia</i>	4	50
<i>S. arcticus</i>	3	37,5
<i>G. longipes</i>	3	37,5
<i>S. canicula</i>	2	25
<i>N. norvegicus</i>	2	25
<i>L. piscatorius</i>	2	25
<i>G. megalokynodon</i>	2	25
<i>A. rostratus</i>	2	25
<i>S. acanthias</i>	1	12,5
<i>Rissoides sp</i>	1	12,5
<i>P. antigai</i>	1	12,5
<i>M.intermedia</i>	1	12,5
<i>D. licha</i>	1	12,5

Tabla 3.2.4. Número de ocurrencias y porcentaje por especie, para el conjunto de caladeros de Murcia .

Especies	Nºmedio/h	%
<i>A. antennatus</i>	525,8	78,21
<i>P. sivado</i>	37,8	5,62
<i>Symphurus sp</i>	17,3	2,57
<i>P. multidentata</i>	13,3	1,97
<i>P. martia</i>	11,8	1,75
<i>P. blennoides</i>	9,8	1,45
<i>G. melastomus</i>	8,1	1,21
<i>F. Myctophyidae</i>	8,0	1,19
<i>H. dactylopterus</i>	5,4	0,80
<i>P. edwardsii</i>	4,6	0,69
<i>P. giglioli</i>	4,5	0,67
<i>Processa sp</i>	4,4	0,65
<i>C. coelorhynchus</i>	2,8	0,41
<i>E. denticulatus</i>	2,6	0,39
<i>H. mediterraneus</i>	2,3	0,33
<i>M. poutassou</i>	1,5	0,22
<i>S. arcticus</i>	1,3	0,19
<i>S. robustus</i>	1,1	0,17
<i>N. scleorhynchus</i>	1,1	0,17
<i>A. eximia</i>	1,1	0,17
<i>P. typhlops</i>	1,0	0,15
<i>E. spinax</i>	1,0	0,15
<i>G. vulgaris</i>	0,9	0,13
<i>P. echinulatus</i>	0,6	0,09
<i>C. conger</i>	0,6	0,09
<i>P. acanthonotus</i>	0,5	0,07
<i>S. membranacea</i>	0,4	0,06
<i>S. rondeleti</i>	0,4	0,06
<i>T. sagittatus</i>	0,4	0,06
<i>G. longipes</i>	0,4	0,06
<i>G. megalokynodon</i>	0,3	0,04
<i>S. boa</i>	0,3	0,04
<i>N. norvegicus</i>	0,3	0,04
<i>L. piscatorius</i>	0,1	0,02
<i>S. acanthias</i>	0,1	0,02
<i>D. licha</i>	0,1	0,02
<i>P. antigai</i>	0,1	0,02
<i>S. canicula</i>	0,1	0,02
<i>Rissoides sp</i>	0,1	0,02
<i>P. heterocarpus</i>	0,1	0,02
<i>M. intermedia</i>	0,1	0,02
<i>A. rostratus</i>	0,1	0,02

Tabla 3.2.5. Abundancia media por especie, expresada en números de individuos por hora de arrastre y porcentaje, para el conjunto de caladeros de Murcia.

3.2.3.2. Diversidad.

Los valores de diversidad (H' , H_{max}), equitabilidad (E) y riqueza de especies de las muestras, en las zonas de Cabo de Palos (CP), Canto de Mazarrón (CM), Morruas (M) y Canto de Aguilas (CA) para el conjunto de la comunidad explotada (peces, crustáceos y moluscos), se exponen en la tabla 3.2.6. En general, se aprecia que los valores de H' son bajos respecto a los H_{max} , excepto en el lance CA3. Estos resultados son atribuible a que en todos los lances, las capturas estaban compuestas por pocas especies y sobre todo por una elevada abundancia de algunas especies, como es el caso de *A. antennatus* frente a las demás (ver tabla 3.2.2.).

La taxocenosis de los crustáceos decápodos, muestra valores de diversidad y equitabilidad (Tabla 3.2.7.) más bajos que los obtenidos para el conjunto de la comunidad explotada (Tabla 3.2.6.). Como consecuencia del menor número de riqueza de especies y la elevada abundancia de la gamba.

Por otra parte, los resultados ponen de manifiesto que los valores más altos de diversidad (H' , H_{max}) y equitabilidad, tanto para el conjunto de la comunidad como para la taxocenosis de crustáceos decápodos, corresponde a CA3. La explicación estriba en que a diferencia de los restantes días de pesca, en este no existió ningún predominio de una especie sobre las demás, sino que todas las especies fueron igualmente abundantes.

El número de especies para el conjunto de la comunidad del talud explotado, peces, crustáceos y cefalópodos (Tabla 3.2.6.), osciló entre 17 y 31. La media y desviación típica del total de las especies capturadas, en los ocho lances, fue de $25 \pm 4,6$. En la zona de Cabo de Palos (CP) el número medio de especies se determinó en 22 ± 5 y en las zonas más al sur Canto de Mazarrón (CM), Morruas (M) y Canto de Aguilas (CA) en 27 ± 3 .

En la tabla 3.2.7., se visualiza que el número de crustáceos decápodos estuvo comprendido entre 8 y 16 especies, siendo el número medio de $11,3 \pm 2,9$. En el área de Cabo de Palos (CP) fue de $9,6 \pm 2,3$ y en las áreas más meridionales Canto de Mazarrón (CM), Morruas (M) y Canto de Aguilas (CA) de $12,4 \pm 2,7$ especies.

Tabla 3.2.6. Valores de diversidad (H'), diversidad máxima (H'_{max}), equitabilidad (E) y riqueza de especies, para el total de las especies capturadas por lance y zona de pesca (CP1, CP2 y CP3, Cabo de Palos; CM, Canto de Mazarrón; M, Morruas; CA1, CA2 y CA3, Canto de Aguilas).

Códigos	H'	H'_{max}	E	Riqueza de especies
CP1	1,6455	4,8580	0,3387	29
CP2	1,0026	4,3219	0,2320	20
CP3	0,3322	4,0875	0,0813	17
CM	1,4494	4,5236	0,3204	23
M	1,9918	4,9542	0,4020	31
CA1	0,9927	4,6439	0,2138	25
CA2	2,1841	4,9069	0,4451	30
CA3	3,3042	4,7004	0,7029	26

Tabla 3.2.7. Valores de diversidad (H'), diversidad máxima (H'_{max}), equitabilidad (E) y riqueza de especies, para los crustáceos decápodos capturados por lance y zona de pesca (CP1, CP2 y CP3, Cabo de Palos; CM, Canto de Mazarrón; M, Morruas; CA1, CA2 y CA3, Canto de Aguilas).

Códigos	H'	H'_{max}	E	Riqueza de especies
CP1	0,5048	3,7004	0,1364	13
CP2	0,2612	3,0000	0,0871	8
CP3	0,1798	3,0000	0,059	8
CM	0,5860	3,4594	0,1694	11
M	1,5104	3,8074	0,3967	14
CA1	0,5935	3,0000	0,1978	8
CA2	1,4106	4,0000	0,3526	16
CA3	2,6248	3,7004	0,7093	13

3.2.3.3. Análisis de las comunidades.

Los resultados del análisis de grupos, en el caso de los caladeros (Figura 3.2.2) , indican una clara dicotomía (1 y 2) en el porcentaje de similaridad. El grupo 1, está constituido por las pescas pertenecientes a los caladeros de Canto de Aguilas y Morruas. El grupo 2, recoge las áreas de Cabo de Palos y Canto de Mazarrón. Los agrupamientos de los caladeros en los grupos 1 y 2, coincide con las diferentes características de los fondos de dichas zonas.

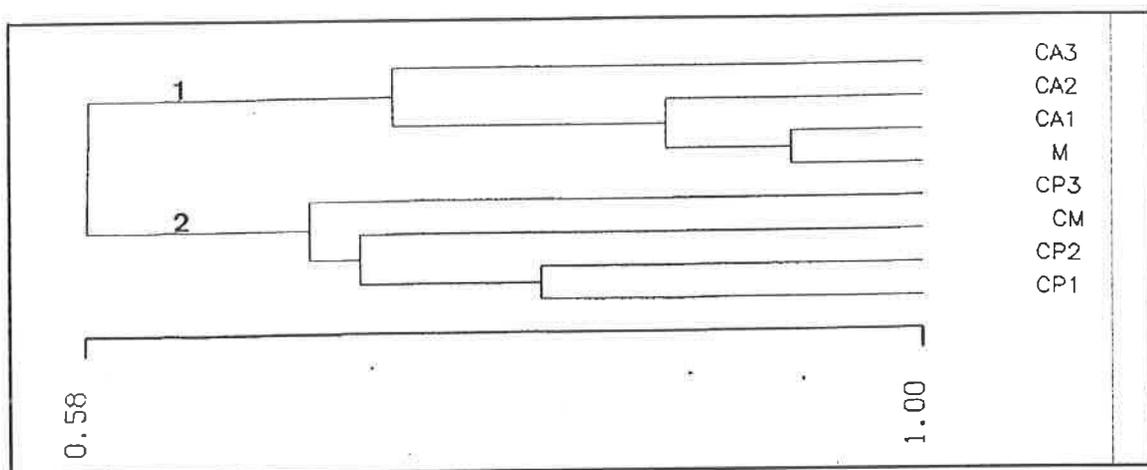


Figura 3.2.2. Dendrograma de las agrupaciones de los caladeros, tras la aplicación del coeficiente de correlación lineal, con algoritmo UPGMA.

La figura 3.2.3. muestra los resultados del análisis de grupos de las especies. La asociación observada nos ha permitido diferenciar tres grupos, con escasas diferencias entre ellos.

El primero (1) comprende mayoritariamente especies mesopelágicas, escasamente repartidas y con baja abundancia en los 8 lances realizados, tal y como se puede observar en la tabla 3.2.3. El segundo (2) contiene prácticamente todos los crustáceos capturados, los cuales son básicamente nectobentónicos (a excepción, de *P. sivado* y *P. multidentata* que son mesopelágicos). Todos ellos con amplia presencia y alta abundancia. Y el tercero (3), recoge casi todos los peces, los cuales son en su inmensa mayoría demersales (a excepción de *M. poutassou* y *H. dactylopterus*, que son respectivamente meso y batipelágicos). Se tratan de especies muy abundantes y de amplia distribución.

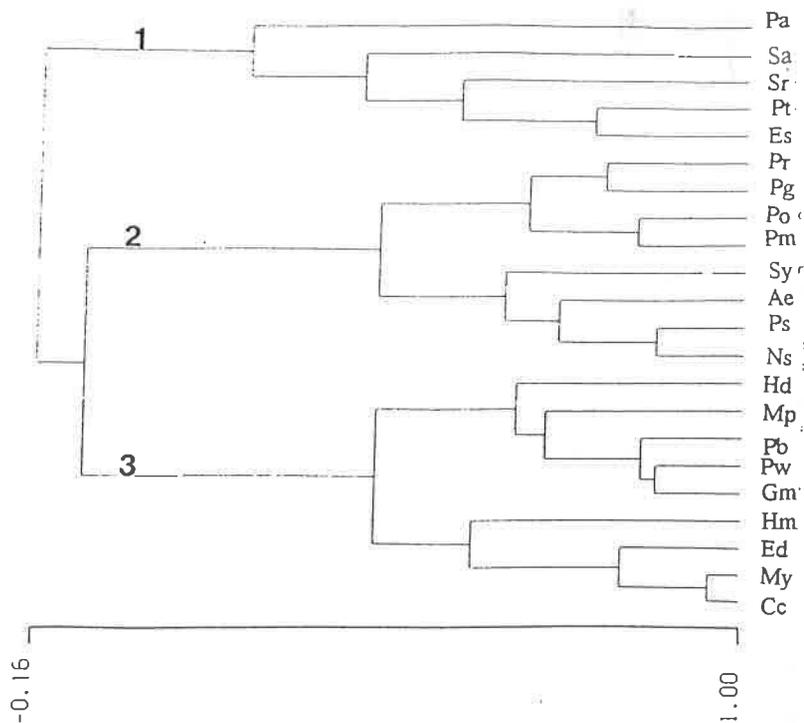


Figura 3.2.3. Dendrograma de las agrupaciones de las especies, tras la aplicación del coeficiente de correlación lineal, con algoritmo UPGMA.

La tabla 3.2.8., muestra los parámetros estadísticos para los tres primeros ejes del análisis de correspondencias, y la figura 3.2.4., representa gráficamente los dos primeros ejes, por ser los que acumularon el mayor porcentaje de la varianza total. El eje vertical nos separaría las especies demersales y nectobentónicas de las meso y batipelágicas, y el eje horizontal los caladeros en función de la granulometría de los sedimentos. Así pues, relacionando las dicotomías de los dendrogramas de caladeros y de especies (Figuras 3.2.2. y 3.2.3.), con el análisis de correspondencias (Figura 3.2.4.), interpretamos que los grupos dos y tres de la figura 3.2.3., se asocian respectivamente a Canto de Aguilas (CA) y Cabo de Palos (CP). Un tercer grupo, el denominado uno, dentro de Cabo de Palos daría una asociación más laxa.

Tabla 3.2.8. Autovalores y porcentaje acumulado de la inercia total explicada por los tres primeros ejes del análisis de correspondencias.			
Eje	Autovalores	% Varianza	% Varianza acumulada
1	0,1923	34,61	34,61
2	0,1284	23,12	57,73
3	0,0894	16,10	73,83

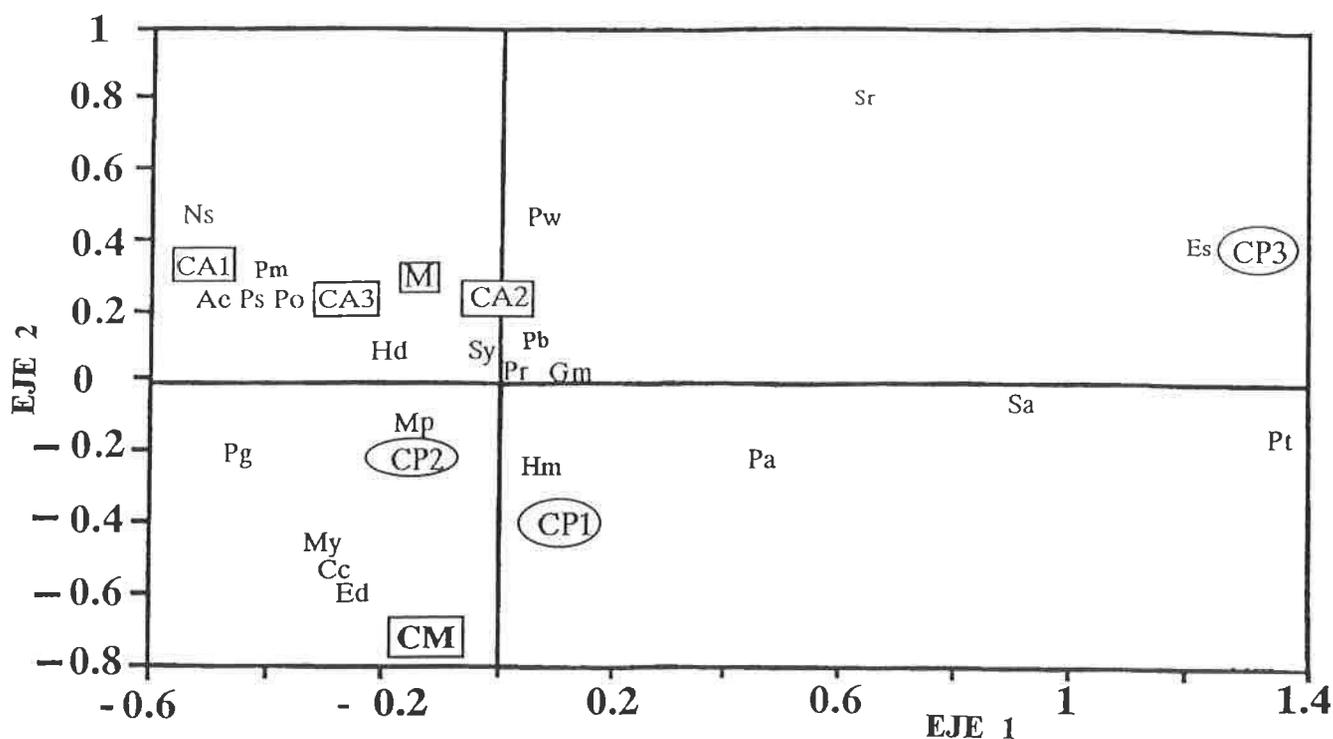


Figura 3.2.4. Representación gráfica de las pescas y especies según el análisis de correspondencias. Los códigos utilizados se exponen en la tabla 3.2.3.

3.2.3.4. Composición faunística.

Se identificaron 73 especies, pertenecientes 31 a peces, 28 a crustáceos y 4 a moluscos (Anexo:III).

Las especies agrupadas atendiendo a su posición taxonómica fueron:

* Peces .- Las 31 especies clasificadas, pertenecen a 21 familias: Hexanchidae, Scyliorhinidae, Squalidae, Alepocephalidae, Sternoptychidae, Centrolophidae, Macrouridae, , Congridae, Gadidae, Apogonidae, Myctophidae, Scorpaenidae, Trachichthyidae, Trichiuridae, Lophiidae, Merlucciidae, Nettastomatidae, Notacanthidae, Stomiidae, Cynoglossidae y Soleidae. Las familias más representadas fueron Macrouridae y Gadidae con 4 especies y Squalidae con 3 especies.

* Crustáceos .- 27 especies pertenecientes al orden Decapoda y 1 al orden Stomatopoda. Dentro del orden Decápoda: 6 correspondieron al suborden Dendrobranchiata, de las cuales 4 recaen en la superfamilia Penaeoidea y 2 en la Sergestoidea. Las 22 especies restantes, corresponden al suborden Pleocyemata, de las cuales 15 pertenecen al infraorden Caridea, de ellas destaca la familia Pandalidae con 7 especies. Los infraordenes Astacidae, Palinura, Anomura, Brachyura, están representados cada uno de ellos por 1 sola especie.

* Moluscos .- Han sido los menos capturados, representados únicamente con 1 gasterópodo de la familia Cymatiidae y 3 cefalópodos pertenecientes respectivamente a las familias Histiooteuthidae, Ommastrephidae y Sepiolidae.

3.2.4. Discusión.

El presente estudio aporta una primera aproximación a la descripción de la estructura de la comunidad del talud explotado en la zona de Murcia. Además, con este análisis se amplía el área estudiada para el Mediterráneo occidental. No obstante, debe remarcar que los resultados se han interpretado en base al conocimiento de las limitaciones propias del diseño experimental. Debe tenerse en cuenta que únicamente hemos contado con los datos de una campaña experimental, llevada a cabo en un solo mes septiembre, efectuándose solo pescas diurnas y en los caladeros de gamba. Además, las capturas han estado limitadas por las características del arte y el tamaño de la malla del sobrecopo.

Las comunidades que habitan en un ecosistema son un reflejo de la variabilidad del ambiente y de los componentes abióticos del mismo, donde influyen de forma importante, las características físico-químicas del agua, la profundidad, textura de los sedimentos y geomorfología del sustrato, entre otras (Gray, 1974, Somers, 1987, Somers *et al.* 1987, Pérès, 1989). En nuestro estudio hemos observado que la comunidad del talud explotado de Murcia, muestra una asociación más fuerte entre las especies de los caladeros más cercanos, los cuales evidencian unas características del medio muy similares entre sí. La división de los caladeros en dos grupos es consecuencia de las características particulares de los fondos y de la dinámica asociada a las masas de agua en dichas zonas. Mientras que en los caladeros del primer grupo, Canto de Aguilas y Morruas, se determinó un fondo mayoritariamente fangoso y muy surcado por cañones submarinos, en la zona de Cabo de Palos, segundo grupo, la composición granulométrica de los sedimentos correspondió a la fracción arenosa y el talud está menos surcado por cañones submarinos, y se detectan importantes movimientos hidrológicos (ver medio físico 3.1.).

En relación al listado faunístico, consideramos interesante contrastar la información de esta memoria, con la obtenida por Massuti *et al.* (1975), ya que se muestrearon prácticamente las mismas zonas y rangos batimétricos. Aunque la mayoría de las especies clasificadas son comunes en ambos estudios, algunas de ellas no fueron citadas en el anterior trabajo. Como por ejemplo: los peces, *C. niger*, *T. trachyrhynchus*, *C. mediterranea*, *D. licha*, *E. denticulatus*, *L. pusillus*, *L. caudatus*, *N. melanurum*, *S. ligulatus*, *S. nisgrecens* y *M. hispidus*; los crustáceos, *S. arcticus*, *S. robustus*, *P. canaliculata*, *P. acanthonotus*, *P. antigai*, *P. gigliolii*, *C. crassicornis* y *P. echinulatus*, y el molusco, *Argobuccinum olearium*. Esto se debe probablemente a que el trabajo de Massuti *et al.* (1975), únicamente recoge datos pertenecientes a una sola prospección pesquera en la que no se muestreo la zona de Cabo de Palos.

Cuando se comparan el listado faunístico únicamente de crustáceos decápodos, es interesante discutir los resultados obtenidos en la presente memoria, con los trabajos efectuados en el talud medio del mar catalán. Estos también han sido obtenidos a partir de pescas de arrastres con barcos comerciales entre 300-600 m en el talud del mar catalán (Abelló, 1986 ; Abelló *et al.* 1988). Se observa que a pesar de tratarse de zonas alejadas entre si, existe una coincidencia de especies entre ambas zonas. Esta homogeneidad faunística entre ambas zonas, se puede explicar por la estabilidad ambiental que caracteriza estas profundidades en el Mediterráneo occidental (Pérès, 1989).

Hemos efectuado el análisis comparativo de los valores de diversidad, riqueza de especies y equitabilidad, obtenidos en la zona de Murcia y los determinados en el mar catalán por Abelló (1986), teniendo en cuenta la misma época del año y rango de profundidad. Se pone de manifiesto que en nuestro estudio, el valor medio de H' determinado para el total de los ocho muestreos fue de 0,96, mientras que en el mar catalán, para seis muestreos fue de 2,70. La explicación de la diferencia de valores entre ambas zonas, debe ser atribuida a que en Murcia las muestras se efectuaron solo en caladeros de *A. antennatus*, con lo cual aparecían elevadísimas capturas de gamba. Las pescas en el mar catalán no proceden únicamente de zonas explotadas, con lo cual las especies mostraban elevadas proporciones en sus abundancias.

El valor medio de la riqueza de especies de crustáceos decápodos, para el total de pescas realizadas en Murcia, fue de 11 especies frente a las 14 obtenidas por Abelló (1986) en el mar catalán. La diferencia del número de especies puede ser debido a que los artes utilizados en ambas zonas tienen distinta luz de malla. La empleada en el presente estudio es relativamente grande, 20 mm, frente a la usada por Abelló (1986), de 9 mm. Con lo cual en las pescas de Murcia las especies de menor tamaño escaparían, mientras que en el mar catalán quedarían atrapadas.

En cuanto a los valores de equitabilidad obtenidos en Murcia mantienen las mismas tendencias que los expuestos para la diversidad, como consecuencia de la dominancia de *A. antennatus*. Únicamente en aquellas pescas donde el número de individuos capturados de gamba fue bajo, la equitabilidad alcanzó el valor más alto 0,70. En el mar catalán, entre los 300-600 m, osciló entre 0,42 y 0,75 (Abelló, 1986).

Si comparamos para el mismo rango batimétrico (300-600 m), los resultados del análisis de la comunidad de crustáceos decápodos entre Murcia y el mar catalán (Abelló *et al.* 1988 y Cartes *et al.* 1994), se observa en ambas zonas la misma agrupación de especies para el talud medio. Esta está constituida por *S. robusta*, *P. typhlops*, *P. acanthonotus* y *S. articus*. Asimismo,

A. antennatus es la especie más abundante en la isobata de los 500 m. Y la más característica de esta comunidad explotada del talud medio en el Mediterráneo español. En Murcia, ha quedado puesto de manifiesto la importancia de la textura de los sedimentos y los cañones submarinos, como factores que conforma la estructura de la comunidad. Cartes y Sardá (1992), Cartes *et al.*(1994), Sardá *et al.* (1994), en el talud continental catalán, indican que además de la textura de los sedimentos y los cañones submarinos, la inclinación del talud influye en la abundancia y biomasa de los crustáceos decápodos en el Mediterráneo profundo.

3.3. PESQUERÍA.

3.3.1. Introducción.

La gamba es una de las principales especies objetivo dentro de las pesquerías del Mediterráneo occidental, por los notables ingresos económicos que aporta al sector pesquero.

Las zonas marinas donde se lleva a cabo la explotación de una especie, reciben el nombre genérico de caladeros. Las capturas que se extraen de los caladeros están constituidas por varias especies, pero es muy común en el sector pesquero denominar a los caladeros en relación a la especie objetivo que es capturada o que se pretende capturar. Así, se habla del caladero de merluza, de salmonete, de gamba... etc

La pesca de la gamba presenta grandes discontinuidades en el Mediterráneo peninsular español. De norte a sur, los caladeros de *A. antennatus* se encuentran en las zonas de Gerona, Barcelona, Alicante, Murcia y Almería. También, se efectúan importantes capturas en determinadas áreas del talud continental de las islas Baleares.

Al tratarse de la gamba de un recurso explotado, el estudio de la dinámica de poblaciones requiere tener en cuenta todo lo referente a su pesquería. En el Mediterráneo español, los primeros datos sobre la pesquería de *A. antennatus* se deben a los estudios realizados por: Arté (1952) y Bas (1965) en el mar catalán; Oliver (1959, 1961) en las islas Baleares, y Massuti *et al.* (1978) en el Sureste peninsular. Mientras, en otras zonas del Mediterráneo el estudio de la pesquería de *A. antennatus* ya se ha efectuado, en las zonas de Murcia, Almería e Ibiza este no se ha producido. Por tanto la finalidad del presente apartado ha sido analizar la pesquería de *A. antennatus* en estas zonas. La pesquería de gamba en la zona de Murcia, ha sido estudiada de forma más intensa que en las zonas de Almería e Ibiza, por disponer de una información más detallada y más intensa en el tiempo. Así como, por contar con un mecanismo más exhaustivo de comprobación de datos de capturas y esfuerzo.

El objetivo del presente apartado es: efectuar una descripción general de la pesquería, con un análisis de las capturas y el esfuerzo de pesca que permita estimar la posible tendencia de la pesquería de la gamba en las zonas de Murcia, Almería e Ibiza. Así mismo, se pretende cuantificar la importancia económica de este recurso dentro del sector pesquero de Murcia.

Finalmente, los resultados obtenidos son comparados y discutidos con los obtenidos en otras áreas del Mediterráneo y costa Atlántica portuguesa, con el fin de poder analizar de forma más global la pesquería de *A. antennatus*, en todas las áreas en las que esta especie es objeto de explotación.

3.3.2. Material y métodos.

La información utilizada para:

- La descripción general de la pesquería de *A. antennatus* en las zonas de Murcia, Almería e Ibiza, procede de numerosos embarques efectuados con la flota de arrastre durante el desarrollo de la presente memoria. Además, ha sido complementada con entrevistas y encuestas realizadas a los patrones de pesca que faenan en estas zonas.
- El análisis de las capturas mensuales y anuales de *A. antennatus* en la zona de Murcia procede de las estadísticas mensuales elaboradas por las Cofradías de Pescadores de los puertos de Cartagena, Mazarrón y Aguilas. Para la zona de Almería, de la Cofradía del puerto de Garrucha, por ser el puerto donde pertenecen la práctica totalidad de embarcaciones de esta zona que se dedican a esta pesquería. Y para la zona de Ibiza, de las Cofradías alicantinas de los puertos de Denia, Jávea, Calpe, Altea, Villajoyosa y Santa Pola. A partir de estos datos, se ha analizado la evolución mensual de las capturas de gamba para la zona de Murcia (1988-1991) y Almería e Ibiza (1992). También, se ha analizado la evolución anual para la zona de Murcia en el período 1972-1992.
- Para realizar la caracterización técnica de la flota que explota *A. antennatus*, se ha obtenido información procedente de las Cofradías de Pescadores mencionadas anteriormente, y es recopilada por el Servicio de Pesca y Acuicultura de la Comunidad Autónoma de Murcia y el Centro Oceanográfico de Murcia. Se han determinado las siguientes características técnicas de las embarcaciones: eslora, expresada en metros; tonelaje registro bruto (TRB), expresado en toneladas y potencia motriz, expresada en CV.
- La cuantificación mensual y anual del esfuerzo de pesca y captura por unidad de esfuerzo (CPUE) para las zonas de Murcia (período 1988-1991 y Almería (año 1992), realizándose dicha cuantificación a partir de las estadísticas mensuales de captura y de actividad de la flota dedicada a la pesquería de *A. antennatus*. En la zona de Ibiza no se ha podido cuantificar ya que esta zona es explotada por la flota de arrastre de varios puertos alicantinos, y nosotros únicamente contábamos con datos de esfuerzo del puerto de Santa Pola.

El esfuerzo de pesca se define como la actividad que desarrollan unos barcos determinados, con unos artes dados, y durante un tiempo definido en uno o más caladeros. La captura por unidad de esfuerzo, se define como la relación entre las capturas realizadas por una embarcación o flota y alguna medida del esfuerzo de dicha embarcación o flota.

Las medidas de esfuerzo pesquero utilizadas han sido las siguientes: potencia total de las embarcaciones, expresada en CV; número de barcos dedicados a la pesca de gamba regularmente y número de horas efectivas de pesca. Todas ellas proporcionan los resultados más precisos para el conocimiento del estado de explotación de las especies demersales capturadas con el arrastre de fondo (Astudillo *et al.* 1979; Martín, 1991; Informes de trabajo del Consejo General de Pesca

del Mediterráneo). Y las de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) han sido: Kg/CV/día, Kg/barco/día, Kg/h/día.

- Para determinar la importancia económica *A. antennatus* en el sector pesquero de Murcia, se han utilizado los estadillos de pesca mensuales del Fondo de Regulación y Organización del Mercado de los Productos de la Pesca (F.R.O.M.) de las Cofradías de Pescadores de Cartagena, Mazarrón y Aguilas. Así, se han determinado los ingresos anuales en lonja (primera venta) de la gamba en cada puerto pesquero, y en el total de la Región para el período (1972-1992). Estos ingresos anuales han sido comparados con los que aporta la totalidad de la flota dedicada a la modalidad de pesca de arrastre de fondo (período 1972-1992). Finalmente, se determinó las principales especies que mayores ingresos anuales aportaban al sector pesquero en Murcia (1983 a 1992).

3.3.3. Resultados.

3.3.3.1. Descripción general de la pesquería.

En la zona de Murcia, se han cartografiado, por primera vez, todos los caladeros de *A. antennatus*. De norte a sur tenemos los siguientes: "Cabo de Palos", "Cabo Tiñoso", "Hoyo Chico del Canto de Mazarrón", "Castellar", "Morruas" y "Canto de Aguilas (levante y poniente)" (Figura 3.3.1.).

En la zona de Almería, se han identificado los comprendidos desde el último caladero de Aguilas hasta Cabo de Gata, los cuales se denominan: "El Verín", "Canto Pote", "Canto Nuevo" y "El Congo" (Figura 3.3.2.).

Los correspondientes a la zona de Ibiza, se denominan comúnmente como los del Canal de Ibiza, si bien se ubican al norte y al sur de la isla (Figura 3.3.3.).

La explotación de *A. antennatus* se lleva a cabo sobre fondos fangosos o arenoso-fangosos del talud (ver apartado 3.1.), y en un rango batimétrico relativamente amplio, entre los 300 y 800 m. No obstante, la profundidad de pesca varía según la zona. En Murcia, las pescas se realizan entre los 300-620 m, en la zona de Almería entre 310-800 m y en la zona de Ibiza entre 400-560 m.

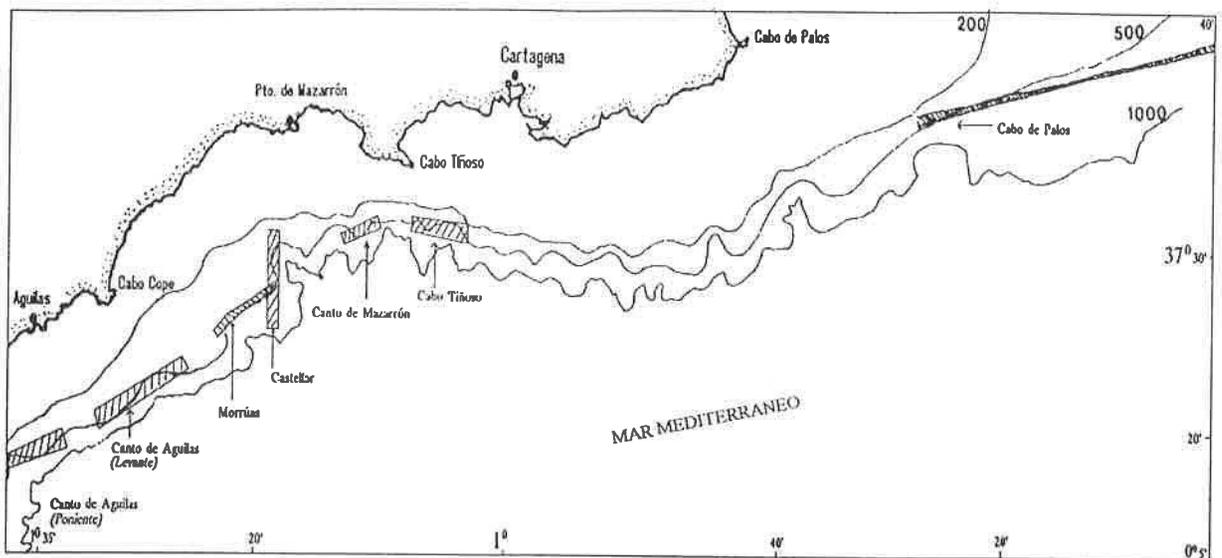


Figura 3.3.1. Caladeros de *A. antennatus* correspondientes a la zona de Murcia.

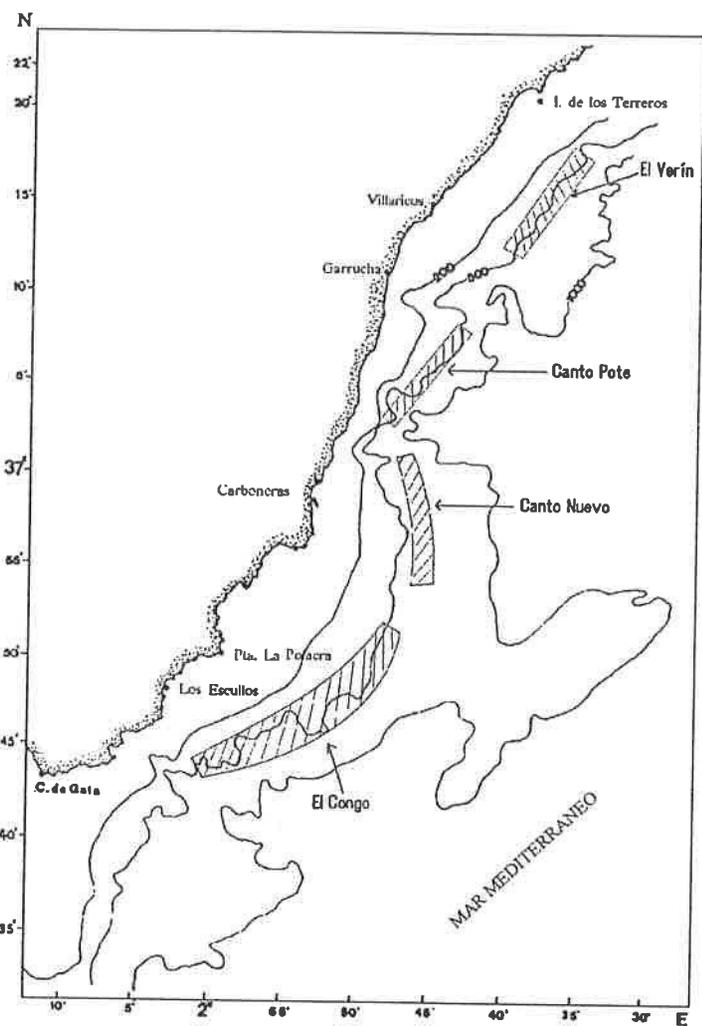


Figura 3.3.2. Caladeros de *A. antennatus* correspondientes a la zona de Almería.

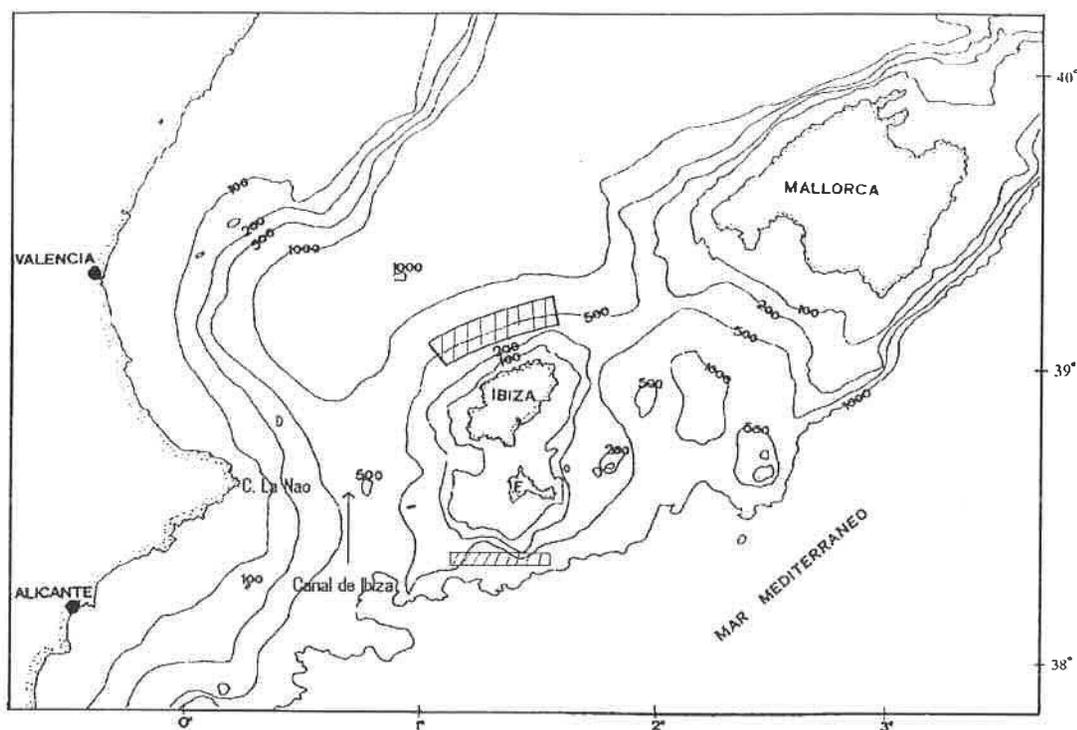


Figura 3.3.3. Caladeros de *A. antennatus* correspondientes a la zona de Ibiza.

En las tres zonas estudiadas la pesca de la gamba se lleva a cabo durante todo el año, con la excepción de los caladeros de "cabo Tiñoso" y "Hoyo chico del Canto de Mazarrón" en la región de Murcia, que pueden ser considerados caladeros marginales, ya que la pesca se realiza solamente durante los meses de mayo, junio y diciembre, aunque las capturas suelen ser abundantes (Martínez-Baños *et al.* 1992).

En la zona de Murcia, las capturas que provienen de los caladeros de "Cabo de Palos" y "Cabo Tiñoso" son desembarcadas en el puerto de Cartagena; las del "Hoyo chico del Canto de Mazarrón" y "Castellar" en el puerto de Mazarrón y las de "Morruas" y "Canto de Aguilas (poniente y levante)" en Aguilas. Los mayores desembarcos de gamba siempre se realizan en el puerto de Aguilas, seguidos de Cartagena y Mazarrón. En la zona de Almería, las capturas realizadas en los caladeros de "El Verín", "Canto Pote", "Canto Nuevo" y "El Congo" son desembarcadas en la Cofradía de Garrucha. Y las que proceden de la zona de Ibiza, extraídas de los caladeros situados al norte y sur de la isla, lo son en las Cofradías de Denia, Jávea, Calpe, Altea, Villajoyosa y Santa Pola, correspondiendo los mayores desembarcos a Villajoyosa y Santa Pola.

La pesquería de *A. antennatus* en las zonas de Murcia, Almería e Ibiza se puede considerar monoespecífica, es decir, las capturas están constituidas básicamente por gamba, siendo el descarte (es decir, captura que es devuelta al mar) de esta especie inexistente. Esto se explica porque es una especie de elevado valor comercial. El resto de especies acompañantes

de *A. antennatus* son poco abundantes tanto en número como en biomasa, en relación a las capturas obtenidas de gamba (ver apartado 3.3.2.).

Otras características de la pesquería de la gamba, vienen determinadas por la actual legislación de pesca que regula el arrastre de fondo en el Mediterráneo español. Como se ha indicado la gamba únicamente se captura mediante esta modalidad de pesca. Tiene un tiempo máximo autorizado de doce horas diarias, desde la salida de la embarcación hasta la entrada a puerto. Normalmente, se realiza entre las 5 ó 6 h a las 17 ó 18 h., siendo las mareas de pesca diarias, de lunes a viernes. El número de lances por día es de uno o dos, con una duración entre siete y cinco horas dependiendo del caladero donde se efectúa la pesquería.

3.3.3.2. Capturas.

En la tabla 3.3.1. se expone la evolución mensual de las capturas totales de gamba en las zonas de Murcia, Almería e Ibiza. En Murcia y Almería, las máximas capturas se obtuvieron entre marzo y agosto, con picos en julio y agosto. En cambio en la zona de Ibiza, el máximo se obtuvo en abril, destacando una disminución de las capturas en los meses estivales. Esta disminución es debida a que parte de la flota de arrastre de fondo que pesca gamba cambia a la modalidad de pesca de palangre de superficie para la captura de atún rojo (*Thunnus thynnus*) y pez espada (*Xiphias gladius*), ya que en estos meses esta última modalidad de pesca es muy rentable económicamente. En general y para las tres zonas, las capturas presentan fluctuaciones interanuales, con unas variaciones marcadas entre los meses de verano e invierno. Además, se observa que el período de menor volumen de capturas abarca de octubre a febrero, con la excepción en Murcia en el mes de diciembre de 1990.

Tabla 3.3.1. Evolución de las capturas mensuales (Kg) de *A. antennatus* en las zonas de Murcia (período 1988-1991), Almería e Ibiza, año 1992.

Mes	Zona de Murcia				Zona de Almería	Zona de Ibiza
	1988	1989	1990	1991	1992	1992
E	4.635	3.993	11.988	12.248	18.962	12.103
F	5.953	4.749	8.252	14.545	17.753	13.122
M	12.387	8.004	12.385	18.856	19.237	18.532
A	8.601	5.736	13.659	22.449	18.473	20.117
MY	9.655	17.357	16.443	16.943	20.651	13.144
J	13.374	13.368	17.211	16.242	17.850	2.737
JL	11.630	15.842	21.945	22.226	21.659	5.219
A	12.724	18.660	19.873	25.503	18.770	6.051
S	8.402	12.505	10.118	18.769	19.738	12.768
O	4.613	8.041	7.406	13.253	16.343	18.141
N	1.861	3.689	13.249	13.296	12.440	10.607
D	6.442	13.703	19.232	14.263	15.023	9.560
TOTAL	100.277	125.647	171.761	208.593	216.899	144.093

En la tabla 3.3.2., se expone la evolución anual de las capturas de gamba en la zona de Murcia. Se observa que en los años comprendidos entre 1972-1992, el puerto de Aguilas supera el 50 % de las capturas totales de *A. antennatus* en la zona de Murcia. El porcentaje medio por puerto ha sido del 66 % para Aguilas, un 22 % Cartagena y un 12 % para Mazarrón.

Tabla 3.3.2. Evolución anual de las capturas (Kg) de *A. antennatus* en la zona de Murcia y porcentaje correspondiente por cada puerto de la zona, para el período 1972-1992.

Año	Capturas totales en Murcia (Kg)	% Aguilas	% Mazarrón	% Cartagena
1972	59.674	66,41	5,82	27,77
1973	69.653	72,54	4,71	22,75
1974	112.836	80,53	1,61	17,86
1975	109.905	76,68	3,28	20,04
1976	97.497	82,71	2,55	14,74
1977	71.914	82,91	2,85	14,24
1978	79.495	83,53	4,01	12,46
1979	89.445	71,86	8,70	19,44
1980	69.946	66,80	11,37	21,83
1981	97.010	54,67	13,32	32,01
1982	93.681	63,92	10,75	25,33
1983	82.725	65,06	12,24	22,70
1984	97.083	70,95	9,19	19,86
1985	95.920	61,96	9,67	28,37
1986	72.811	71,13	15,01	13,86
1987	95.584	68,55	13,66	17,79
1988	100.277	57,60	18,86	23,54
1989	125.647	63,01	13,57	23,42
1990	171.761	61,79	18,97	19,25
1991	208.591	53,91	17,98	28,11
1992	153.679	51,82	18,90	29,27

Una vez determinadas las capturas anuales de gamba en la zona de Murcia, se procedió a cuantificar lo que representó el volumen de esta especie frente al total de especies capturadas (pelágicas costeras, oceánicas, demersales, bentónicas) con las distintas modalidades de pesca en esta zona (Tabla3.3.3). Así pues, para el período 1983 - 1992, los porcentajes de las capturas de *A. antennatus* quedan comprendidos entre el 1,27 % y 4,08 % del total de las capturas. Se

aprecia una cierta uniformidad interanual en torno al 2,5 %, alcanzándose los valores más altos en 1990 (4,08 %) y 1991 (3,69 %), debido a que las capturas de gamba en estos años aumentaron de forma notable. Profundizando más en este tema, se procedió a cuantificar lo que representan las capturas de *A. antennatus* respecto a las especies extraídas únicamente con arrastre de fondo, en la zona de Murcia, para el periodo 1972-1992. Los resultados indican que en el periodo 1972-1982, el porcentaje ha permanecido relativamente constante entre el 3,23 % y el 8,57 %. Sin embargo, en los años 1990 y 1991, se produjo un ascenso importante de las capturas de gamba, llegando a representar hasta el 20,69 % del total del arrastre (Tabla 3.3.3.).

Tabla 3.3.3. Evolución anual de las capturas totales de la zona de Murcia y porcentaje de las capturas de *A. antennatus* respecto de este total, y respecto a las capturas de arrastre de fondo, período 1972-1992.

Año	Capturas totales (arrastre, cerco, palangre y artes menores, Kg) en Murcia	% capturas <i>A. antennatus</i> respecto al total de las capturas (arrastre, cerco, palangre y artes menores)	% capturas <i>A. antennatus</i> respecto a las capturas de arrastre de fondo
1972	-	-	4,03
1973	-	-	6,39
1974	-	-	8,10
1975	-	-	8,57
1976	-	-	5,45
1977	-	-	3,23
1978	-	-	4,76
1979	-	-	4,91
1980	-	-	4,90
1981	-	-	4,68
1982	-	-	3,55
1983	6.508.406	1,27	-
1984	4.678.894	2,07	-
1985	4.320.158	2,22	-
1986	3.601.929	2,02	-
1987	4.032.030	2,37	-
1988	4.270.675	2,34	-
1989	4.232.212	2,96	-
1990	4.227.035	4,08	19,73
1991	5.692.804	3,69	20,69
1992	5.319.163	2,88	10,36

Finalmente, se ha cuantificado el volumen de las capturas de *A. antennatus* en el Mediterráneo español (Tabla 3.3.4). Los resultados obtenidos para el año 1992, indican que se capturó un total de 1.419 Tm de *A. antennatus*. Las zonas de mayores extracciones corresponden al talud continental de la zona de Cataluña con 439 Tm (30,9 %) y de Mallorca con 260 Tm (18,3 %). Las menores capturas se obtuvieron en Ibiza y Murcia, con 144 y 153 Tm respectivamente, representando en torno al 10 % del total.

Tabla 3.3.4. Capturas de *A. antennatus* por zona de explotación del Mediterráneo español, para el año 1992.

Zonas	Tm	% respecto al total	Autores
Cataluña	439	30,9	Demestre (1994)
Valencia	206	14,5	Presente memoria
Murcia	153	10,8	Presente memoria
Almería	217	15,3	Presente memoria
Ibiza	144	10,1	Presente memoria
Mallorca	260	18,3	Carbonell (1994)
TOTAL	1.419	100	Presente memoria

Por otra parte, cuando se analiza para cada zona del Mediterráneo español la importancia de las capturas de *A. antennatus* respecto al total de las especies desembarcadas, se observa que esta importancia es todavía más desigual. Las capturas anuales de gamba en Murcia para el período 1983-1992, estuvieron comprendidas entre el 1,27 % y el 4,08 % (Tabla 3.3.3.). En Cataluña representaron entre el 0,5% y el 0,7 % para el período 1984-1989 (Demestre y Martín, 1993).En la Comunidad Valenciana, el 0,8 % para 1989 (Martín, 1991), y en Mallorca, oscilaron entre el 5 % y 7 % (Carbonell, 1994). La explicación que los valores más bajos se obtengan en Cataluña y Comunidad Valenciana, es debida a las elevadas extracciones de especies pelágicas (sardina y boquerón) que se efectúan en estas zonas, circunstancia que no ocurre ni en Murcia y ni en Mallorca.

3.3.3.3. Características técnicas de la flota.

Las principales características de la flota de arrastre de fondo que explota *A. antennatus* en: la zona de Murcia (puertos de Cartagena, Mazarrón, Aguilas), zona de Almería (puerto de Garrucha) y zona de Ibiza (puerto de Santa Pola), se exponen en la tabla 3.3.5.

En general, los valores más bajos de eslora, TRB y CV, se han determinado para la flota de arrastre que faena en la zona de Murcia (puertos de Cartagena, Mazarrón y Aguilas). Ello puede ser atribuido a que esta flota faena cerca del puerto base y a profundidad entre 300-620 m.

En Garrucha, las zonas de pesca de gamba, también están próximas al puerto de amarre de la flota, pero en cambio la pesca se realiza a mayor profundidad, entre 300 y 800 m, lo que explicaría la mayor potencia de estos barcos respecto a los de Murcia. En el puerto de Santa Pola, estos valores son los más altos, lo cual presumiblemente estaría relacionado con la lejanía en la cual se encuentran los caladeros de gamba en la que faena esta flota (zona de Ibiza).

Tabla 3.3.5. Valor medio, desviación estándar, valor mínimo y máximo de eslora (E, metros), tonelaje registro bruto (TRB) y potencia de motor (CV), de la flota "gambra" de los puertos de Cartagena, Mazarrón, Aguilas, Garrucha y Santa Pola.

Año 1992	Zona de Murcia									Zona de Almería			Zona de Ibiza		
	Cartagena			Mazarrón			Aguilas			Garrucha			Santa Pola		
	E	TRB	CV	E	TRB	CV	E	TRB	CV	E	TRB	CV	E	TRB	CV
Valor medio	17	56	235	14	50	225	17	47	237	17	53	310	20	83	425
Desv. estándar	1	20	58	2	19	73	1	11	53	2	11	100	2	21	138
Valor mínimo	15	37	170	12	23	150	15	36	150	15	41	135	17	39	220
Valor máximo	19	94	308	16	63	325	19	68	300	20	87	450	24	117	750

En el Mediterráneo español, el total de las embarcaciones dedicadas al arrastre de fondo es de 1.116 (Secretaría General de Pesca Marítima, 1991), y el número de barcos dedicados a la pesquería de la gamba se ha estimado en 172, lo que representa el 15,4 % del total de flota de arrastre (Tabla 3.3.6). El mayor número de embarcaciones dedicado a la pesca de la gamba, corresponde a Cataluña y Mallorca, y el menor número a Murcia y Almería. Sin embargo, se observan diferencias en las características técnicas medias entre las flotas que pescan gamba en cada zona del Mediterráneo español (Tabla 3.3.6.). Los valores más altos de eslora, TRB y potencia (CV), se encuentran en las embarcaciones que faenan en las zonas Cataluña e Ibiza, y los inferiores en Murcia (puertos de Cartagena, Mazarrón y Aguilas) y Almería (puerto de Garrucha). Lo que puede ser atribuido a que los caladeros en estas últimas zonas, se encuentran más cerca a los puertos base de la flota, que los de Cataluña e Ibiza.

Tabla 3.3.6. Número de embarcaciones de arrastre de fondo dedicadas a la pesca de <i>A. antennatus</i> en el Mediterráneo español y características técnicas media en cada zona, para el año 1992.						
Zonas	Nº barcos dedicados a la pesca de la gamba	% de barcos respecto al total de la flota	Eslora (m)	TRB	CV	Autores
Cataluña	45	26,2	20	85	650	Demestre y Martín (1993)
Valencia	15	8,7	-	-	-	Presente memoria
Murcia	19	11,1	16	51	232	Presente memoria
Almería	17	9,9	17	53	310	Presente memoria
Ibiza	36	20,9	20	83	425	Presente memoria
Mallorca	40	23,2	-	55	325	Carbonell y Alvarez (1995)
TOTAL	172					

A modo de síntesis general, se muestra en la figura 3.3.5., las principales zonas de explotación de *A. antennatus* en el Mediterráneo español, indicando el volumen de capturas (expresado en Tm) y el número de embarcaciones dedicadas a esta pesquería.

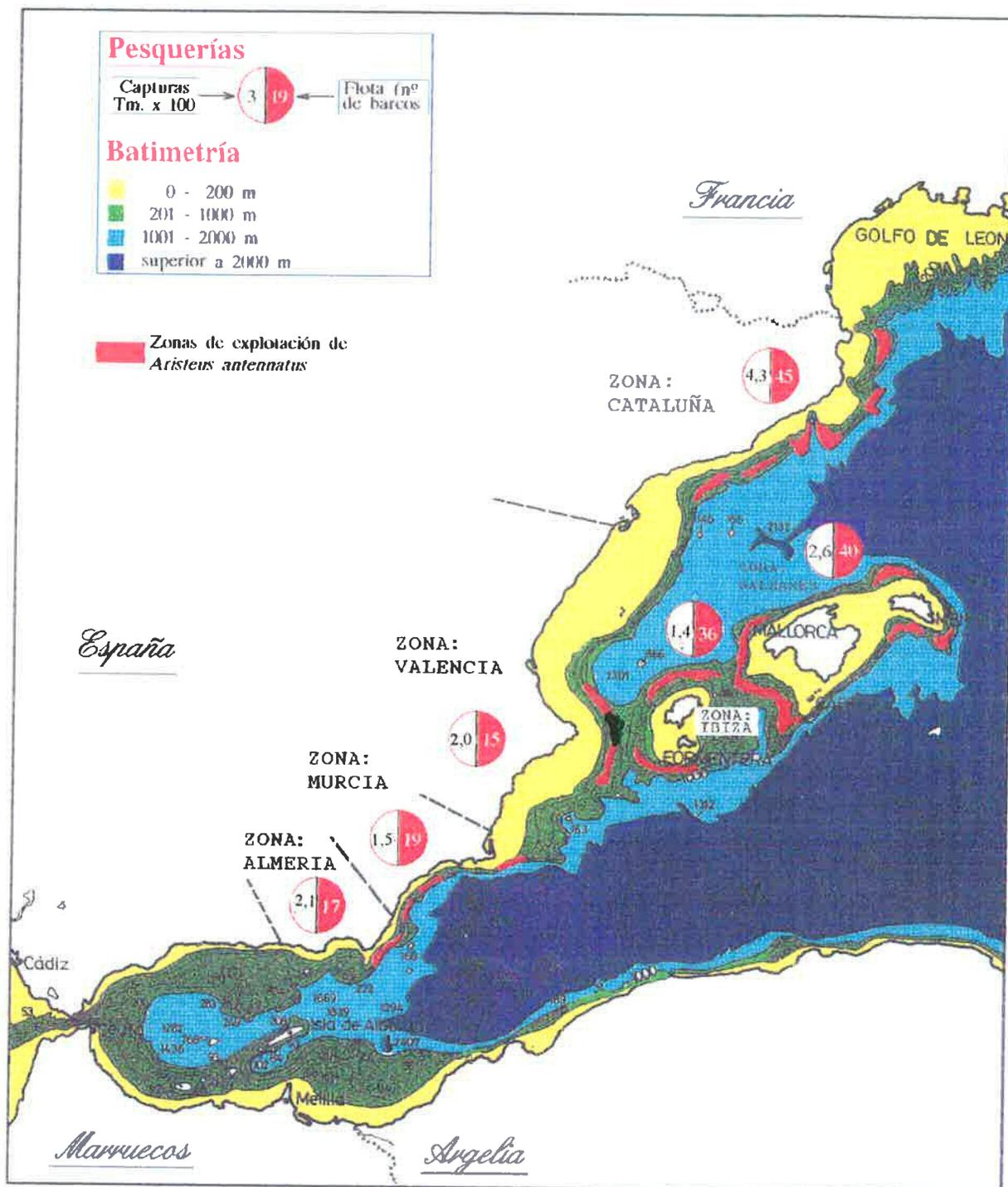


Figura 3.3.5. Principales zonas de explotación de *A. antennatus* en el Mediterráneo español. Se indica el volumen de las capturas (Tm) y el número de embarcaciones dedicadas a esta pesquería por zona.

3.3.3.4. Esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo (CPUE).

En las tablas 3.3.7. a 3.3.10., se exponen los resultados de la evolución mensual de la captura, del esfuerzo de pesca y de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) para la zona de Murcia (puertos de Cartagena, Mazarrón y Aguilas), durante el periodo 1988 al 1991.

Los valores de esfuerzo pesquero y CPUE indican una actividad de la flota "gambera" durante todo el año, incrementándose generalmente en los meses estivales.

Los valores de las diferentes CPUE mostraron fluctuaciones intermensuales e interanuales. El rango ha oscilado entre 0,09 - 0,23 Kg/CV/día, 16,32 - 53,13 Kg/barco/día y 1,84 - 5,83 Kg/h/día.

Tabla 3.3.7. Evolución mensual de captura, esfuerzo (CV, nº de barcos, nº de horas) y captura por unidad de esfuerzo (Kg/CV/día, Kg/barco/día, Kg/hora/día) para todos los puertos de la zona de Murcia en 1988.							
Mes	Captura	Esfuerzo			CPUE		
	Kg	CV	Nº barcos	Nº horas	Kg/CV/día	Kg/barco/día	Kg/hora/día
E	4.635	28.549	143	1.437	0,16	32,41	3,23
F	5.953	31.452	161	1.663	0,19	36,98	3,58
M	12.387	54.201	285	2.851	0,23	43,46	4,34
A	8.601	46.925	245	2.383	0,18	35,11	3,61
MY	9.655	52.588	274	2.412	0,18	35,24	4,00
J	13.374	63.945	347	3.279	0,21	38,54	4,08
JL	11.630	64.126	347	3.207	0,18	33,52	3,63
A	12.724	70.236	370	3.425	0,18	34,39	3,72
S	8.402	62.058	320	2.847	0,14	26,26	2,95
O	4.613	38.308	212	1.868	0,12	21,76	2,47
N	1.861	21.019	114	1.011	0,09	16,32	1,84
D	6.442	59.061	339	3.181	0,11	19,00	2,03
TOTAL	100.277	592.468	3.157	29.564	0,16	31,76	3,39

Tabla 3.3.8. Evolución mensual de captura, esfuerzo (CV, nº de barcos, nº de horas) y captura por unidad de esfuerzo (Kg/CV/día , Kg/barco/día, Kg/hora/día) para todos los puertos de la zona de Murcia en 1989.

Mes	Captura	Esfuerzo			CPUE		
	Kg	CV	Nº barcos	Nº horas	Kg/CV/día	Kg/barco/día	Kg/hora/día
E	3.993	35.526	193	1.654	0,11	20,69	2,41
F	4.749	32.405	167	1.425	0,15	28,44	3,33
M	8.004	42.906	231	2.032	0,19	34,65	3,94
A	5.736	35.373	186	1.593	0,16	30,84	3,60
MY	17.357	77.862	432	3.777	0,22	40,18	4,60
J	13.368	71.296	387	3.365	0,19	34,54	3,97
JL	15.842	78.444	395	3.555	0,20	40,11	4,46
A	18.660	82.707	478	4.210	0,23	39,04	4,43
S	12.505	61.684	333	2.911	0,20	37,55	4,30
O	8.041	48.494	252	2.236	0,17	31,91	3,60
N	3.689	32.981	164	1.476	0,11	22,49	2,50
D	13.703	66.027	331	3.091	0,21	41,40	4,43
TOTAL	125.647	665.705	3.549	31.325	0,18	35,40	4,01

Tabla 3.3.9. Evolución mensual de captura, esfuerzo (nº de barcos, nº de horas) y captura por unidad de esfuerzo (Kg/CV/día , Kg/barco/día, Kg/hora/día) para todos los puertos de la de Murcia en 1990.

Mes	Captura	Esfuerzo			CPUE		
	Kg	CV	Nº barcos	Nº horas	Kg/CV/día	Kg/barco/día	Kg/hora/día
E	11.988	82.305	309	2.787	0,15	38,80	4,30
F	8.252	61.226	242	2.157	0,13	34,10	3,83
M	12.385	64.226	286	2.607	0,19	43,30	4,75
A	13.659	75.644	332	2.973	0,18	41,14	4,59
MY	16.443	88.705	389	3.501	0,19	42,27	4,70
J	17.211	95.469	415	3.706	0,18	41,47	4,64
JL	21.945	115.177	506	4.576	0,19	43,37	4,80
A	19.873	113.403	482	4.309	0,18	41,23	4,61
S	10.118	80.128	334	2.995	0,13	30,29	3,38
O	7.406	58.991	227	2.019	0,13	32,63	3,67
N	13.249	76.263	318	2.859	0,17	41,66	4,63
D	19.232	86.565	362	3.408	0,22	53,13	5,64
TOTAL	171.761	998.102	4.202	37.897	0,17	40,88	4,53

Tabla 3.3.10. Evolución mensual de captura, esfuerzo (CV, nº de barcos, nº de horas) y captura por unidad de esfuerzo (Kg/CV/día , Kg/barco/día, Kg/hora/día) para la zona de Murcia en 1991.

Mes	Captura	Esfuerzo			CPUE		
	Kg	CV	Nº barcos	Nº horas	Kg/CV/día	Kg/barco/día	Kg/hora/día
E	12.248	69.621	339	3.074	0,18	36,13	3,98
F	14.545	89.369	358	3.282	0,16	40,63	4,43
M	18.856	83.381	374	3.312	0,23	50,42	5,69
A	22.449	111.875	446	3.977	0,20	50,33	5,64
MY	16.943	97.546	419	3.771	0,17	40,44	4,49
J	16.242	85.812	398	3.585	0,19	40,81	4,53
JL	22.226	109.372	514	4.602	0,20	43,24	4,83
A	25.503	116.457	502	4.371	0,22	50,80	5,83
S	18.769	101.171	435	3.743	0,19	43,15	5,01
O	13.253	70.936	305	2.669	0,19	43,45	4,97
N	13.296	74.695	291	2.721	0,18	45,69	4,89
D	14.263	81.246	340	3.194	0,18	41,95	4,47
TOTAL	208.593	1.091.481	4.721	42.301	0,19	44,18	4,93

En la zona de Almería (puerto de Garrucha), los valores de la evolución mensual del esfuerzo de pesca y CPUE, para el año 1992, muestran que el esfuerzo pesquero se mantiene prácticamente estable a lo largo del año, debido a que toda la flota de arrastre de fondo dirige el esfuerzo a la pesca de la gamba, encontrándose los valores más altos en los meses de junio, julio y agosto (Tabla 3.3.11.).

Tabla 3.3.11. Evolución mensual de captura, esfuerzo (CV, nº de barcos, nº de horas) y captura por unidad de esfuerzo (Kg/CV/día, Kg/barco/día, Kg/hora/día) para la zona de Almería (puerto de Garrucha) en 1992.

Mes	Captura	Esfuerzo			CPUE		
	Kg	CV	Nºbarcos	Nº horas	Kg/CV/día	Kg/barco/día	Kg/hora/día
E	18.962	123.921	399	3.591	0,15	47,52	5,28
F	17.753	118.020	380	3.420	0,15	46,72	5,19
M	19.237	123.921	399	3.591	0,16	48,21	5,35
A	18.473	118.020	380	3.420	0,16	48,61	5,40
MY	20.651	118.020	380	3.420	0,17	54,34	6,03
J	17.850	129.822	418	3.762	0,14	42,70	4,74
JL	21.659	129.822	418	3.762	0,17	51,82	5,75
A	18.770	123.921	399	3.591	0,15	47,04	5,22
S	19.738	118.020	380	3.420	0,17	51,94	5,77
O	16.343	123.921	399	3.591	0,13	40,96	4,55
N	12.440	123.921	399	3.591	0,10	31,18	3,46
D	15.023	112.119	361	3.249	0,13	41,61	4,62
TOTAL	216.899	1.463.448	4.712	42.408	0,15	46,03	5,11

En diferentes áreas de explotación de *A. antennatus* del Mediterráneo y Atlántico, los valores obtenidos de la CPUE (Kg/barco/día) muestran valores similares entre dichas zonas, entre 15 y 70 Kg/barco/día (Tabla 3.3.12.).

Tabla 3.3.12. Valores de la CPUE (Kg/barco/día), procedentes de pescas comerciales de *Aristeus antennatus* en el Mediterráneo y costa Atlántica.

Zona	Kg/barco/día	Autor
Cataluña	15 - 70	Demestre (1994)
Murcia	16 - 53	Presente estudio
Almería	31 - 54	Presente estudio
Costa Atlántica del sur de Portugal	15 - 48	Arrobas y Ribeiro-Cascalho (1984)

3.3.3.5. Importancia económica de la pesquería.

El valor de las ventas anuales de *A. antennatus* realizadas en las lonjas en la Región de Murcia, durante el período comprendido entre los años 1972-1992, se ha incrementado progresivamente (Tabla 3.3.13.). Sin embargo, en 1992 se observó un leve descenso en los ingresos, debido a la disminución de las capturas de gamba, aunque el precio medio de venta fue superior al de los años inmediatamente anteriores, 1990 y 1991. De los tres puertos pesqueros en los que se desembarca gamba, se observó que los mayores porcentajes de ingresos correspondieron al puerto de Aguilas, donde siempre se sobrepasó el 55 % del valor total anual, seguido de Cartagena y Mazarrón (Tabla 3.3.13.).

Tabla 3.3.13. Valor anual total (ptas) de las capturas de <i>Aristeus antennatus</i> en la Región de Murcia y porcentaje correspondiente por puerto (%), en el período 1972-1992.				
Año	Total Región (ptas)	Aguilas (%)	Mazarrón (%)	Cartagena (%)
1972	13.778.644	66,18	5,83	27,99
1973	19.028.395	74,60	4,46	20,94
1974	29.347.067	80,54	1,55	17,91
1975	34.099.464	78,11	3,21	18,68
1976	39.268.144	82,70	2,51	14,78
1977	35.418.626	81,99	2,83	15,18
1978	49.744.731	83,66	3,54	12,80
1979	77.399.558	72,52	8,62	18,86
1980	72.859.408	69,38	10,99	19,63
1981	107.084.179	57,95	11,92	30,14
1982	109.873.242	68,82	9,28	21,90
1983	122.568.965	71,57	9,63	18,80
1984	144.767.345	73,69	7,51	18,80
1985	147.679.158	67,58	9,43	22,99
1986	154.143.336	76,11	12,14	11,75
1987	189.891.669	72,52	12,60	14,87
1988	224.600.238	64,08	15,77	20,15
1989	315.490.865	68,54	12,27	19,20
1990	328.178.877	64,64	19,39	15,97
1991	356.300.967	57,80	17,35	24,85
1992	304.241.894	55,99	17,25	26,76

En la tabla 3.3.14, se pone de manifiesto que para la zona de Murcia (puertos de Cartagena, Mazarrón y Aguilas), los ingresos de *A. antennatus* siempre superan la cuarta parte del valor total de todas las especies capturadas con el arte de arrastre de fondo.

Tabla 3.3.14. Valor económico de las capturas de *Aristeus antennatus* respecto al valor total de las especies capturadas con el arrastre de fondo, en la zona de Murcia, periodo 1972 -1992.

Año	% ingresos correspondiente a la gamba respecto al valor total de las especies capturadas con el arrastre de fondo
1972	25,58
1973	35,37
1974	39,84
1975	41,14
1976	34,97
1977	23,56
1978	27,75
1979	27,63
1980	30,73
1981	26,61
1982	28,47
1990	52,06
1991	46,86
1992	37,17

Una vez determinada la importancia económica de la gamba, se ha realizado una selección de las especies más “rentables” en la zona de Murcia. Es decir, las que mayores ingresos aportan al sector pesquero con independencia del arte de pesca con que son capturadas. De las aproximadamente ochenta y cuatro especies pescadas a lo largo de la plataforma y talud continental de Murcia, solamente treinta y dos tienen interés comercial. De las cuales cuatro representan más del 36 % de los ingresos totales (Tabla 3.3.15.). Estas especies más rentables son: gamba (*A. antennatus*), salmonete (*Mullus surmuletus* y *M. barbatus*), pez espada (*Xiphias gladius*), merluza (*Merluccius merluccius*), sardina (*Sardina pilchardus*) y boquerón (*Engraulis encrasicolus*).

En todo el periodo de estudio (1983-1992) la gamba ocupó siempre el primer lugar, excepto en 1985 y 1986, que ocupó el segundo, llegando a representar entre el 11 % y el 22,7 % del valor total de las ventas realizadas en lonja (Tabla 3.3.15.). Ello es debido al elevado precio medio que alcanza (Tabla 3.3.16.), por ser una especie muy apreciada gastronómicamente.

En todo el periodo de estudio (1983-1992) la gamba ocupó siempre el primer lugar, excepto en 1985 y 1986, que ocupó el segundo, llegando a representar entre el 11 % y el 22,7 % del valor total de las ventas realizadas en lonja (Tabla 3.3.15.). Ello es debido al elevado precio medio que alcanza (Tabla 3.3.16.), por ser una especie muy apreciada gastronómicamente.

Tabla 3.3.15. Especies que mayores ingresos han aportado al sector pesquero de Murcia, durante el período 1983-1992. Entre paréntesis, se expresa el porcentaje de ingresos que cada especie representa respecto al total anual.

1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Gamba (11,0)	Gamba (14,1)	Pez Espada (15,6)	Pez Espada (17,7)	Gamba (14,3)	Gamba (16,0)	Gamba (22,7)	Gamba (21,8)	Gamba (20,3)	Gamba (17,7)
Merluza (9,5)	Pez Espada (13,1)	Gamba (13,3)	Gamba (13,6)	Pez Espada (11,5)	Pez Espada (11,4)	Pez Espada (8,6)	Boquerón (11,2)	Sardina (12,4)	Sardina (10,1)
Pez Espada (8,3)	Salmonet (7,4)	Salmonet (8,5)	Merluza (9,5)	Salmonet (7,1)	Merluza (8,8)	Salmonet (6,5)	Pez Espada (9,5)	Pez Espada (8,3)	Merluza (9,5)
Salmonete (7,5)	Merluza (6,8)	Merluza (8,0)	Salmonete (9,0)	Merluza (6,6)	Salmonet (5,4)	Merluza (5,4)	Sardina (7,1)	Merluza (6,9)	Salmonet (7,2)

Tabla 3.3.16. Precios medios (ptas/Kg) de las especies que mayores ingresos han proporcionado al sector pesquero de Murcia, en el período 1983- 1992.

Años	Especies			
	Gamba	Merluza	Salmonete	Pez espada
1983	1.481	533	532	581
1984	1.491	615	606	642
1985	1.540	659	663	745
1986	2.117	749	726	808
1987	1.987	758	696	866
1988	2.240	759	791	756
1989	2.510	881	886	986
1990	1.911	1.084	935	856
1991	1.708	952	913	1.065
1992	1.978	1.008	1.069	1.147

En otras zonas del Mediterráneo, también queda patente esta importancia económica. Así, en Cataluña representa entre el 7 % y 8 % de los ingresos totales (Demestre y Martín, 1993), y en Mallorca alcanza hasta el 25 % (Carbonell, 1994).

A nivel global del Mediterráneo español, la gamba con tan sólo un 1 % del total de desembarcos, llega a representar un valor del 9,2 % del total de los ingresos (Tabla 3.3.17).

Tabla 3.3.17. Capturas y valor de los desembarcos de la flota pesquera española del Mediterráneo, en el año 1989 (STCF, 1991, en Oliver, 1992).

Especie	% respecto al total de las capturas	% respecto al total de ingresos
Sardina	16,1	15,5
Merluza	3,4	9,6
Boquerón	33,5	9,2
Gamba	1,0	9,2
Salmonete	2,0	4,9

3.3.4. Discusión.

La explotación de *A. antennatus* en las zonas de Murcia, Almería e Ibiza se realiza sobre el talud continental frecuentemente en áreas próximas a los cañones submarinos, en un rango batimétrico relativamente amplio, entre 300 y 800 m., si bien la pesca se lleva a cabo mayoritariamente entre los 400 y 600 m. Estas profundidades coinciden con las obtenidas por otros investigadores en el Mediterráneo: sur del mar Tirreno (Arculeo *et al.* 1994), mar Jónico (Vacchi *et al.* 1994), mar Ligur (Relini Orsi y Relini, 1987), golfo de León (Campillo, 1990), mar Catalán (Demestre y Martín, 1993), islas Baleares (Carbonell, 1994) y mar de Argelia (Yahiaoui, 1994). También, son coincidentes con las procedentes del Atlántico portugués (Arrobas y Ribeiro-Cascalho, 1987; Dos Santos y Ribeiro-Cascalho, 1994).

Por otra parte, las capturas realizadas de gamba son desembarcadas para su comercialización independientemente de las tallas de los individuos, lo que permite conocer de forma fiable la estructura de la población explotada. De esta forma las muestras procedentes de los desembarcos en lonja representan bien la población explotada y por tanto válidas para poder analizar la estructura demográfica del stock. Este hecho no es así en otras especie demersales capturadas con el arrastre de fondo. Concretamente con el salmonete y la merluza, los desembarcos en el puerto no siempre reflejan realmente las capturas realizadas, ya que los individuos de talla inferior a la talla mínima permitida de comercialización no se pueden vender en lonja, con lo cual los pescadores las venden por otras vías. No existiendo por tanto en lonja, una correspondencia real entre los individuos capturados y los desembarcados para salmonete y merluza. Lo cual debe ser tenido en cuenta a la hora de realizar la evaluación del recurso explotado.

La realización de un control estadístico de las capturas y del esfuerzo de pesca nos permite determinar las capturas por unidad esfuerzo pesquero y el seguimiento de la pesquería (Caddy y Bazigos, 1985; Caddy y García, 1986).

El análisis de las capturas anuales de *A. antennatus* en Murcia, en el período 1972-1992, muestra variaciones interanuales, con una tendencia creciente a lo largo de los años. Concretamente, el importante ascenso de las capturas de 1988 a 1992 es atribuible a un incremento del esfuerzo de pesca. Las fluctuaciones de las capturas de *A. antennatus* han sido observadas en distintas zonas del Mediterráneo occidental. Tobar y Sardá (1987), indican que las variaciones de las capturas de *A. antennatus* en el mar catalán podrían atribuirse a la existencia de un componente ambiental hidrográfico que incidiría en la mortalidad larvaria, y a una alta explotación de la población adulta. Orsi Relini y Relini (1985), Relini y Orsi Relini (1987), señalan como posibles causas en la disminución de las capturas de gamba en el mar Ligur, el impacto de vertidos al mar y cambios en las condiciones hidrodinámicas, las cuales podrían afectar al transporte de los huevos y larvas, así, observaron un paralelismo entre la caída de las capturas de gamba y un incremento de la temperatura del agua en estos caladeros. Otra posible causa de las fluctuaciones en las capturas de la gamba estaría relacionada con la abundancia de sus depredadores y el efecto de estos sobre la población de *A. antennatus*. Sin embargo, Lleonart *et al.* (1990) y Demestre (1990), indican que la gamba parece soportar una depredación más bien escasa.

Entre las principales causas de las fluctuaciones de las capturas de gamba, cabría plantearse que estas pueden ser debidas a los factores abióticos del medio marino anteriormente mencionados, los cuales propiciarían el éxito o fracaso de los reclutamientos. No obstante, al día de hoy no se tienen conocimientos para afirmar o desechar dicho planteamiento, solamente un estudio exhaustivo de las condiciones oceanográficas del hábitat de la gamba y su interrelación con la dinámica de la especie, nos permitiría aportar una conclusión definitiva de las causas que originan las fluctuaciones de las capturas de *A. antennatus*. Así pues, se propone la realización de estudios encaminados a profundizar en el campo de conocimiento que interrelaciona la especie y su medio ambiente.

En relación al seguimiento de la pesquería de la gamba mediante las CPUE, los valores mensuales y anuales de las diferentes CPUE (Kg/CV/día, Kg/barco/día, Kg/h/día) en Murcia y Almería, reflejan un mismo comportamiento, con una coincidencia de valores máximos y mínimos, por zona de pesca y época del año. Lo que se traduce en que cualquiera de ellas, puede utilizarse como un estimador adecuado para la realización del seguimiento de la evolución de la pesquería. Asimismo, los valores de las CPUE mostraron oscilaciones intermensuales paralelamente a la evolución mensual de las capturas.

En las zonas de Murcia y Almería, se pone de manifiesto que los valores más altos de las CPUE se alcanzan mayoritariamente en verano, coincidiendo con los mayores porcentajes de hembras fecundadas y maduras sexualmente (ver cap 4, Relini Orsi y Relini (1982), Sardá y Demestre (1987), Arrobas y Ribeiro-Cascalho (1987), Demestre y Martín, (1993) lo que induciría a pensar una agregación de los individuos en los meses estivales. Mientras que, los

valores más bajos de las CPUE se obtienen en otoño e invierno, coincidiendo con los altísimos porcentajes de hembras en postpuesta y/o reposo sexual, de tal forma que después de realizar la puesta, se produciría una disgregación de los individuos del banco de gamba. Así pues, los valores mensuales de las CPUE de *A. antennatus*, en las zonas de Murcia y Almería, estarían estrechamente relacionados con las características biológicas de la especie, concretamente con su ciclo reproductivo.

También se ha constatado la influencia de factores abióticos en relación a la CPUE de *A. antennatus*, se ha observado una variabilidad de los rendimientos de pesca de gamba en función de la fases lunares, tanto en la costa mediterránea francesa (Campillo, 1994), como en el mar catalán (Sardá y Demestre, 1987). Estos últimos investigadores señalan que las capturas de gamba disminuyen durante la luna llena y cuarto menguante, observándose en estos períodos una mayor movilidad de los bancos. Leonart *et al.* (1990), en pescas efectuadas día-noche en el canal de Ibiza, obtuvieron los mayores rendimientos de capturas de gamba en las pescas diurnas. Sardá *et al.* (1992), han determinado que los valores más altos de CPUE se alcanzan durante las dos primeras horas después del amanecer, deduciendo que existe un óptimo umbral de luminosidad que influye en la captura de la gamba.

Si bien la CPUE nos permite realizar un seguimiento de la evolución de la pesquería, el empleo de los resultados obtenidos a partir de las CPUE para estimar la abundancia de especies sometidas a explotación pesquera, no esta exento de crítica. Muchos factores biológicos y/o tecnológicos que influyen en la CPUE, no pueden identificarse ni cuantificarse. De tal forma, que los resultados de las CPUE, pueden verse sesgados a largo plazo, por cambios tecnológicos de las embarcaciones (motores más potentes, artes más resistentes..), lo que produciría incrementos de la capturabilidad sobre las especies (Martín, 1989).

No obstante, Baelde (1991), ha estudiado la idoneidad del empleo de la CPUE, en la estimación del stock de la gamba roja real australiana de aguas profundas (*Haliporoides sibogae*), y señala que a pesar de las limitaciones en el uso de la CPUE como índice de abundancia, la información obtenida es útil para una primera estimación del stock. En nuestro caso, los valores de CPUE proporcionan una información adecuada para el seguimiento de la pesquería de *A. antennatus* por reflejar fielmente la explotación de este recurso. Debe mencionarse que durante el periodo de estudio no se han producido cambios tecnológicos en los barcos o artes de pesca dedicados a la pesca de la gamba, siendo atribuibles las variaciones de los valores de las CPUE al comportamiento de *A. antennatus*.

4. BIOLOGÍA REPRODUCTIVA

4. BIOLOGÍA REPRODUCTIVA.

4.1. Introducción.

En este capítulo se estudia la biología reproductiva de *Aristeus antennatus* en tres zonas del Mediterráneo español: Murcia para el período 1988 -1992 y Almería e Ibiza para el año 1992.

Dos son los objetivos principales:

- 1) Analizar el ciclo reproductivo de *A. antennatus* para machos y hembras. Para ello se realizan estudios concretos para conocer el período de maduración gonadal (época de prepuesta, puesta y pospuesta) y el potencial reproductivo de la especie (número de puestas en un ciclo anual).
- 2) La estimación de la talla de primera madurez.

Hasta el momento, en ningún estudio realizado de la reproducción de *A. antennatus*, se ha cuantificado el número o porcentaje de hembras en estadio de pospuesta. Esto permite concretar con una mayor exactitud la época de puesta y la época de reposo sexual. Además, a nivel de gestión del recurso, aporta información de gran utilidad en el establecimiento de vedas temporales.

Otro aspecto importante del presente capítulo ha sido estudiar la composición bioquímica de las gonadas femeninas, en todos los estadios de madurez ovárica. Esto ha proporcionado un nuevo método de seguimiento del ciclo reproductivo de la gamba, permitiendo contrastar los resultados obtenidos por los otros métodos más generalizados.

El relacionar los resultados de este capítulo con los de la estructura demográfica de la población explotada (capítulo 5) y del crecimiento (capítulo 6), nos ha permitido conocer el potencial reproductivo de la población explotada. Por otra parte, esta relación entre información biológica a nivel individual y la de la población obtenida de la explotación, es necesaria para poder profundizar en el conocimiento de la dinámica de poblaciones del recurso (capítulo 8).

Son varios y diversos los aspectos relacionados con la reproducción de *A. antennatus* que han sido descritos por diferentes autores. Se conocen estudios efectuados en el Mediterráneo sobre el ciclo reproductivo, madurez sexual, periodo de puesta y la fecundidad de la gamba: en el noroeste de Sicilia (Arculeo *et al.* 1992, 1994), en el mar Ligur (Relini Orsi y Relini, 1979; Relini Orsi 1980, 1982; Relini Orsi y Semeria, 1983) y en el mar Catalán (Sardá y Demestre, 1987; Demestre y Fortuño, 1992),); golfo de León (Campillo *et al.* 1990); en las islas Baleares (Carbonell, 1994); en la zona de Murcia (Martínez-Baños *et al.* 1992); en Argelia (Yahiaoui, 1994). Y en el área atlántica, costa sur de Portugal, Arrobas y Ribeiro-Cascalho (1984, 1987) y Ribeiro-Cascalho (1988).

Todos estos antecedentes de información nos ha permitido realizar un análisis comparativo entre los resultados obtenidos en esta memoria y los de otros investigadores del Mediterráneo occidental y costa Atlántica del sur de Portugal. Esto permite obtener un conocimiento mucho más exhaustivo de la reproducción de este importante recurso pesquero de profundidad.

4.2. Material y métodos.

Para el estudio de la biología reproductiva de *A. antennatus* se han utilizado únicamente los muestreos biológicos, tal y como se explica en el capítulo 2 y se detalla en el Anexo I. Se ha estudiado el stock de gamba en la zona Murcia durante el período 1988-1991, y en las zonas de Almería e Ibiza durante el año 1992.

Los muestreos biológicos han consistido en anotar para machos y hembras por separado, los siguientes datos individuales:

- Longitud del cefalotórax (Lc).- Desde la parte posterior de la órbita ocular al borde posterior del caparazón. Medida con un pie de rey, con precisión de 0,1 mm.
- Peso total del individuo (P).- Precisión 0,01 g.
- Peso de las gónadas.- Precisión de 0,001 g.
- Diferenciación sexual.- En base a los caracteres morfológicos externos del rostro, petasma y thelycum.
- Presencia de espermátforo en el thelycum de las hembras.
- Determinación de los estadios de madurez sexual, mediante visualización macroscópica del estadio de desarrollo y color de la gónada.

Para cumplir con los dos objetivos principales, mencionados en la introducción, se han llevado a cabo los siguientes estudios:

1) Ciclo reproductivo

Se consideraron los aspectos:

1.1. Estudio de la maduración gonadal y época de puesta.

1.2. Estimación del número de puestas en un ciclo anual.

1.1. Para el estudio de la maduración gonadal, se han seguido dos metodologías distintas según el sexo. En machos, se ha estudiado en base a la evolución mensual de los estadios de madurez. En las hembras, se han contemplado 5 aspectos distintos:

1.1.1. Estadios de madurez.

Machos

Se han considerado solamente dos estadios en base a la morfología externa, siguiendo los trabajos de Sardá y Demestre (1987) y Demestre y Fortuño (1992):

- Inmaduro, aquellos que presentan testículos y canales deferentes poco diferenciados, no observándose la ampolla terminal en las coxas del quinto par de periópodos. El petasma puede estar o no unido.
- Maduro, presentan canales deferentes muy desarrollados y la ampolla terminal está completamente formada. El petasma siempre está unido.

Hembras

Se han diferenciado cinco estadios de maduración gonadal, en base a la visualización macroscópica del aspecto y color del ovario, según los trabajos previos de Relini Orsi y Relini (1979) y Demestre y Fortuño (1992):

- Estadio "A".- Inmaduro o maduro en reposo. Gónadas transparentes y muy frágiles si es inmadura. Coloración blanca, de mayor entereza y escaso volumen gonadal, si es adulto en reposo.
- Estadio "B".- Inicio de maduración. Gónadas de coloración rosada. Se aprecia un mayor volumen gonadal en el cefalotórax, siendo leve en el abdomen.
- Estadio "C".- Madurez avanzada. Gónadas de coloración violeta claro. Ocupan un importante volumen en el cefalotórax y la parte central del abdomen.
- Estadio "D".- Puesta. Gónadas de coloración violeta oscuro, ocupan prácticamente todo el cefalotórax, presentando gran desarrollo a lo largo de todo el abdomen.
- Estadio "E".- Pospuesta. Gónadas blancas con restos violetas. Aspecto flácido y poco turgente.

1.1.2. Composición bioquímica del ovario.

Se ha analizado en todos los estadios de madurez ovárica (A,B,C,D, E). Las muestras analizadas pertenecen a la zona de Murcia, año 1992.

Protocolo seguido:

Una vez separadas las gónadas por estadios de madurez, se homogeneizan y de cada una de ellas se realizan cinco análisis, determinando proteína, grasa, humedad y ceniza. Las técnicas empleadas son las siguientes:

- Proteína.- Método de Kjeldahl, empleando una mezcla de sulfato potásico, sulfato de cobre y selenio como catalizador. El factor de conversión de N en proteína es 6,25.
- Grasa.- Por extracción con éter etílico a 80 °C en Soxtec-System HT Tecator.
- Humedad .- Por desecación de la muestra en una mufla a 105°C +/- 1 °C hasta peso constante.
- Cenizas.- Por incineración de la muestra en mufla a 450 °C, hasta peso constante.

1.1.3. Presencia de espermátforo en el thelycum de las hembras.

Se ha analizado en las tres zonas estudiadas, considerando para Murcia el periodo 1988-1991 y para Almería e Ibiza el año 1992.

Las observaciones del espermátforo es macroscópica, apreciándose directamente si el thelycum de las hembras presenta o no una pequeña formación circular blanquecina.

1.1.4. Capacidad reproductora teórica (CRT).

Este índice (CRT) indica las hembras que tienen simultáneamente ovarios maduros y espermátforo en el thelycum (Morizur, 1983). Se ha determinado en la zona de Murcia para los años 1988, 1989 y 1991 .

1.1.5. Índice gonadosomático (IGS).

Se calcula mediante la aplicación de la fórmula (Giese, 1958):

$$\text{IGS} = \text{Peso gónada (g)} / \text{Peso total del individuo (g)} * 100$$

El IGS se ha cuantificado durante 1991 en la zona de Murcia el año 1991 y durante 1992 en Almería e Ibiza.

1.2. Estimación del número de puestas en un ciclo anual

Se realizaron muestreos biológicos con periodicidad quincenal en la zona de Murcia durante 1992.

Se efectuó una división de los ejemplares analizados por grupos de tallas, porque las muestras estudiadas estaban constituidas por individuos juveniles y adultos. Los grupos de tallas establecidos son: grupo I, comprende a los ejemplares entre 18 mm y 27 mm de Lc (son individuos de hasta un año de edad); grupo II, ejemplares entre 28 mm y 48 mm (son individuos entre uno y tres años) y el grupo III, constituido por los comprendidos entre 49 mm y 62 mm (son individuos de cuatro y cinco años de edad) (ver cap. 6 crecimiento).

2) Talla de primera madurez (Lc₅₀).

Se ha estimado para machos y hembras por separado por tener un patrón reproductivo diferente. Se considera Lc₅₀, la talla a la cual el 50 % de los individuos maduran sexualmente por primera vez.

En el caso de los machos, los datos utilizados abarcan los meses de enero a diciembre, ya que es posible encontrar ejemplares machos maduros e inmaduros a lo largo de todo el año. En las hembras, los datos empleados corresponden a los meses que comprende el ciclo reproductivo. La estimación de las Lc_{50} se ha realizado mediante el programa informático LIONOR (Leonart, 1994), mediante el ajuste de los datos observados a una curva normal acumulada.

4.3. Resultados.

4.3.1. Ciclo reproductivo.

4.3.1.1. Maduración gonadal y período de puesta.

4.3.1.1.1. Estadios de madurez.

Machos

El seguimiento de la evolución mensual de los estadios de madurez de *A. antennatus* en la zona de Murcia, para los años 1988, 1989 y 1991, ponen de manifiesto la presencia de machos maduros durante todo el año (Tabla 4.1.). No se aprecia una marcada estacionalidad si bien se observan variaciones mensuales de los porcentajes de machos maduros e inmaduros a lo largo de cada año. La proporción de machos maduros es siempre superior a la de inmaduros, oscilando generalmente entre el 54,1 % y el 91,6 %, excepto en los meses de junio, julio y agosto para el año 1988, junio para el año 1989, febrero y abril para el año 1991, donde fluctuó entre el 22,8 % y el 48,1 %.

En la zona de Almería, destacan también los altos porcentaje de machos maduros respecto a inmaduros, oscilando los valores de los primeros entre el 70,3% en noviembre y el 100% en junio (Tabla 4.2.). En Ibiza, se observan acusadas variaciones intermensuales. El porcentaje más alto de machos inmaduros se determinó en marzo (55,5 %) (Tabla 4.2.)

Asimismo, se ha determinado el porcentaje anual de machos maduros e inmaduros en las tres zonas. Los resultados indican que siempre la población explotada está constituida mayoritariamente por machos maduros (Tabla 4.3.). En Murcia, para los años 1988 a 1991, se observan escasas oscilaciones interanuales, quedando los valores del porcentaje de maduros comprendido entre el 67,4% y el 73,3%. En Almería alcanza el 90,8% y en Ibiza es del 82,7 %.

Tabla 4.1. Proporción mensual de machos inmaduros (I) y maduros (M) de *Aristeus antennatus* en la zona de Murcia.

MES	1988			1989			1991		
	Nº indiv	% I	% M	Nº indiv	% I	% M	Nº indiv	% I	% M
E	163	20,2	79,8	51	27,5	72,5	-	-	-
F	84	17,8	82,2	53	24,6	75,4	112	55,6	44,4
M	130	17,1	82,9	-	-	-	115	46,5	53,5
A	144	26,3	73,7	11	18,2	81,8	77	55,7	44,3
MY	260	45,9	54,1	34	32,4	67,6	93	45,2	54,8
JN	132	61,6	38,4	78	61,6	38,4	79	21,6	78,4
JL	35	77,2	22,8	12	33,4	66,6	18	42,2	57,8
AG	63	51,9	48,1	16	25,0	75,0	49	23,6	76,4
S	31	17,7	82,3	24	29,2	70,8	62	9,7	90,3
O	47	10,9	89,1	63	14,3	85,7	136	14,6	85,4
N	37	23,9	76,1	-	-	-	176	10,2	89,8
D	25	22,9	77,1	-	-	-	48	8,4	91,6

Tabla 4.2. Proporción mensual de machos inmaduros (I) y maduros (M) de *Aristeus antennatus* en las zonas de Almería e Ibiza, en el año 1992.

MES	Almería			Ibiza		
	Nº indiv	% I	% M	Nº indiv	% I	% M
F	52	11,5	88,5	47	29,7	70,3
M	151	8,6	91,4	45	55,5	44,5
A	84	3,5	96,5	63	19,0	81,0
MY	90	3,3	97,7	131	9,1	90,9
JN	53	0	100	14	0	100
JL	58	3,4	97,6	16	6,2	93,8
AG	43	6,9	93,1	16	0	100
S	69	8,6	91,4	104	10,5	89,5
O	81	13,5	86,5	77	19,5	80,5
N	74	29,7	70,3	73	23,2	76,8
D	-	-	-	51	5,8	94,2

Tabla 4.3. Proporción anual de machos inmaduros (I) y maduros (M) de *Aristeus antennatus* en la zonas de Murcia, Almería e Ibiza.

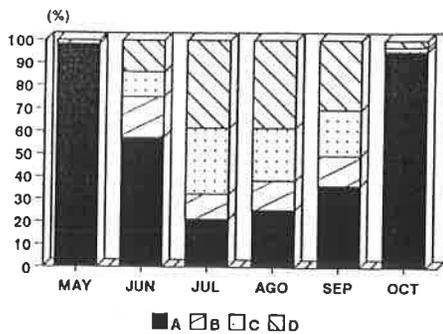
Murcia			
AÑO	Nº indiv. muestreados	% I	% M
1988	1.151	32,6	67,4
1989	297	26,7	73,3
1991	965	29,4	70,6
Almería			
1992	755	9,2	90,8
Ibiza			
1992	637	17,3	82,7

Hembras

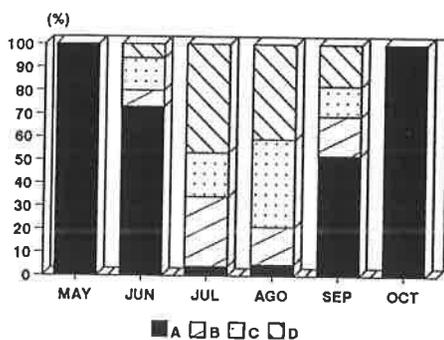
El estudio del seguimiento de los distintos estadios de madurez del ovario, se ha efectuado en base a los estadios identificados y detallados en el apartado de material y métodos.

La evolución mensual de los estadios a lo largo del período 1989-1991 en la zona de Murcia (Figura 4.1.), muestra apenas variaciones interanuales. Las primeras hembras maduras aparecen a finales de mayo y las últimas a mediados de octubre. La proporción más alta de hembras en avanzado proceso de maduración (C) y estadio de puesta (D) se observan en junio, julio, agosto y septiembre. En los meses de enero, febrero, marzo, abril, noviembre y diciembre, el 100 % de las hembras se encontraban en reposo sexual (A).

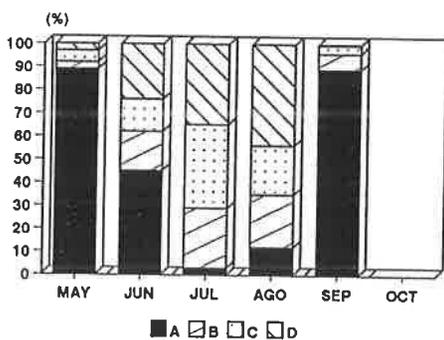
1988
N = 2.134



1989
N = 958



1990
N = 2.054



1991
N = 2.689

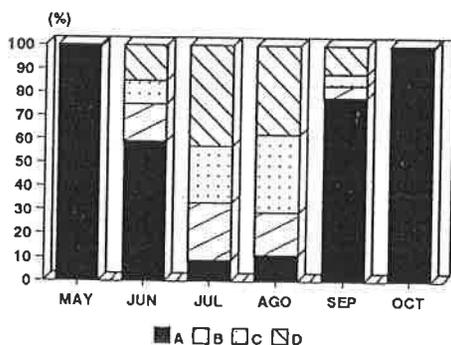


Figura 4.1. Evolución de los estadios de maduración ovárica de *A. antennatus*, en la zona de Murcia, para el período 1988-1991 (A, inmaduro o maduro en reposo ; B, inicio de maduración; C, madurez avanzada y D, puesta).

Puesto que la maduración ovarica está íntimamente relacionada con la talla o edad de los individuos, se ha realizado el seguimiento de la evolución mensual de los estadios de madurez por clases de talla. Así, se puede establecer la secuencia de maduración, según la talla de los individuos, y se puede conocer la rapidez del cambio de estadio sexual de los ejemplares de una determinada talla, a lo largo del ciclo reproductivo. Los individuos analizados se han agrupado en intervalos de clase de talla de 5 mm.

En la figura 4.2., se presentan los porcentajes mensuales de hembras, según su madurez sexual, por clases de tallas, en Murcia, representando solamente los meses de máxima actividad ovárica.

En general, en todos los años y para todo el rango de tallas estudiadas, se observa que el desarrollo de madurez ovarica avanza de junio a septiembre, siendo también evidente que para cada grupo de tallas, los meses de julio y agosto es donde se observan los mayores porcentajes de hembras maduras. Asimismo, en todos los años, se observa un elevado porcentaje de hembras en reposo (A) en individuos de hasta $L_c = 27$ mm. Contrariamente los individuos de talla intermedia, L_c entre 27 y 47 mm, muestran un porcentaje muy superior de hembras maduras. Los valores más altos se encuentran en los ejemplares de L_c superior a 47 mm. En septiembre, disminuye el porcentaje de hembras maduras en todas las tallas, siendo más acentuada la disminución en las más pequeñas.

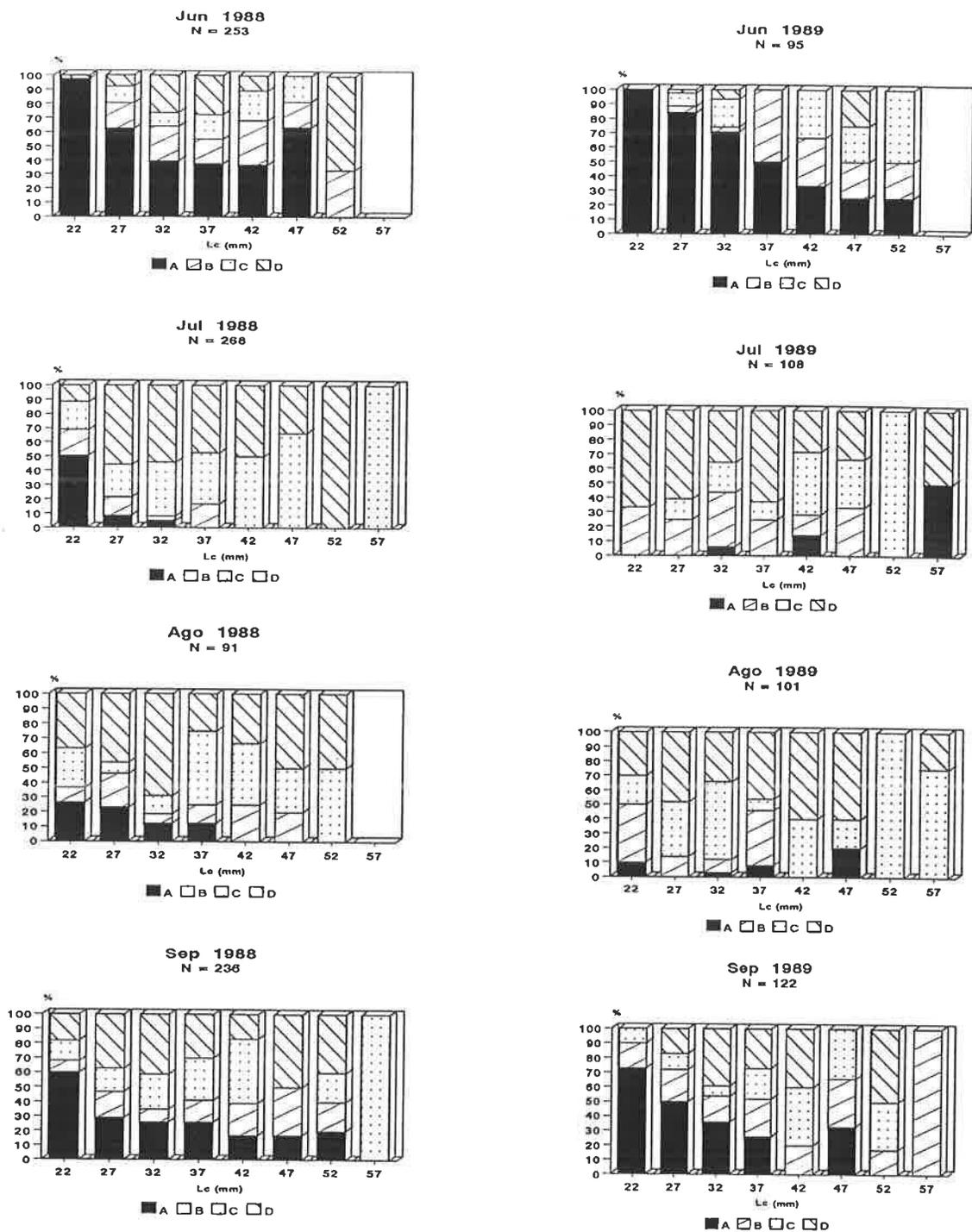


Figura 4.2. Evolución mensual de los estadios de maduración sexual del ovario de *Aristeus antennatus* por clases de talla, para el período 1988-1991 en la zona de Murcia (A, inmaduro o maduro en reposo; B, inicio de maduración; C, madurez avanzada; D, puesta).

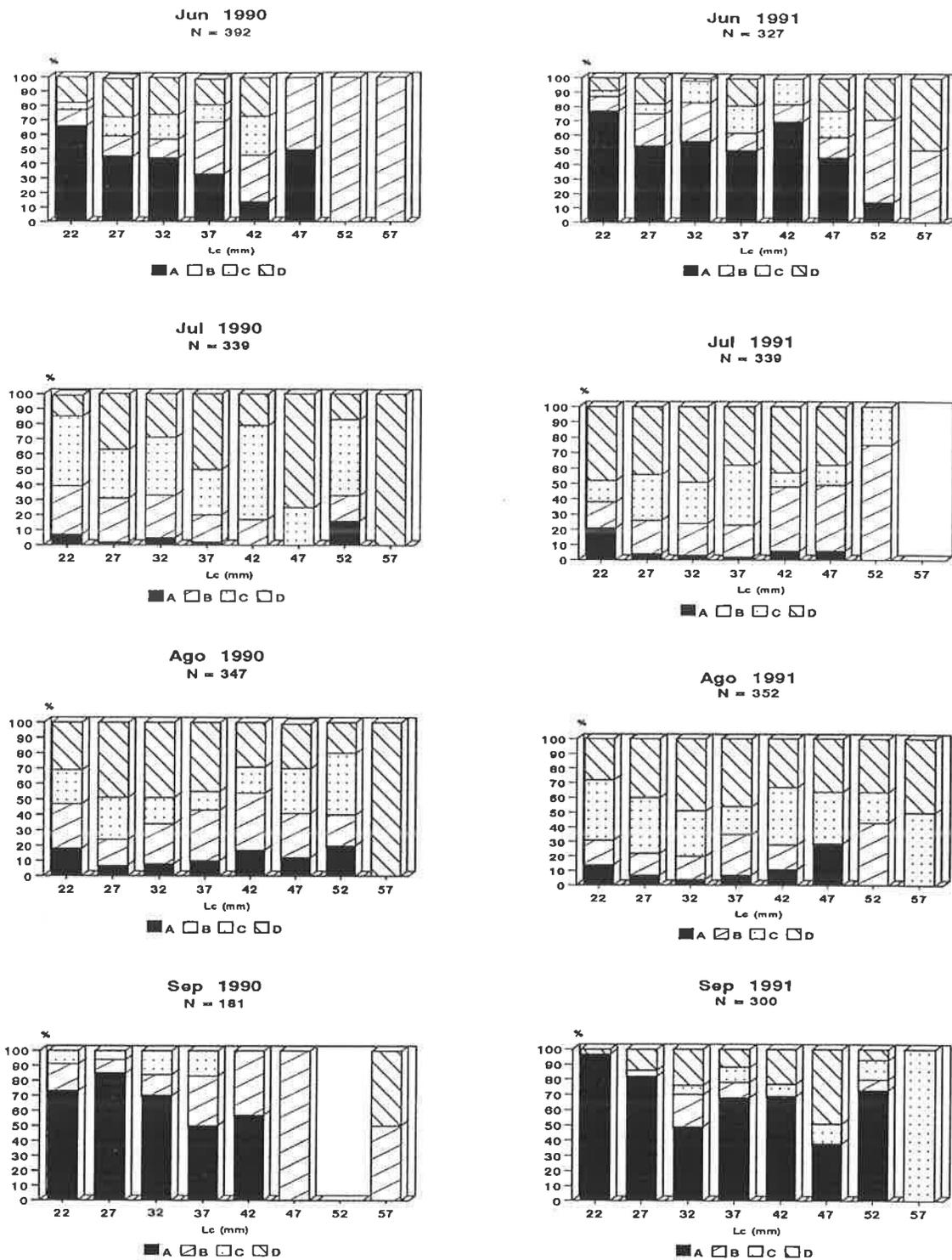


Figura 4.2. (Continuación).

Se ha efectuado el seguimiento del ciclo de maduración ovárica, cuantificando los individuos que se encontraban en reposo sexual (A) frente los que presentaban actividad ovárica (B,C,D). También, se indica separadamente el porcentaje de individuos en estado de puesta (D). Esto nos permite conocer como se desarrolla la actividad gonadal de las hembras de gamba y en que meses tiene lugar la época de puesta. Los resultados obtenidos indican que el reposo sexual abarca los meses de noviembre a abril, y la actividad gonadal se extiende de mayo a octubre. Los meses de puesta son junio, julio, agosto y septiembre (Figura 4.3.).

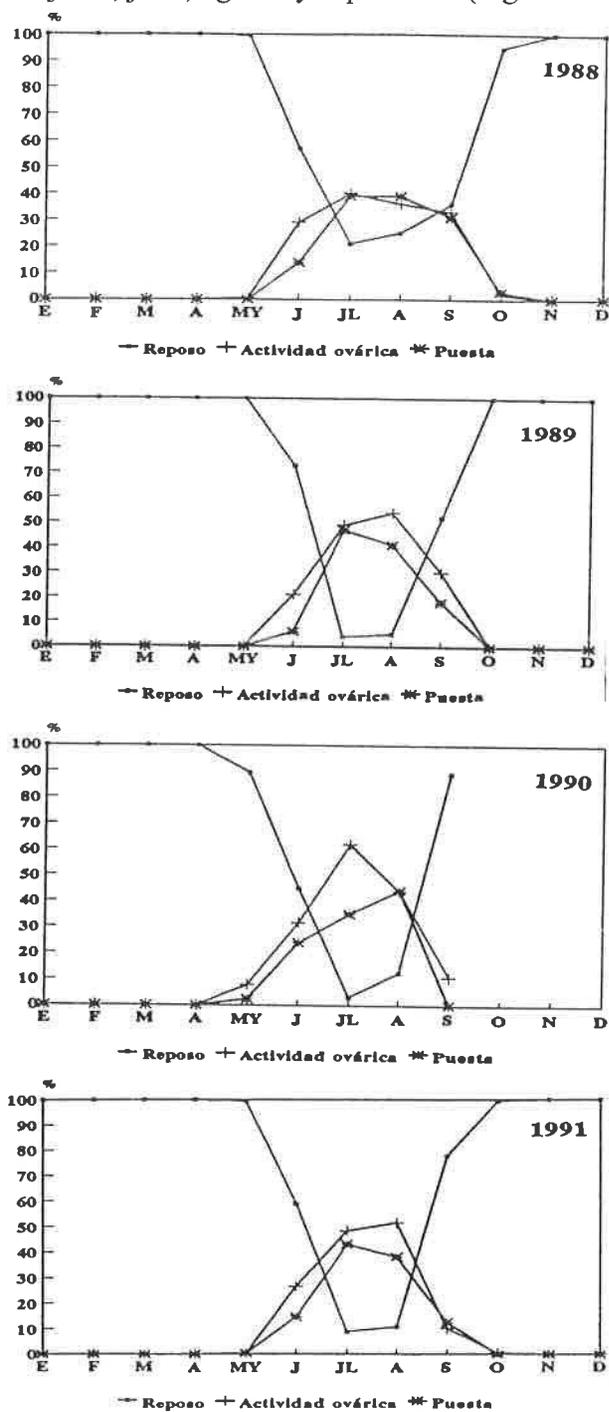


Figura 4.3. Evolución mensual de la maduración ovárica de *A. antennatus*, en la zona de Murcia, para el período 1988-1991 (Reposo, A ; Actividad ovárica, B, C y D; Puesta, D).

En lo que se refiere a la zona de Almería para el año 1992, la evolución mensual de los distintos estadios respecto de la talla de los individuos, sigue la misma tendencia que en Murcia (Tabla 4.4). En todos los meses se aprecia como hecho común, que los individuos de talla pequeña ($L_c=22$ mm) muestran porcentajes altos del estadio A y bajos del C. En cambio, en hembras entre las tallas 32 y 42 mm la situación es inversa, bajos valores en el estadio A y altos en C. En los individuos de 57 mm es donde siempre se encuentran los valores más altos de D. Los primeros individuos en estadio de pospuesta (E) se encontraron a mediados de agosto, en individuos de 27 mm (10 %), 32 mm (3,7%) y 37 mm (1,1 %). A principios de septiembre, la presencia de hembras en el estadio de pospuesta (E) aumenta abarcando desde las tallas más pequeñas $L_c=22$ mm, hasta las de 42 mm. En los individuos entre 40 y 44 mm el porcentaje de pospuesta (E) es superior al 50%.

Finalmente, la zona de Ibiza para el año 1992 mostró de forma general, una evolución similar de los estadios sexuales en relación a la talla (Tabla 4.4.). Se aprecia un retraso en la maduración del ovario en las hembras de talla inferior a 27 mm. No obstante, se observan diferencias en cuanto a los meses en los que se encontraron individuos en estado de pospuesta (E), ya que los primeros individuos observados fueron a finales de julio, con valores muy bajos: $L_c=27$ mm (1,3 %), y $L_c=32$ mm (2,4 %). A mediados de agosto, se incrementa la proporción de hembras en pospuesta (E), si bien, solamente en ejemplares de talla entre 37 y 42 mm (15,8 % y 18,8% respectivamente). En septiembre, en individuos entre 22 y 42 mm, los porcentajes de pospuesta (E) fueron más elevados, sobrepasando el 50 % en hembras entre 40 y 44 mm. En octubre, a diferencia de los resultados obtenidos en las zonas de Murcia y Almería, se observó una mayor actividad ovárica, como lo demuestra el hecho de encontrar hembras de entre 32 y 42 mm, en todos los estados sexuales, siendo incluso los porcentajes de pospuesta (E) más altos que los hallados a finales de julio.

ALMERIA

AÑO: 1992

22/JUNIO Nº indiv = 178

Lc	Estadios sexuales				
	A	B	C	D	E
22	71,0	22,6	3,2	3,2	0
27	30,6	34,7	18,1	16,7	0
32	3,8	7,7	26,9	61,5	0
37	10,7	14,3	28,6	46,4	0
42	6,7	0	26,7	66,7	0
47	12,5	37,5	37,5	12,5	0
52	0	33,3	16,7	50	0
57	0	25	75	0	0

13/JULIO Nº indiv = 144

Lc	Estadios sexuales				
	A	B	C	D	E
22	25	16,7	25	3,3	0
27	7,3	4,9	17,1	70,7	0
32	5,9	11,8	29,4	52,9	0
37	0	3,4	34,5	62,1	0
42	8,3	0	41,7	50	0
47	0	15,4	30,8	53,8	0
52	0	57,1	0	42,9	0
57	0	0	100	0	0

10/AGOSTO Nº indiv = 152

Lc	Estadios sexuales				
	A	B	C	D	E
22	51,6	3,2	19,4	25,8	0
27	0	13,3	23,3	53,3	10
32	0	7,4	18,5	70,4	3,7
37	3,7	7,4	29,6	48,1	1,1
42	0	28,6	28,6	42,9	0
47	11,1	1,1	33,3	4,4	0
52	0	22,2	55,6	22,2	0
57	0	0	33,3	66,7	0

09/SEPTIEMBRE Nº indiv = 145

Lc	Estadios sexuales				
	A	B	C	D	E
22	71,4	0	14,3	0	14,3
27	26,7	20	0	40	13,3
32	9,1	6,1	24,2	27,3	33,3
37	9,1	9,1	13,6	27,3	40,9
42	8,3	0	33,3	0	58,3
47	0	66,7	0	33,3	0
52	0	50	50	0	0
57	0	0	0	100	0

14/OCTUBRE Nº indiv = 140

Lc	Estadios sexuales				
	A	B	C	D	E
22	100	0	0	0	0
27	100	0	0	0	0
32	100	0	0	0	0
37	100	0	0	0	0
42	100	0	0	0	0
47	100	0	0	0	0
52	50	50	0	0	0
57	100	0	0	0	0

IBIZA

AÑO: 1992

19/JUNIO Nº indiv = 202

Lc	Estadios sexuales				
	A	B	C	D	E
22	100	0	0	0	0
27	91,1	4,4	2,2	2,2	0
32	80	8,3	1,7	10	0
37	58,8	17,6	17,6	5,9	0
42	45,5	36,4	9,1	9,1	0
47	30	20	30	20	0
52	0	100	0	0	0
57	0	0	0	0	0

24/JULIO Nº indiv = 221

Lc	Estadios sexuales				
	A	B	C	D	E
22	13,7	21,6	25,5	39,2	0
27	10,7	2,7	40	45,3	1,3
32	4,8	4,8	31	57,1	2,4
37	0	7,4	37	5,6	0
42	0	0	53,3	46,7	0
47	0	25	25	50	0
52	0	0	100	0	0
57	0	0	0	0	0

14/AGOSTO Nº indiv = 198

Lc	Estadios sexuales				
	A	B	C	D	E
22	8,8	8,8	41,2	41,2	0
27	0	11,8	41,2	47,1	0
32	0	17,9	25	57,1	0
37	3,1	9,4	46,9	21,9	18,8
42	0	15,8	36,8	31,6	15,8
47	0	0	25	75	0
52	0	33,3	66,7	0	0
57	0	0	0	0	0

11/SEPTIEMBRE Nº indiv = 148

Lc	Estadios sexuales				
	A	B	C	D	E
22	92,3	0	3,8	0	3,8
27	47,6	14,3	0	28,6	9,5
32	23,1	5,1	17,9	23,1	30,8
37	36,4	6,1	12,1	15,2	30,3
42	8,3	0	33,3	0	58,3
47	0	66,7	0	33,3	0
52	0	50	50	0	0
57	0	0	0	100	0

16/OCTUBRE Nº indiv = 201

Lc	Estadios sexuales				
	A	B	C	D	E
22	100	0	0	0	0
27	100	0	0	0	0
32	83,3	2,4	4,8	4,8	4,8
37	69,6	4,3	6,5	10,9	8,7
42	42,9	7,1	14,3	21,4	14,3
47	60	0	0	40	0
52	100	0	0	0	0
57	0	0	0	0	0

Tabla 4.4. Evolución mensual de los estadios de maduración ovárica por clase de talla (Lc, mm) de *Aristeus antennatus*, en las zonas de Almería e Ibiza, para el año 1992.

4.3.1.1.2. Composición bioquímica ovárica.

La relación entre maduración y composición bioquímica del ovario, ha sido estudiada en distintas especies de crustáceos decápodos, la inmensa mayoría de aguas poco profundas, *Penaeus duorarum* (Gerring, 1974), *Penaeus indicus* (Read y Caulton, 1980), *Penaeus aztecus* y *Penaeus setiferus* (Castille y Lawrence, 1989), *Penaeus kerathurus* (Mourente y Rodríguez 1991); y en *Penaeus monodon* (Marsden *et al.* 1993).

Con la finalidad de ampliar los estudios del ciclo reproductivo de *Aristeus antennatus*, especialmente en las hembras, se ha desarrollado el análisis bioquímico de la composición ovárica de los distintos componentes bioquímicos presentes y especialmente sus variaciones de concentración a lo largo del año. Esto puede definir perfectamente el ciclo de actividad ovárica de esta especie. Con este estudio se obtienen directamente evidencias fisiológicas de la actividad o reposo del ovario.

Los resultados obtenidos de la composición bioquímica del ovario en los distintos estadios de madurez A,B,C,D y E (Tabla 4.5.), muestran que la proteína es el mayor constituyente orgánico del ovario. Conforme aumenta el desarrollo gonadal, y con él la madurez de los ovocitos, se produce un aumento progresivo de los niveles de proteínas y lípidos, alcanzando los valores máximos cuando estos ya están maduros y dispuestos para ser liberados (estadio D). El aumento de lípidos en el ovario de los crustáceos decápodos, es atribuido al incremento del contenido de lipoproteínas en los óvulos (Giese, 1966 ; Holland, 1978).

Tabla 4.5. Composición bioquímica de los diferentes estadios de madurez ovárica de <i>Aristeus antennatus</i> . Valores expresados en % de sustancia húmeda. Zona de Murcia. Año 1992.				
Estadio de madurez	Proteína	Grasa	Ceniza	Humedad
A	13,94±0,54	3,91±0,52	1,79±0,30	80,27±0,44
B	16,73±0,71	6,57±0,71	1,32±0,40	76,06±0,30
C	18,08±0,83	8,51±0,68	1,40±0,25	72,40±0,27
D	20,69±0,91	9,88±0,63	1,42±0,31	67,17±0,25
E	13,13±0,63	7,78±0,59	1,43±0,43	77,68±0,38

Con la liberación de los ovocitos, se produce un lógico descenso en el nivel de proteínas y lípidos, con el consecuente aumento del contenido de humedad al pasar al estadio de puesta. El nivel proteico de la gónada desciende drásticamente hasta alcanzar prácticamente el mismo

valor que el observado en el estadio A. El valor proteico observado en los estadios E y A, 13,13 % y 13,94 %, respectivamente, puede ser considerado como la concentración proteica correspondiente a la fase de reposo sexual.

Los niveles de lípidos experimentan un descenso gradual desde el estadio de puesta (D) hasta el estadio de reposo (A). Tras la puesta aún quedan reservas de grasa en la gónada, que se van deplecionando durante la fase de inactividad sexual (E-A).

Los resultados de la evolución del porcentaje de proteínas y lípidos determinados en la gamba, concuerdan con los obtenidos en peneidos de aguas poco profundas, incluso con especies alimentadas artificialmente, procedente de cultivos marinos, como *Penaeus japonicus* (Redon y San Felú, 1993).

Así pues, la determinación del contenido de proteínas en el ovario también puede ser utilizado como un método complementario a los habitualmente empleados en la identificación de los distintos estadios sexuales y para el seguimiento del ciclo reproductivo de la especie.

4.3.1.1.3. Presencia de espermátforo en el thelycum de las hembras.

La presencia del espermátforo en el thelycum de las hembras en crustáceos decápodos es utilizado como un estimador de la época de reproducción, como se puede ver en un gran número de trabajos: San Felú (1976); Rodríguez (1977); Arrobas y Ribeiro (1984, 1987), Sardá y Demestre (1987) y Demestre (1990).

El seguimiento de la presencia del espermátforo en el thelycum de las hembras se ha realizado mensualmente, obteniendo así información de la estacionalidad de los acoplamientos entre sexos y del período de mayor actividad sexual de la gamba. Los resultados de la proporción mensual de hembras con espermátforo en el thelycum, en las zonas de Murcia, Almería e Ibiza, se expone en las tablas 4.6 y 4.7.

En Murcia, donde se tienen resultados de cuatro años, se aprécia que existe un sincronismo interanual entre los valores máximos y mínimos de hembras con espermátforo en el thelycum (Tabla 4.6.). En enero y febrero se encontraron los valores más bajos de las hembras con espermátforo, 0,04 % y 0,06 % respectivamente. En marzo y abril se inicia un ascenso leve de hembras fecundadas 1,28 %, 4,80%, siendo mayo donde se inicia una fuerte tendencia ascendente, oscilando según el año entre el 14,1% y el 67,3%. En junio se produce un incremento notable del 60,8 y 94,5 %. Los valores más altos se obtuvieron en julio y agosto, 99,2% , 96,6%, siendo también septiembre un mes donde los valores son altos, 48,9 % 80,4 %. A partir de septiembre, se produce un descenso, no obstante, en octubre la proporción suele ser superior a la de abril.

En Almería, el valor mínimo de hembras con espermátóforo corresponde a febrero (0,88 %), mes a partir del cual se produce un ascenso gradual de la fecundación, con valores mas altos en verano. Destaca el valor máximo en septiembre (90,1%). En los meses siguientes se produce un descenso brusco del porcentaje de hembras fecundadas, siendo en octubre del 17,2% y noviembre del 7,2% (Tabla 4.7.).

En Ibiza, se observa una tendencia similar a la observada en Murcia y Almería, si bien los valores absolutos son diferentes. Los valores más bajos corresponden a los meses invernales, diciembre con un 0,46% y febrero con un 2,33 %. Los porcentajes mas elevados se alcanzan en la estación estival con un pico en julio (95,1%) (Tabla 4.7.).

Así pues, se pone de manifiesto que pueden aparecer hembras fecundadas a lo largo de todo el año, si bien hay algunos meses en que este porcentaje es muy bajo. Además, en las tres zonas, se aprecia una estacionalidad muy marcada en cuanto a la presencia de espermátóforo en el thelycum. Señalar que si bien no se conoce con exactitud en esta especie el proceso de fecundación, se acepta que una vez las hembras presentan el espermátóforo se puede decir que estan fecundadas.

Tabla 4.6. Porcentaje mensual de hembras de <i>Aristeus antennatus</i> con espermátóforo en el thelycum. Zona de Murcia para el período 1988-1991.				
MES	1988	1989	1990	1991
ENE	0,04	0,06	-	-
FEB	0,09	0	-	0,46
MAR	4,50	-	-	1,28
ABR	4,80	1,63	-	4,58
MAY	25,04	14,14	67,37	26,59
JUN	60,84	76,75	94,53	71,53
JUL	83,27	98,12	99,28	95,24
AGO	84,32	94,91	96,63	92,95
SEP	80,40	60,78	62,36	48,95
OCT	25,02	1,88	-	10,17
NOV	4,83	-	-	1,84
DIC	0,33	-	0	0,49

Tabla 4.7. Porcentaje mensual de hembras de <i>Aristeus antennatus</i> con espermátforo en el thelycum. Zonas de Almería e Ibiza para 1992.		
MES	Almería	Ibiza
ENE	-	-
FEB	0,88	2,33
MAR	26,60	5,39
ABR	25,65	26,08
MAY	58,90	23,99
JUN	76,52	81,89
JUL	85,84	95,17
AGO	85,83	66,83
SEP	90,15	75,66
OCT	17,2	2,58
NOV	7,2	2,35
DIC	-	1,46

También se ha determinado la proporción mensual de hembras con espermátforo por grupo de tallas, con el fin de conocer si la colocación de espermátforos por parte de los machos “es selectiva” respecto a la talla (edad) de las hembras. Esto proporciona información del comportamiento sexual de la especie. Los individuos analizados fueron agrupados por tallas, en intervalos de 5 mm. Las zonas estudiadas son Murcia (año 1991), Almería e Ibiza (año 1992).

Los resultados nos permiten apreciar que conforme aumenta la talla de los individuos es posible encontrar hembras fecundadas durante más meses y en mayor proporción. Todos estos resultados también son coincidentes en las tres zonas estudiadas, Murcia (Tabla 4.8.), Almería (Tabla 4.9.) e Ibiza (Tabla 4.10.).

Las hembras más pequeñas, inferiores a 20 mm, únicamente mostraban espermátforo en agosto y en escaso porcentaje. Las de tamaño comprendidas entre 21 y 29 mm, lo mostraron desde mayo a octubre y con mayor proporción en julio y agosto. Las de tamaño intermedio, entre 30 y 39 mm, lo presentaban de abril a noviembre. Y las hembras superiores a 40 mm son las primeras en aparecer fecundadas, durante febrero a diciembre, encontrándose en primavera y verano el 100 % de ellas fecundadas.

Tabla 4.8. Porcentaje mensual de hembras de *Aristeus antennatus* con espermatóforo en el thelycum según intervalos de grupos de tallas de 5 mm. Zona de Murcia, año 1991.

Lc (mm)	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
17	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0
22	0	0	0	1	42	88	66	18	0	0	0
27	0	0	0	18	87	99	98	47	3	0	0
32	0	0	3	53	73	100	90	85	19	0	0
37	0	0	9	93	100	100	100	92	38	1	0
42	11	13	42	86	100	100	94	100	61	18	0
47	5	17	72	100	100	98	100	100	73	30	7
52	33	13	100	100	100	100	100	100	84	29	45
57	17	100	-	100	100	-	100	100	100	61	50
62	-	100	100	-	100	100	100	100	-	-	-

Tabla 4.9. Porcentaje mensual de hembras de *Aristeus antennatus* con espermatóforo en el thelycum según intervalos de grupos de tallas de 5 mm. Zona de Almería, año 1992.

Lc (mm)	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov
17	-	0	0	0	0	0	-	0	0	0
22	0	0	0	0	21	36	0	35	0	0
27	0	0	0	11	74	88	97	93	0	0
32	0	0	7	41	88	100	100	100	0	0
37	0	22	28	95	100	96	100	100	26	0
42	0	0	73	100	100	100	100	100	24	21
47	0	100	80	100	100	100	100	100	80	56
52	100	100	100	100	100	100	100	100	71	100
57	-	80	100	100	100	100	100	100	100	100
62	-	100	-	100	-	-	-	-	-	-

Tabla 4.10. Porcentaje mensual de hembras de *Aristeus antennatus* con espermatóforo en el thelycum según intervalos de grupos de tallas de 5 mm. Zona de Ibiza, año 1992.

Lc (mm)	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
17	-	0	-	0	-	0	27	0	0	-	0
22	0	0	0	0	15	75	55	27	0	0	0
27	0	0	0	26	75	88	88	62	0	0	0
32	0	0	17	87	100	100	100	100	0	0	0
37	0	0	80	95	100	100	100	100	4	1	5
42	0	33	83	100	100	100	100	100	46	36	0
47	29	71	100	100	100	75	100	100	40	40	50
52	-	-	-	-	100	100	100	100	100	33	-
57	-	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-

4.3.1.1.4. Capacidad reproductora teórica.

El índice de la capacidad reproductora teórica (CRT) nos permite analizar el número de hembras que presentan simultáneamente ovarios maduros y espermatóforo en el thelycum. Con esto podemos estimar en que meses la reproducción de la población de gamba tendría mayor y menor éxito. Este índice fue desarrollado por primera vez por Morizur en el Atlántico para *Nephros norvegicus* y posteriormente en otras zonas del Mediterráneo.

Los resultados de la CRT en la zona de Murcia, para los años 1989, 1990 y 1991, se exponen en las tablas 4.11., 4.12., y 4.13. respectivamente.

En los tres años estudiados, los valores de la CRT en las hembras de *A. antennatus* han sido muy similares en orden de magnitud y en la época del año, encontrándose los mínimos en los meses invernales y los máximos en julio y agosto.

Tabla 4.11. Valores mensuales de la capacidad reproductora teórica (CRT), expresada en número de individuos y porcentaje en hembras de *Aristeus antennatus*. Zona de Murcia para el año 1989.

MES	Nº HEMBRAS	OVARIOS MADUROS (Estadios B,C,D)	PRESENCIA ESPERMATOFORO	CRT nº indiv (%)
ENE	121	0	2	0
FEB	109	0	0	0
MAR	-	-	-	-
ABR	130	0	3	0
MAY	134	0	27	0
JUN	99	27	70	27 (27,2 %)
JUL	109	103	107	103 (94,4 %)
AGO	102	97	99	97 (95,0 %)
SEP	143	69	90	63 (44,0 %)
OCT	169	0	10	0

Tabla 4.12. Valores mensuales de la capacidad reproductora teórica (CRT), expresada en número de individuos y porcentaje en hembras de *Aristeus antennatus*. Zona de Murcia para el año 1990.

MES	Nº HEMBRAS	OVARIOS MADUROS (Estadios B,C,D)	PRESENCIA ESPERMATOFORO	CRT nº indiv (%)
MAY	370	39	120	38 (10,2 %)
JUN	398	217	345	215 (54,0 %)
JUL	339	324	336	321 (94,6 %)
AGO	379	233	373	228 (60,15 %)
SEP	186	46	127	36 (19,4 %)
OCT	-	-	-	-
NOV	-	-	-	-
DIC	228	0	0	0

Tabla 4.13. Valores mensuales de la capacidad reproductora teórica (CRT), expresada en número de individuos y porcentaje en hembras de *Aristeus antennatus*. Zona de Murcia para el año 1991.

MES	Nº HEMBRAS	OVARIOS MADUROS (Estadios B,C,D)	PRESENCIA ESPERMATOFORO	CRT nº indiv (%)
ENE	-	-	-	-
FEB	383	0	6	0
MAR	326	0	7	0
ABR	341	0	35	0
MAY	352	2	136	2 (0,56 %)
JUN	345	142	269	142 (41,15 %)
JUL	349	319	333	318 (91,11 %)
AGO	367	327	343	319 (86,92 %)
SEP	323	69	184	68 (21,05 %)
OCT	339	2	65	2 (0,58 %)
NOV	280	0	17	0
DIC	150	0	7	0

4.3.1.1.5. Índice gonadosomático (IGS).

La determinación del índice gonadosomático (IGS), aporta resultados cuantitativos del desarrollo gonadal a lo largo del ciclo reproductivo de una especie.

La evolución mensual de la media y desviación típica del IGS, se ha calculado para las hembras de *A. antennatus*, en las zonas de Murcia (Tabla 4.14.), Almería (Tabla 4.15.) e Ibiza (Tabla 4.16.). Los resultados obtenidos en las tres zonas, muestran la misma tendencia, aumento progresivo de abril a agosto, donde se alcanza el valor más alto del IGS. El máximo alcanzado es de 6,8 obtenido en las hembras de Ibiza, siendo de 5,6 y 5,7 los respectivos en Murcia y Almería. A partir de agosto, se observa una disminución progresiva del valor de IGS, hasta encontrar el mínimo en diciembre, siendo de 0,41 ,0,30 y 0,32 en las zonas de Murcia, Almería e Ibiza respectivamente.

Tabla 4.14. Evolución mensual del índice gonadosomático (IGS) expresado como valor medio y su desviación típica correspondiente en hembras de *Aristeus antennatus*. Zona de Murcia, año 1991.

Fecha	Nº individuos	IGS medio	Desviación típica
16/18 ABR	45	0,317140	0,075557
16/20 MAY	78	0,423544	0,259536
13/18 JUN	25	2,701160	1,383983
17/18 JUL	32	3,480165	1,478504
12/13 AGO	35	5,630531	3,301101
11/SEP	39	3,461605	2,527281
24/SEP	36	0,991457	0,825383
15/16 OCT	51	0,647466	1,003761
12/14 NOV	29	0,387166	0,106877
18/DIC	8	0,414403	0,111523

Tabla 4.15. Evolución mensual del índice gonadosomático (IGS) expresado como valor medio y su desviación típica correspondiente en hembras de *Aristeus antennatus*. Zona de Almería, año 1992.

Fecha	Nº individuos	IGS medio	Desviación típica
18/MAY	39	0,388590	0,114040
22/JUN	52	2,759240	1,812923
13/JUL	50	4,647211	2,398450
10/AGO	55	5,766197	3,265449
9/SEP	46	3,309733	2,714062
14/OCT	48	0,533306	0,243921
16/NOV	26	0,393630	0,224128
10/DIC	26	0,306857	0,143651

Tabla 4.16. Evolución mensual del índice gonadosomático (IGS) expresado como valor medio y su desviación típica correspondiente en hembras de *Aristeus antennatus*. Zona de Ibiza, año 1992.

Fecha	Nº individuos	IGS medio	Desviación típica
29/MAY	35	0,558954	0,732025
19/JUN	50	1,213075	1,281860
24/JUL	58	5,590587	3,021944
14/AGO	58	6,868147	5,028399
11/SEP	43	1,981557	2,018787
16/OCT	24	1,973730	1,739129
13/NOV	15	1,212641	0,461014
12/DIC	9	0,322535	0,168701

4.3.1.2. Número de puestas.

La evidencia que hay más de una puesta durante un ciclo anual en algunos crustáceos decápodos, ha sido puesta de manifiesto sobre todo en peneidos tropicales, como en *Penaeus setiferus* (Lindner y Anderson, 1956), *Penaeus duorarum* (Cummnig, 1961), *Penaeus indicus* (Emmerson , 1980) y *Sicyonia ingentis* (Anderson *et al.* 1985). La información que se tiene sobre los decápodos de aguas profundas es escasa. La posibilidad de que hembras de *A. antennatus* realizarán más de una puesta fué apuntado por Relini Orsi (1982), si bien los primeros resultados de la determinación de puestas secuenciales en un ciclo reproductivo por grupo de tallas, se deben a Sardá y Demestre (1987) y Demestre (1990).

Así pues, para conocer el potencial reproductivo de *A. antennatus* se ha estimado el número de puestas que las hembras pueden efectuar durante un ciclo anual.

Los individuos examinados fueron separados en tres grupos de talla: grupo I, comprende a los ejemplares entre 18 y 27 mm de Lc; grupo II, ejemplares entre 28 y 48 mm y el grupo III, constituido por los comprendidos entre 49 y 62 mm.

El estudio de la evolución quincenal de los diferentes estadios de madurez ovárica de la gamba (A, B, C, D, y E) en los tres grupos de tallas establecidos, nos permite conocer el número de puestas realizadas durante un ciclo reproductivo por cada grupo considerado.

Se ha considerado que ha habido puesta cuando se observó que se producía un descenso brusco del estadio inminente a la puesta (D) y el ascenso de hembras en reposo (A), así como, cuando se evidencia el estadio de pospuesta (E). En la figura 4.4., se representan las distintas puestas secuenciales por grupos de tallas en la zona de Murcia, en el año 1992.

El grupo I, que comprende ejemplares entre 18 y 27 mm, realizan tres puestas, la primera a mitad de julio, la segunda a mitad de agosto y la tercera a mitad de septiembre.

El grupo II, que engloba a individuos entre 28 y 48 mm, realizarían al menos tres puestas, a mitad de julio si bien esta no ha sido detectada claramente, ya que no se observó el estadio (E) pero el estadio (D) es muy alto, finales agosto y mitad de septiembre.

El grupo III, constituido por los individuos de mayor tamaño, entre 49 mm y 62 mm, podrían realizar entre tres y cuatro puestas. La primera a mitad de julio, si bien es muy evidente el descenso brusco del estadio de puesta (D) y ascenso de hembras en reposo (A), no se encontraron ejemplares en pospuesta (E). La segunda puesta se produciría a mitad de agosto, el porcentaje de individuos en el estadio de pospuesta (E) es del 10 %, apreciándose un incremento del estadio (A) en torno al 30 %. La tercera, y más importante puesta se detecta a mediados de septiembre, donde el 45 % de las hembras están en pospuesta (E). A finales de este mes un 45 % de hembras aún están con la gónadas maduras lo que permite pensar en una última puesta en octubre. Esta última puesta de la gamba, podría verse confirmada por el hecho que en Ibiza, también en octubre el porcentaje de hembras en el estadio de pospuesta (E) es alto (28 %).

Así pues, se pone de manifiesto que *A. antennatus* es un especie con un alto potencial reproductivo, con un proceso de recuperación ovárica muy seguido, siendo muy rápido el paso de un estadio de madurez a otro.

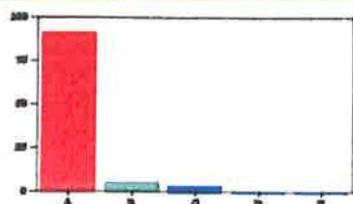
En general, estos resultados son coincidentes con los determinados en Cataluña, siendo la diferencia más notoria, la posibilidad de efectuar una cuarta puesta por los individuos de talla superior a 49 mm de Lc en Murcia, y no detectada en Cataluña.

Grupo I

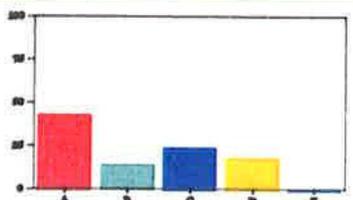
Grupo II

Grupo III

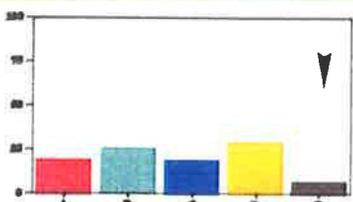
17-Junio N=56



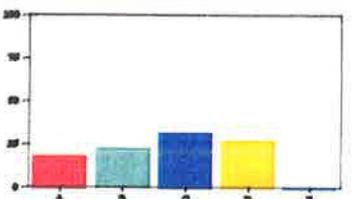
1-Julio N=49



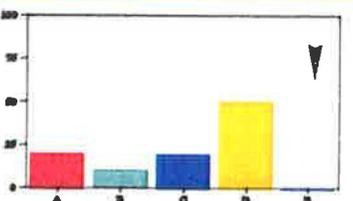
13-Julio N=31



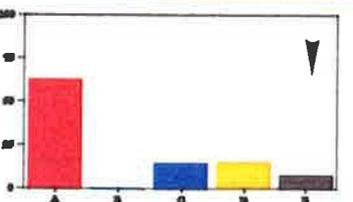
05-Agosto N=22



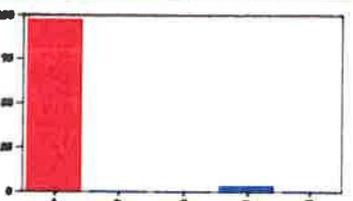
26-Agosto N=10



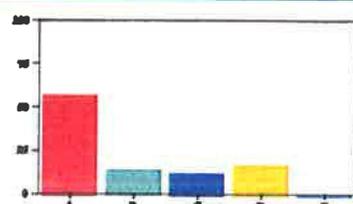
17-Septbre N=40



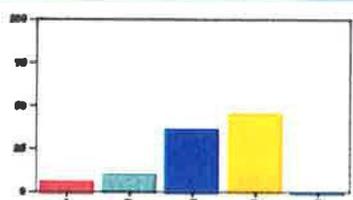
28-Septbre N=30



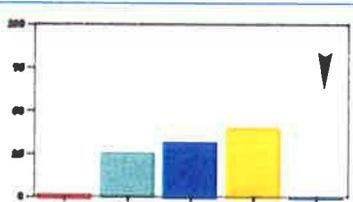
17-Junio N=113



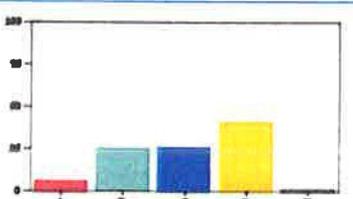
1-Julio N=140



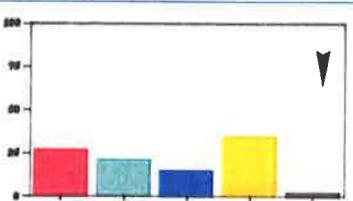
13-Julio N=124



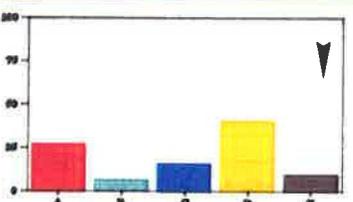
05-Agosto N=114



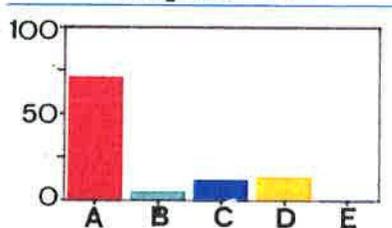
26-Agosto N=52



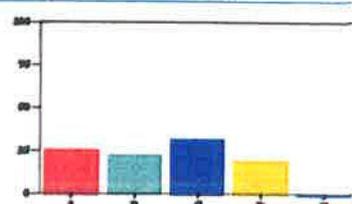
17-Septbre N=74



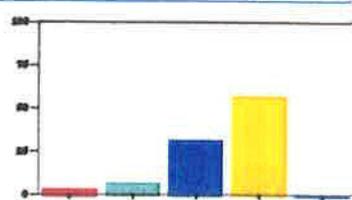
28-Septbre N=68



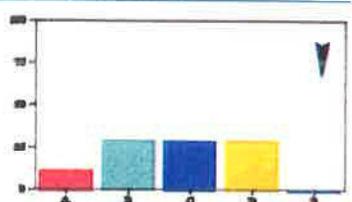
17-Junio N=31



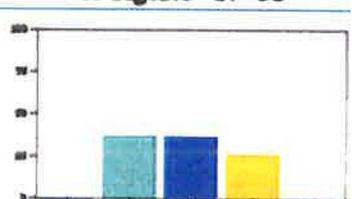
1-Julio N=28



13-Julio N=17



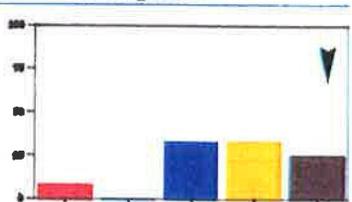
05-Agosto N=38



26-Agosto N=27



17-Septbre N=12



28-Septbre N=11



Figura 4.4. Evolución temporal de los diferentes estadios de madurez ovárica de *A. antennatus* por grupos de tallas (Grupo I, individuos de L.c = 18-27 mm; Grupo II, L.c = 28-48 mm; Grupo III, L.c = 49-62 mm), usada para la determinación del número de puestas de cada grupo en un ciclo anual. Las flechas indican los meses en los cuales se producirían las puestas. Murcia, 1992.

4.3.2. Talla de primera madurez.

Dentro del estudio de la biología reproductiva de cualquier especie, un objetivo básico y complementario al conocimiento del ciclo reproductivo de la especie, es determinar la talla de primera madurez. Esta permite conjuntamente con los datos obtenidos de la estructura demográfica de la población explotada conocer con que stock de reproductores cuenta el recurso para su mantenimiento frente a la explotación. También, el valor de la talla de primera madurez suele ser útil para establecer una talla mínima legal de captura, la cual es frecuentemente usada en la gestión de las pesquerías.

La talla de primera madurez en *A. antennatus* se ha estimado para machos y hembras por separado por tener ambos sexos un patrón reproductivo diferente. En el caso de los machos, los datos utilizados abarcan los meses de enero a diciembre, ya que es posible encontrar machos maduros a lo largo de todo el año.

En Murcia, el número de machos muestreados anualmente, han sido de : 858 en 1988; 198 en 1989; 190 en 1990 y 686 en 1991. En Ibiza, para el año 1992 el número muestreado ha sido de 454. En las hembras, los datos empleados corresponden a los meses que comprende el ciclo reproductivo de 1988 a 1991. En Murcia, el número de ejemplares muestreados anualmente , han sido de: 508 en 1988, 299 en 1989, 951 en 1990 y 999 en 1991. En Ibiza, para el año 1992 el número muestreado ha sido de 501 (Tabla 4.17.).

El resultado de la estimación de la talla de primera madurez ($L_{C_{50}}$) de la gamba, tanto en la zona de Murcia como de Ibiza, indica que los machos siempre alcanzan antes la madurez sexual que las hembras (Tabla 4.17.).

En Murcia, los valores obtenidos de $L_{C_{50}}$, oscilaron entre 20 mm y 22 mm en los machos, y entre 24 mm y 27 mm en las hembras. En Ibiza, las estimaciones de $L_{C_{50}}$ han dado valores de 20 mm en machos y 24 mm en hembras.

Los machos maduros más pequeños hallados en Murcia tenían 19 mm y las hembras 20 mm. Estos individuos siempre aparecieron en un número muy escaso. No obstante, en Ibiza se hallaron dos hembras de 19 mm, capturadas a mediados de agosto en 1992 que presentaron el ovario en estadio de madurez avanzada (C).

En la figura 4.5. se representa el ajuste del porcentaje de machos y hembras maduros por talla (L_c , mm), a una curva normal acumulada. En dicha representación gráfica, el valor del 50 % de individuos maduros (eje de ordenadas) nos indica (eje de abscisas) la $L_{C_{50}}$ estimada. Según esto, los valores de $L_{C_{50}}$ son 21 mm para machos y 24 mm para hembras.

En todas las zonas y en todos los años , los machos alcanza siempre la $L_{C_{50}}$ antes que las hembras. Lo cual es coherente con el hecho de que especies de ciclo de vida más corto (a los machos se le estima cuatro años de vida máxima y cinco a las hembras, ver cap 6) maduren

sexualmente antes y alcancen la L_{c50} a una talla más pequeña.

Tabla 4.17. Valores estimados de la talla de primera madurez (L_{c50}) en machos y hembras de <i>Aristeus antennatus</i> en las zonas de Murcia (años 1988 a 1991) e Ibiza (año 1992).				
Años	Murcia			
	Machos		Hembras	
	Nº individuos	L_{c50}	Nº individuos	L_{c50}
1988	858	21	508	25
1989	198	22	299	27
1990	190	20	951	24
1991	686	20	999	25
Ibiza				
1992	454	20	501	24

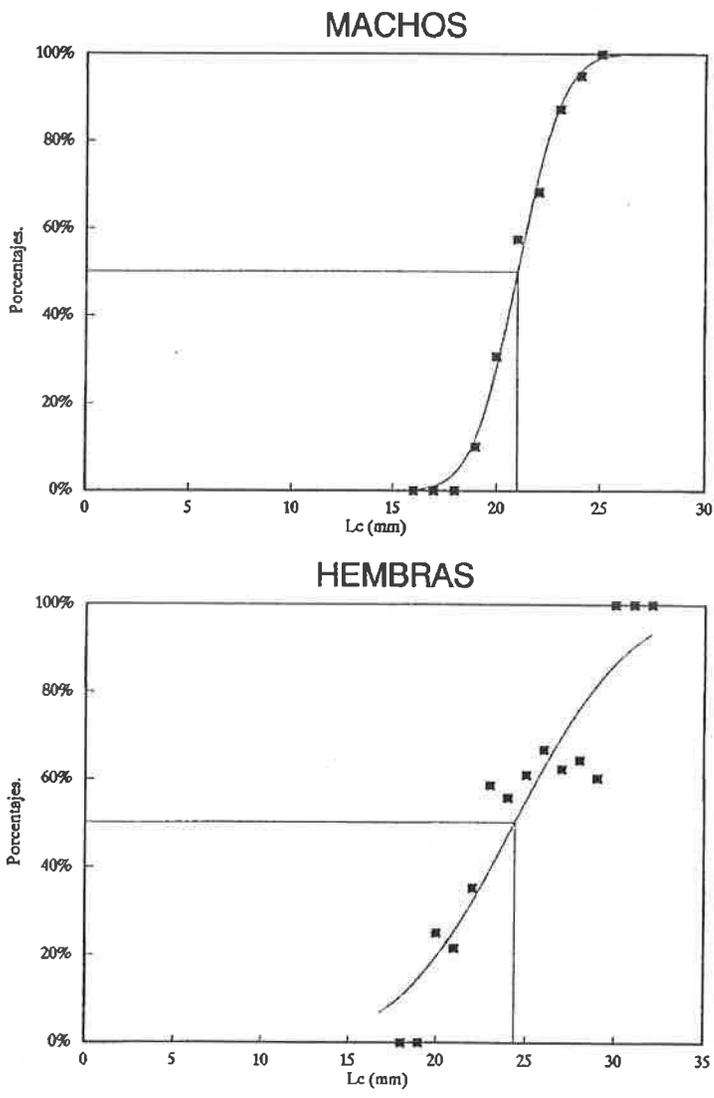


Figura 4.5. Estimación de la talla de primera madurez de machos y hembras de *Aristeus antennatus*.

4.4. Discusión.

En general, los conocimientos que se poseen del ciclo reproductivo de *A. antennatus*, proceden de estudios zonales realizados sobre las capturas comerciales de gamba en unas determinadas áreas puntuales. Sin embargo, no existe un estudio exhaustivo que compare los parámetros reproductivos de diferentes zonas y que permita tener una visión global de la reproducción de este importante recurso pesquero en el Mediterráneo occidental. En este sentido se centrará la discusión de este capítulo, desarrollando una comparación a nivel del Mediterráneo y del Atlántico de los aspectos estudiados.

El ciclo reproductivo de los machos de *A. antennatus* es notablemente diferente al de las hembras. Los machos no presenta un estacionalidad marcada de madurez sexual, encontrándose machos maduros todo el año, tanto en las tres zonas estudiadas Murcia, Almería e Ibiza, como en diferentes zonas del Mediterráneo occidental: en el mar Ligur (Relini Orsi y Relini, 1979; Relini Orsi y Pestarino, 1981); en el mar catalán, (Sardá y Demestre, 1987; Demestre, 1990), islas Baleares (Carbonell, 1994). También en la costa sur de Portugal, Arrobas y Riberio-Cascalho (1984, 1987), Riberio-Cascalho (1988) han encontrado un ciclo de madurez en los machos parecido. Ello es debido a que la espermatogénesis en esta especie es continua durante todo el año (Demestre y Fortuño, 1992). Este patrón gametogénico también lo presentan machos de otros crustáceos decápodos estudiados (Sastry, 1983; Adiyodi, 1983; Dall *et al.* 1990).

El ciclo reproductivo de las hembras en Murcia, Almería e Ibiza muestra una marcada estacionalidad, quedando comprendido entre mayo y octubre. La proporción más alta de hembras en avanzado proceso de maduración se observa en julio, agosto y septiembre.

En las zonas del Mediterráneo y costa atlántica, igualmente se aprecia una duración de seis meses de actividad ovárica y seis de reposo sexual. Sin embargo se detecta una ligera tendencia a comenzar antes en la costa atlántica de Portugal y a finalizar más tarde en el mar Ligur. En la costa portuguesa, el ciclo reproductivo comienza en abril y finaliza en septiembre, en el Mediterráneo español (Almería, Murcia, Ibiza y Cataluña) se extiende de mayo a octubre, y en el mar Ligur de julio a diciembre (Tabla 4.18.).

Profundizando más en el estudio comparativo del ciclo de la reproducción, se ha efectuado el análisis comparado de la época de puesta en hembras de *A. antennatus* en el Mediterráneo y Atlántico. Este se ha realizado considerando el desarrollo ovárico en un ciclo anual, tomando como estadio de referencia el "estadio de puesta". Se aprecia un adelanto del periodo de puesta entre la costa sur de Portugal y el mar Ligur. El porcentaje más alto de hembras de *A. antennatus* en el estadio inminente a la puesta corresponde a junio (55 %) en costa sur de Portugal, julio (43 - 63 %) en el Mediterráneo español y agosto en el Mar Ligur (46 %) (Tabla 4.19.).

Por otra parte, cuando se comparan los resultados de la madurez sexual en hembras por

rangos de tallas en Murcia (Figura 4.2), Almería e Ibiza (Tabla 4.4.), mar Ligur (Relini Orsi y Relini, 1979), Cataluña (Demestre, 1990) y sur de Portugal (Arrobas y Ribeiro Cascalho, 1987), se observa que en todas las zonas, las primeras en madurar son las de tamaño superior a 40 mm Lc, apareciendo en abril en Portugal, en mayo en el Mediterráneo español y en junio en el mar Ligur.

El hecho de las variaciones observadas entre el inicio y final del ciclo reproductivo, y el periodo de puesta, entre las distintas zona estudiadas, podría ser atribuido a una respuesta fisiológica de los individuos de gamba a unas condiciones medioambientales particulares en cada zona. Aspecto muy interesante que debería ser abordado en profundidad en posteriores estudios.

Tabla 4.18. Análisis comparativo ciclo reproductivo de las hembras de *Aristeus antennatus* en el Mediterráneo occidental y costa sur de Portugal. Datos propios y de diferentes autores. Reposo, x ; Actividad ovárica *.

Zona	Meses												Autor
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Mar Ligur	x	x	x	x	x	x	*	*	*	*	*	*	Relini Orsi y Relini (1979), Orsi Relini y Semeria (1983)
Cataluña	x	x	x	x	*	*	*	*	*	*	x	x	Sardá y Demestre (1987), Demestre (1990)
Mallorca	x	x	x	x	*	*	*	*	*	*	x	x	Carbonell (1994)
Ibiza	x	x	x	x	*	*	*	*	*	*	x	x	Presente trabajo
Murcia	x	x	x	x	*	*	*	*	*	*	x	x	Presente trabajo
Almería	x	x	x	x	*	*	*	*	*	*	x	x	Presente trabajo
Sur Portugal	x	x	x	*	*	*	*	*	*	x	x	x	Arrobas y Ribeiro-Cascalho (1987)

Tabla 4.19. Análisis comparativo de los porcentajes de las hembras de *Aristeus antennatus* en el estadio de puesta, entre diferentes zonas del Mediterráneo occidental y costa sur de Portugal.

Zona	Mes										Autor
	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Mar Ligur	0	0	0	34	46	25	23	8	4	Relini Orsi y Relini (1979)	
Cataluña	0	7	60	63	10	6	1	0	0	Demestre (1990)	
Ibiza	0	0,5	5	47	37	16	10	0	0	Presente trabajo	
Murcia	0	0,3	15	43	38	12	0	0	0	Presente trabajo	
Almería	0	0	33	56	46	25	0	0	0	Presente trabajo	
Sur Portugal	0	25	55	28	24	4	0	0	0	Arrobas y Ribeiro-Cascalho (1987)	

Otro de los métodos empleados para analizar el ciclo reproductivo de las hembras, ha sido el de determinar el porcentaje de estas que presentan espermátforo en el thelycum a lo largo del año. En las zonas de Murcia, Almería e Ibiza (Tabla 4.5. y 4.6.), se aprecia una marcada estacionalidad, con valores máximos en los meses estivales y mínimos en los invernales. Este hecho es coincidente con lo observado en todas las zonas del Mediterráneo occidental y sur de Portugal (Figura 4.6.).

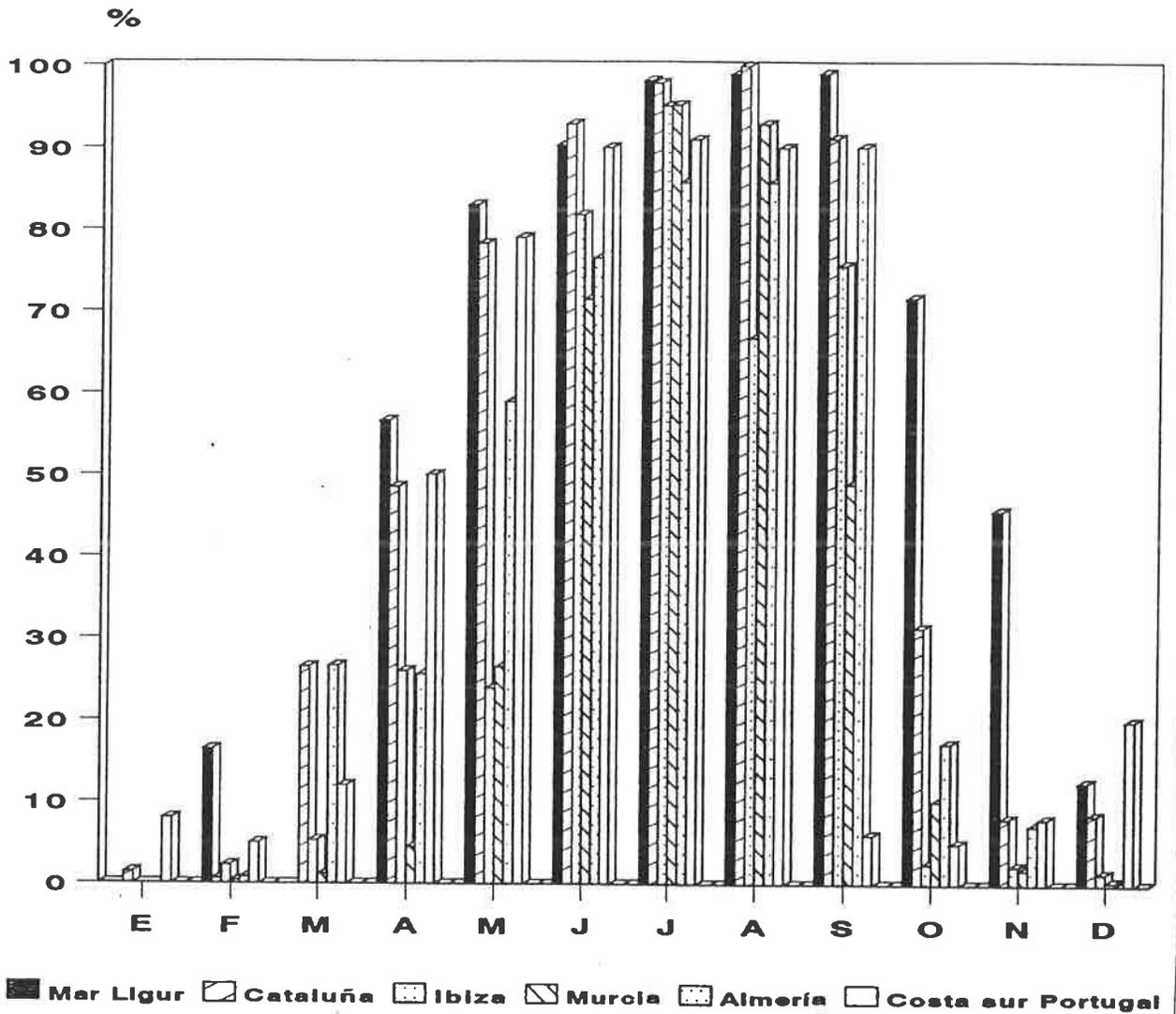


Figura 4.6. Análisis comparación de la evolución mensual del porcentaje de hembras de *Aristeus antennatus* que presentan espermátforo en el thelycum entre diferentes zonas del Mediterráneo occidental y costa Atlántica portuguesa. Datos propios y de diferentes autores: Mar Ligor (Relini Orsi y Relini, 1979, valores determinados en 1978, en los meses de enero y marzo no hay datos), Cataluña (Sardá y Demestre 1987, año 1984); Murcia (presente trabajo año 1991, ausencia de datos en enero); Almería e Ibiza (presente trabajo año 1992, ausencia de datos en enero y diciembre); costa sur de Portugal (Arrobas y Riberio-Cascalho, 1987, para el año 1982).

Asimismo, la comparación de estos valores, nos reafirma una vez más que la mayor actividad de reproducción de las hembras tiene lugar en los meses de mayo a septiembre.

Por otra parte, comparado los resultados de la CRT que hemos obtenido en Murcia con los de Cataluña (Sardá y Demestre, 1987) y viendo la gran coincidencia entre ellos (Tabla 4.20), podemos afirmar que al época de máxima actividad de puesta se centra en julio y agosto.

Tabla 4.20. Comparación de la capacidad reproductora teórica (expresada en porcentaje) de hembras de <i>Aristeus antennatus</i> en dos zonas del Mediterráneo español, Murcia (periodo 1989 a 1991) y Cataluña (año 1984).				
Mes	ZONAS			
	MURCIA, año 1989 (Martínez-Baños <i>et al.</i> 1992)	MURCIA, año 1990 (Presente trabajo)	MURCIA, año 1991 (Presente trabajo)	CATALUÑA, año 1984 (Sardá y Demestre, 1987)
E	0	-	-	0
F	0	-	0	0
M	-	-	0	0
A	0	-	0	2,8
M	0	10,2	0,5	65,4
J	27,2	54,0	41,1	93,0
J	94,4	94,6	91,1	97,4
A	95,0	60,1	86,9	99,0
S	44,0	19,4	21,0	57,1
O	0	-	0,5	1,1
N	-	-	0	0
D	-	0	0	0

Por último, el análisis comparativo de la evolución temporal de los valores medios del IGS de las hembras en Murcia, Almería e Ibiza, con los obtenidos por Demestre (1990) en el mar Catalán, y por Carbonell y Alvarez (1995) en Mallorca, permiten reafirmar una vez más el periodo de máxima actividad de las hembras en un ciclo reproductivo.

Los resultados evidencian una tendencia muy similar y una estacionalidad muy definida entre las distintas zonas. El valor del IGS empieza a incrementarse en primavera, alcanzando el máximo en verano, manifestando posteriormente un descenso en otoño e invierno (Figura 4.7.).

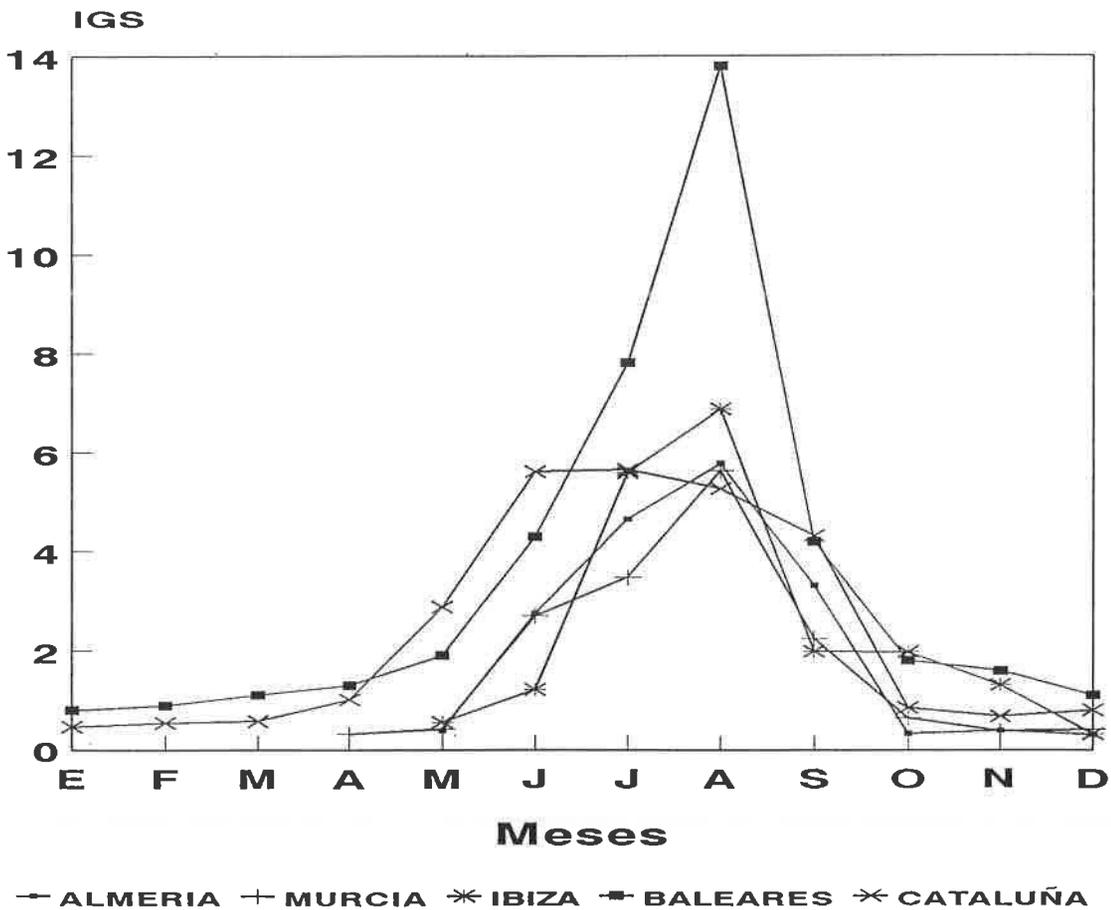


Figura 4.7. Comparación de la evolución mensual del valor medio del IGS en hembras de *Aristeus antennatus* entre diferentes zonas del Mediterráneo español. Datos propios y de diferentes autores: Murcia, Almería e Ibiza (presente trabajo), Mallorca (Carbonell y Alvarez, 1995) y Cataluña (Demestre, 1990).

Finalmente, se comparan los valores de talla de primera madurez sexual de *A. antennatus* en el Mediterráneo español (Tabla 4.21.).

En el Mar Ligur, Relini Orsi y Relini (1979) encontraron que los ejemplares de talla más pequeña maduros correspondieron a machos de Lc igual 20 mm y hembras de 31 mm. En la costa sur portuguesa, Arrobas y Ribeiro-Cascalho (1982), observan que las hembras más pequeñas con el ovario maduro tenían 21 mm de Lc. No obstante, no hay estudios en estas zonas de estimaciones de Lc₅₀, y como ninguno de estos valores mencionados corresponde a talla de primera madurez sexual, no pueden ser comparados con los de la presente memoria.

Tabla 4.21. Talla de primera madurez sexual en machos y hembras de *Aristeus antennatus* en el Mediterráneo occidental. Datos propios y de diferentes autores: 1, corresponde al año 1984; 2, comprende el período del 1985 al 1989; 3, al año 1992; 4 comprende el periodo del 1988 a 1991 y 5 al año 1992.

Zona	Machos	Hembras	Autor
Cataluña	23	27	Sardá y Demestre (1987) ¹
	20 - 21	24 - 27	Demestre (1990) ²
Mallorca	20	26	Carbonell (1994) ³
Ibiza	20	24	Presente trabajo ⁴
Murcia	20 - 22	24 - 27	Presente trabajo ⁵

No podemos olvidar que todos estos aspectos reproductivos de un organismo que se han ido discutiendo están controlados por factores bióticos intrínsecos a la propia especie, así como a factores abióticos ambientales de donde vive la especie, los cuales a su vez pueden variar con la estación del año, latitud y profundidad (Dall *et al.* 1990).

La distribución geográfica de *A. antennatus* muestra escasa diferencia latitudinal, variando entre 36° N de la costa sur de Portugal y 44° N del mar Ligur, lo que facilita la explicación de una gran homogeneidad en los datos de la biología reproductiva de *A. antennatus* analizada.

También parece observarse que en la zona de explotación de la gamba (400 m -800 m) nos encontramos con unas condiciones medioambientales prácticamente uniformes, cuya influencia sobre la reproducción de la gamba, produce que las variaciones en el inicio y final del ciclo reproductivo de esta especie entre zonas alejadas entre sí (costa atlántica de Portugal y Mediterráneo occidental) sean más tenues, que en aquellas especies que viven en áreas litorales, como son los peneidos costeros, donde las condiciones oceanográficas son más fluctuantes.

Las máximas variaciones en el ciclo reproductivo de *A. antennatus* se han encontrado entre la costa sur de Portugal y el Mediterráneo occidental, las cuales podrían ser atribuidas a diferentes características físico-químicas de las masas de agua atlántica y mediterránea. Dentro del Mediterráneo, concretamente en el Mediterráneo español, se observa la coincidencia en el inicio y fin del ciclo reproductivo y la época de puesta de la gamba, esta regularidad muestra pequeñas variaciones con respecto al mar Ligur, ya que las hembras que habitan en el Mediterráneo español (Almería, Murcia, Ibiza, Mallorca y Cataluña) maduran antes que las del mar Ligur. Esto podría ser debido posiblemente a la influencia en este mar del Agua Profunda del Mediterráneo Occidental (APMO), que se forma en invierno en este mismo mar, circulando luego hacia el sur (Hopkins, 1989).

Otras diferencias apreciables entre zonas las observamos en la evolución mensual de hembras de *Aristeus antennatus* con espermatóforo en el thelycum entre zonas. En este caso, las diferencias podrían ser atribuidas más que a factores ambientales, al patrón de explotación aplicado a cada zona. Mientras en el Mediterráneo español y costa sur de Portugal el rango de tallas explotadas de hembras comprende individuos de 15 mm de Lc (ver capítulo 5), en el mar Ligur no se encuentran individuos inferiores a 25 mm (Relini Orsi y Pestarino, 1981). Esto ocasiona un menor porcentaje de hembras con espermatóforo, ya que conviene señalar que las hembras pequeñas son las que presentan precisamente el porcentaje más bajo de espermatóforo en el thelycum.

Martínez-Baños *et al.* (1992), durante un ciclo anual en Murcia, determinaron que cuando se calculaba el porcentaje de hembras con espermatóforo en el thelycum, para hembras de Lc igual o superior a 28 mm, los valores obtenidos eran más altos, que cuando se estimaba para todo el rango de tallas (17 mm - 70 mm). Por ejemplo, los valores obtenidos en Murcia durante 1988 para septiembre fueron del 100% para hembras con Lc superiores a 28 mm y del 80,4% si se consideraban todas. En noviembre, los valores fueron de 15,6 % y 4,8 % respectivamente. De esta forma, se pone de manifiesto que las diferencias en los valores de hembras fecundadas entre el mar Ligur y Murcia (Figura 4.6.) se reducen de forma importante, y que las variaciones en el porcentaje de hembras con espermatóforo entre zonas, puede ser atribuida a la composición de la estructura demográfica de la gamba en cada zona de explotación.

La figura 4.8 resume en un mapa inédito toda la información obtenida sobre la biología reproductiva de la gamba en el Mediterráneo y Atlántico portugués.

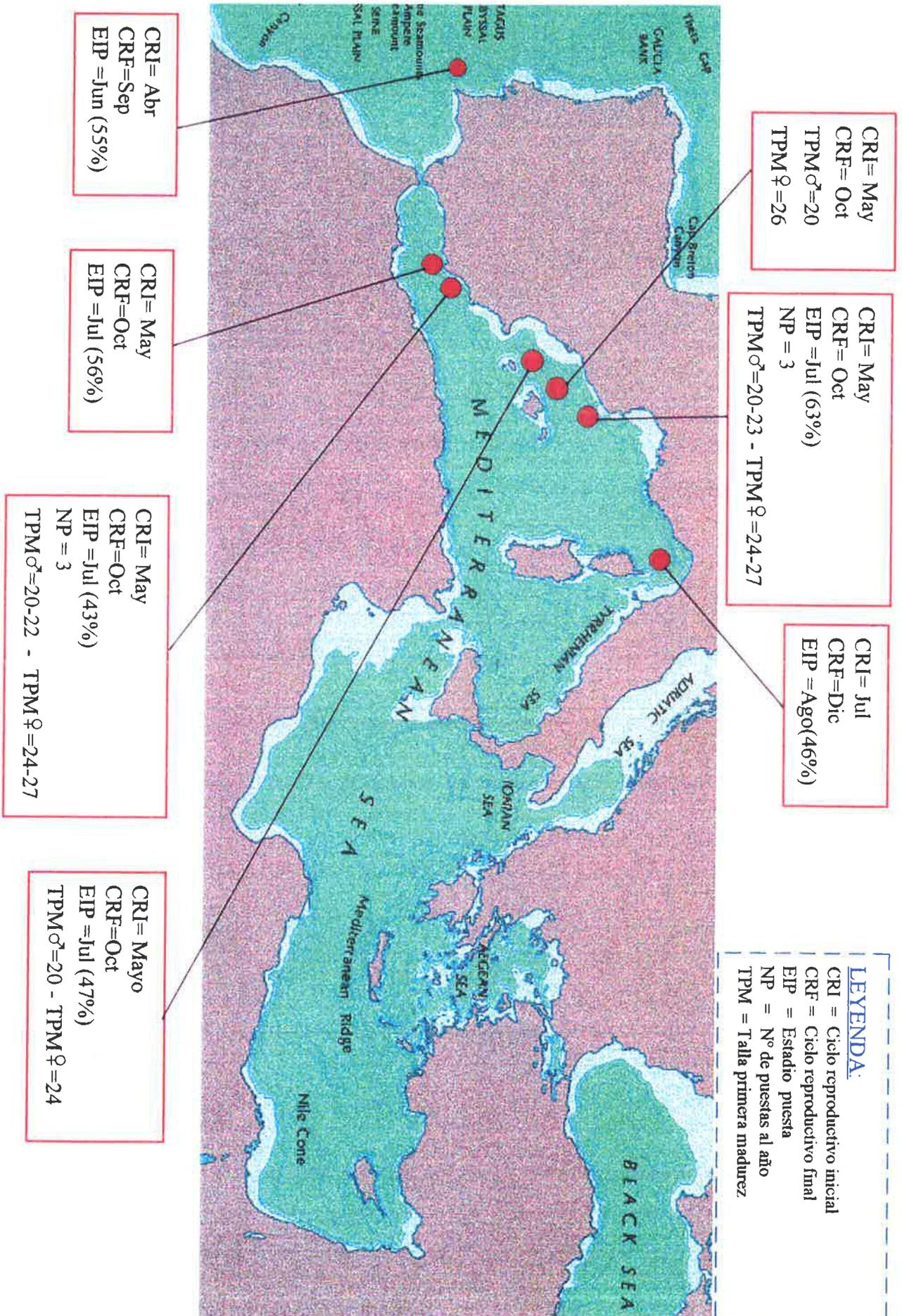


Figura 4.8. Biología reproductiva de *Aristeus antennatus* en el Mediterráneo y Atlántico portugués.

5. ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN

5. ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN.

5.1. Introducción.

La mayor parte de la información que se tiene sobre la demografía de *A. antennatus*, procede de datos obtenidos en pescas comerciales, realizadas entre 300 y 800 m de profundidad, en el Mediterráneo occidental. Entre ellos están los del mar Lígur (Relini y Orsi Relini, 1987); de la costa de Calabria, (Vacchi *et al.* 1992) ; del mar Catalán, (Sardá y Demestre ,1987; Demestre y Lleonart, 1993; Demestre y Martín, 1993); de Mallorca (Carbonell, 1994); y de Argelia (Yahiaoui *et al.* 1985). En la costa Atlántica del sur de Portugal, están los estudios de Arrobas y Ribeiro-Cascalho (1987) y Ribeiro-Cascalho (1988)

Muchos más escasos son los trabajos que estudian la parte de la población de gamba no explotada. La información que se posee procede del mar Catalán, obtenida por Sardá y Cartes (1993), Cartes *et al.* (1993) y Sardá *et al.* (1994), a través de pescas realizadas con artes experimentales entre 1.000 m y 2.261 m de profundidad.

El objetivo final del presente capítulo es adquirir conocimientos de la población explotada de gamba, en tres áreas del Mediterráneo español, Murcia, Almería e Ibiza, áreas que son nuevas respecto a los trabajos realizados hasta el momento en el Mediterráneo. De este modo, se alcanzará la finalidad de ampliar la zona de estudio de esta especie, y conocer de forma exhaustiva su estructura demográfica en todo el Mediterráneo español.

El estudio de la estructura de la población explotada de *A. antennatus*, se ha desarrollado mediante el análisis de las frecuencias de tallas de las zonas de Murcia, Almería e Ibiza, cubriéndose los siguientes objetivos parciales: 1) Comparar las distribuciones de tallas entre zonas, 2) Analizar la similaridad que existe entre ellas y 3) De forma paralela, en cada zona estimar la proporción sexual. Estos objetivos parciales nos permiten no solo conocer la composición de tallas de las capturas comerciales en estas zona, sino que además, nos permiten saber si la explotación se realiza sobre la misma fracción del recurso o si en cada zona existe, o no, un predominio de adultos, juveniles, machos o hembras. Lo cual es de gran importancia para una adecuada gestión del recurso.

Todo ello se ha efectuado tanto con las frecuencias de tallas anuales de cada zona, como con las mensuales de cada zona, para seguir mejor la evolución temporal de la demografía de la población. Posteriormente estos resultados se han complementado con un estudio comparativo con otras zonas estudiadas del resto del Mediterráneo español, Cataluña y Baleares, siguiendo el mismo esquema que se ha ido desarrollando en los otros capítulos.

La estructura poblacional estudiada a partir de las frecuencias de tallas, junto con las características biológicas propias de la especie (reproducción cap.4, crecimiento cap. 6, y mortalidad cap. 7), nos permitan tener una información básica y ser el punto de partida para poder analizar la situación actual de la pesquería de esta especie.

5.2. Material y métodos.

El material utilizado procede de muestreos efectuados en embarcaciones de arrastre de fondo de los puertos de la zona de Murcia (Cartagena, Mazarrón, Aguilas), zona de Almería (puerto de Garrucha) y zona de Ibiza (puerto de Santa Pola). Las muestras se han tomado directamente del barco o en lonja, con una frecuencia quincenal o mensual en los puertos de Murcia (período 1987 -1992), y mensual en Garrucha (1991-1992) y Santa Pola (1991-1992). Cada muestra constó de tres kg. de gamba, correspondiendo un kg a cada categoría de talla. Las categorías son: pequeña, individuos con una longitud de cefalotórax (Lc) inferior a 32 mm; mediana, individuos de Lc entre 32 y 45 mm y grande, ejemplares con Lc superior a 45 mm. El muestreo realizado se diseñó con el fin de que la información obtenida de las frecuencias de tallas fuera lo más representativa posible de la población explotada. Para ello se elegía al azar una muestra de cada una de las categorías en que se divide la captura total del día de la barca. Esto tiene como finalidad no subestimar ninguna fracción de la población.

Se realizaron un total de 108 muestreos en la zona Murcia, 15 en la zona de Almería y 16 en Ibiza. El número de individuos examinados por sexo y zona se visualiza en la tabla 5.1. En cada muestreo se registraron los siguientes datos: fecha, caladero, profundidad de captura, número de individuos por sexo y captura total de gamba (Anexo I). En todos los muestreos, se tomaron siempre individualmente y por sexo los siguientes datos:

* Longitud del cefalotórax (Lc).- Desde la parte posterior de la órbita ocular al borde posterior del caparazón. Medida con un calibre de pie de rey con precisión de 0,1 mm.

* Peso total del individuo.- Una vez los ejemplares habían sido secados mediante papel de filtro, fueron pesados en una balanza electrónica de precisión 0,01 g.

Año	Murcia		Almería		Ibiza	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras
1987	740	3.237	-	-	-	-
1988	1.151	2.985	-	-	-	-
1989	297	1.127	-	-	-	-
1990	267	1.914	-	-	-	-
1991	965	3.555	271	615	351	787
1992	798	3.003	755	1.305	637	1.910
TOTAL	4.218	15.821	1.026	1.920	988	2.697

Se han trabajado los datos de forma independiente para machos y hembras, debido a que la tasa de crecimiento y el ciclo biológico es desigual en ambos sexos. Esta metodología es la más utilizada en crustáceos decápodos (García y Le Reste, 1986; Caddy, 1986; Frogliá y Gramitto, 1987; Sardá y Demestre, 1987; Caddy y Cobb, 1988; Ragonese y Bianchini, 1992).

Para obtener y conocer la distribución de tallas de la captura, se siguió la metodología propuesta por Gullan (1966, 1971), realizando los siguientes pasos:

1. Determinar la frecuencia de tallas de cada categoría comercial muestreada.
2. Determinar el factor de ponderación, F_p , para cada muestra obtenida.

$$F_p(p) = P_t(p) / P_m(p) ; F_p(m) = P_t(m) / P_m(m) ; F_p(g) = P_t(g) / P_m(g)$$

Donde:

$P_t(p)$, $P_t(m)$ y $P_t(g)$ son, respectivamente, el peso de la captura total de cada categoría (pequeña, mediana y grande) desembarcada en lonja por todos los barcos el día de muestreo.

$P_m(p)$, $P_m(m)$ y $P_m(g)$ son, respectivamente, el peso muestreado de cada categoría, pequeña, mediana y grande.

3. Calcular la distribución final de tallas ponderadas por cada categoría comercial.
4. Obtener una única frecuencia de talla del día del muestreo. Para ello se sumaban las tres distribuciones de tallas ponderadas a la captura total de cada categoría comercial.
5. Obtener una única distribución anual a partir del consolidado de las frecuencias de tallas mensuales ponderadas a la captura total.

Para el estudio de la similaridad de las frecuencias de tallas, se trabajó a partir de las frecuencias anuales ponderadas, de forma independiente para cada sexo. Se aplicó el porcentaje de similaridad (PS) (Goodall, 1978) y el test de Kolmogorov-Smirnov (K-S test) (Press *et al.* 1988).

El porcentaje de similaridad (PS):

$$PS = 2 \sum [\min (x,y)] / \sum (x+y) = 1 - \sum |x-y| / \sum (x+y)$$

donde x e y representan las distribuciones de frecuencias de tallas anuales que son comparadas. El PS nos indica el área común que tienen ambas distribuciones. El valor 0 se alcanza cuando no hay ningún punto en común, y 1 cuando ambas distribuciones son iguales.

El test de Kolmogorov-Smirnov, nos permite comprobar estadísticamente la similaridad entre distribuciones de tallas. Se asume como nivel de significación válido para el estadístico D del test de Kolmogorov-Sminor, $p < 0,05$.

5.3. Resultados.

5.3.1. Estructura de tallas de la población explotada.

Las distribuciones de las frecuencias de tallas anuales de *A. antennatus*, para machos y hembras se exponen respectivamente en las figuras 5.1. y 5.2. Y las distribuciones mensuales en el anexo IV.

Se dice que los individuos han sido reclutados a la pesquería, cuando pasan de la fase no explotada a la fase explotada, ello se debe a que los individuos han alcanzado un tamaño suficiente para ser capturados por el arte de pesca empleado en la zona, o que han cambiado de área de distribución. Así pues, el reclutamiento ha sido determinado mediante el seguimiento mensual de los ejemplares capturados de talla más pequeña. Para ello se seleccionó la zona de Murcia, por tener datos de dos ciclos anuales completos 1988 y 1991, y la de Almería e Ibiza de 1992 (Anexo IV). Dentro de este grupo de reclutas, los machos más pequeños, $L_c = 14$ y 15 mm, se encontraron en marzo, abril y mayo en 1988 y en febrero - marzo en 1991. Las hembras de $13-14$ mm L_c se observaron en abril (1988) y en febrero- marzo (1991). No obstante, individuos de $L_c = 13$ mm, también se capturaron en noviembre de 1992 (Anexo IV).

Machos

Se ha observado que el rango de tallas capturadas para machos en Murcia fue de 14-38 mm de Lc, en Almería de 17-38 mm de Lc y en Ibiza de 16-32 mm de Lc. Las clases más abundantes se situaron para las tres zonas, entre 20 y 30 mm.

En Murcia, los picos modales anuales de las tallas durante el período 1987-1992, se situaron entre los 19 mm y 24 mm, la talla media se ha mantenido estable entre 23 y 24 mm. En Almería, se observa un desplazamiento de las clases más abundantes hacia la derecha, alcanzándose los porcentajes más altos entre las tallas de 27 y 30 mm, la talla media en 1992 es de 26 mm. En Ibiza, la distribución muestra un rango más estrecho que las anteriores zonas, los porcentajes más altos se encuentra entre los 20 y 24 mm, las tallas medias son de 23 mm en 1991, y 22 mm en 1992 (Figura 5.1.).

Los machos de mayor tamaño, 38 mm de Lc, se encontraron en número escasísimo, observándose únicamente en agosto de 1992 en Murcia y en septiembre en Almería (Anexo IV).

Hembras

La estructura demográfica de las hembras, muestra un intervalo de tallas explotadas más amplio que el de los machos. En Murcia osciló entre 13-65 mm de Lc, en Almería entre 16-62 mm, y en Ibiza entre 16-56 mm. Las clases más frecuentemente capturadas en las tres zonas, se encontraron entre 18-52 mm de Lc (Figura 5.2.).

En Murcia, los picos modales anuales de las hembras, oscilaron entre 25 y 30 mm. La talla media estuvo comprendida entre 28 y 31 mm. Por otra parte, fue la zona donde se encontraron las hembras de menor talla (13 mm de Lc). Se observaron en febrero de 1991 y en noviembre de 1992. Los ejemplares de mayor tamaño, 65 mm de Lc, aparecieron en los meses marzo y julio. En Almería, los porcentajes más altos correspondieron a las tallas de 26 y 27 mm de Lc, la talla media es 33 mm en 1992. Y en Ibiza, los rangos de las clases más abundantes se situaron entre 23 mm y 32 mm, las tallas medias de las hembras fueron de 31 mm de Lc en 1991 y 30 mm en 1992.

Un hecho común a las tres zonas es que las hembras de tallas mayores, superior a 50 mm de Lc, siempre se observaron entre los meses de marzo y octubre, concretamente en junio, julio, agosto y septiembre (Anexo IV).

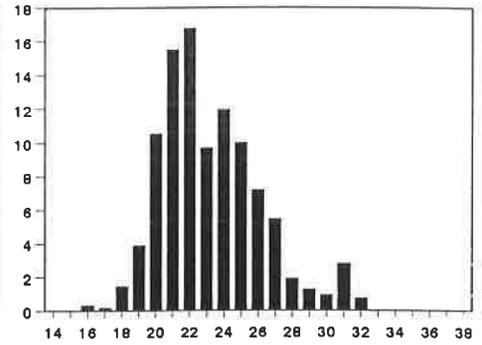
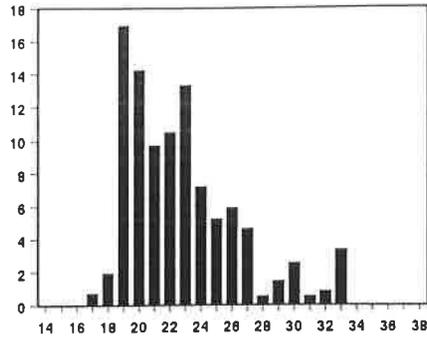
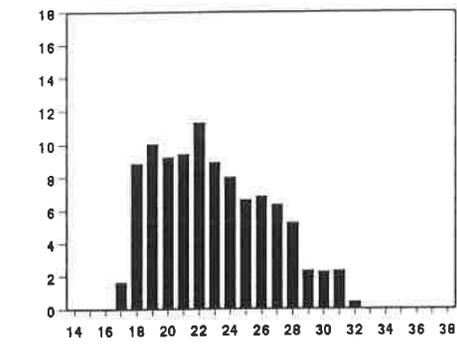
MURCIA

IBIZA

1987

1990

1991



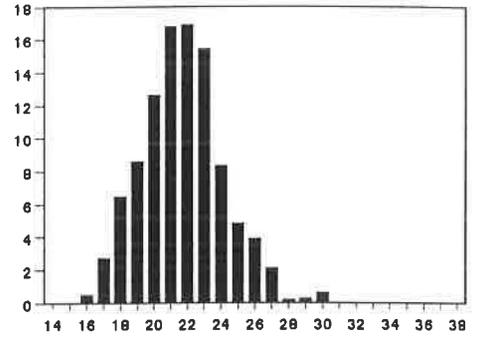
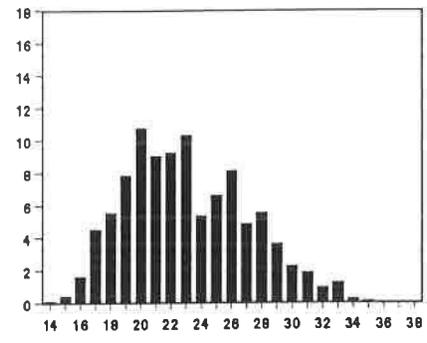
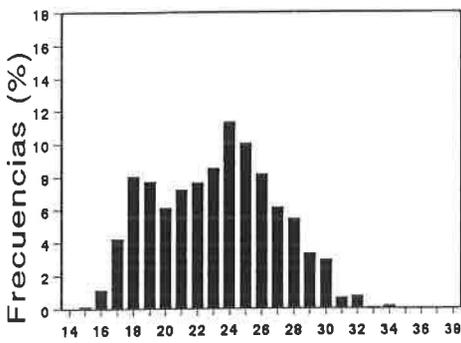
MURCIA

IBIZA

1988

1991

1992



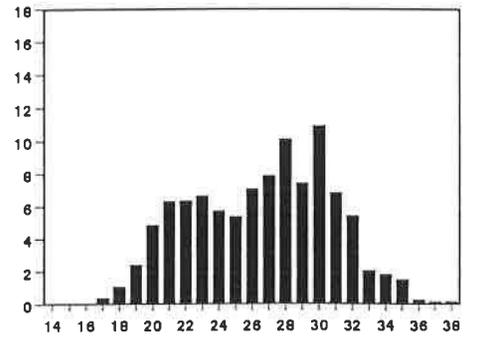
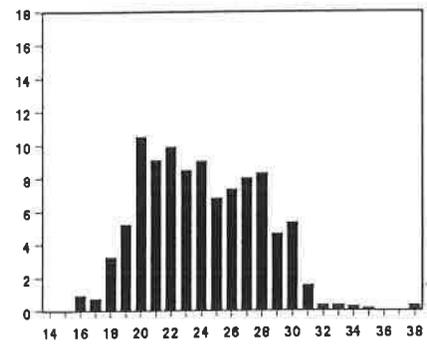
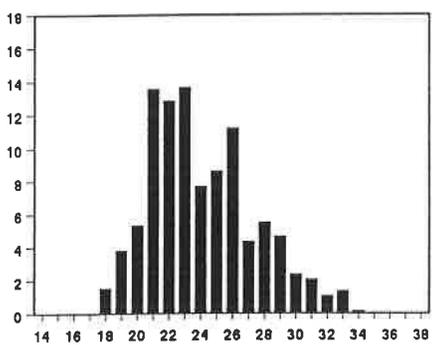
MURCIA

ALMERIA

1989

1992

1992



Longitud cefalotórax (Lc,mm)

Figura 5.1. Frecuencias de tallas anuales ponderadas de machos de *A. antennatus*, en las zonas de Murcia (período 1987-1992), Almería (1992) e Ibiza (años 1991 y 1992).

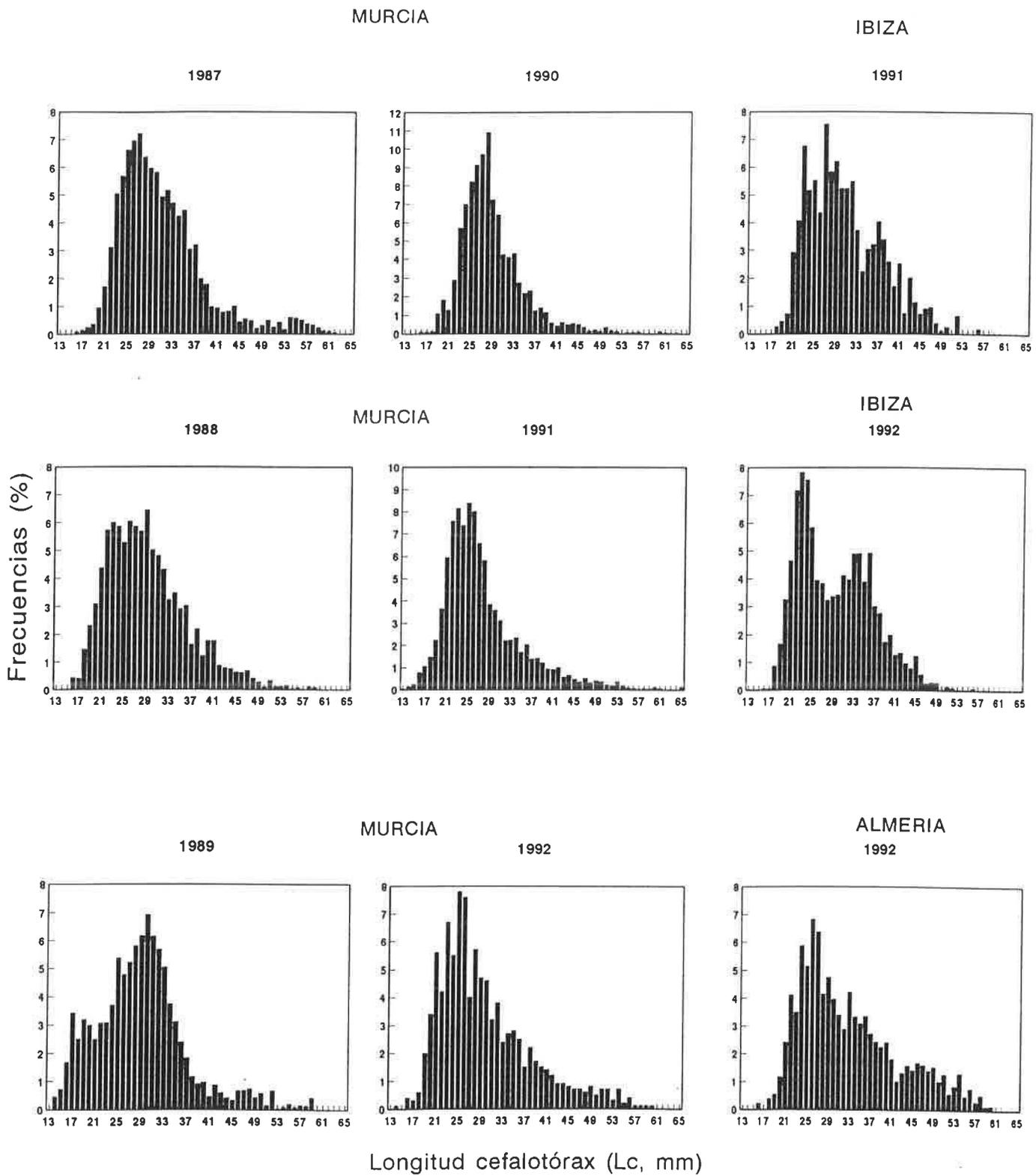


Figura 5.2. Frecuencias de tallas anuales ponderadas de hembras de *A. antennatus*, en las zonas de Murcia (periodo 1987-1992), Almería (1992) e Ibiza (años 1991 y 1992).

5.3.2. Análisis comparativo de las distribuciones de tallas.

Machos

Las distribuciones de tallas anuales de los machos de *A. antennatus* en la zona de Murcia, para el periodo 1987- 1992, han sido analizadas a través del porcentaje de similaridad (PS) y test de Kolmogorov-Sminorv. Los valores del PS oscilaron entre 0,697 y 0,869 con una significación de $p < 0,05$ el análisis de los valores del estadístico D, ponen de manifiesto que las distribuciones anuales de tallas no muestran diferencias significativas entre si en dicho periodo de estudio (Tabla 5.2.).

Cuando se han comparado entre si las distribuciones de tallas anuales de machos de Murcia (M, 1992), Almería (A, 1992) e Ibiza (I, 1992), el valor de PS más bajo se observa entre Almería e Ibiza (0,489) y el más alto entre Murcia y Almería (0,744). Para el nivel de significación $p < 0,05$, solamente las distribuciones de tallas de Almería del año 1992 (A92) e Ibiza del año 1992 (I92) son significativamente diferentes ($p = 0,002$) (Tabla 5.3.).

También, se han comparado las distribuciones de tallas anuales de machos entre Murcia y Cataluña, para los años 1988 a 1991. Los valores de PS, han oscilado entre 0,541 y 0,856. Por otro lado las distribuciones anuales de tallas no muestran diferencias significativas entre sí para $p < 0,05$, excepto la correspondiente a M90 y C89, las cuales si son significativamente diferentes ($p = 0,019$) (Tabla 5.4.).

Hembras

En el caso de las hembras, la comparación entre las distribuciones de tallas anuales de *A. antennatus* en la zona de Murcia, para el periodo 1987- 1992, analizadas a través del PS y test de Kolmogorov-Sminorv, muestran valores de similaridad más altos que en los machos.

Los valores del PS oscilaron entre 0,751 y 0,888. Las distribuciones anuales de tallas no muestran diferencias significativas, es decir, presentan una probabilidad muy alta del estadístico D, de ser iguales (Tabla 5.5.).

Cuando se han comparado entre si las distribuciones de tallas anuales de hembras de Murcia (M, 1992), Almería (A, 1992) e Ibiza (I, 1992), el valor más bajo de PS se observa entre Almería e Ibiza (0,796) y el más alto entre Murcia y Almería (0,842). Para el nivel de significación de $p < 0,05$, las distribuciones anuales de tallas no muestran diferencias significativas entre si (Tabla 5.6.).

Finalmente, comparamos las distribuciones de tallas anuales de hembras entre Murcia y Cataluña, para los años 1988 a 1991. Los valores de PS, han oscilado entre 0,531 y 0,891. Las distribuciones anuales de tallas en dicho periodo de estudio muestran diferencias significativas entre C89 y M88, M89, M90 y M91 para $p < 0,05$ (Tabla 5.7.).

Tabla 5.2. *Aristeus antennatus* (machos). A) Porcentaje de similaridad (PS) y B) Valores del estadístico D del test Kolmogorov-Sminorv, para las distribuciones anuales de frecuencias de tallas del periodo 1987 a 1992, en la zona de Murcia.

A) PS

1987	-					
1988	0,822	-				
1989	0,754	0,825	-			
1990	0,782	0,697	0,713	-		
1991	0,869	0,861	0,788	0,766	-	
1992	0,858	0,829	0,800	0,745	0,850	-
	1987	1988	1989	1990	1991	1992

B) Valor estimado del estadístico D

1987	-					
1988	0,127	-				
1989	0,224	0,112	-			
1990	0,086	0,189	0,259	-		
1991	0,050	0,100	0,204	0,103	-	
1992	0,121	0,092	0,114	0,189	0,095	-
	1987	1988	1989	1990	1991	1992

Nivel de significación para el estadístico estimado D ($p < 0,05$)

1987	-					
1988	0,987	-				
1989	0,557	0,997	-			
1990	1,000	0,758	0,368	-		
1991	1,000	0,999	0,671	0,999	-	
1992	0,993	0,999	0,996	0,761	0,999	-
	1987	1988	1989	1990	1991	1992

Tabla 5.3. *Aristeus antennatus* (machos). A) Porcentaje de similaridad (PS) y B) Valores del estadístico D del test Kolmogorov-Sminorv, para las distribuciones anuales de frecuencias de tallas de Murcia (M), Almeria (A) e Ibiza (I) del año 1992.

A) PS

M92	-		
A92	0,744	-	
I92	0,711	0,489	-
	M92	A92	I92

B) Valor estimado del estadístico D

M92	-		
A92	0,253	-	
I92	0,262	0,511	-
	M92	A92	I92

Nivel de significación para el estadístico estimado D ($p < 0,05$)

M92	-		
A92	0,397	-	
I92	0,357	0,002	-
	M92	A92	I92

Tabla 5.4. *Aristeus antennatus* (machos). A) Porcentaje de similitud (PS) y B) Valores del estadístico D del test Kolmogorov-Sminorv, de las distribuciones anuales de frecuencias de tallas de Murcia (M) y de Cataluña (C), período 1988 a 1991.

A) PS

M88	-								
M89	0,825	-							
M90	0,697	0,713	-						
M91	0,861	0,788	0,766	-					
C88	0,850	0,856	0,685	0,790	-				
C89	0,730	0,748	0,541	0,664	0,810	-			
C90	0,664	0,727	0,572	0,583	0,655	0,528	-		
C91	0,812	0,810	0,766	0,843	0,778	0,611	0,691	-	
	M88	M89	M90	M91	C88	C89	C90	C91	

B) Valor estimado del estadístico D

M88	-								
M89	0,112	-							
M90	0,189	0,259	-						
M91	0,100	0,204	0,104	-					
C88	0,094	0,048	0,246	0,170	-				
C89	0,270	0,225	0,421	0,325	0,182	-			
C90	0,162	0,219	0,273	0,219	0,250	0,432	-		
C91	0,146	0,173	0,101	0,103	0,202	0,380	0,197	-	
	M88	M89	M90	M91	C88	C89	C90	C91	

Nivel de significación para el estadístico estimado D ($p < 0,05$)

M88	-								
M89	0,997	-							
M90	0,758	0,368	-						
M91	0,999	0,671	0,999	-					
C88	0,999	1,000	0,407	0,846	-				
C89	0,298	0,523	0,019	0,127	0,777	-			
C90	0,884	0,526	0,283	0,555	0,386	0,015	-		
C91	0,944	0,830	0,999	0,999	0,659	0,046	0,689	-	
	M88	M89	M90	M91	C88	C89	C90	C91	

Tabla 5.5. *Aristeus antennatus* (hembras). A) Porcentaje de similaridad (PS) y B) Valores del estadístico D del test Kolmogorov-Sminorv, para las distribuciones anuales de frecuencias de tallas del período 1987 a 1992, en la zona de Murcia.

A) PS

1987	-					
1988	0,888	-				
1989	0,809	0,869	-			
1990	0,866	0,872	0,788	-		
1991	0,786	0,825	0,751	0,757	-	
1992	0,848	0,861	0,789	0,781	0,874	-
	1987	1988	1989	1990	1991	1992

B) Valor estimado del estadístico D

1987	-					
1988	0,095	-				
1989	0,120	0,058	-			
1990	0,119	0,086	0,122	-		
1991	0,207	0,143	0,186	0,211	-	
1992	0,109	0,085	0,069	0,120	0,120	-
	1987	1988	1989	1990	1991	1992

Nivel de significación para el estadístico estimado D ($p < 0,05$)

1987	-					
1988	0,999	-				
1989	0,991	1,000	-			
1990	0,992	1,000	0,989	-		
1991	0,633	0,951	0,756	0,604	-	
1992	0,997	1,000	1,000	0,991	0,991	-
	1987	1988	1989	1990	1991	1992

Tabla 5.6. *Aristeus antennatus* (hembras). A) Porcentaje de similitud (PS) y B) Valores del estadístico D del test Kolmogorov-Smirnov, para las distribuciones anuales de frecuencias de tallas de Murcia (M), Almería (A) e Ibiza (I) del año 1992.

A) PS

M92	-		
A92	0,842	-	
I92	0,836	0,796	-
	M92	A92	I92

B) Valor estimado del estadístico D

M92	-		
A92	0,146	-	
I92	0,096	0,120	-
	M92	A92	I92

Nivel de significación para el estadístico estimado D ($p < 0,05$)

M92	-		
A92	0,935	-	
I92	0,999	0,990	-
	M92	A92	I92

Tabla 5.7. *Aristeus antennatus* (hembras). A) Porcentaje de similaridad (PS) y B) Valores del estadístico D del test Kolmogorov-Sminorv, de las distribuciones anuales de frecuencias de tallas de Murcia (M) y de Cataluña (C), periodo 1988 a 1991.

A) PS

M88	-							
M89	0,869	-						
M90	0,872	0,788	-					
M91	0,825	0,751	0,757	-				
C88	0,734	0,754	0,718	0,618	-			
C89	0,600	0,623	0,589	0,531	0,821	-		
C90	0,767	0,690	0,773	0,752	0,721	0,635	-	
C91	0,891	0,840	0,864	0,723	0,791	0,660	0,726	-
	M88	M89	M90	M91	C88	C89	C90	C91

B) Valor estimado del estadístico D

M88	-							
M89	0,058	-						
M90	0,086	0,122	-					
M91	0,143	0,186	0,211	-				
C88	0,264	0,236	0,280	0,372	-			
C89	0,400	0,372	0,410	0,466	0,151	-		
C90	0,177	0,154	0,170	0,201	0,227	0,331	-	
C91	0,101	0,124	0,116	0,253	0,197	0,333	0,155	-
	M88	M89	M90	M91	C88	C89	C90	C91

Nivel de significación para el estadístico estimado D ($p < 0,05$)

M88	-							
M89	1,000	-						
M90	1,000	0,989	-					
M91	0,951	0,756	0,604	-				
C88	0,301	0,436	0,237	0,046	-			
C89	0,026	0,047	0,021	0,005	0,918	-		
C90	0,791	0,906	0,830	0,643	0,488	0,103	-	
C91	0,999	0,984	0,993	0,352	0,671	0,099	0,899	-
	M88	M89	M90	M91	C88	C89	C90	C91

5.3.3. Proporción de sexos.

Los resultados de la proporción sexual de machos y hembras en las capturas comerciales de gamba en Murcia analizadas mensualmente, nos indican que la población explotada está constituida mayoritariamente por hembras. Los valores más altos del porcentaje de hembras respecto al total de individuos ($\% H/T*100$), se encontraron para 1988 en septiembre y octubre, y para 1991 y 1992 en julio y agosto. En estos años y para estos meses se alcanzaron valores superiores al 78 % (Tabla 5.8., 5.9 y 5.10).

En Almería, los valores del % H superaron al de machos en todos los meses, excepto en marzo, determinándose los más altos en junio (76 %) y agosto (75 %) (Tabla 5.11.). En Ibiza, la proporción sexual de la población explotada evidencia fuertes oscilaciones intermensuales a lo largo del año, obteniéndose los valores más altos del % H respecto al total de individuos en los meses de junio (94,5 %) y julio (97,8 %), mientras en febrero y mayo los machos superan a las hembras en las capturas comerciales (Tabla 5.12.).

En las tablas 5.11. y 5.12, aparecen indicados con asteriscos los valores del % H respecto al total de individuos, correspondientes al mes de marzo en la zona de Almería, y febrero y mayo en la zona de Ibiza, valores que se alejan mucho de los habitualmente encontrados.

Tabla 5.8. Proporción de sexos de *Aristeus antennatus* en la zona de Murcia, año 1988.

Mes	Nº individuos ponderados			Porcentaje de hembras respecto al total de individuos $\% H/T*100$
	Machos (M)	Hembras (H)	Total (T)	
E	8.737	26.713	35.450	75,4
F	12.812	35.891	48.703	73,7
M	24.234	31.528	55.762	56,5
A	21.343	38.091	59.434	64,1
M	34.738	65.363	100.101	65,3
J	15.037	31.238	46.275	67,5
J	2.054	4.872	6.926	70,3
A	2.394	4.122	6.516	63,3
S	372	1.644	2.016	81,5
O	2.874	12.979	15.853	81,9
N	629	1.675	2.304	72,7
D	1.850	7.970	9.820	81,2

Tabla 5.9. Proporción de sexos de *Aristeus antennatus* en la zona de Murcia, año 1991.

Mes	Nº individuos ponderados			Porcentaje de hembras respecto al total de individuos % H/T*100
	Machos (M)	Hembras (H)	Total (T)	
F	24.267	52.729	76.996	68,5
M	18.502	55.591	74.093	75,0
A	13.977	50.199	64.176	78,2
M	11.975	39.153	51.128	76,6
J	9.689	32.688	42.377	77,1
J	3.474	59.124	62.598	94,5
A	13.271	79.466	92.737	85,5
S	17.231	75.620	92.851	81,4
O	22.716	41.569	64.285	64,7
N	23.890	24.409	48.299	50,5
D	22.032	34.681	56.713	61,2

Tabla 5.10. Proporción de sexos de *Aristeus antennatus* en la zona de Murcia, año 1992.

Mes	Nº individuos ponderados			Porcentaje de hembras respecto al total de individuos % H/T*100
	Machos (M)	Hembras (H)	Total (T)	
A	47.638	39.521	87.159	45,3
M	12.405	21.535	33.940	63,5
J	10.353	23.565	33.918	69,5
J	8.072	38.472	46.544	82,7
A	10.591	38.054	48.645	78,2
S	16.201	29.728	45.929	64,7
O	9.128	10.717	19.845	54,0
N	10.440	40.216	50.656	79,4

Mes	Nº individuos ponderados			Porcentaje de hembras respecto al total de individuos % H/T*100
	Machos (M)	Hembras (H)	Total (T)	
F	36.262	55.332	91.594	60,4
M	42.371	10.874	53.245	20,4*
A	35.837	40.527	76.364	53,1
M	28.579	33.634	62.213	54,1
J	11.340	37.486	48.826	76,8
J	15.328	43.423	58.751	73,9
A	12.211	38.511	50.722	75,9
S	14.480	37.452	51.932	72,1
O	32.727	52.761	85.488	61,7
N	32.085	41.502	73.587	56,4

Mes	Nº individuos ponderados			Porcentaje de hembras respecto al total de individuos % H/T*100
	Machos (M)	Hembras (H)	Total (T)	
F	10.595	5.647	16.242	34,8*
M	3.667	4.338	8.005	54,2
A	4.177	6.310	10.487	60,2
M	7.644	7.215	14.859	48,6*
J	313	5.353	5.666	94,5
J	214	9.328	9.542	97,8
A	990	9.552	10.542	90,6
S	11.142	15.869	27.011	58,8
O	958	3.482	4.440	78,4
N	2.675	5.261	7.936	66,3
D	433	1.498	1.931	77,6

La proporción sexual de la población explotada de *A. antennatus* evidencia fluctuaciones intermensuales marcadas a lo largo del año. Los valores anuales de la proporción sexual de la gamba en las capturas comerciales se han utilizado para comparar estos valores con los obtenidos en otros estudios del Mediterráneo y Atlántico, y así poder tener una información global.

En Murcia y para el período 1987- 1992, la proporción de hembras osciló entre el 65,95% y el 85,30 % .

En Almería, en 1992 , el porcentaje de hembras de fue del 64,10%.

En Ibiza, los valores de los porcentajes de machos y hembras son prácticamente iguales a los de Murcia y Almería. Para los años 1991 y 1992, la proporción de hembras entre el 63,31% y 72,6 % (Tabla 5.13.).

Tabla 5.13. Proporción de sexos de <i>Aristeus antennatus</i> en la zona de Murcia, período (1987-1992), Almería (1992) e Ibiza (1991-1992).				
Murcia				
Año	Nº individuos ponderados			Porcentaje de hembras respecto al total de individuos % H/T*100
	Machos (M)	Hembras (H)	Total (T)	
1987	96.577	474.846	571.423	83,10
1988	127.074	262.086	389.160	67,35
1989	22.532	89.099	111.631	79,82
1990	50.723	294.263	344.986	85,30
1991	181.024	545.229	726.253	75,07
1992	124.828	241.808	366.636	65,95
Almería				
1992	182.587	325.296	507.883	64,10
Ibiza				
1991	15.101	40.154	55.255	72,60
1992	42.808	73.853	116.661	63,31

5.4. Discusión.

Los datos obtenidos en el presente capítulo sobre la estructura demográfica de la población explotada de *A. antennatus*, serán discutidos conjuntamente con los procedentes de pescas experimentales de zonas no explotadas. Todo ello para el Mediterráneo y el Atlántico.

Las frecuencias de tallas anuales de las capturas comerciales de *A. antennatus* en las zonas de Murcia (periodo 1987-1992), Almería (1992) e Ibiza (1991 y 1992), ponen de manifiesto tres aspectos importantes para la población: un intervalo de tallas explotadas más estrecho en machos (14-38 mm) que en hembras (13-65mm), una estabilidad en el rango de tallas para cada sexo y unos valores de tallas medias para ambos sexos y las tres zonas de estudio, por encima la talla de primera madurez sexual (machos 21 mm y hembras 26 mm). Esto nos indica que no existe segregación por tallas en las zonas de explotación y que la pesquería no produce una sobreexplotación de individuos juveniles. Estos resultados se pueden extrapolar al Mediterráneo español, así como a todo el Mediterráneo (Relini y Orsi Relini, 1987; Vacchi *et al.* 1992; Matarrese *et al.* 1992; Yahiaoui, 1994; Demestre *et al.* 1992; 1993; Carbonell, 1994) y costa Atlántica del sur de Portugal (Arrobas y Ribeiro-Cascalho, 1987 ; Ribeiro-Cascalho 1988).

Hasta el momento actual, los rangos de L_c para machos y hembras capturados por artes comerciales en el Mediterráneo quedan comprendidos respectivamente entre 13 - 48 mm y 13 -70 mm. En la costa Atlántica, entre 15 - 46 mm para machos y entre 15 - 72 mm para hembras (Tabla 5.14.). Lo que permite pensar en un mismo patrón demográfico de la especie, es decir, semejante distribución de los individuos del stock por tallas y sexos, así como una estrategia de pesca similar en todas las zonas de explotación.

Zona	Machos	Hembras	Autores
Mar Ligur	20- 40	23-70	Relini Orsi y Relini (1979)
Cataluña	17-38	15-66	Demestre y Martín (1993)
Mallorca	15-38	15-61	Carbonell (1994)
Ibiza	16-32	16-56	Presente trabajo
Valencia	19-42	17-63	Lleonart <i>et al.</i> (1990)
Murcia	14-38	13-65	Presente trabajo
Almería	17-38	16-62	Presente trabajo
Argelia	13-48	13-63	Yahiaoui (1994)
Costa sur de Portugal	15-40	15-68	Arrobas y Ribeiro (1987)
	18-46	20-72	Rui (1990)

Los individuos de *A. antennatus* de 13 a 18 mm de Lc corresponden a los reclutas de la población. El reclutamiento de *A. antennatus* en las zonas de pesca del Mediterráneo y Atlántico (costa sur portuguesa) es amplio en el tiempo, debido a una época de puesta que ocupa cuatro meses (junio, julio, agosto y septiembre), con la realización de dos o tres puestas durante un mismo ciclo anual (ver cap. 4). Este reclutamiento tan extenso en el tiempo, puede ser considerado como una estrategia de supervivencia de la especie, ya que le permite disminuir su vulnerabilidad a la pesca, al no concentrarse en un determinado mes. Además, este reclutamiento tan laxo en el tiempo tendría un efecto importante en la población explotada, ya que le suministraría gradualmente un input de biomasa, estabilizando la población que se ve mermada como consecuencia de las extracciones ejercidas por la pesca.

Pasando a la parte no explotada de la población, la información obtenida mediante la realización de pescas experimentales, entre 800 y 2.000 m, indican que la talla media de *A. antennatus* disminuye con la profundidad en ambos sexos (Sardá y Cartes, 1993). La disminución de talla en la población de *A. antennatus* con el incremento de profundidad, puede ser debido a un incremento de individuos juveniles, como consecuencia de que estas zonas más profundas sean áreas de concentración de juveniles. Esto viene confirmado por los resultados obtenidos en pescas experimentales a estas profundidades, en las cuales existe una mayor abundancia de individuos de Lc <15 mm que en la zona de explotación (Cartes y Sardá, 1993, Sardá 1994). Estos individuos juveniles aparecen principalmente en invierno en la zona inferior del talud continental (Sardá y Cartes, 1996).

Comparando estos resultados con los obtenidos para otras especies del talud continental, como es *Polycheles typhlops*, especie abundante en los fondos de gamba, también se evidencia que las tallas muestran una tendencia a decrecer con el incremento en profundidad (Cartes y Abelló, 1990). Igualmente, en recientes estudios llevados a cabo sobre decápodos de aguas profundas del género *Plesionika*, se ha observado también una disminución de la Lc de los individuos con la profundidad (Company, 1996; Company y Sardá, 1996). Por otra parte, la distribución de los individuos juveniles de *A. antennatus*, difiere de lo observado en los decápodos de aguas litorales, tales como, *Penaeus kerathurus* (San Feliu, 1976), *Penaeus esculentus*, *Penaeus semisulcatus* (Somers et al. 1987), *Squilla mantis* (Abelló y Martín, 1993), donde se aprecia que los juveniles se agrupan en las aguas menos profundas del rango batimétrico de distribución de la especie, son zonas más costeras, donde el valor de la temperatura del agua es más alta.

El hecho de encontrar los juveniles de *Lc* <15 mm mayoritariamente en un rango de profundidad diferente al que habita la población adulta explotada de *A. antennatus*, podría ser atribuido a las características físico-química particulares de las masas de agua que ocupan estos fondos. Así, en el rango batimétrico que se pesca gamba (300-800 m) la población estaría influida por las características físico-químicas y dinámicas del agua intermedia levantina (AIL) que procede del Mediterráneo oriental (Relini y Orsi Relini, 1987; Demestre, 1990). Mientras que a la profundidad donde habitan mayoritariamente los individuos juveniles, es decir entre los 800 a 2.000 m., se halla la masa de Agua Profunda del Mediterráneo Occidental (APMO). Posiblemente, las pequeñas variaciones de temperatura de estas masas de agua, AIL 13,5 °C y APMO 13 °C (Hospkins, 1989; García, com. pers.), conjuntamente con otros factores ambientales, configuren un micro hábitat que atraigan a los juveniles a permanecer en él hasta alcanzar al menos una *Lc* > 18 mm, talla a partir de la cual ya se observa una presencia continua en las capturas comerciales.

En relación a la proporción anual de sexos de *A. antennatus* en el Mediterráneo y Atlántico (costa sur de Portugal), se pone de manifiesto que nos encontramos alejados de la proporción esperada 1:1, estando la población explotada constituida mayoritariamente por hembras (Tabla 5.15.). En general, el porcentaje más altos de hembras respecto al de machos, se ha observado en los meses estivales, coincidiendo con el período reproductor, lo que parece sugerir la existencia de una agregación de hembras en la realización de la puesta.

Los resultados de las pescas experimentales en relación con la proporción de sexos realizadas en el mar Catalán, entre 1.000 y 2.200 m (Sardá *et al.* 1994), indican que la proporción de machos sobre hembras se situaba por encima del 50 % a partir de los 1000 m., isobata que corresponde al inicio de la máxima pendiente del talud. También, en el mar de Sardinia (Cerdeña) se ha puesto de manifiesto una dominancia de machos a profundidades de 850 y 900 m. (Mura y Cau, 1989).

Tabla 5.15. Proporción anual de sexos (% M, porcentaje de machos; % H, porcentaje de hembras) de *Aristeus antennatus* en capturas comerciales de diferentes zonas del Mediterráneo y costa Atlántica. Datos propios y de diferentes autores.

Año	Zona											
	Cataluña (Demestre y Martín, 1993)		Valencia (LLeonart <i>et</i> <i>al.</i> 1990)		Murcia (Presente trabajo)		Ibiza (Presente trabajo)		Almería (Presente trabajo)		Sur Portugal (Arrobas y Ribeiro Cascalho, 1987)	
	% M	% H	% M	% H	% M	% H	% M	% H	% M	% H	% M	% H
1981	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	81
1982	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	84
1983	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	77
1984	18	82	-	-	-	-	-	-	-	-	16	84
1985	29	71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1986	31	69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1987	-	-	-	-	16,9	83,1	-	-	-	-	-	-
1988	26	74	16	83	32,7	67,3	-	-	-	-	-	-
1989	31	69	17	84	20,2	79,8	-	-	-	-	-	-
1990	23	77	-	-	14,7	85,3	-	-	-	-	-	-
1991	29	71	-	-	25,0	75,0	27,4	72,6	-	-	-	-
1992	-	-	-	-	34,1	65,9	36,7	63,3	35,9	64,1	-	-

6. CRECIMIENTO

6. CRECIMIENTO.

6.1. Introducción.

El crecimiento de una especie puede expresarse de dos maneras, como la variación de la forma de los individuos a lo largo de su vida, denominándose crecimiento relativo, o bien, como la relación entre la talla de una especie y su edad, en este caso se denomina, crecimiento absoluto (Hartnoll, 1983).

El crecimiento relativo se ha estudiado mediante la relación entre la talla y el peso de los individuos. Los valores de los parámetros de dicha relación, "a" y "b", nos explican las características específicas del crecimiento. Así, el valor del coeficiente de alometría "b", nos permite conocer la variación de forma del cuerpo de las especies en el curso de su crecimiento. En el caso de tener "b" un valor igual a 3 el crecimiento es isométrico, es decir, el crecimiento es igual en todas direcciones y el cuerpo del animal al crecer no cambia de forma. Por el contrario si el valor de "b" es distinto de 3, el crecimiento es alométrico, siendo posibles dos casos: "b" es menor que 3, entonces la alometría es denominada negativa, es decir, el animal al crecer cambia de forma alargándose y "b" mayor que 3, denominándose alometría positiva, en este caso el animal tiende a redondearse. Además, los parámetros de la relación talla-peso son necesarios para poder evaluar poblaciones mediante modelos analíticos.

El crecimiento de un animal a lo largo de su vida difícilmente puede ser ajustado a un modelo matemático, debido tanto a los cambios medioambientales del ecosistema donde tiene su hábitat, como a cambios fisiológicos del propio animal (maduración sexual, alimentación, mudas del exoesqueleto, como en el caso de los crustáceos).

Las condiciones medioambientales del hábitat de una especie y sus cambios a lo largo de un año, son muy importantes para realizar una adecuada elección y aplicación de los métodos de estimación del crecimiento. El conocimiento de dichas condiciones puede permitir comparaciones de resultados para una misma especie que habita en diferentes zonas geográficas (Wenner *et al.*, 1974 ; García y Le Reste, 1986 ; Dall *et al.* 1990). Entre los posibles métodos para determinar el crecimiento absoluto en crustáceos decápodos, se encuentran los que utilizan datos sobre frecuencias de tallas, marcaje y recaptura, y cultivo. Estos métodos han sido empleados principalmente en especies costeras, *Palaemon serratus*, *Penaeus kerathurus* (García y Le Reste, 1986; Wickins, 1972; Campillo 1975b; Ramonell *et al.* 1987; San Feliu *et al.* 1964, 1976, 1987; Odai *et al.* 1978; Rodríguez 1981, 1985). En el caso de *Aristeus antennatus*, de los métodos enunciados anteriormente, únicamente es aplicable el que se basa en la información obtenida sobre frecuencias de tallas. Ello es debido a que se trata de una especie que vive en aguas profundas (300-2.200 m), no siendo viable por ello el marcaje-recaptura. Si bien el cultivo en laboratorio o tanques podría ser viable, este no se ha realizado al día de hoy con éxito, debido al mal estado en que llegan los ejemplares desde el fondo del mar hasta la superficie, atribuible básicamente, a los cambios de presión que sufren, y a las lesiones producidas por el propio arte de pesca durante el tiempo de dura el arrastre. Para ello, deberían desarrollarse técnicas muy específicas, que solucionasen estos problemas. No obstante, no es el objetivo de este capítulo ni de la presente memoria profundizar sobre dicho tema.

Es evidente que un sólo modelo no es suficiente para representar el crecimiento de un individuo desde el nacimiento hasta la muerte, por lo que a menudo se debe aceptar una aproximación del modelo matemático al crecimiento real de una especie. Gulland (1971), indica como características deseables que debe cumplir una ecuación de crecimiento que: 1) El trabajo necesario para ajustarla a los datos observados no sea excesivo, 2) El número de las constantes utilizadas sea reducido y 3) Siempre que sea posible, esas constantes tengan significado biológico. El modelo más frecuentemente usado en el estudio del crecimiento absoluto, es el de von Bertalanffy (1938), siendo su principal característica el estar basado en hipótesis fisiológicas, y según Gulland (1971), satisface dos criterios muy importantes, ajustarse a la mayoría de los datos observados de crecimiento en peces y poder incorporarse fácilmente a los modelos para la evaluación de poblaciones. Aunque la fisiología de los crustáceos es muy diferente a la de los peces, el modelo de von Bertalanffy fue confrontado por Parrack (1979) en peneidos, indicando que sus resultados demuestran que el modelo tal y como se usa es apropiado. En este sentido, García y Le Reste, (1986), Caddy (1987), indican que la curva media de crecimiento de la cohorte es una curva ajustada a la descrita por el modelo de von Bertalanffy.

De los tres parámetros de la ecuación de von Bertalanffy (L_{∞} , es una talla asintótica, que representa la talla máxima que un individuo puede alcanzar cuando $t \rightarrow \infty$; K , denominada tasa de crecimiento, y representa la velocidad a la que la talla del animal se aproxima a L_{∞} y t_0 , es el valor que corresponde al punto de intersección de la curva de la ecuación de von Bertalanffy con el eje de abscisas, careciendo de significado biológico.) es muy interesante la relación entre L_{∞} y K , ya que ambos parámetros están íntimamente relacionados. De los dos, K tiene una gran importancia, ya que el valor otorgado a K va a depender que el crecimiento de los individuos de una población explotada sea rápido o lento (valores altos o bajos de K respectivamente). De esta forma, tendríamos que la biomasa máxima de la población se alcanzaría sustancialmente en los primeros años de vida, o bien, más tardíamente, a una edad mucho mayor. Así, el patrón de crecimiento es un factor a tener en cuenta en la estrategia de pesca más conveniente que debemos aplicar a un stock (Laurec y Le Guen, 1981; Pereiro, 1982, Sparre *et al.* 1989). No obstante, debe tenerse muy presente que la precisión en la estimación de los tres parámetros afecta de forma importante a los resultados de la evaluación de las poblaciones explotadas (Jones 1982, 1984; Morales-Nin, 1993; Mtimet *et al.* 1995).

Los estudios llevados a cabo sobre el crecimiento absoluto de *A. antennatus* son en general puntuales. En la mayoría de ellos los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy se han determinado únicamente para un solo año y no siempre en ambos sexos. Como ocurre en el Canal de Sicilia (Ragonese y Bianchini, 1991), Mar Lígur (Relini Orsi y Relini, 1985b,c); costa francesa Campillo, 1994; Argelia, Yahiaoui *et al.* 1985), y más recientemente, sur del Mar Tirreno (Arculeo *et al.* 1994), Mallorca (Carbonell, 1994). Únicamente en el mar catalán, se han realizado estimaciones de varios años tanto para machos como para hembras (Demestre y Lleonart, 1993).

El objetivo del presente capítulo se centra en conocer el patrón de crecimiento de *Aristeus antennatus*. Para ello se han efectuado estimaciones de la relación talla-peso y de los parámetros de crecimiento absoluto para machos y hembras por separado, durante un período de cinco años en la zona de Murcia y dos años en Ibiza. Además, los valores aquí obtenidos de L_{∞} , K y t_0 , son necesarios para la estimación de la tasa instantánea de mortalidad natural y de mortalidad total (capítulo 7). También, son imprescindibles, para analizar y evaluar el stock de

A. antennatus en las zonas de Murcia e Ibiza mediante los modelos analíticos (capítulo 8).

Por último, los datos de crecimiento relativo y absoluto obtenidos en la presente memoria, son comparados y contrastados con los obtenidos por otros investigadores, con el fin de tener un conocimiento global del crecimiento de *A. antennatus* en las distintas áreas explotadas del Mediterráneo y costa atlántica portuguesa.

6.2. Material y métodos.

Los datos necesarios e imprescindibles para el estudio del crecimiento de *A. antennatus* son tallas y pesos. En el estudio del crecimiento relativo y absoluto, los datos de talla y peso corresponden respectivamente a la longitud del cefalotórax (L_c) y peso total del individuo (P). Estos valores se tomaron siempre para ambos sexos por separado y con precisión de 0,1 mm y 0,01 g, respectivamente.

El crecimiento relativo se ha estudiado mediante la relación talla-peso. La estimación de la relación talla-peso se ha realizado mediante la relación potencial :

$$W = aL^b$$

donde:

W , es el peso del individuo, expresado en gramos.

L , es la longitud del cefalotórax, expresada en mm.

a y b , son los parámetros a determinar.

La estimación de los parámetros se ha realizado mediante los métodos de regresión estándar. Los datos de entrada de la ecuación provienen de los pares de valores talla-peso de individuos extraídos al azar en cada muestreo mensual, procedentes de la zona de Murcia durante el período 1987-1991, y de las zonas de Almería e Ibiza durante los años 1991-1992 (Anexo:I).

Por otra parte, con el fin de comprobar si los valores estimados de "b" eran significativamente diferentes de 3, y conocer el tipo de crecimiento alométrico (positivo o negativo) en ambos sexos, se aplicó el siguiente test de comparación:

$$t_p = (b - b_0) / \sqrt{V_b} \quad (\text{Sokal \& Rohf, 1969})$$

con $n-2$ grados de libertad. Los valores de t_p se han comparado con el valor de referencia de la distribución T-Student para las probabilidades, $p < 0,05$, $p < 0,01$ y $p < 0,001$.

En el estudio del crecimiento absoluto de la gamba, los datos utilizados han sido las frecuencias de tallas anuales, obtenidas a partir del sumatorio de las frecuencias mensuales ponderadas al total de cada año (ver capítulo 4). El emplear las frecuencias de tallas anuales y no las mensuales, es porque reflejan mejor el conjunto de la estructura demográfica de la población explotada, ya que ellas recogen todas las tallas capturadas a lo largo del ciclo anual, evitando la posibilidad de que alguna clase de talla no esté representada en un determinado mes. Así pues,

los datos utilizados son las frecuencias de tallas anuales, para los años 1987, 1988, 1989, 1990 y 1991 en la zona de Murcia y 1991-1992 en Ibiza (Anexo IV).

También, para la zona de Murcia, se determinó una única frecuencia de tallas que fuera la media de las frecuencia de tallas para este período de cinco años de muestreos (1987-1991), con el fin de recoger las posibles diferencias interanuales de la estructura demográfica del stock de gamba.

Las frecuencias de tallas utilizadas se han agrupado en intervalos de clases pequeños, ya que como indica Sparre *et al.* (1989), si los datos se agrupan en intervalos grandes pueden enmascarar la existencia de algún pequeño grupo de tallas, impidiendo así la identificación de una determinada clase de edad. En nuestro caso, el intervalo en machos fue de 1 mm (14-38 mm) y en hembras de 2 mm, ya que el rango de estas es mucho amplio (13-65 mm).

Con el objeto de conocer las clases de edad y la talla media correspondiente a cada clase de talla por sexo se ha utilizado el método de Battacharya (MPA), consistiendo en la descomposición de los histogramas anuales de las frecuencias de tallas en curvas normales. Es decir, la distribución anual de tallas se descompone en una serie de distribuciones simples, cada una representante una cohorte diferente. Para ello se han utilizado los programas informáticos ELEFAN opción MPA (Gayanilo *et al.* 1988) y MIX (McDonald y Green, 1988). Así pues, se relacionan las curvas normales con las cohortes, obteniéndose clases modales con una talla media por clase modal y asignando a cada talla media de cada clase modal una edad. Se han elegido como valores más idóneos de talla media para cada clase modal, los que se ajustaban a los siguientes criterios:

1. Que los histogramas anuales de tallas, se ajustaran bien a las curvas normales dibujadas mediante la opción MPA.
2. Que el valor del índice de separación entre clases de tallas, IS, fuera superior a dos, ya que para estos valores de IS, se considera razonable la discriminación entre dos grupos modales diferentes (Sparre *et al.* 1989).
3. Que las diferencias entre los incrementos de las tallas medias, correspondiente a cada grupo, disminuya con los años. En general, los organismos vivos, conforme los individuos tienen mayor edad, el crecimiento es más lento.

El modelo utilizado para expresar el crecimiento de *A. antennatus* a lo largo del tiempo ha sido el propuesto por von Bertalanffy (1934):

$$L(t) = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

donde:

L_t = es la talla en un tiempo t .

L_{∞} = es una talla asintótica, que representa la talla máxima que un individuo puede alcanzar cuando $t \rightarrow \infty$.

K= denominada tasa de crecimiento, y representa la velocidad a la que la talla del animal se aproxima a L_{∞} .

t_0 = es el valor que corresponde al punto de intersección de la curva de la ecuación de von Bertalanffy con el eje de abscisas, careciendo de significado biológico.

Este modelo de crecimiento de von Bertalanffy ha sido elegido por considerarse apropiado para el estudio del crecimiento de los crustáceos peneidos, tal y como sugieren varios autores que han trabajado con diversos crustáceos (Parrack, 1979 García y Le Reste, 1986; Caddy, 1987), a pesar de no tener un crecimiento continuo como el de los peces. También es el más ampliamente utilizado en los trabajos de investigación que estudia el crecimiento de los organismos, y en el caso concreto de la gamba los resultados obtenidos podrán ser comparados con otros determinados en distintas zonas. Con ello se obtendrá una visión más exhaustiva del crecimiento de *A. antennatus* en el Mediterráneo y en el Atlántico.

Los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy L_{∞} y K, se han estimado separadamente para machos y hembras. Para ello se han seguido dos procedimientos:

1. A partir de las frecuencia de tallas anuales mediante el programa informático ELEFAN, opción ELEFAN I (Gayanilo *et al.* 1988).

2. A partir de los valores de edad correspondientes a cada clase modal, obtenidos previamente mediante el método de Battacharya, utilizando el programa informático FISHPARM (Prager *et al.* 1987).

Con el fin de comparar el crecimiento absoluto de machos y hembras en las diferentes zonas de explotación del Mediterráneo y Atlántico, se ha utilizado el "test de la phi (ϕ' y ϕ) de Munro" (Munro y Pauly, 1983). Los valores de ϕ' y ϕ reflejan, respectivamente, el efecto conjunto de L_{∞} y K, y W_{∞} y K sobre el crecimiento en longitud o en peso de los individuos, independientemente de las variaciones individuales de L_{∞} y K, y W_{∞} y K.

$$\begin{aligned}\phi' &= \phi' = \ln K + 2 * \ln L_{\infty} \\ \phi &= \phi = \ln K + 0,67 * \ln W_{\infty}\end{aligned}$$

6.3. Resultados.

6.3.1. Crecimiento relativo.

Los parámetros estimados de la relación talla-peso en machos y hembras de *Aristeus antennatus*, para Murcia, Almería e Ibiza, se exponen en las tablas 6.1., 6.2. y 6.3.

Tabla 6.1. Parámetros estimados de la relación talla-peso (a y b) en machos y hembras de *Aristeus antennatus* en la zona de Murcia, para el período 1987-1991.

Año	Sexo	nº indiv	a	b	r ²
1987	Machos	409	0,003476	2,377219	0,9017
	Hembras	715	0,002020	2,552256	0,9733
1988	Machos	818	0,002596	2,470489	0,9395
	Hembras	1.226	0,002222	2,523398	0,9710
1989	Machos	151	0,005997	2,200682	0,9292
	Hembras	532	0,002378	2,498452	0,9848
1990	Machos	212	0,004308	2,302162	0,9066
	Hembras	1.191	0,002129	2,534580	0,9751
1991	Machos	962	0,002193	2,500965	0,9570
	Hembras	951	0,001665	2,595496	0,9795

Tabla 6.2. Parámetros estimados de la relación talla-peso (a y b) en machos y hembras de *Aristeus antennatus* en la zona de Almería, para los años 1991 y 1992.

Año	Sexo	nº indiv	a	b	r ²
1991	Machos	291	0,004402	2,292153	0,9040
	Hembras	732	0,002971	2,431302	0,9385
1992	Machos	861	0,004626	2,295731	0,9246
	Hembras	1.546	0,002848	2,453125	0,9718

Tabla 6.3. Parámetros estimados de la relación talla-peso (a y b) en machos y hembras de *Aristeus antennatus* en la zona de Ibiza, para los años 1991 y 1992.

Año	Sexo	nº indiv	a	b	r ²
1991	Machos	567	0,005546	2,242480	0,9002
	Hembras	1.172	0,002965	2,435266	0,9010
1992	Machos	663	0,003354	2,377485	0,9043
	Hembras	1.952	0,002070	2,526535	0,9690

Los resultados del análisis estadístico efectuado para los valores de "b", han salido significativamente distintos de 3 incluso para una probabilidad de $p < 0,001$, tanto en machos, como en hembras de *A. antennatus*, en las zonas de Murcia, Almería e Ibiza. Esto permite manifestar que la gamba durante su crecimiento mantiene una alometría negativa. Al crecer se estiliza, es decir, crece más en longitud que en peso.

Las curvas, para machos y hembras, que se obtienen al aplicar los valores estimados de "a" y "b" a la ecuación de la relación talla-peso, se visualizan en la figura 6.1. Se aprecia una gran uniformidad entre las diferentes curvas tanto entre distintos años en una misma región, como entre distintas zonas: Murcia, Almería e Ibiza. Así pues, se observa que para un determinado valor de talla, el valor correspondiente en peso es prácticamente el mismo, independientemente de la zona y de los años analizados.

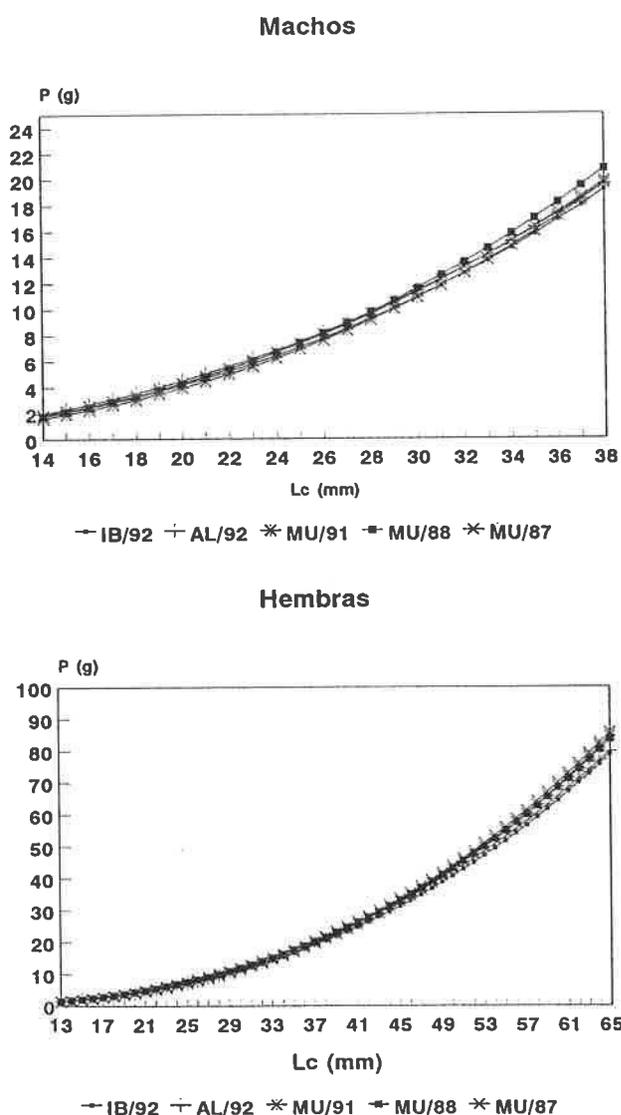


Figura 6.1. Relación talla-peso para machos y hembras de *Aristeus antennatus*, para diferentes zonas y años: Murcia (MU): 1987, 1991 y 1992; Almería (AL) 1992; Ibiza (IB) 1992. La talla (Lc) se expresa en milímetros y el peso (P) en gramos.

6.3.2. Crecimiento absoluto. Modelo de von Bertalanffy.

Los resultados obtenidos en machos y hembras de *A. antennatus* mediante el método Bhattacharya, para la zona de Murcia, han permitido identificar cuatro clases de edad para los machos y cinco para las hembras. La clase de edad 1, comprende a los individuos de 0 a 1 año de edad; la clase de edad 2, abarca a los de 1 a 2 años y así sucesivamente hasta la última clase de edad. Los valores de la talla media y desviación estándar para cada clase o grupo modal, (1987-1991) para machos y hembras, se exponen en las tablas 6.4., 6.5. y 6.6. Se aprecia una coincidencia tanto en el número de años de vida de la gamba, como en la talla media correspondiente a cada edad.

Tabla 6.4. Clases de edad (años), tallas medias (Lc, mm) y desviación estándar para machos de *Aristeus antennatus*, estimadas mediante el método Bhattacharya, a partir de las frecuencias de tallas anuales. Zona de Murcia, periodo 1987-1991.

Clases de edad	Tallas medias				
	1987	1988	1989	1990	1991
1	19,1 ± 1,0	18,8 ± 1,4		19,4 ± 0,6	19,4 ± 1,6
2	22,2 ± 1,3	24,0 ± 1,6	22,2 ± 1,9	22,6 ± 1,1	25,4 ± 1,5
3	26,4 ± 1,6	28,1 ± 1,5	28,1 ± 1,2	26,0 ± 0,7	30,4 ± 1,2
4	30,7 ± 0,8	30,7 ± 0,7	33,2 ± 2,2	29,7 ± 0,7	32,5 ± 0,8

Tabla 6.5. Clases de edad (años), tallas medias (Lc, mm) y desviación estándar para hembras de *Aristeus antennatus*, estimadas mediante el método Bhattacharya, a partir de las frecuencias de tallas anuales. Zona de Murcia, periodo 1987-1991.

Clases de edad	Tallas medias				
	1987	1988	1989	1990	1991
1	25,2 ± 2,7	28,3 ± 3,7	26,6 ± 5,7	26,6 ± 2,9	24,0 ± 3,6
2	33,7 ± 3,5	38,7 ± 3,5	33,7 ± 1,1	34,5 ± 3,8	37,9 ± 3,8
3	44,5 ± 2,6	50,2 ± 2,4	47,6 ± 3,4	44,4 ± 1,8	47,9 ± 3,7
4	50,9 ± 1,4	57,1 ± 1,6	57,3 ± 0,7	54,3 ± 1,2	53,4 ± 1,2
5	55,6 ± 2,6				58,1 ± 2,0

Tabla 6.6. Clases de edad (años), tallas medias (Lc, mm) y desviación estándar de *Aristeus antennatus*, estimadas mediante el método Bhattacharya, a partir de las frecuencias medias de tallas correspondientes al periodo 1987-1991. Zona de Murcia.

Clases de edad	Tallas medias	
	Machos (Lc, mm)	Hembras (Lc, mm)
1	19,5 ± 1,5	25,3 ± 3,9
2	24,5 ± 2,5	35,0 ± 3,2
3	29,8 ± 1,7	44,0 ± 3,6
4	32,9 ± 0,4	51,0 ± 3,0
5		57,2 ± 2,2

Los valores determinados de los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy y de la \emptyset' y \emptyset del test de Munro, de machos y hembras para las zonas de Murcia e Ibiza, se exponen respectivamente en las tablas 6.7. y 6.8, estimados tanto a partir de tallas (programa informático ELEFAN), como a partir de edades (programa informático FISHPARM). En ambas zonas, los parámetros de crecimiento L_∞ y K estimados tanto con ELEFAN como con FISHPARM muestran valores siempre inferiores en machos que en hembras.

Tabla 6.7. Parámetros de crecimiento de von Bertalanffy en machos y hembras de *A. antennatus*, estimados a partir de tallas (ELEFAN) y edades (FISHPARM), para la zona de Murcia. Valores de la \emptyset' y \emptyset del test de Munro.

Años	Parámetros de crecimiento estimados a partir de ELEFAN						
	Sexo	L_∞	W_∞	K	t_0	\emptyset'	\emptyset
1987	Machos	49	36	0,25	-0,83	6,39	1,01
	Hembras	75	123	0,42	-0,03	7,76	2,35
1988	Machos	50	41	0,22	-1,17	6,30	0,97
	Hembras	74	116	0,36	-0,03	7,58	2,16
1989	Machos	44	25	0,24	-1,88	6,14	0,73
	Hembras	75	115	0,25	-0,74	7,24	1,79
1990	Machos	45	28	0,26	-1,26	6,26	0,89
	Hembras	71	105	0,40	-0,08	7,60	2,20
1991	Machos	52	43	0,27	-0,91	6,59	1,22
	Hembras	75	122	0,38	-0,05	7,66	2,25
Parámetros de crecimiento estimados a partir de FISHPARM							
Años	Sexo	L_∞	K	t_0			
1990	Machos	41	0,24	-2,16			
	Hembras	65	0,37	-0,65			
1991	Machos	39	0,40	-1,51			
	Hembras	72	0,31	-0,21			

Tabla 6.8. Parámetros de crecimiento para machos y hembras de *A. antennatus* estimados a partir de tallas (ELEFAN), para la zona de Ibiza. Valores de \emptyset' y \emptyset del test de Munro.

Años	Sexo	L_{∞}	W_{∞}	K	t_0	\emptyset'	\emptyset
1991	Machos	44	27	0,24	-1,21	6,14	0,78
	Hembras	75	109	0,25	-0,33	7,24	1,76
1992	Machos	48	33	0,23	-1,04	6,27	0,88
	Hembras	74	109	0,26	-0,66	7,26	1,80

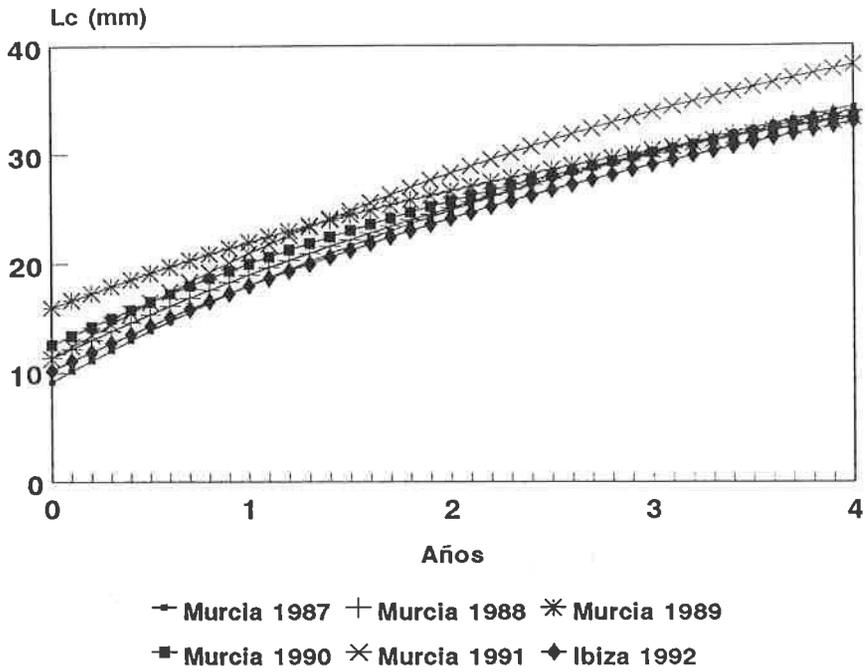
Las curvas de crecimiento de machos y hembras, en las áreas de Murcia e Ibiza (Figura 6.2.), dibujadas a partir de los parámetros estimados L_{∞} , K, t_0 , muestran que las hembras presentan un mayor crecimiento que los machos.

Para un mismo sexo, las variaciones interanuales de las curvas son pequeñas, apreciándose las diferencias mayores en los valores de edad otorgados a las tallas más pequeñas y más grandes. Ello es atribuible a que estos individuos suelen ser poco abundantes en las capturas, teniendo por ello menos peso representativo en las estructura de tallas.

En la zona de Murcia, las curvas de crecimiento teórico elegidas como más representativas del crecimiento de cada sexo, corresponden a los parámetros estimados para el año 1991 (Figura 6.3.) y en la zona de Ibiza, se han elegido los del año 1992, por ser los juegos de parámetros de crecimiento que proporcionaron mayores valores del índice R_n (Gayanilo *et al.* 1988).

Con el fin de conocer la precisión o bondad de los valores estimados talla-edad en machos y hembras de gamba en la zona de Murcia, se realizó la comparación entre los valores estimados de las tallas medias de cada clase de edad y sexo (datos procedente del análisis de Bhattacharya, tablas 6.4., 6.5. y 6.6.), respecto a la curva de crecimiento de von Bertalanffy para el juego de parámetros del año 1991 (Tabla 6.7.). La representación gráfica de dicha comparación se muestra en la figura 6.4., donde se observa que los resultados proporcionados por los parámetros L_{∞} , K, t_0 , son ligeramente superiores a los estimados por el MPA, sobretodo en las últimas clases de edad.

Machos



Hembras

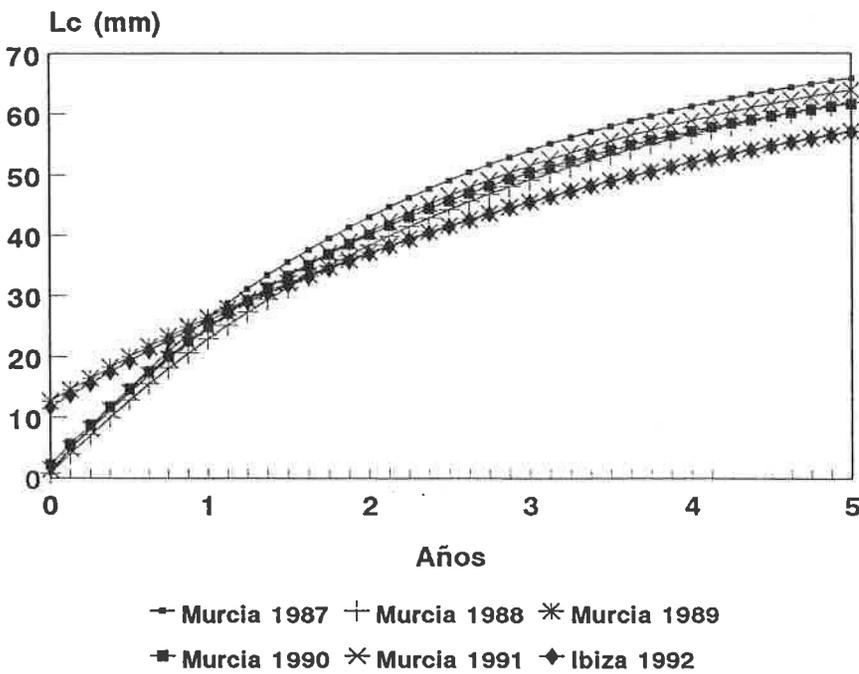
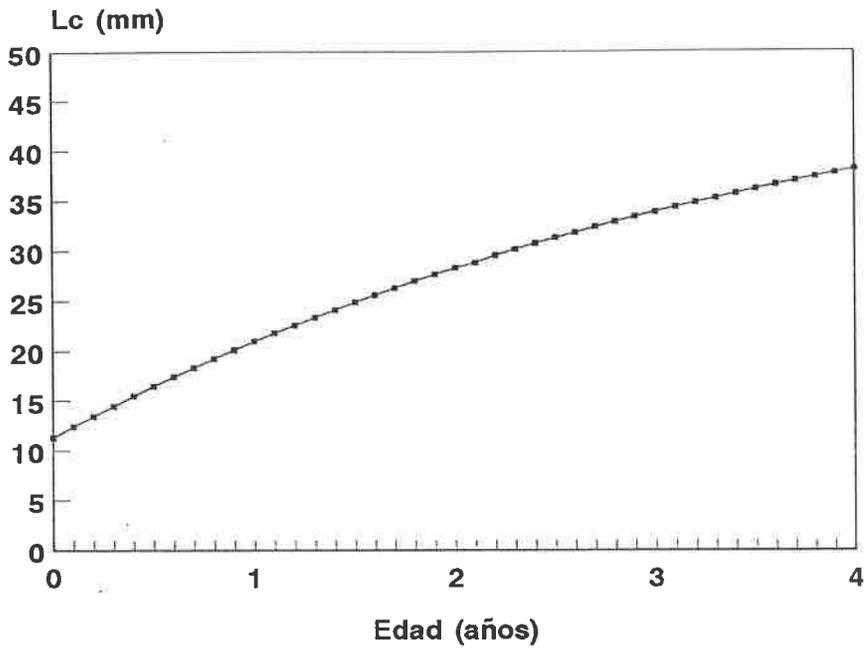


Figura 6.2. Curvas de crecimiento de von Bertalanffy para machos y hembras de *Aristeus antennatus*, obtenidas a partir de los parámetros de crecimiento estimados L_{∞} , K , t_0 , en la zonas de Murcia (periodo 1987-1991) e Ibiza (1992).

Machos



Hembras

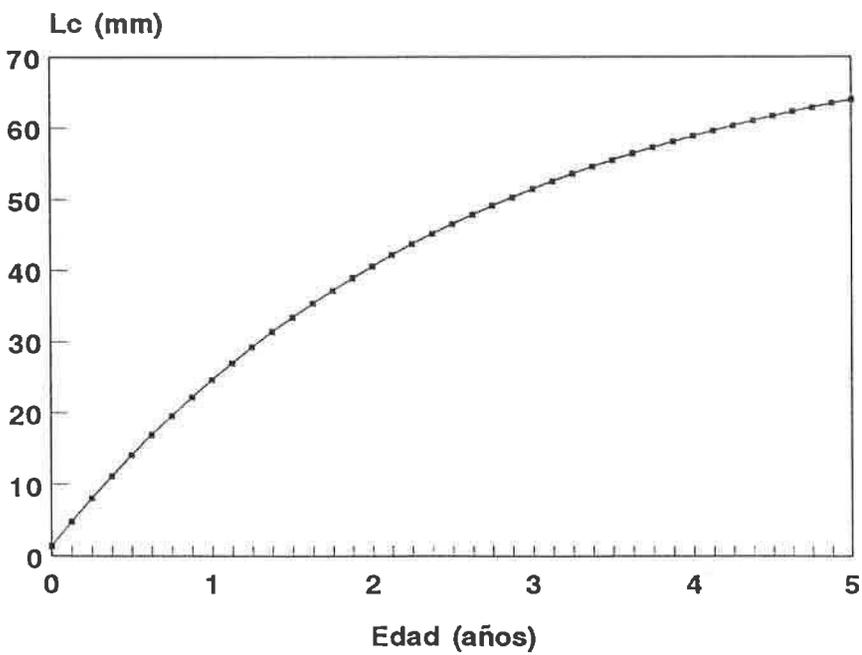
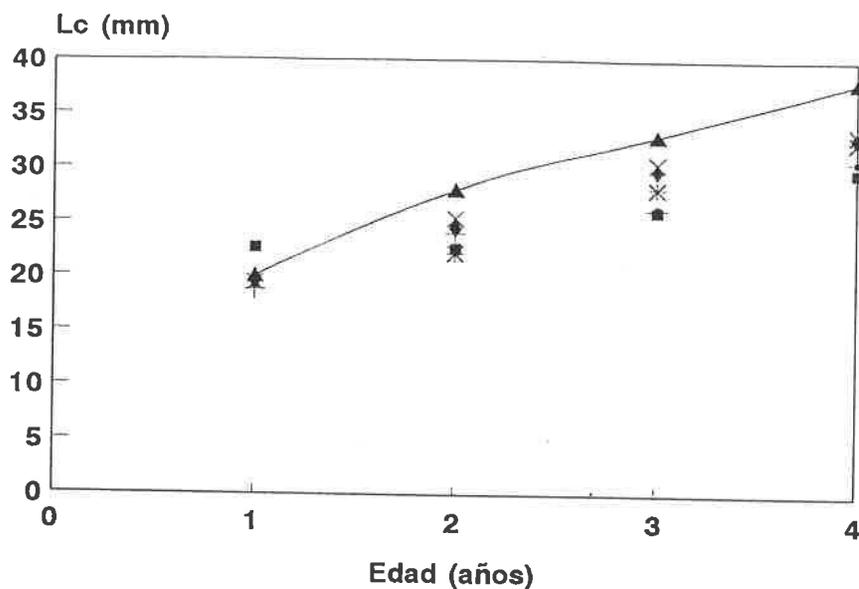


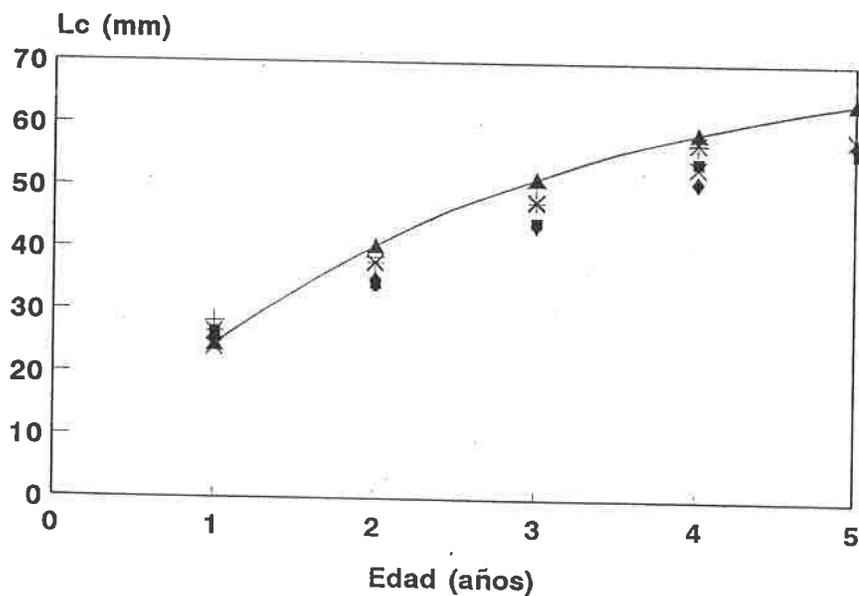
Figura 6.3. Curvas seleccionadas para machos y hembras como más representativas del crecimiento de *Aristeus antennatus*.

Machos



■ MPA. 1987 + MPA. 1988 * MPA. 1989 ■ MPA. 1990
 × MPA. 1991 ◆ MPA. 1987/1991 ▲ Parám. VB.1991

Hembras



■ MPA. 1987 + MPA. 1988 * MPA. 1989 ■ MPA. 1990
 × MPA. 1991 ◆ MPA. 1987/1991 ▲ Parám. VB.1991

Figura 6.4. Representación gráfica para la zona de Murcia de las tallas medias de cada grupo de edad en machos y hembras de *A. antennatus*, obtenidas a partir del método Bhattacharya, para los años 1987, 1988, 1989, 1990, 1991). Curva de crecimiento correspondiente a los parámetros de von Bertalanffy (VB) estimados en 1991.

6.4. Discusión.

En los crustáceos decápodos, la presencia de un exoesqueleto endurecido, hace que el crecimiento deba realizarse después de haberse desprendido dicho exoesqueleto y antes de que el nuevo se endurezca, es decir, en los denominados períodos de intermuda. La duración y número de las mudas y períodos de las intermudas, depende de factores ambientales (temperatura, fotoperiodo etc.), disponibilidad de alimento y de los caracteres intrínsecos de la propia especie (edad, sexo, maduración sexual, etc.) (Harnollt 1983; Sastry, 1983; Cobb y Caddy, 1989).

El hábitat de *A. antennatus* mantiene una estabilidad anual en aquellos parámetros ambientales (temperatura, salinidad, fotoperiodo), que pueden tener un mayor efecto sobre los procesos metabólicos que inciden más directamente en el crecimiento de los individuos. Lo que permite pensar que estas condiciones medioambientales influyen en el crecimiento de este decápodo haciéndolo más estable y continuo en el tiempo. Así, presenta menos diferencias interanuales que el crecimiento de peneidos costeros, donde las altas temperaturas de la estación estival favorece un crecimiento rápido, y las temperaturas bajas invernales producen un crecimiento menos acusado (*Penaeus kerathurus*, Rodríguez, 1981, 1985; *Palaemon adspersus*; Sanz, 1987; *Palaemon serratus* y *Palaemon xiphias*, Guerao *et al.* 1994).

Concretamente, esto se ve reflejado en el análisis comparativo de los parámetros estimados a y b, descriptivos del crecimiento relativo de esta especie, que se ha efectuado para todo el Mediterráneo y Atlántico (Tabla 6.9.). La regularidad en los valores de dichos parámetros en las distintas zonas estudiadas, puede ser atribuible al hecho de que el hábitat de la gamba presenta condiciones medioambientales homogéneas. Estas áreas están próximas a cañones submarinos y presentan un sustrato de naturaleza fangoso (capítulo 3) y unos parámetros ambientales de temperatura y salinidad bastante estables y sin marcadas estacionalidades (Pérès, 1989).

Profundizando más en este tema, la relación entre hábitat y el crecimiento relativo de las especies puede ser interpretada a partir del valor del coeficiente de alometría "b", el cual en diferentes especies de crustáceos decápodos se presenta como característico de los diferentes hábitats que ocupa cada especie. De tal forma, que las adaptaciones a los hábitats mesopelágico y bentónico quedan reflejados en el tipo de crecimiento alométrico de las especies. Esto ha quedado puesto de manifiesto en un estudio de Company (1995) efectuado en zonas del talud de Cataluña, donde se observa que las especies mesopelágicas (*Pasiphaea sivado*, *Sergestes arcticus*, etc.) presentan una alometría negativa y las bentónicas (*Paramola cuvieri*, *Geryon longipes*, etc.) positiva.

También, el crecimiento y longevidad de una especie depende claramente de la latitud donde la especie viva. Es por lo tanto evidente las relaciones existentes entre los valores de K y la temperatura como evidenció García y Le Reste en 1986. En este sentido, *A. antennatus*, por ser una especie que presenta una distribución latitudinal muy estrecha (cap.2), no evidencia una clara dependencia entre el parámetro K y la latitud. Las variaciones del parámetro K son prácticamente inapreciables para un mismo valor de L_{∞} .

Por otra parte, el crecimiento está íntimamente relacionado con la reproducción y el proceso de mudas que realiza a lo largo de su vida una especie. Así, las especies fuertemente calcificadas y de largo duración de ciclo vital (*Hommarus* sp , *Palinurus* sp.) necesitan mayor aporte energético para llevar a cabo la muda que las especies poco calcificadas. En las primeras, los ciclos de intermuda son largos y el exoesqueleto está muy endurecido en comparación con las segundas, que lo presentan poco calcificadas y su ciclo vital es más corto (Aiken y Waddy, 1980; Sartry, 1985). Estas últimas características son las que presenta la gamba. Posee un exoesqueleto poco calcificado (Sardá *et al.* 1989), ciclos de intermuda cortos y actividad de muda a lo largo de todo el año (Demestre, 1995). Estas características, nos indican que el crecimiento en esta especie es continuo durante todo su ciclo vital. Es por ello que una elevada acumulación de calcio en forma cristalizada en el exoesqueleto, supondría un gasto energético inútil, debido al elevado número de mudas. Sin embargo, no toda la actividad de muda se destina al crecimiento, ya que parte de ella se realiza con fines reproductivos (Demestre, 1995). Así, durante los meses de máxima reproducción, las mudas permiten el acoplamiento de los espermatozoides en el telhycum después de cada puesta (cap. 4). Sin embargo, en otras especies de peneidos, la inversión de energía en reproducción inhibe o reduce las mudas, extendiendo el período de intermuda durante todos los meses de actividad reproductiva (Hartnoll, 1985). Esto justifica por ejemplo, el lento crecimiento de las hembras reproductivas del peneido litoral, *Palaemon xiphias*, en la época de reproducción (Guerao *et al.* 1994).

Profundizando más sobre la dependencia muda-crecimiento-reproducción, debemos mencionar que el menor tamaño de los machos de *A. antennatus*, puede ser consecuencia de un mayor gasto energético destinado a la reproducción y no al crecimiento. La proporción de machos respecto de hembras es baja (cap. 5), sin embargo la totalidad de hembras durante la época de reproducción presentan espermatozoides (cap 4), el cual se desprende del telhycum después de cada puesta. Esto hace necesario una nueva formación y una nueva colocación de espermatozoides, por parte de los machos, para asegurar que la reproducción tenga éxito.

Por otra parte, el estudio del crecimiento relativo, pone de manifiesto que los valores estimados de "b" para machos y hembras de *A. antennatus* en todo el Mediterráneo y Atlántico, han sido siempre del mismo orden de magnitud, y significativamente inferiores a 3, tal y como puede verse en la tabla 6.9. Así pues, ambos sexos presentan un crecimiento alométrico negativo, es decir, la gamba al crecer cambia de forma alargándose, adoptando el cuerpo una forma estilizada, lo que estaría en concordancia con lo apuntado por Company (1995) de atribuir a la gamba una capacidad de natación elevada. En este sentido, Campillo *et al.* (1990), en inmersiones efectuadas mediante batiscafo en el talud superior-medio de la costa francesa mediterránea, observaron que los individuos de gamba nadaban activamente, separándose al menos 50 cm del fondo.

Tabla 6.9. Comparación de los valores de los parámetros estimados de la relación talla-peso (a y b) en machos y hembras de *Aristeus antennatus*, en el Mediterráneo y Atlántico. Datos propios y de diferentes autores.

Zona	Sexo	a	b	r ²	Autor
Costa francesa	Machos	-	-	-	Campillo (1994)
	Hembras	0,00262	2,436	0,921	
Cataluña	Machos	0,00402	2,31769	0,956	Demestre (1993)
	Hembras	0,00264	2,46604	0,970	
Mallorca	Machos	0,00511	2,1470	0,828	Carbonell (1994)
	Hembras	0,00299	2,4139	0,902	
Ibiza (año 1992)	Machos	0,00335	2,3774	0,904	Presente trabajo
	Hembras	0,00207	2,5265	0,969	
Valencia	Machos	0,00532	2,25024	0,929	Demestre (1993)
	Hembras	0,00354	2,38581	0,982	
Murcia (año 1991)	Machos	0,002193	2,500965	0,957	Presente trabajo
	Hembras	0,001665	2,595496	0,979	
Almería (año 1992)	Machos	0,004626	2,295731	0,924	Presente trabajo
	Hembras	0,002848	2,453125	0,971	
Sur Portugal	Machos	0,002274	2,48196	0,974	Arrobas y Ribeiro Cascalho (1987)
	Hembras	0,002280	2,49361	0,996	

Analizando comparativamente las clases de edad (Tabla 6.10.) y los parámetros de crecimiento (Tabla 6.11.) estimados para esta especie en distintas zonas del Mediterráneo y del Atlántico se puede concluir que los valores son todos ellos concordantes con las pautas de biología y demografía descritas hasta la actualidad. Existen, no obstante, algunas diferencias, como las observadas respecto a la costa francesa en lo referente a clases de edad. Estas diferencias pueden ser debidas, no tanto a tasas de crecimiento diferentes, sino a las distintas composiciones de tallas en las capturas de gamba, como consecuencia de un patrón de explotación diferente en cada área de pesca (características del arte de pesca, distinta luz de malla del copo, etc.).

De todas formas estas diferencias son mínimas, ya que al comparar todos los valores conocidos de los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy para el Mediterráneo y costa atlántica portuguesa mediante las curvas de crecimiento que generan, para machos y hembras se aprecia una marcada similaridad entre ellas (Figura 6.5.). Los datos empleados para obtener las correspondientes curvas de crecimiento teórico son los expuestos en la tabla 6.11. Para poder graficar las curvas ha sido necesario estimar los valores de t_0 .

Los valores de \emptyset' y \emptyset estimados para cada sexo y zona del Mediterráneo difieren poco entre las distintas zonas (Tabla 6.11. y figura 6.6.), lo que nos indica que las estimaciones de los parámetros de crecimiento no sufren sesgos importantes (Munro y Pauly, 1983; Pauly y Munro, 1984; Sparre *et al.* 1989), y que el crecimiento para cada sexo en las diferentes áreas es muy similar.

Munro y Pauly, 1983; Pauly y Munro, 1984 y Sparre *et al.* 1989 sugieren que especies de una misma familia tienen valores de \emptyset' próximos. En nuestro caso, se ha empleado para ver la semejanza de resultados de \emptyset' en las principales zonas de pesca de gamba, aportando así datos que conjuntamente con otras informaciones biológicas (sobre todo genéticas) y demográficas pueden ayudar a dilucidar si existe una única población de gamba en el Mediterráneo y Atlántico. Esto, dentro del ámbito de *A. antennatus*, como recurso explotado, es importante por las consiguientes implicaciones que ello tendría para su gestión.

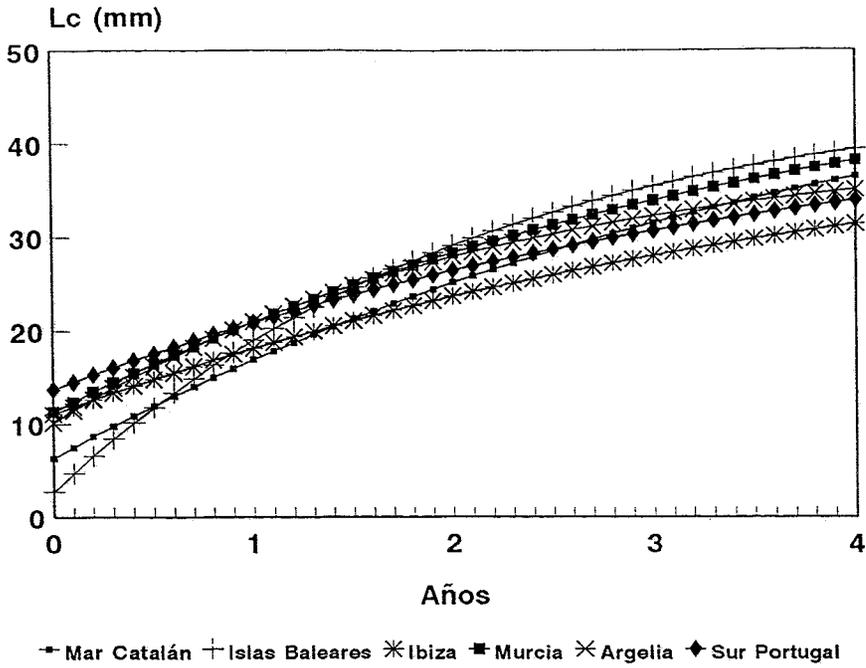
Tabla 6.10. Comparación de los valores estimados de las clases de edad (años) y de las tallas medias (Lc, mm) para machos y hembras de *Aristeus antennatus* en el Mediterráneo occidental. Datos propios y de diferentes autores.

Clases de edad	Tallas medias							
	Costa francesa (Campillo, 1994)		Mar catalán (Demestre, 1994)		Mallorca (Carbonell, 1994)		Murcia (Presente trabajo)	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
1	-	30,7	18-20	18-20	18	22	19,5	25,3
2	-	44,1	26-27	39-40	22	30	24,5	35,0
3	-	52,0	31-32	48-49	27	40	29,8	44,0
4	-	56,7	34-35	55-56	32	48	32,9	51,0
5	-	59,5		59-60		59		57,2

Tabla 6.11. Comparación de los valores estimados de los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy en machos y hembras de *Aristeus antennatus* en el Mediterráneo y costa atlántica portuguesa. Todos los valores de W_{∞} , \emptyset' y \emptyset se han estimado en el presente trabajo, así como, los valores de t_0 , señalados con un asterisco.

Zona	Sexo	L_{∞}	W_{∞}	K	t_0^*	\emptyset'	\emptyset	Autor
Canal Sicilia	Machos	-	-	-	-	-	-	-
	Hembras	72	-	0,45	0,05*	7,75	-	Ragonese y Bianchini (1992)
		69,1	-	0,53	0	7,84	-	Ragonese y Bianchini (1996)
Sur mar Tirreno	Machos	-	-	-	-	-	-	-
	Hembras	69,4	-	0,33	0,35*	7,35	-	Arculeo <i>et al.</i> (1994)
Costa francesa	Machos	-	-	-	-	-	-	-
	Hembras	63,5	63	0,52	-0,25	7,63	2,12	Campillo (1994)
Mar Catalán	Machos	54	42	0,25	-0,5	6,59	1,12	Sardá y Demestre (1987)
	Hembras	76	115	0,3	-0,07	7,46	1,97	
Mallorca	Machos	46	19	0,47	0,13	6,90	1,22	Carbonell (1994)
	Hembras	74	97	0,38	0,07	7,64	2,10	
Ibiza (año 1991)	Machos	44	33	0,24	-1,21	6,14	0,78	Presente trabajo
	Hembras	75	109	0,25	-0,33	7,24	1,76	
Murcia (año 1991)	Machos	52	43	0,27	-0,91	6,59	1,22	Presente trabajo
	Hembras	75	122	0,38	-0,05	7,66	2,25	
Argelia	Machos	40	-	0,45	0,65*	6,57	-	Yahiaoui (1994)
	Hembras	70	-	0,37	0,19*	7,50	-	
Sur Portugal	Machos	45	29	0,26	-1,14	6,26	0,91	Ribeiro-Cascalho (1988)
	Hembras	75,4	108	0,36	-0,3	7,61	2,11	

Machos



Hembras

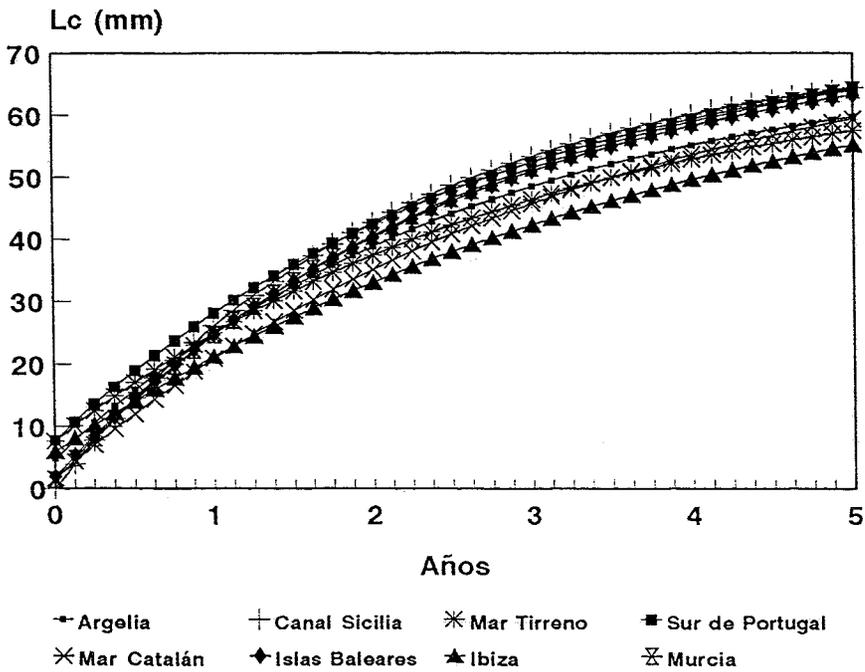


Figura 6.5. Análisis comparativo entre las curvas de crecimiento del modelo de von Bertalanffy, para machos y hembras de *Aristeus antennatus*, obtenidas a partir de las estimaciones de los parámetros de crecimiento de diferentes autores, en el Mediterráneo y costa Atlántica portuguesa.

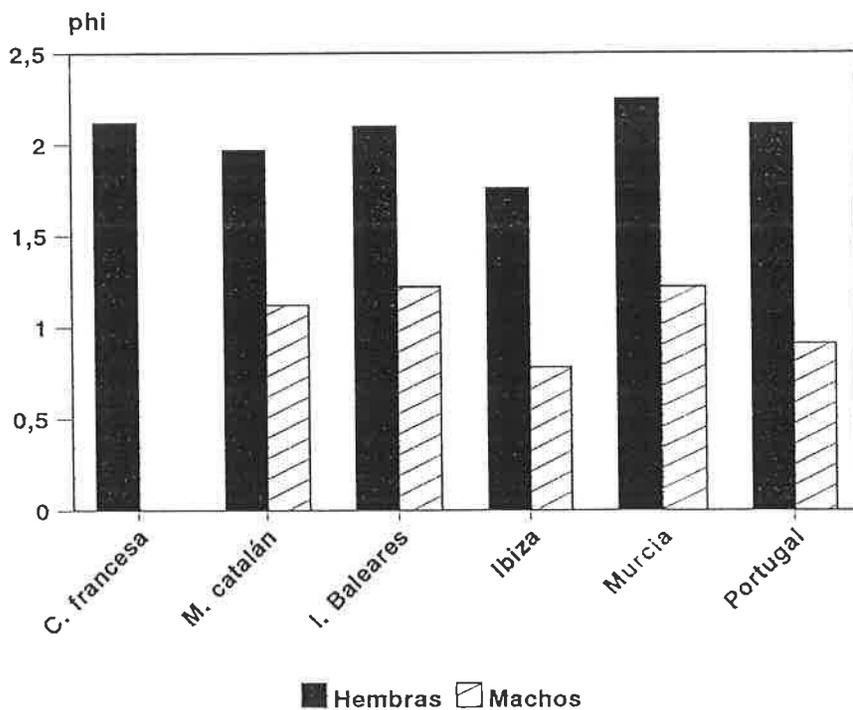
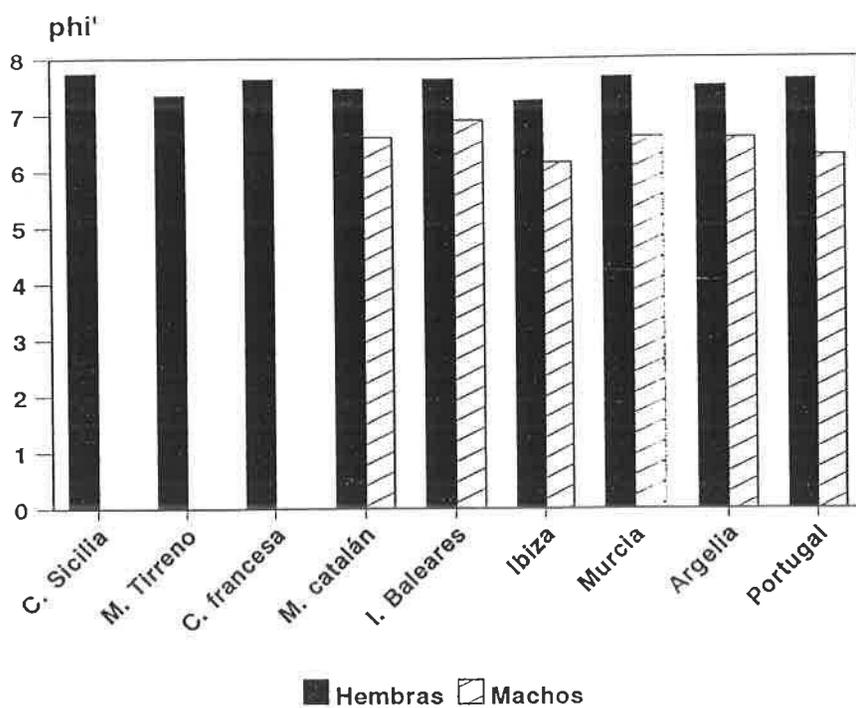


Figura 6.6. Comparación entre los valores de ϕ' (ϕ') y ϕ (ϕ) del test de Munro para machos y hembras de *Aristeus antennatus*, en el Mediterráneo y costa Atlántica portuguesa.

La íntima relación entre crecimiento y hábitat queda patente una vez más, si contrastamos los valores de los parámetros de crecimiento que acabamos de referenciar para *A. antennatus* con los de otras especies de crustáceos decápodos de distintos hábitats. En decápodos litorales que viven en fondos de hasta 60 m de profundidad, los valores que se obtienen de K son muchos más altos que los de *A. antennatus*: *Penaeus kerathurus*, en hembras $K = 0,78$ (Pauly *et al.* 1984), *P. semisulcatus*, en hembras $K = 1,09$ (Mathews *et al.* 1987), y en *P. plebejus*, en hembras $K = 2,49$ (Glaister *et al.* 1987). Recordemos que para *A. antennatus* K oscila entre 0,52 y 0,30. En decápodos de profundidad intermedia, entre 200 y 400 m de profundidad, los valores de K son algo más bajos que en los costeros. Así tenemos que para *Solenocera membranacea*, en hembras el valor de $K = 0,6$ (Demestre y Abelló, 1993) y en *Parapenaeus longirostris*, en hembras $K = 0,63$ (Levi *et al.* 1995). Finalmente para el crustáceo de aguas profundas (400 m - 800 m) *Aristeomopha foliacea*, de hábitat similar al de *A. antennatus*, los parámetros de crecimiento estimados $L_{\infty} = 71$ y $K = 0,46$ (Spedicato *et al.* 1994), $L_{\infty} = 75$ $K = 0,4$ (Ragonese *et al.* 1994), son muy similares a los referenciados anteriormente para *Aristeus antennatus*.

Así pues, se observa que los valores estimados de la tasa de crecimiento K de *A. antennatus*, muestra una mayor convergencia con los obtenidos de especies de aguas profundas, menor con los decápodos de aguas intermedias, y mínimo con los peneidos costeros. Ello sería coherente a los diferentes ciclos de vida de las especies, como adaptación a las condiciones propias de cada profundidad.

A modo de resumen final del presente capítulo, se expone un mapa de toda el área de explotación de esta especie en el Mediterráneo y Atlántico portugués, con los valores de los parámetros de crecimiento L_{∞} , K y el estadístico ϕ' , estimados para machos y hembras por los distintos autores anteriormente referenciados (Figura 6.7.).

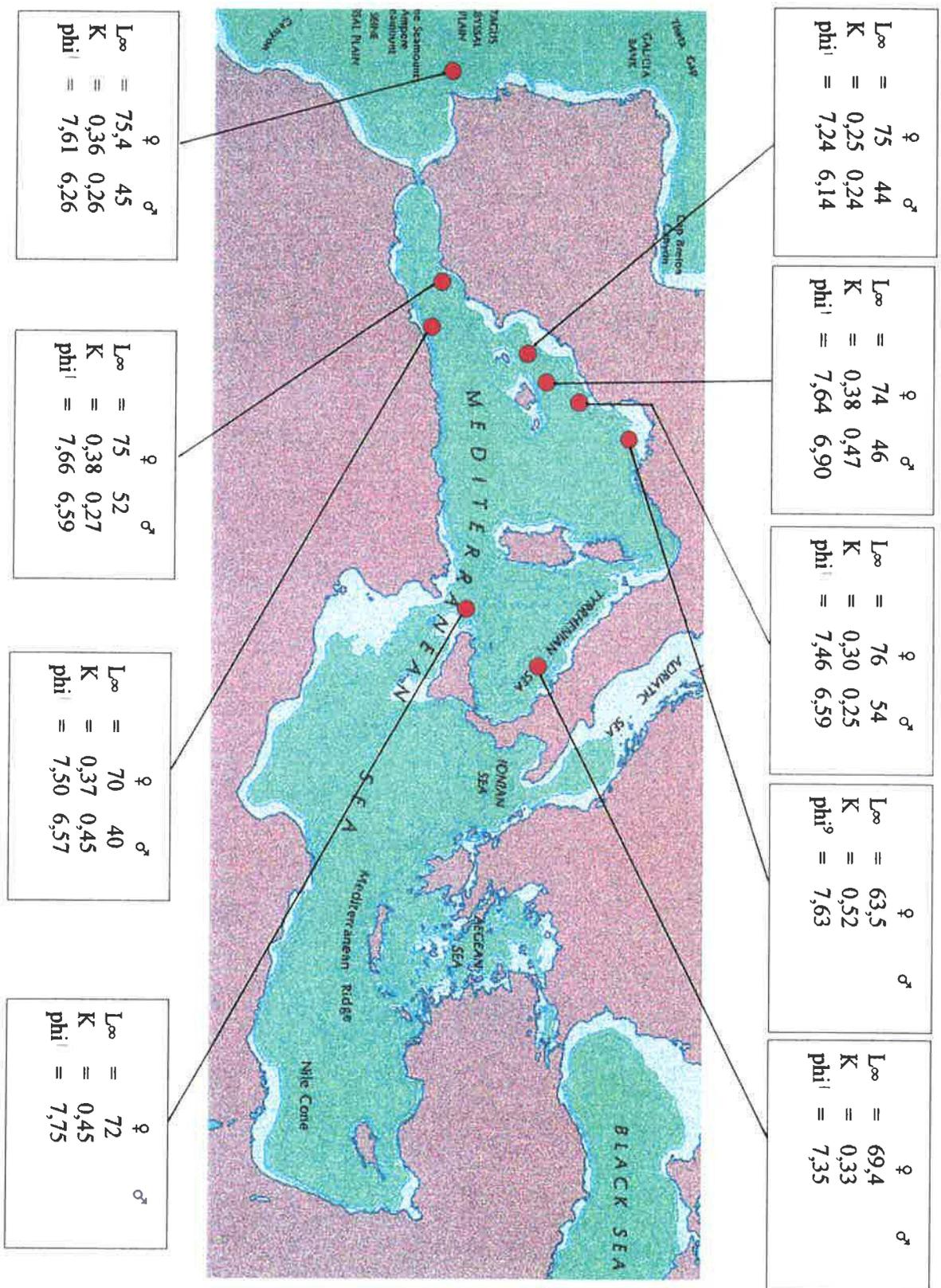


Figura 6.7. Comparación de los valores de L_{∞} , K, ϕ' y ϕ para machos y hembras de *Aristeus antennatus* entre distintas zonas del Mediterráneo y costa Atlántica portuguesa .

7. MORTALIDAD

7. MORTALIDAD.

7.1. Introducción.

Los estudios de dinámica de poblaciones explotadas hacen básicamente referencia a la fase explotable de una población o especie, es decir, desde la incorporación del individuo a la pesca hasta su desaparición. La fase no explotada por la pesca también es muy interesante, pero en este estudio de *A. antennatus*, no se dispone de una información tan completa como la procedente de la pesca para tenerla en cuenta.

La mortalidad es definida en general como el proceso por el cual desaparecen los individuos de una población. La mortalidad total (Z) de una población sometida a explotación pesquera consta de dos componentes que se denominan: mortalidad natural (M), que es la causada por todos los factores independientes a la pesca, es decir, por depredación, senilidad, enfermedades, fluctuaciones ambientales, etc, y mortalidad por pesca (F), que es la debida a la pesca propiamente dicha.

Para medir la intensidad de los procesos de mortalidad y poder estimar el número de supervivientes de una cohorte a una edad dada, se utilizan las denominadas tasas instantáneas de mortalidad.

La tasa instantánea de mortalidad total (Z) se define como la proporción de individuos de la cohorte que muere por cualquier causa en un período de tiempo muy corto, y se expresa según la ecuación:

$$Z = M + F$$

donde:

M = tasa instantánea de mortalidad natural. Es la proporción de individuos de la cohorte que muere por causas naturales, independientes de la actividad pesquera.

F = tasa instantánea de mortalidad por pesca. Es la proporción de individuos de una cohorte que muere debido a la actividad pesquera.

En un período de tiempo muy corto el número de individuos de una cohorte que muere es proporcional al número de individuos presentes, es decir, es proporcional a la abundancia de la cohorte en este período, lo que se puede expresar como:

$$dN/dt = - ZN$$

donde:

N = número de individuos de una cohorte.

t = periodo de tiempo.

Z = la tasa instantánea de mortalidad total. El signo negativo de Z viene dado como consecuencia de que la variación en número de individuos de la cohorte será siempre una disminución.

Si Z se mantiene constante durante un período de tiempo t , se puede integrar la anterior ecuación, obteniéndose la denominada "ecuación de supervivencia":

$$N_t = N_0 \cdot e^{-Zt}$$

donde N_t , representa la abundancia (nº individuos) de la cohorte al final del período t y N_0 la abundancia de la cohorte al comienzo del intervalo (Baranov, 1918; Ricker, 1975; Pereiro, 1982).

La mortalidad natural M no es constante durante el ciclo vital de una especie, siendo muy alta en la fase larvaria, menor en individuos juveniles y más constante y baja en los animales adultos (Cushing, 1975). El valor de M depende de las características biológicas de cada stock y de los factores ambientales en los cuales habita la especie.

En términos generales, el valor de M no es modificable por el hombre, puesto que depende de las características intrínsecas de la población. Sin embargo, el valor de F depende del esfuerzo pesquero ejercido por el hombre sobre el recurso objeto de explotación, siendo posible modular la intensidad del mismo. El control de la pesca es una herramienta útil para la gestión de los recursos marinos vivos.

La mortalidad total (Z), natural (M) y por pesca (F), son parámetros críticos en el estudio de la dinámica de poblaciones explotadas, ya que son difíciles de calcular, y se han de estimar por métodos indirectos (Pauly, 1983; García y Le Reste, 1986; Caddy, 1987). Las consecuencias de los sesgos en la estimación de estos valores son importantes, porque modifican de forma apreciable los resultados de la evaluación del stock.

Los estudios llevados a cabo en relación con las mortalidades Z , M y F en *A. antennatus* presentan unos objetivos demasiado puntuales, no siendo en total muy abundantes. Podemos citar los realizados, en el estrecho de Sicilia por Ragonese y Bianchini (1996); en el mar catalán por Demestre (1990); en Argelia, por Yahiaoui (1994) y en la costa Atlántica portuguesa por Ribeiro-Cascalho (1988).

El objetivo del presente capítulo se centra por un lado en conocer las tasas instantáneas de mortalidad total, natural y por pesca en machos y hembras de *A. antennatus* en dos zonas no analizadas del Mediterráneo español, Murcia e Ibiza. Y por otro lado, comparar los valores estimados de estas mortalidades con los determinados en otras áreas del Mediterráneo occidental y costa atlántica, y discutirlos en base a las características bioecológicas de la especie. Este estudio se ha efectuado con el fin de profundizar en el conocimiento de la biología de la gamba y otorgar a Z , M y F unos valores lo más próximos a la realidad y que contribuyan a la obtención de resultados lo más precisos posible en el estudio de su dinámica.

7.2. Material y métodos.

La información utilizada para la estimación de la mortalidad total (Z), natural (M) y por pesca (F), procede de los muestreos llevados a cabo sobre las capturas comerciales de *A. antennatus* de la zona de Murcia e Ibiza, tal y como se ha explicado en el capítulo 2 y se detallan en el Anexo IV.

Las estimaciones de los valores de Z, M y F se han efectuado mediante métodos indirectos, los cuales se han calculado anualmente, en machos y hembras por separado, para el periodo 1987-1991 en Murcia y 1991-1992 en Ibiza. Esto permite conocer las variaciones interanuales de los valores estimados de estos parámetros.

Para poder aplicar los métodos indirectos de estimación de Z y M ha sido necesario previamente estudiar la reproducción (cap. 4), la estructura poblacional (cap. 5) y el crecimiento (cap. 6) de *A. antennatus*. Los datos básicos empleados para estimar los valores de Z y M son las frecuencias de tallas anual obtenidas para cada zona (Anexo V). A partir de estas se ha calculado la talla completamente reclutada (l'), y la talla media (l), a partir de l' . Por otra parte, con la información obtenida en el estudio del crecimiento (cap. 6) se ha hecho corresponder a cada valor de l' y l sus respectivas edades, t' y t (Tablas 7.1. y 7.2.).

Tabla 7.1. Valores de la talla completamente reclutada, l' ; de la talla media, l y de las edades correspondientes t' y t , para machos y hembras de *Aristeus antennatus*, en la zona de Murcia. Las tallas se expresan en mm y las edades en años.

Años	Machos				Hembras			
	l'	l	t'	t	l'	l	t'	t
1987	19	24,2	1,1	1,9	27	35,2	1,1	1,5
1988	24	26,9	1,8	2,3	27	33,2	1,2	1,6
1989	21	25,4	0,8	1,7	30	36,4	1,2	1,8
1990	19	23,8	0,9	1,6	28	33,8	1,1	1,5
1991	23	27,1	1,3	1,8	26	33,7	1,1	1,5

Tabla 7.2. Valores de la talla completamente reclutada, l' ; de la talla media, l y de las edades correspondientes t' y t , para machos y hembras de *Aristeus antennatus*, en la zona de Ibiza. Las tallas se expresan en mm y las edades en años.

Años	Machos				Hembras			
	l'	l	t'	t	l'	l	t'	t
1991	22	25,2	1,6	2,3	27	33,3	1,4	2,0
1992	23	25,1	1,8	2,2	24	33,6	0,8	1,6

Los parámetros utilizados en cada zona estudiada se presentan en la tablas 7.3 y 7.4.

Tabla 7.3. Parámetros de <i>Aristeus antennatus</i> utilizados en la estimación de las mortalidades en la zona de Murcia.						
Años	Sexo	L_{∞}	W_{∞}	K	tm_{50}	t_0
1987	Machos	49	36	0,25	1,2	-0,83
	Hembras	75	123	0,42	1,1	-0,03
1988	Machos	50	41	0,22	1,2	-1,17
	Hembras	74	116	0,36	1,1	-0,03
1989	Machos	44	25	0,24	1,2	-1,88
	Hembras	75	115	0,25	1,0	-0,74
1990	Machos	45	28	0,26	0,9	-1,26
	Hembras	71	105	0,40	1,0	-0,08
1991	Machos	52	43	0,27	0,9	-0,91
	Hembras	75	122	0,38	1,0	-0,05

Tabla 7.4. Parámetros de <i>Aristeus antennatus</i> utilizados en la estimación de las mortalidades en la zona de Ibiza.						
Años	Sexo	L_{∞}	W_{∞}	K	tm_{50}	t_0
1991	Machos	44	27	0,24	1,0	-1,21
	Hembras	75	109	0,25	1,0	-0,33
1992	Machos	48	33	0,23	1,0	-1,04
	Hembras	74	109	0,26	1,0	-0,66

Finalmente, los métodos empleados para estimar las mortalidades han sido los siguientes:

A.- Métodos de Estimación indirecta de la tasa instantánea de Mortalidad Total (Z):

1. Curva de captura (Baranov, 1918). Se basa en la presencia de varias clases de edad en la población muestreada. A partir de la transformación logarítmica de la ecuación de supervivencia, se obtiene la tasa de mortalidad total (-Z), cuyo valor es igual a la pendiente de la recta:

$$N_t = N_0 \cdot e^{-Zt}$$
$$\ln N_t = \ln(N_0) - Zt$$

Para su determinación se utilizó el programa informático ELEFAN (Gayanilo *et al.* 1988), empleando como datos de entrada, las distribuciones de frecuencias de tallas anuales y los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy, estimados en el capítulo 6.

2. Modelo de Beverton y Holt (1956). Utiliza los datos de frecuencia de tallas anual, para calcular los valores de la talla menor completamente reclutada (l'), y la talla media, (l) a partir de l' , y los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy.

$$Z = K \cdot (L_{\infty} - l) / (l - l')$$

3. Modelo de Beverton y Holt (1956). Utiliza las edades correspondientes a l' y l :

$$Z = 1 / (t - t')$$

4. Modelo de Ssentongo y Larkin (1973). Utiliza también las frecuencias de tallas anuales. En el se considera que una estimación no sesgada de Z, en especies donde el reclutamiento es considerado continuo, viene expresada mediante la siguiente relación:

$$Z = n / (n+1) \cdot (t - t_c)$$

donde:

n , es el número de muestreos realizados para el cálculo de t .

t_c , es la edad de primera captura.

t , es la edad media de los individuos completamente reclutados en las capturas.

B.- Métodos de Estimación indirecta de la tasa instantánea de Mortalidad Natural (M)

1. Modelo de Taylor (1959). Partiendo de los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy, el modelo considera que un ejemplar que alcanza una talla del 95% de la longitud asintótica (L_{∞}) ha estado sometido a una mortalidad natural igual a:

$$M = 2,996 K / 2,996 + K * t_0$$

2. Modelo de Rikhter y Efanov (1976). Muestra una estrecha relación entre M y la edad a la cual el 50 % de los individuos de la población están maduros (t_{m50}). Esta relación es expresada como:

$$M = 1,521 / (t_{m50})^{0,720} - 0,155$$

3. Modelo de Pauly (1980). Relaciona la mortalidad natural con la temperatura del medio ambiente y el crecimiento en longitud por medio de la siguiente regresión múltiple:

$$\log_{10} M = -0,0066 - 0,279 \log_{10} L_{\infty} + 0,6543 \log_{10} K + 0,4634 \log_{10} T$$

donde:

L_{∞} y K , son los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy.

T , es la temperatura media anual en °C del agua en la cual vive la especie. Se utilizó el valor de 13 °C, por ser el que corresponde con la profundidad donde vive la gamba en las zonas de estudio (Cañavate *et al.* 1987, ver cap. 3.1. medio físico).

4. Modelo de Pauly (1980). Expresa la misma relación que el anterior modelo pero con respecto al crecimiento en peso:

$$\log_{10} M = -0,2107 - 0,0824 \log_{10} W_{\infty} + 0,6757 \log_{10} K + 0,4634 \log_{10} T$$

donde W_{∞} , es el peso en gramos de L_{∞} .

C.- La estimación indirecta de la tasa instantánea de la mortalidad por Pesca, F, se efectuó a partir de la relación básica:

$$Z = M + F$$

$$\text{donde } F = Z - M$$

7.3. Resultados.

7.3.1. Estimación de la tasa instantánea de mortalidad total (Z).

En la zona de Murcia, los resultados de las estimaciones de Z para cada método aplicado y año muestran que los valores obtenidos para machos son inferiores a los de las hembras (Tabla 7.5.). Los valores medios por año oscilaron entre 1,17 y 1,92 para machos, y entre 1,57 y 2,59 para hembras.

La semejanza de valores de Z durante el período 1987-1991, se debe en primer lugar a que la estructura demográfica de la población no ha sufrido grandes cambios a lo largo de este período (Tabla 7.1.).

En la zona de Ibiza (Tabla 7.6.), los valores de Z en los machos siempre son superiores en 1992 que en 1991. En hembras ocurre lo contrario. Ello se atribuye a que durante el reclutamiento en 1992 aumentaron los machos y disminuyeron las hembras, según los valores directos de las frecuencias de tallas anuales.

Tabla 7.5. Valores estimados de mortalidad total (Z) según diferentes métodos, en machos y hembras de *Aristeus antennatus*, en la zona de Murcia, periodo 1987-1991.

Método	Machos					Hembras				
	1987	1988	1989	1990	1991	1987	1988	1989	1990	1991
Curva captura	1,10	1,29	1,24	1,55	1,89	1,82	2,22	1,38	2,64	2,15
Beverton y Holt, 1956 (tallas)	1,44	1,97	1,25	1,40	1,90	2,45	2,72	1,75	2,96	2,64
Beverton y Holt, 1956 (edades)	1,25	2,00	1,11	1,42	2,00	2,50	2,50	1,66	2,50	2,50
Ssentogo y Larkin, 1983	1,20	1,91	1,11	1,29	1,90	2,40	2,39	1,50	2,27	2,38
Valores Medios	1,24	1,79	1,17	1,41	1,92	2,29	2,45	1,57	2,59	2,41

Tabla 7.6. Valores estimados de mortalidad total (Z) según diferentes métodos, en machos y hembras de *Aristeus antennatus*, en la zona de Ibiza, años 1991 y 1992.

Método	Machos		Hembras	
	1991	1992	1991	1992
Curva captura	1,69	2,34	1,93	1,64
Beverton y Holt, 1956 (tallas)	1,65	2,73	1,90	1,35
Beverton y Holt, 1956 (edades)	1,42	2,50	1,66	1,25
Ssentogo y Larkin, 1983	1,19	2,08	1,38	1,14
Valores Medios	1,48	2,41	1,71	1,34

7.3.2. Estimación de la tasa instantánea de mortalidad natural (M).

Los valores estimados de M mediante los cuatro métodos diferentes mencionados para *A. antennatus* en las zonas de Murcia e Ibiza, se exponen respectivamente en las tablas 7.7. y 7.8.

En la zona de Murcia, los valores de M fueron prácticamente idénticos en ambos sexos en todo el período (1987-1991). Los valores medios por año oscilaron entre 0,57 y 0,73 para machos, y entre 0,64 y 0,76 en hembras. En la zona de Ibiza, los valores medios obtenidos de M fueron también prácticamente iguales en ambos sexos, variando en machos entre 0,64 y 0,66 y en hembras entre 0,63 y 0,64.

La explicación de la semejanza de estos valores obtenidos de M en los diferentes años y distintas zonas, son debidos básicamente a homogeneidad de valores de los parámetros de crecimiento (L_{∞} , K, t_0), de la talla de primera madurez sexual (tm_{50}) y a la estabilidad térmica del agua en las profundidades de 400 a 800 m.

Tabla 7.7. Valores estimados de mortalidad natural (M) anuales y medios, según diferentes métodos, para machos y hembras de *Aristeus antennatus*, en la zona de Murcia, periodo 1987-1991.

Método	Machos					Hembras				
	1987	1988	1989	1990	1991	1987	1988	1989	1990	1991
Taylor, 1962	0,26	0,20	0,20	0,23	0,24	0,42	0,35	0,23	0,39	0,37
Rikhter y Efanov, 1976	1,17	1,17	1,17	1,48	1,48	1,26	1,26	1,36	1,36	1,36
Pauly, 1980 (talla)	0,44	0,40	0,44	0,46	0,45	0,54	0,49	0,43	0,54	0,51
Pauly, 1980 (peso)	0,59	0,54	0,59	0,62	0,78	0,76	0,70	0,54	0,75	0,71
Valores Medios	0,61	0,57	0,60	0,69	0,73	0,74	0,70	0,64	0,76	0,73

Tabla 7.8. Valores estimados de mortalidad natural (M) anuales y medios, según diferentes métodos, para machos y hembras de *Aristeus antennatus*, en la zona de Ibiza, años 1991 y 1992.

Método	Machos		Hembras	
	1991	1992	1991	1992
Taylor, 1962	0,26	0,24	0,25	0,27
Rikhter y Efanov, 1976	1,36	1,36	1,36	1,36
Pauly, 1980 (talla)	0,44	0,41	0,39	0,40
Pauly, 1980 (peso)	0,59	0,56	0,54	0,56
Valores Medios	0,66	0,64	0,63	0,64

7.3.3. Estimación de la tasa instantánea de mortalidad por pesca (F).

Los valores estimados de F para *A. antennatus*, en las zonas de Murcia e Ibiza, se exponen respectivamente en las tablas 7.9. y 7.10. Esta estimación se ha hecho a partir de los valores medios de Z y M, con el fin de evitar el posible sesgo de tuviese el valor estimado mediante un determinado modelo, a la vez que no se tiene certeza del modelo que aporta los resultados más cercanos a los verdaderos valores.

En la zona de Murcia, la mortalidad por pesca en la mayoría de los años, fué siempre inferior en machos que en hembras. Los valores de F para el período 1987-1991 en machos oscilaron entre 0,67 y 1,22 y en hembras entre 0,93 y 1,83.

En Ibiza, los valores medios obtenidos de F para 1991 y 1992, fueron respectivamente los siguientes, machos 0,82 y 1,77; y hembras 0,70 y 1,08.

Tabla 7.9. Valores estimados de F a partir de los valores medios calculados de Z y M, para machos y hembras de <i>Aristeus antennatus</i> , en la zona de Murcia, periodo 1987-1991.		
Años	Machos	Hembras
1987	0,63	1,55
1988	1,22	1,75
1989	0,67	0,93
1990	0,72	1,83
1991	1,19	1,68

Tabla 7.10. Valores estimados de F a partir de los valores medios calculados de Z y M, para machos y hembras de <i>Aristeus antennatus</i> , en la zona de Ibiza, años 1991 y 1992.		
Años	Machos	Hembras
1991	0,82	1,08
1992	1,77	0,70

7.4. Discusión.

Los resultados obtenidos de Z, M y F para ambos sexos de *A. antennatus* en las zonas de Murcia e Ibiza, deben considerarse únicamente una aproximación a los verdaderos valores, ya que proceden de estimaciones indirectas. No obstante, la utilización de diferentes métodos de estimación de las mortalidades, nos ha permitido conocer el rango de variación durante un período amplio de estudio y reducir así el grado de incertidumbre que supone el desconocimiento real de los valores de estos parámetros.

Los valores de la talla completamente reclutada, en la zona de Murcia y para el período 1988-1991 (Tabla 7.1.), y en la zona de Ibiza, para los años 1991-1992 (Tabla 7.2.), se encuentran ligeramente por encima de los estimados de talla de primera madurez sexual (Murcia: machos entre 20 y 22 mm y hembras entre 24 y 27 mm; Ibiza: machos de 20 mm y hembras de 24 mm , ver cap. 4). Esto unido al hecho de que la proporción de ejemplares inmaduros en las capturas es pequeña (cap. 5 y Anexo IV), nos indica que la mayor mortalidad de la población de gamba se produce sobre ejemplares adultos. Es decir, no parece que la mortalidad pesquera dañe los reclutamientos anuales.

Los valores de las tasas de mortalidad total Z de la gamba en Murcia e Ibiza, son de un orden de magnitud similar a los determinados en otras zonas del Mediterráneo occidental, oscilando en un rango relativamente estrecho (Tabla 7.11.). Una vez más, nos permite pensar que existe una alta homogeneidad en las características biológicas y estructura de la población explotada de gamba en las distintas zonas de pesca del Mediterráneo.

Tabla 7.11. Comparación de los valores máximos y mínimos de mortalidad total (Z) en machos y hembras de <i>Aristeus antennatus</i> en el Mediterráneo occidental.			
Años	Sicilia		Autores
	Machos	Hembras	
1986-1987	-	1,3 - 1,5	Ragonese y Bianchini (1996)
1984-1989	Cataluña		Demestre (1990)
	Machos	Hembras	
	2,13 - 2,53	1,48 - 1,63	
Murcia			
1987 -1991	Machos	Hembras	Presente estudio
	1,17 - 1,92	1,57 - 2,59	
Ibiza			
1991 - 1992	Machos	Hembras	Presente estudio
	1,48 - 2,41	1,34 - 1,71	
Argelia			
1987 -1988	Machos	Hembras	Yahiaoui (1994)
	0,9 - 1,1	1,6	

Para poder tener un espectro lo más completo posible de la biología y ecología de la gamba, se ha efectuado un análisis comparativo de los valores de Z de distintos crustáceos decápodos explotados que viven tanto en aguas costeras como profundas. El rango de valores de Z para las especies litorales puede oscilar entre 3,8 y 12,48 (Lucas, 1974; Klima, 1974; García, 1977; Le Reste, 1978, García y Le Reste, 1986). En el caso de decápodos de hábitat similar a la gamba, únicamente se conocen datos publicados de Z en *Aristaeomorpha foliacea*, estando comprendidos los valores en las hembras entre 0,65 y 1,97 (Ragonese *et al.* 1994 ; Spedicato *et al.* 1994; Leonardi y Ardizzone, 1994;Yahiaoui, 1994) y en machos de 0,79 (Yahiaoui, 1994).

Se aprecia que los valores anuales de Z estimados en crustáceos explotados de aguas costeras son muy superiores a los obtenidos para decápodos de aguas profundas (*A. antennatus* y *A. foliacea*). Estas diferencias en los valores de Z , pueden ser atribuidos a que los crustáceos que viven en las zonas de aguas someras están sometidos a condiciones medioambientales fluctuantes, son especies de ciclos biológicos cortos (apenas sobrepasan los dos años de edad) y son de fácil accesibilidad al arte de pesca. Mientras, los decápodos de aguas profundas, habitan en un ambiente caracterizado por una estabilidad térmica (ver cap. 3.1.), tienen una longevidad algo superior estimada entre cuatro y cinco años (ver cap. 6), y son menos accesible a la pesquería, ya que se distribuyen en zonas de cañones submarinos que dificultan la accesibilidad de los artes de pesca.

Si nos referimos a la otra causa de mortalidad, la mortalidad natural M , independiente de la pesca, ya se ha dicho previamente que en cada especie varía según las condiciones ambientales en donde desarrolla su ciclo vital y según las características intrínsecas de la propia especie y de la población. En el caso de *A. antennatus*, tal y como se puso de manifiesto en el capítulo en el que se estudió el medio físico (cap. 3), la temperatura y la salinidad permanecen prácticamente constantes en el rango batimétrico en el cual es objeto de explotación. Así, esta estabilidad ambiental nos induce a otorgar un valor bajo a M .

Otros factores a tener en cuenta a la hora de conocer el valor de M , son aquellos ligados a las relaciones tróficas, canibalismo y depredación. La información relacionada con la alimentación de la gamba indica la inexistencia de canibalismo, estando constituida su dieta básicamente por pequeñas presas bentónicas, principalmente bivalvos (sobre todo *Abra longicallus*) crustáceos macruros (*Calocaris macandreae*), poliquetos, anfipodos y ofiuroideos (Lagardère, 1972; Relini Orsi, 1977; Cartes y Sardá 1989; Cartes, 1990). Vetter (1988), indica que en peces el factor que afecta más directamente al valor de M es la depredación. En relación con la depredación que sufre *A. antennatus*, los trabajos llevados a cabo hasta el momento, realizados mediante el estudio de los contenidos estomacales de las especies que comparten su hábitat, ponen de manifiesto que la depredación que sufre la gamba es prácticamente inexistente (Relini Orsi y Wurtz, 1977; Lleonart *et al.* 1990, Demestre, 1990). Así pues, tanto el escaso canibalismo como la falta de depredación que sufre *A. antennatus*, contribuiría a otorgar una vez más, un valor bajo a M .

Otra causa importante de mortalidad natural son las posibles enfermedades. De los 26.670 individuos muestreados durante un período de seis años, para el conjunto de zonas estudiadas (Murcia, Almería e Ibiza), nunca se observaron infestaciones de la gamba por parásitos, u otro tipo de problemas. Demestre (1990), durante cinco años de muestreo de gamba en el mar catalán, no evidenció tampoco ningún tipo de enfermedad aparente, ni la presencia de endoparásitos, ni de ectoparásitos. Como consecuencia de esta ausencia de enfermedades, el valor de M debe ser bajo.

En poblaciones marinas se ha observado una estrecha relación entre el crecimiento, la longevidad y la mortalidad natural de los individuos. De tal forma que, individuos con una mortalidad natural elevada, crecen deprisa pero no alcanzan edades longevas (Beverton y Holt, 1959; Taylor, 1959; Holt, 1962, Cushing, 1975). En este sentido, los estudios realizados sobre el crecimiento de *A. antennatus* (cap. 6), ponen de manifiesto que la gamba es una especie con un ciclo de vida relativamente largo, longevidad acorde con valores altos de L_{∞} y tasa de crecimiento baja. Situación que nos remite nuevamente, a tener que considerar que el valor de M debe ser bajo.

Cuando se comparan los valores estimados de M en esta memoria, con los estimados en diferentes zonas del Mediterráneo y costa atlántica portuguesa (Tabla 7.12.), se observa que para cada método, los resultados son muy parecidos entre las diferentes áreas, coincidiendo en todas ellas un valor bajo de M .

Por otra parte, también se conoce que la mortalidad natural de una especie se encuentra relacionada con su fecundidad. Por término medio, la población de una determinada especie cuyos reproductores son muy fecundos se verá sometida a una mortalidad natural alta, mientras que poblaciones poco fecundas deben verse sometidas a mortalidades naturales reducidas, si quieren seguir sobreviviendo (Pereiro, 1993). Bajo esta premisa, a la gamba, especie de un alto potencial reproductivo, capaz de realizar hasta tres puestas en un mismo ciclo anual (cap 4), y con una fecundidad muy alta, estimada entre 138.000 y 1.8000.000 oocitos por individuo en cada ciclo anual (Orsi-Relini y Semeria, 1983; Demestre, 1990), cabría otorgarle un valor alto de M a *A. antennatus*.

Tabla 7.12. Comparación de los valores estimados de mortalidad natural (M) para *Aristeus antennatus*, por sexo, en el Mediterráneo occidental y Atlántico portuges.

Método	Sicilia (Ragonese y Bianchini, 1996)		Cataluña (Demeste y Martín, 1993)		Ibiza (Presente estudio)		Murcia (Presente estudio)		Sur Portugal (Ribeiro-Cascalho, 1988)	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Alagaraja (1984)	-	0,77	-	-	-	-	-	-	-	-
Taylor, 1962	-	-	0,24	0,30	0,25	0,26	0,23	0,35	-	-
Rithker y Efanov, 1976	-	-	0,98	1,11	1,36	1,36	1,36	1,38	0,96	1,30
Pauly, 1980 (talla)	-	-	0,42	0,44	0,42	0,39	0,44	0,50	0,64	0,58
Pauly, 1980 (peso)	-	-	0,59	0,59	0,57	0,55	0,62	0,69	-	-

Finalmente, al igual que se ha realizado con *Z*, y con el objetivo de tener un conocimiento más global y completo de los valores de *M*, se ha comparado los valores de *M* de la gamba con los de otras especies de diferentes hábitats y biología. García y Le Reste (1986) en trabajos sobre peneidos litorales, destacan que los valores elevados de la tasa de crecimiento estimados en estas especies, dejan suponer una mortalidad natural alta (entre 1,2 y 5,4). Además, esto es normal para animales de corta duración de vida.

Abelló y Martín (1993), para *Squilla mantis*, especie bastante litoral y que vive aproximadamente 18 meses en el Mediterráneo español, estimaron un valor de *M* en machos de 2,03 y en hembras de 1,77. Ribeiro-Cascalho y Arrobas (1987), han estimado una duración de vida de dos o tres años para *Parapeneaeus longirostris* en la costa atlántica portuguesa y los valores determinados de *M* fueron de 1,44 en machos 1,17 en hembras. Ragonese *et al.* (1994) y Spedicato *et al.* (1994), para *Aristaeomorpha foliacea* en el Mediterráneo occidental, han estimado valores de *M* entre 0,42 y 0,60. Esta especie vive en un ambiente de características ecológicas parecidas a la gamba, y además pertenece también al mismo grupo taxonómico. Cobb y Caddy (1988), nos indican que en los decápodos de vida larga (diez a quince años), tales como langosta y bogavante, *M* es aproximadamente 0,1.

Como resumen final, podemos considerar que la tasa de crecimiento, la duración del ciclo vital y los aspectos biológicos de *A. antennatus*, así como el análisis comparativo efectuado entre la gamba y otros crustáceos, son suficientes argumentos para otorgar un valor de baja magnitud a la mortalidad natural (M) de esta especie. Valores de M que pueden ser considerados lógicos en el ámbito bioecológico de este recurso. Se aprecia una misma tendencia entre la magnitud de los valores de M de especies con similares parámetros biológicos y hábitat.

En cuanto a la mortalidad por pesca F, brevemente comentar que en poblaciones explotadas de especies demersales es muy superior a la mortalidad natural (Martín, 1989). En el caso de *A. antennatus*, los valores obtenidos de F en ambos sexos han sido siempre superiores a los de M. Esto a su vez está en coherencia con los conocimientos que se tienen de la pesquería, de forma que se puede señalar que, una vez que los individuos son reclutados a la pesquería, la principal causa de mortalidad de dichos individuos es la explotación pesquera.

8. ANÁLISIS DEL STOCK EN LAS ZONAS DE MURCIA E IBIZA

ANÁLISIS DEL STOCK EN LAS ZONAS DE MURCIA E IBIZA.

8.1. Introducción.

El estudio correcto de una pesquería se debe basar en criterios científicos procedentes del conocimiento de la propia especie y del funcionamiento de la dinámica de la población explotada de dicha especie, sin olvidar las interrelaciones con los factores abióticos y bióticos que condicionan al individuo como especie y al conjunto de individuos como población.

En el estudio de la dinámica de poblaciones marinas explotadas, se utilizan los modelos de producción y los analíticos, con el objetivo último de conocer el estado de explotación de los recursos y su evolución en el tiempo, y las causas que condicionan esta evolución. Entre estas causas se incluyen la propia actividad pesquera, la biología de la especie y los factores oceanográficos.

En un principio los modelos de producción o globales (Schaefer 1954, Fox 1960, Pella y Tomlison, 1969) trataban a la pesquería como un sistema cerrado del que solamente conocemos su entrada, que es el esfuerzo de pesca y su salida que es la captura obtenida. Para poder aplicar estos modelos son necesarias series históricas de capturas y esfuerzo de pesca, no siendo esencial los conocimientos de la biología del recurso explotado, ni de las condiciones medioambientales del hábitat del mismo. Recientemente estos modelos han ido evolucionando hacia una integración de parámetros más relacionados con la propia especie. Existen ejemplos de modificaciones del modelo clásico de producción, en los que se utiliza datos de entrada procedentes de informaciones más directas de la población, como mortalidad por pesca, estimaciones de biomasa procedentes de las capturas anuales, en lugar de solo usar capturas y esfuerzo (Zhang *et al.* 1991).

Los modelos analíticos o estructurales simulan la población explotada en base a su reconstrucción y dinámica a partir de los submodelos de crecimiento, relación talla-peso, mortalidad natural y por pesca, reclutamiento etc. Son modelos que contemplan la biología y la ecología de la especie. Actualmente son los modelos más utilizados en los estudios de las pesquerías. De modo generalizado en las Comisiones de Estudio de Pesquerías Nacionales e Internacionales d tanto del Atlántico como del Mediterráneo (I.C.E.S., N.A.F.O., C.I.E.S.M., DYNPOP), con el fin de evaluar el estado de explotación de los recursos, y así poder sugerir a los organismos competentes las medidas de gestión más adecuadas para el mantenimiento o potenciación de las poblaciones sometidas a explotación pesquera. Las formas más conocidas de los modelos analíticos son el Análisis de Poblaciones Virtuales (APV) y los de Rendimiento por Recluta (Y/R).

El APV es un procedimiento para conocer cuántos individuos debían haber estado en el mar para proporcionar tanto una captura conocida como una parte de las pérdidas producidas por causas naturales (Fry, 1957). Gulland (1965) desarrolló el método general de APV tal y como se utiliza hoy, donde en la reconstrucción de la población que realiza el modelo se emplean las ecuaciones habituales de la dinámica de las poblaciones (ecuación de supervivencia y ecuación de la captura). Posteriormente, Pope (1972), desarrolló una técnica de evaluación de la población virtual, que se ha denominado análisis de cohortes. Este último, facilita la resolución de las fórmulas del análisis de población virtual en su forma general. Pope (1972) señala que los resultados obtenidos por las dos técnicas son idénticos si los valores de M son menores o iguales a 0,3, y los valores de F son inferiores a 1,2. No obstante, Pereiro (1982) ha realizado análisis con valores de M mucho mayores a 0,3 sin obtener resultados que divergentes. El APV y el análisis de cohortes permite reconstruir la estructura de una cohorte a su paso por la pesquería en términos de números de individuos por edad, a partir del número de individuos capturados por edad. Igualmente permite estimar las mortalidades por pesca que han actuado sobre cada edad, la biomasa del stock y el reclutamiento (entendiendo como tal, el número de individuos de talla más pequeña que son capturados).

Si bien el APV y el análisis de cohortes se basan en informaciones referidas a edades, también existe el método de análisis de cohortes aplicado a la distribución de frecuencias de tallas. Este se denomina análisis de cohortes por tallas (LCA) y es un método propuesto por Jones (1982), que tiene una gran utilidad en el estudio de especies donde se carece de información sobre las edades de los individuos, o donde es imposible determinar la edad por métodos directos, como es el caso de los crustáceos.

Los modelos de rendimiento por recluta (Y/R) permiten estimar el rendimiento en biomasa de una población explotada. También permiten simular cambios en el régimen de explotación de una pesquería. El primer modelo de rendimiento por recluta se debe a Beverton y Holt (1957), surgiendo posteriormente otros modelos, como el de Ricker (1975). El rendimiento de una cohorte en un momento dado, depende de la biomasa de la cohorte en ese momento, es decir, del número de ejemplares que sobreviven y del peso medio que han alcanzado, así como de las tasas de mortalidad que actúan sobre la cohorte.

El Y/R da una visión general de la pesquería del recurso y permite diseñar estrategias de explotación, y en consecuencia prever sus efectos. Así, sobre el análisis de rendimiento por recluta se pueden realizar análisis de riesgo. Estos análisis permiten simular, en ausencia de equilibrio, la trayectoria de la pesquería durante un cierto número de años a partir de unas determinadas condiciones de explotación, y ver como varía hasta llegar a un nuevo equilibrio. Los análisis de riesgo son muy útiles cuando se quiere hacer una evaluación del riesgo que supone a corto o medio plazo, un determinado cambio en la explotación del recurso. Además, permite analizar la respuesta del recurso al variar tanto los valores de los parámetros de crecimiento (L_{∞} , K , t_0) y mortalidad natural (M), como al variar el esfuerzo, obteniendo así una información muy importante para la gestión de los recursos explotados.

El desarrollo matemático de los modelos globales y analíticos, así como las asunciones, y consideraciones generales están descritas en un gran número de trabajos, algunos ya mencionados anteriormente: FAO (1979), Csirke (1980), Laurec y Le Guen (1981), García y Le Reste (1981), Pereiro (1982), Pauly (1983), Leonart (1986), Martín (1989), Sparre *et al.* (1989), Farrugio (1993), Leonart (1993), Mtimet *et al.* (1995). Profundizar en estos temas no es objetivo prioritario del presente estudio.

La aplicabilidad de los modelos de producción y analíticos a la pesquería mediterránea, ha sido estudiada por Martín (1989) y Leonart (1993), concluyendo que los modelos basados en el análisis de la estructura de las edades o tallas (modelos analíticos), son más útiles para el Mediterráneo que los basados en el análisis de series de captura-esfuerzo (modelos de producción). Ello es debido al hecho que las pesquerías que se desarrollan en el Mediterráneo son de carácter básicamente artesanal, lo que implica dispersión y diversidad en los datos. Además, como las series de esfuerzo varían en un rango relativamente estrecho, no se pueden obtener buenas relaciones con la captura o la captura por la unidad de esfuerzo, ya que las variaciones de captura o de la captura por unidad de esfuerzo, son debidas más al efecto del azar que a la propia variación de la variable independiente, el esfuerzo pesquero en este caso.

Los estudios llevados a cabo sobre la dinámica de la población de *Aristeus antennatus* no son muy frecuentes y solo recientemente están despertando el interés de los científicos (Demestre 1990; Demestre y Leonart, 1993; Carbonell, 1994; Martínez-Baños, 1994; Ragonese y Bianchini, en prensa; Demestre *et al.*, en prensa), por ser una de las principales especie objetivo de la flota de arrastre de fondo, y situarse entre las cuatro especies que mayores ingresos aportan al sector pesquero en todo el Mediterráneo (ver cap. 3.3.). En la presente memoria, y hasta este capítulo, se han estudiado factores abióticos y bióticos que pueden influir sobre la población de la gamba (cap. 3). La propia biología de la especie ha sido analizada en el ámbito de la reproducción (cap. 4), estructura poblacional (cap. 5), crecimiento (cap. 6) y mortalidad (cap. 7). Todos estos conocimientos imprescindibles para el estudio de una especie, son además aspectos básicos y necesarios para abordar el estudio de la dinámica de poblaciones de cualquier especie.

Con toda esta información, en el presente capítulo se analiza y discute la dinámica de poblaciones de *A. antennatus* en las zonas de Murcia e Ibiza, para pasar posteriormente en el último capítulo (cap. 9) al estudio global de este recurso en el Mediterráneo español y sugerir posibles medidas de gestión para un aprovechamiento racional del recurso.

8.2. Material y Métodos.

La información utilizada para el estudio del stock de *Aristeus antennatus* en las zonas de Murcia e Ibiza proceden de los muestreos llevados a cabo sobre las capturas comerciales de

gamba. Los muestreos han sido de periodicidad mensual, y en cada uno de ellos se ha medido la longitud del cefalotórax (Lc en mm), tratándose los dos sexos por separado. A partir de estos muestreos mensuales se elaboró la distribución anual de frecuencias de tallas, tal y como se ha explicado en el cap. 5.

Los datos utilizados han sido los siguientes:

1. Las distribuciones de las frecuencias de tallas anuales, en número de individuos, y las capturas totales anuales, en toneladas métricas de las zonas de Murcia (período 1987/1991) e Ibiza (años 1991 y 1992), tablas 8.1. y 8.2.
2. Los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy, de la relación talla-peso, mortalidad natural y mortalidad por pesca (Tablas 8.3. y 8.4.), todos ellos estimados en sus respectivos capítulos.

Lc (mm)	MURCIA					IBIZA	
	1987	1988	1989	1990	1991	1991	1992
14	0	0	0	0	2340	0	0
15	0	4167	0	0	16053	0	0
16	0	28818	0	0	53720	11109	11787
17	20007	107680	0	10159	150241	5531	66543
18	105270	201012	33562	28612	184954	51626	159710
19	119226	193202	83612	245473	261370	139276	212378
20	109701	154596	117090	207019	358659	380544	312728
21	112573	182963	295695	141956	300428	559879	416821
22	135363	192717	281314	153320	307277	605675	419055
23	106685	215605	297925	194209	344427	349422	382568
24	95102	284002	169039	105555	177301	431420	206212
25	78518	251436	189533	76173	222173	360499	119764
26	81769	203618	246770	86696	273612	259401	95869
27	75223	153809	96074	66754	161503	196654	52101
28	62121	136672	122278	8567	183856	67720	5029
29	27777	84446	102217	21296	122333	44662	6952
30	26414	74541	51028	36237	74022	31805	15222
31	27487	15595	45473	8262	62393	100631	0
32	5468	19866	23697	11818	30046	25650	0
33	0	751	29808	48361	40713	0	0
34	0	3485	2037	0	9068	0	0
35	0	0	0	0	2746	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0
Cap. total en Tm	8	17	15	9	22	25	21

Tabla 8.1. Matriz anual de la distribución de las frecuencias de tallas de la captura, en número de individuos, y capturas totales anuales, en toneladas métricas, para machos de *Aristeus antennatus*, en las zonas de Murcia (período 1987/1991) e Ibiza (años 1991 y 1992).

Lc (mm)	MURCIA					IBIZA	
	1987	1988	1989	1990	1991	1991	1992
13	0	0	0	0	7194	0	0
14	0	843	37744	0	24002	0	0
15	0	65	62085	0	39091	0	0
16	4333	28366	143222	10966	128259	0	4088
17	7424	27389	294958	11456	172099	0	4916
18	12925	99128	215440	16378	242097	20419	85365
19	20246	158034	275102	144409	367019	34307	163031
20	54431	211009	257933	242692	602705	55257	323070
21	98189	299166	215247	172251	980688	222694	460265
22	180954	391567	263735	388831	1252508	310292	711230
23	294756	410787	264284	766264	1346010	516716	776073
24	331634	400558	318164	940442	1219169	394331	749754
25	386620	362276	460907	1109233	1383590	421485	579498
26	406961	413619	411203	1230181	1322960	331941	391359
27	421234	400677	448450	1310935	1083617	576033	378640
28	371859	389137	498620	1469396	956691	445350	320296
29	348955	441465	530343	975256	632564	473778	333284
30	340063	343369	594257	863783	592614	399429	338946
31	288536	329428	527749	571880	515434	399506	408433
32	301032	295912	487903	551736	364968	417737	394079
33	274924	221926	434211	577404	369601	282601	485723
34	246676	238262	322082	365372	384414	169588	487254
35	258480	198927	267924	291433	277353	230751	386203
36	176850	206911	205915	308512	333274	243569	488988
37	185417	111199	157899	164170	228587	306994	299448
38	114966	149064	100594	185559	231687	258150	273868
39	102854	83292	78655	152033	198973	197156	171248
40	57187	119400	82781	76175	151401	129058	197519
41	54201	119714	40230	57630	148868	191305	125194
42	44645	58870	73858	79843	162281	56290	131032
43	46972	52164	50829	64959	93468	152560	94808
44	57878	50820	35642	71756	105332	85999	78772
45	24879	42892	28025	65645	76950	55200	120901
46	31206	41431	56953	45525	58847	68377	55456
47	26876	45640	58063	19790	84048	72449	24883
48	11149	27121	62399	27083	52428	29138	26855
49	17445	18596	37369	15205	66613	8105	25860
50	27653	6378	49594	47186	58600	18336	3067
51	13890	21864	12773	21353	36370	955	13053
52	23858	7608	56683	15732	29700	48898	8186
53	9848	7644	2036	1305	58534	411	2820
54	33798	9343	7032	7899	31432	411	123
55	33146	2321	16768	8926	11584	411	47
56	29457	3591	7032	12428	9054	13588	5413
57	21573	65	13129	3391	1833	0	0
58	19394	7923	11719	1787	7549	0	0
59	13697	4736	35193	1787	5737	0	0
60	6464	1216	0	17005	14493	0	0
61	5880	0	0	4507	7668	0	0
62	2607	0	0	1305	39	0	0
63	0	0	0	6684	1756	0	0
64	0	0	0	0	39	0	0
65	0	0	0	0	16992	0	0
Captura total en Tm	88	88	110	163	187	108	123

Tabla 8.2. Matriz anual de la distribución de las frecuencias de tallas de la captura, en número de individuos, y capturas totales anuales, en toneladas métricas, para hembras de *Aristeus antennatus*, en las zonas de Murcia (período 1987/1991) e Ibiza (años 1991 y 1992).

Tabla 8.3. Parámetros utilizados en los Análisis de cohortes, para machos de *Aristeus antennatus*, en las zonas de Murcia (período 1987/1991) e Ibiza (años 1991 y 1992); a y b son los valores de la relación talla-peso, M de la mortalidad natural y Ft de la mortalidad por pesca.

Parámetros	Murcia					Ibiza	
	Parámetros de crecimiento de von Bertalanffy						
	$L_{\infty} = 52 \quad K = 0,27 \quad t_0 = -0,91$					$L_{\infty} = 48 \quad K = 0,23 \quad t_0 = -1,04$	
	1987	1988	1989	1990	1991	1991	1992
a	0,003476	0,002596	0,005997	0,004308	0,002193	0,005546	0,003354
b	2,377219	2,470489	2,200682	2,302162	2,500965	2,242480	2,377485
M	0,61	0,57	0,60	0,69	0,73	0,66	0,64
Ft	0,63	1,22	0,67	0,72	1,19	0,82	1,77
	2	2	2,5	2,5	2,5	2	2

Tabla 8.4. Parámetros utilizados en los Análisis de cohortes, para hembras de *Aristeus antennatus*, en las zonas de Murcia (período 1987/1991) e Ibiza (años 1991 y 1992); a y b son los valores de la relación talla-peso, M de la mortalidad natural y Ft de la mortalidad por pesca.

Parámetros	Murcia					Ibiza	
	Parámetros de crecimiento de von Bertalanffy						
	$L_{\infty} = 75 \quad K = 0,38 \quad t_0 = -0,05$					$L_{\infty} = 74 \quad K = 0,26 \quad t_0 = -0,66$	
	1987	1988	1989	1990	1991	1991	1992
a	0,002020	0,002222	0,002378	0,002129	0,001665	0,002965	0,002070
b	2,552256	2,523398	2,498452	2,534580	2,595496	2,435266	2,526535
M	0,74	0,70	0,64	0,76	0,72	0,63	0,64
Ft	1,55	1,75	0,93	1,83	1,68	1,08	0,70
	2	2	2,5	2,5	2,5	2	2

En el estudio concreto de la dinámica de poblaciones *A. antennatus* en la zona de Murcia se han usado métodos indirectos como los modelos de análisis de cohortes aplicado a la distribución de frecuencias de tallas (LCA), análisis de rendimiento por recluta (Y/R) y análisis de población virtual (APV). En la zona de Ibiza solamente LCA y Y/R, no siendo posible la realización del APV, por contar únicamente con dos años de muestreo, y para aplicar este método se debe disponer como mínimo de tantos años de datos como años permanece una cohorte en la pesquería. Todos los análisis poblacionales se han efectuado siempre para machos y hembras por separado.

En la actualidad, existen varios programas informáticos disponibles que nos permiten realizar análisis poblacionales del recurso explotado: VERJO (Laurec y Mesnil, 1987), GENMOD (Hightower, 1987), ELEFAN (Gayanilo *et al.* 1988), SIMUCO (Mesnil, 1989), MSFLA (IFREMER, mimeo 1989), VIT (Lleonart y Salat, 1992). Con el fin de saber cómo actúan estos programas disponibles, Lleonart *et al.* (1990) realizaron una comparación y calibración de los mismos, llegando a las siguientes conclusiones. ELEFAN, si bien, es un programa potente en la estimación de los parámetros de crecimiento, aporta muy poca información respecto a un APV y a un Y/R. VERJO, tiene el único interés de trabajar de forma multiespecífica, admitiendo hasta 16 artes, caso que no es de nuestro interés ya que la gamba únicamente se pesca con un arte, además la información que produce es escasa. SIMUCO, presenta detallado pero parcial análisis de sensibilidad de los parámetros de entrada. GENMOD, si bien es un programa potente, no realiza los cálculos más primarios (APV), que se deben efectuar con otros programas. MSFLA, programa potente que permite análisis de riesgo, pero no permite simular con los parámetros de entrada. Finalmente VIT es el programa más general y que presenta opciones más diversas y está especialmente diseñado para el análisis de pesquerías a partir de distribuciones de frecuencias de tallas. También permite realizar un análisis de Y/R que sirve de base para plantear análisis de sensibilidad de los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy, de a y b de la relación talla peso, de la mortalidad natural (M) y de la mortalidad por pesca terminal (F_t). VIT, también permite transformar la distribución de frecuencias de tallas en frecuencias de edades y de esta forma analizar el stock a partir de edades. Esto permite un análisis de poblaciones virtuales (APV) con edades y años, especialmente interesante para crustáceos. Indicar que también se está utilizando recientemente en evaluaciones de poblaciones del Mediterráneo el programa informático denominado MSFLA (IFREMER, mimeo), en pruebas llevadas a cabo comparando los resultados de este programa con los obtenidos por VIT, no se han encontrado diferencias significativas (Farrugio *et al.* 1992).

Los análisis realizados con el LCA se han llevado a cabo mediante la utilización del programa informático VIT (Lleonart y Salat, 1992). Se asume que la estructura de tallas anual de la población explotada es idéntica a la de una cohorte. Esta distribución de tallas anual se conoce con el nombre de pseudocohorte y esto nos obliga a hablar de equilibrio poblacional. Obviamente, se trata de una asunción restrictiva ya que, en general, la población no se halla en equilibrio, dado que ni el reclutamiento ni la mortalidad total son constantes. El conocimiento de los posibles errores cometidos en la admisión de asunciones como ésta no los compensa, pero permite realizar una interpretación adecuada de resultados, de forma que éstos puedan aportar

un conocimiento lo más objetivo posible de la población estudiada (Lleonart y Salat, 1992).

Los análisis de Y/R se han llevado a cabo para obtener información del estado de explotación del stock de gamba. Se ha empleado el programa informático VIT, el cual utiliza el modelo de Beverton y Holt. A partir de este programa también se han realizado análisis de sensibilidad de K (parámetro de crecimiento de von Bertalanffy) y M (mortalidad natural).

El APV se ha efectuado mediante el programa informático ANACO (Mensil, 1989). Este programa considera que la cohorte está constituida por el conjunto de individuos de un stock, que han nacido el mismo año, teniendo por tanto la cohorte carácter anual. El análisis de una cohorte (APV) a su paso por la pesquería, requiere los datos de entrada por clases de edad. Hasta ahora todos los análisis se han efectuado utilizando clases de tallas. Para obtener la información por clases de edad se han efectuado estimaciones indirectas ya que con la gamba, como con todos los crustáceos, no se puede realizar una estimación directa de edades. Para ello fue necesaria la transformación de frecuencias de tallas a frecuencias de edades. Se realizó aplicando el programa informático VIT, el cual transforma los intervalos de tallas en intervalos de edad, utilizando para ello la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy. Este procedimiento es comúnmente denominado "machtetazo". La tabla de equivalencia entre talla-edad se expone en el capítulo de crecimiento (cap. 6). Las clases de edad son definidas de forma convencional, por referencia a los años naturales, perteneciendo cada una al grupo de edad del año de su nacimiento (entre el 1 de enero y el 31 de diciembre).

En este estudio hemos podido realizar un APV del stock explotado de la zona de Murcia desde 1987 a 1991. Un APV requiere como mínimo, tantos años de datos como años permanece una cohorte en la pesquería. Para el análisis se ha debido estimar, como datos de entrada el número y la biomasa del stock para cada clase de edad del recurso y para cada año del análisis. Estas estimaciones se han realizado mediante el programa VIT, a partir de las frecuencias de tallas de las capturas de la gamba. Todos los análisis se han efectuado para ambos sexos por separado. Los datos de entrada de los APV's se halla resumidos en las tablas 8.5. y 8.6. para los machos y tablas 8.7. y 8.8. para las hembras. Para estos análisis se ha asumido que la mortalidad natural (M) era constante para cada clase de edad y año, mientras que los valores de Ft variaron según los años. Los valores utilizados son los expuestos en las tablas 8.3 y 8.4.

Tabla 8.5. Matriz del número de individuos (miles) de las capturas, por edad y año de machos de *Aristeus antennatus*, en la zona de Murcia (periodo 1987-1991).

		Años				
Edad	1987	1988	1989	1990	1991	
1	348	933	224	481	1010	
2	709	2232	1639	837	1859	
3	130	423	329	127	454	
4	1	5	4	4	15	

Tabla 8.6. Matriz de biomasa (Kg) de las capturas, por edad y año de machos de *Aristeus antennatus*, en la zona de Murcia (periodo 1987-1991).

		Años				
Edad	1987	1988	1989	1990	1991	
1	891	2125	607	1189	2671	
2	4615	11102	10453	5186	11944	
3	1494	3544	3426	1363	4823	
4	13	66	62	70	236	

Tabla 8.7. Matriz del número de individuos (miles) de las capturas, por edad y año de hembras de *Aristeus antennatus*, en la zona de Murcia (periodo 1987-1991).

Edad	1987	1988	1989	1990	1991
1	897	1.897	1.952	1.531	5.985
2	4.366	4.385	5.912	11.277	9.360
3	373	523	581	582	987
4	176	49	122	72	168
5	30	7	40	30	30

Tabla 8.8. Matriz de biomasa (Kg) de las capturas, por edad y año de hembras de *Aristeus antennatus*, en la zona de Murcia (periodo 1987-1991).

Edad	1987	1988	1989	1990	1991
1	1.734	3.598	3.233	2.459	11.120
2	57.174	55.932	71.087	129.227	118.619
3	12.772	16.844	18.474	18.724	31.818
4	9.560	2.611	6.308	3.823	8.753
5	2.180	468	2.729	2.281	3.467

Se han realizado análisis de riesgo, simulando cambios en el esfuerzo. Se han efectuado para machos y hembras por separado y para las zonas de Murcia e Ibiza para los años 1991 y 1992 respectivamente. En todos los casos, el cambio en la explotación se realizó en el primer año, alargando el análisis hasta cinco años (tantos años como permanece una cohorte en la pesquería), para determinar el tiempo que transcurría hasta alcanzarse una nueva situación de equilibrio. Estos análisis también utilizan como datos de entrada las clases de edad, para lo cual se utilizó el programa informático VIT. Las modificaciones se efectúan sobre la Ft, considerando que está directamente relacionada con el esfuerzo de pesca.

Se han simulado tres casos (uno de disminución y dos de aumento y) a partir de los valores iniciales de la mortalidad por pesca, $F= 2.5$ en Murcia y $F= 2$ en Ibiza. Dichas simulaciones consisten variar F a partir de un factor denominado factor esfuerzo "f", de valor igual a 0,75, 1,5 y 2,0.

En la zona de Ibiza, se ha realizado una simulación más que en Murcia, consistente en triplicar el esfuerzo pesca actual ($F*3$). Ya que el área de pesca de gamba en Ibiza, se ha convertido en una zona de gran interés para el sector pesquero de arrastre del levante español. Como lo demuestra el hecho de que embarcaciones que nunca han faenado en estos caladeros de gamba, soliciten permiso para pescar en estas aguas.

8.3. Resultados.

Los valores de las tallas y edades medias procedentes de las capturas, en las zonas de Murcia e Ibiza, muestra en los machos una estabilidad de los valores durante los años de estudio (Tabla 8.9.). En el caso de las hembras, se ha apreciado una disminución paulatina de talla y edad media, en Murcia desde 1987 a 1991, y en Ibiza de 1991 a 1992 (Tabla 8.10.).

Tabla 8.9. Datos de <i>Aristeus antennatus</i> (machos) procedentes de las capturas, para las zonas de Murcia (periodo 1987-1991) e Ibiza (años 1991 y 1992).							
Datos de captura	Murcia					Ibiza	
	1987	1988	1989	1990	1991	1991	1992
Talla media (Lc, mm)	23,4	23,6	24,5	23,2	23,5	23,7	22,1
Edad media (años)	1,3	1,3	1,4	1,3	1,3	1,5	1,4

Tabla 8.10. Datos de <i>Aristeus antennatus</i> (hembras) procedentes de las frecuencias de tallas, para las zonas de Murcia (periodo 1987-1991) e Ibiza (años 1991 y 1992).							
Datos de captura	Murcia					Ibiza	
	1987	1988	1989	1990	1991	1991	1992
Talla media (Lc, mm)	31,4	29,6	29,5	29,3	28,1	31,2	29,9
Edad media (años)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,5	1,4

8.3.1. Análisis de cohortes aplicado a la distribución de frecuencias de tallas (LCA).

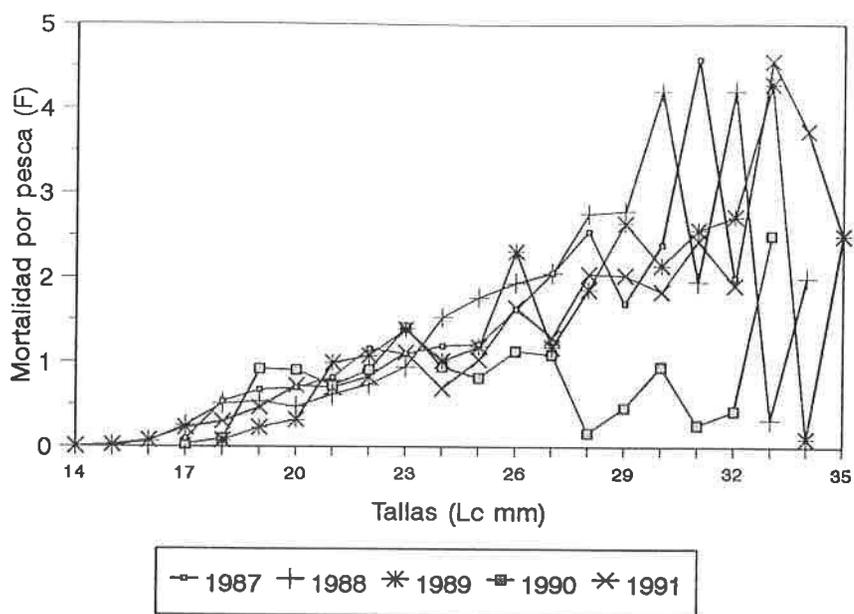
Siguiendo un "principio de prudencia", tanto para la zona de Murcia como para la de Ibiza, se hicieron análisis con valores de F superiores a los estimados en el capítulo 7. Estos valores de F no son valores reales, son un índice que expresa que la proporción de la mortalidad que corresponde a pesca es muy superior que la parte corresponde a la mortalidad natural, como en principio cabría esperarse en un recurso explotado comercialmente (ver capítulo 7).

Los valores empleados en Murcia en los años 1987 y 1988 han sido $F=2$. Para los años 1989, 1990 y 1991, $F=2,5$ (Tablas 8.3. y 8.4). Este incremento de F se ha considerado debido a que el esfuerzo de pesca real de la zona experimentó un aumento desde los primeros años de estudio, a los últimos años (ver apartado 3.3.). En Ibiza en 1991 y 1992 se ha utilizado $F=2$.

Así pues, los valores de mortalidad por pesca terminal 2 y 2,5 usados en los análisis de LCA, han proporcionado los vectores de mortalidad por pesca que mejor reflejaba el esquema de explotación que sufren los individuos. Los vectores de mortalidad por pesca para los machos (Figura 8.1), en la zona de Murcia e Ibiza, muestran para cada zona un comportamiento análogo. Únicamente en Murcia se aprecia un descolgamiento de los valores de F en 1990. En general, se observa que los valores de la mortalidad son bajos en las tallas más pequeñas (entre 14 y 22 mm de L_c) y más altos entre las tallas de 23 mm y 28 mm.

En las hembras (Figura 8.2.), y para la zona de Murcia, se observa que las mayores mortalidades, en todos los años (1987/1991) se da entre los 26 y 39 mm de L_c , disminuyendo poco a poco. En la zona de Ibiza y para los años 1991/1992 los valores de mortalidad evidencian una tendencia general a aumentar a partir de la talla 23-24. En ambas zonas, a partir de tallas superiores a 50 mm, el vector de mortalidad por pesca sufre importantes oscilaciones, debido a que si bien la proporción de individuos capturados es alta, el número de estos es muy variable entre las clases contiguas.

MURCIA



IBIZA

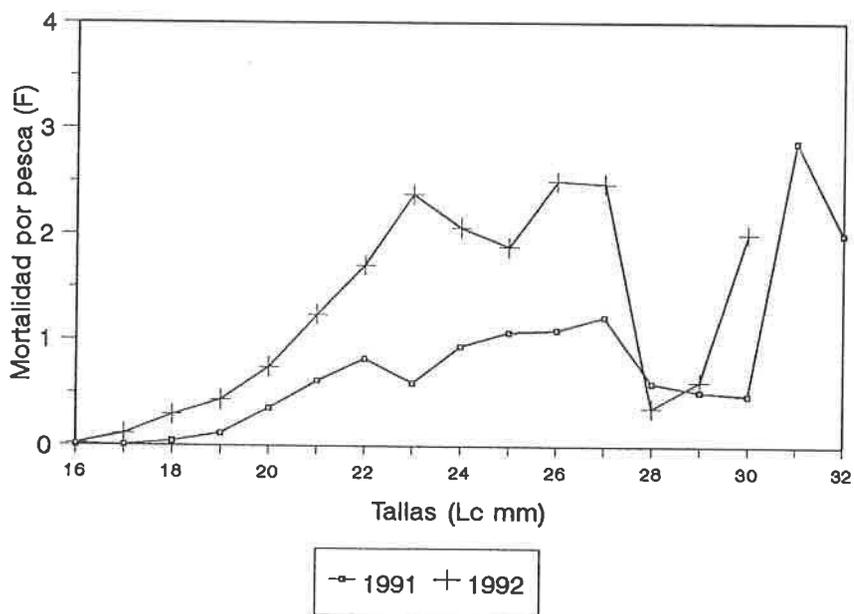
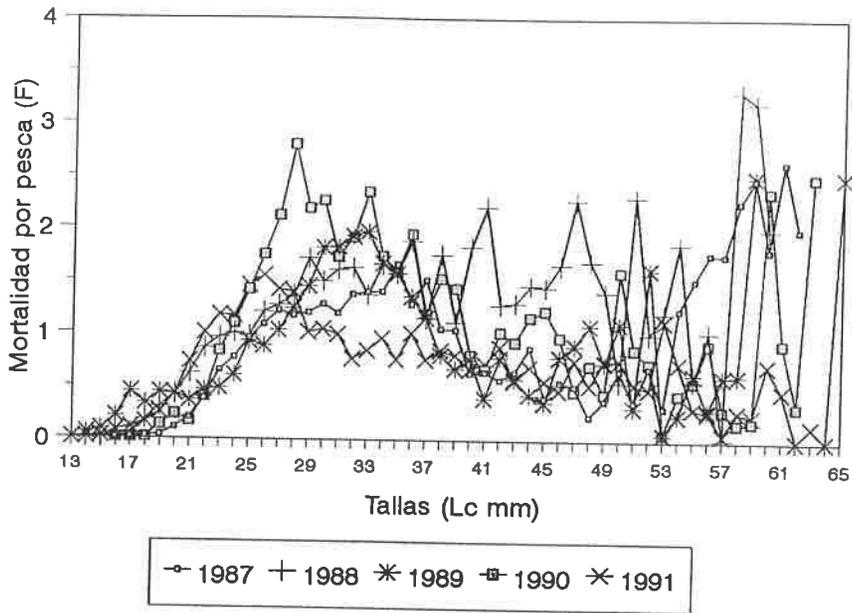


Fig. 8.1 .Vectores de mortalidad por pesca de *A. antennatus* (machos), obtenidos a partir de la captura anual para cada pseudocohorte, en las zonas de Murcia (periodo 1987-1991) e Ibiza (años 1991 y 1992).

MURCIA



IBIZA

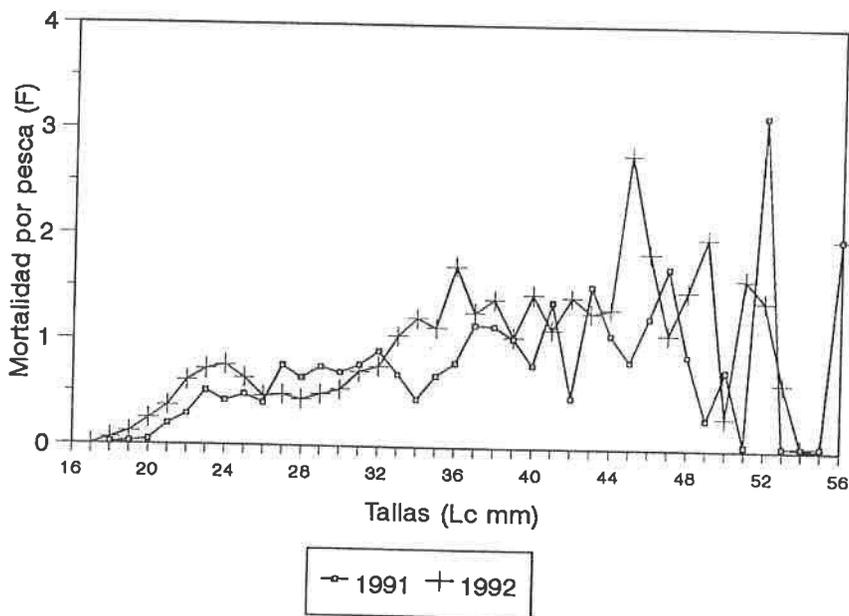


Fig. 8.2. Vectores de mortalidad por pesca de *A. antennatus* (hembras), obtenidos a partir de la captura anual para cada pseudocohorte, en las zonas de Murcia (periodo 1987-1991) e Ibiza (años 1991 y 1992).

Para tener un abanico lo más completo posible del estado de explotación de este recurso, se han efectuado un gran número de análisis de cohortes (LCA), utilizando diferentes valores de mortalidad por pesca (F). Los resultados obtenidos del LCA para machos y hembras de *A. antennatus* en las áreas de pesca de Murcia e Ibiza, se exponen en las tablas 8.11. y 8.12. La utilización de valores más altos de F (2 y 2,5) frente a los valores de F estimados en el cap. 7 (para Murcia en 1987 F=0,63, en 1988 F=1,22, en 1989 F= 0,67, en 1990 F= 0,72 y en 1991 F= 1,19 y en Ibiza en 1991 F= 0,82 y en 1992 F= 1,77), no afecta de forma apreciable a los resultados obtenidos de reclutamiento, biomasa y talla media de la población, como puede verse en las tablas 8.11. y 8.12.

De las distintas estimaciones realizadas de los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy (L_{∞} , K y t_0), para los análisis poblacionales se ha utilizado el juego de parámetros que mejor expresa el crecimiento de la especie (ver cap. 6). Puesto que, no parece probable que se produzcan cambios anuales en los valores de estos parámetros, ya que están fuertemente determinados por el componente genético de la propia especie, lo más razonable parece utilizar un único juego de valores. A diferencia de estos parámetros, los valores de la relación talla-peso y mortalidad natural si pueden ser más susceptibles a cambios anuales influenciados por cambiar de los factores abióticos y bióticos (condiciones medio ambientales anuales, disponibilidad de alimento, ciclo reproductivo, etc.). Aunque, tal y como se ha puesto de manifiesto en capítulos anteriores, la diferencia interanual de estos valores es escaso (cap. 3 medio físico, cap. 6 y cap. 7). No obstante, se ha creído más conveniente emplear en los análisis poblacionales los valores estimados para cada año, ya que aunque la diferencia entre los valores interanuales es pequeña, estos pueden influir en los resultados de la evaluación del stock.

Los resultados de los LCA nos han permitido reconstruir la población en número de individuos y en biomasa. En el caso de los machos, y en la zona de Murcia, el reclutamiento (que se define como el número de individuos de la primera clase que se han capturado con el arte de pesca) a lo largo de los años estudiados, no muestra una tendencia definida. Porcentualmente, el reclutamiento en biomasa osciló entre el 36,5 - 53.7 %, superando en 1989 y 1990 al crecimiento en biomasa de la población. En Ibiza ha sido del 48,8% y 49,2 % (Tabla 8.11.). Los valores elevados del reclutamiento, en número y biomasa, respecto a los debidos al crecimiento de la propia especie, ponen de manifiesto la importancia de los reclutamientos en el mantenimiento de la población explotada (Tabla 8.11.).

En cuanto al balance total de biomasa (según el cual en un stock en equilibrio, las entradas de biomasa, crecimiento más reclutamiento, se compensan con las salidas mortalidad natural más pesca), se observa que en Murcia y en Ibiza, el porcentaje de biomasa capturada siempre es superior al de la mortalidad natural (Tabla 8.11.).

La talla y edad media de la población de gamba durante el periodo de estudio en ambas zonas, mostró una gran uniformidad en los valores obtenidos. Si bien las tallas variaron entre 19 y 22 mm de Lc, este rango no es importante, ya que todas estas tallas corresponden a individuos de 1 año de edad. En Ibiza, solamente se tiene información de dos años no pudiéndose observar una tendencia clara. La edad media se mantiene también como en Murcia, entorno a 1 año.

La talla y edad crítica (que se definen como aquellas para las cuales la cohorte alcanza su máxima biomasa), se situaron entre los 18 y 20 mm de Lc, en ambas zonas. Es decir, se trata de individuos muy cercanos al año de vida.

La talla y edad crítica virgen (que se definen como aquellas para las cuales la cohorte alcanzaría su máxima biomasa en ausencia de pesca), en Murcia oscilaron entre los 27,3 y los 30,7 mm de Lc, correspondiendo a ejemplares de entre 1,8 a 2,3 años. En Ibiza, igualmente, la edad crítica virgen del stock es de 2 años de edad. Estos resultados nos indican que el efecto de la pesca sobre este recurso no es de sobreexplotación, ya que solamente aumenta entorno a 1 año la edad crítica de la población respecto a la edad media de la población con la situación actual de pesca. En cambio, si el estado actual de explotación de la especie fuese de sobrepesca, el incremento de la talla y edad crítica del stock sería mucho mayor respecto a la edad media de la población explotada actualmente.

Tabla 8.11. Resultados de los análisis de cohortes (LCA) de *Aristeus antennatus* (machos), en las zonas de Murcia (periodo 1987/1991) e Ibiza (años 1991 y 1992). Los resultados con asterisco(*) corresponden a los valores de F= 2 y 2,5 y los restantes resultados a los valores de F estimados en el capítulo de mortalidad (cap.7).

Resultados	Murcia					Ibiza	
	1987 F=2* F= 0,63	1988 F=2* F= 1,22	1989 F=2,5* F= 0,67	1990 F=2,5* F=0,72	1991 F=2,5* F=1,19	1991 F= 2* F=0,82	1992 F=2* F= 1,77
Reclutamiento en nº individuos (millones)	2,0* 2,1	4,6* 4,7	3,7* 3,9	3,0* 4,2	8,2* 8,2	9,6* 10,3	4,8* 4,8
Reclutamiento en peso (Tm)	5,9* 6,1	9,7* 9,8	13,0* 13,6	8,6* 12,0	16,3* 16,4	26,7* 28,8	18,0* 18,1
Núm medio de la población (millones)	1,3* 1,4	3,8* 3,8	2,5* 2,7	2,1* 3,5	6,6* 6,7	8,9* 10,2	3,7* 3,7
Biomasa media anual (Tm)	7,2* 7,9	17,4* 17,8	14,6* 15,2	11,7* 21,6	29,1* 29,5	45,4* 50,7	23,7* 23,9
Biomasa virgen (Tm)	18* 18,4	47* 47	40* 40,2	24* 34	63* 63,6	82* 96	57* 57
Balance total biomasa (Tm)	12,0* 12,4	26,6* 27,0	24,2* 25,1	17,0* 23,8	42,9* 43,2	54,8* 58,2	36,6* 36,7
% reclutamiento	49,2* 49,4	36,5* 36,6	53,7* 54,0	50,6* 50,7	38,1* 38,0	48,8* 49,5	49,2* 49,2
% crecimiento	50,8* 50,6	63,5* 63,4	46,3* 46,0	49,4* 49,3	61,9* 62,0	51,2* 50,5	50,8* 50,8
% mortalidad natural	35,9* 38,1	36,7* 37,6	36,3* 38,8	47,7* 62,6	49,5* 49,9	45,2* 42,5	41,5* 41,7
% biomasa capturada	64,1* 61,9	63,3* 62,4	63,7* 61,2	52,3* 37,4	50,5* 50,1	54,8* 57,5	58,5* 58,3
Edad media población (años)	1,0* 1,1	0,9* 0,9	1,1* 1,1	1,1* 1,2	0,8* 0,8	1,2* 1,2	1,2* 1,2
Edad crítica población (años)	0,7* 0,7	0,8* 0,8	0,8* 0,8	0,7* 0,7	0,7* 0,7	1,1* 1,1	1,0* 1,0
Edad crítica virgen (años)	2,2* 2,2	2,3* 2,3	2,2* 2,1	1,9* 1,9	1,8* 1,8	2,0* 2,0	2,1* 2,1
Talla media población (Lc, mm)	21,3* 21,5	20,1* 20,1	22,1* 22,2	21,9* 22,8	19,4* 19,5	20,4* 20,5	19,6* 19,6
Talla crítica (Lc, mm)	19,0* 19,0	20,0* 20,0	20,0* 20,0	19,0* 19,0	19,0* 19,0	19,0 19,0	18,0 18,0
Talla crítica virgen (Lc, mm)	29,8* 29,8	30,7* 30,5	29,8* 29,0	28,0* 28,0	27,3* 27,3	24,5 24,5	24,9 24,9

Los resultados del LCA para las hembras de *A. antennatus* (Tabla 8.12.), muestran que el reclutamiento en Murcia, expresado en número de individuos, se ha incrementado sucesivamente de 1987 a 1991, pasándose de 9,4 millones a 32,9 millones de individuos. En cambio, el reclutamiento en peso no ha seguido la misma tendencia ascendente, observándose, como en el caso de los machos variaciones interanuales de la biomasa. En Ibiza, los valores obtenidos han oscilado entre 17,8 y 23,0 millones de individuos.

Dentro del balance total de biomasa, los valores del reclutamiento en biomasa, expresados en porcentaje respecto al balance anual de biomasa, siempre han sido inferiores al 23 % en Murcia, y al 29 % en Ibiza (Tabla 8.12). Contrariamente, los porcentajes debidos al crecimiento en Murcia oscilaron entre el 77 y el 86%, y en Ibiza entre el 71 y el 78%. Lo que nos indica que es el crecimiento de los individuos y no el reclutamiento, el que contribuye de forma mayoritaria a la biomasa total del stock. Los valores de biomasa capturada de hembras, en Murcia e Ibiza, siempre superaron a los debidos a la mortalidad natural, incluso con los valores más bajos de F 1,55-1,75-0,93-1,83-1,68-1,08 y 0,7 (Tabla 8.12).

La talla media de la población en Murcia, mostró un descenso paulatino, de 27,2 a 24,0 mm de Lc, de 1987 a 1991. En Ibiza se pasó de 26,9 a 24,9 mm de Lc. Estas tallas corresponden a individuos de aproximadamente 1 año de edad (Tabla 8.12).

Los valores de las tallas y edades crítica, en ambas zonas, son muy similares. Estos valores se sitúan entorno a la talla-edad de primera madurez sexual, indicándonos que en principio no se observan indicios de sobreexplotación, ya que si fuese así la talla-edad de primera madurez quedaría muy por debajo de la talla-edad crítica.

Por otra parte, la talla y edad crítica virgen en la zona de Murcia, oscila entre los 44 a los 48 mm de Lc, correspondiendo a ejemplares de entre 2,3 a 2,6 años. En Ibiza, la edad crítica virgen del stock es de 2,4 años de edad.

Tabla 8.12. Resultados de los análisis de cohortes (LCA) de *Aristeus antennatus* (hembras), en las zonas de Murcia (periodo 1987/1991) e Ibiza (años 1991 y 1992). Los resultados con asterisco(*) corresponden a los valores de F= 2 y 2,5 y los restantes resultados a los valores de F estimados en el capítulo de mortalidad (cap.7).

Resultados	Murcia					Ibiza	
	1987 F=2* F=1,55	1988 F=2* F=1,75	1989 F=2,5* F=0,93	1990 F=2,5* F= 1,83	1991 F=2,5* F=1,68	1991 F=2* F=1,08	1992 F=2* F=0,7
Reclutamiento en nº individuos (millones)	9,4* 12,0	10,9* 13,0	16,3* 17,0	24,8* 25,4	32,4* 32,9	17,8* 17,9	22,6* 23,0
Reclutamiento en peso (Tm)	22,5* 28,6	18,9* 22,5	28,4* 29,6	61,1* 59,7	46,8* 47,4	60,1* 60,7	51,6* 52,6
Núm medio de la población (millones)	6,5* 8,7	8,3* 8,7	12,0* 13,0	15,1* 14,9	22,1* 22,6	16,1* 12,1	19,8* 20,5
Biomasa media anual (Tm)	74* 100	70* 72	118* 139	134* 134	192* 204	163* 163	160* 170
Biomasa virgen (Tm)	260* 363	309* 345	460* 480	652* 676	901* 913	561 459	515 525
Balance total biomasa (Tm)	129* 158	122* 138	185* 199	268* 264	325* 334	210* 215	225* 231
% reclutamiento	17,4* 18,0	15,5* 16,2	15,3* 14,9	22,8* 22,6	14,4* 14,2	28,5* 28,2	22,9* 22,7
% crecimiento	82,6* 82,0	84,5* 83,8	84,7* 85,1	77,2* 77,4	85,6* 85,8	71,5* 71,8	77,1* 77,3
% mortalidad natural	40,5* 44,5	41,4* 36,7	40,9* 44,5	38,5* 39,5	42,6* 44,0	48,8* 49,9	45,6* 47,1
% biomasa capturada	68,2* 55,5	71,8* 63,3	59,1* 55,5	61,5* 60,5	57,4* 56,0	51,2* 50,1	54,4* 52,9
Edad media población (años)	1,0* 1,1	1,1* 1,0	1,1* 1,3	1,1* 1,0	1,0* 1,0	1,1* 1,1	1,0* 1,0
Edad crítica población (años)	0,9* 1,0	1,1* 1,0	1,1* 1,1	1,0* 1,0	0,9* 0,9	1,0* 1,0	0,9* 1,1
Edad crítica virgen (años)	2,4* 2,4	2,4* 2,4	2,6* 2,6	2,3* 2,3	2,4* 2,4	2,4* 2,4	2,4* 2,4
Talla media población (Lc, mm)	27,2* 27,1	24,3* 24,1	25,5* 29,5	25,0* 25,0	24,0* 24,0	26,9* 27,2	24,9* 25,1
Talla crítica (Lc, mm)	26,0* 26,0	26,0* 26,0	27,0* 28,0	25,0* 25,0	23,0* 23,0	27,0* 27,0	24,0* 28,0
Talla crítica virgen (Lc, mm)	46,4* 46,7	45,9* 46,4	48,0* 48,0	44,3* 45,0	45,9* 45,9	40,9* 40,9	40,6* 40,6

8.3.2. Análisis de Rendimiento por Recluta (Y/R).

En las tablas 8.13 y 8.14, se muestran respectivamente los resultados de los análisis de rendimiento por recluta para los machos y hembras de *A. antennatus* en las zonas de Murcia e Ibiza, empleando los valores de F estimados en el capítulo 7 (0,63 - 1,22 - 0,67- 0,72 - 1,19 - 0,82 - 1,77) y $F= 2$ y 2,5. Las curvas de rendimiento por recluta para los valores de $F=2$ y 2,5 se visualizan respectivamente en las figuras 8.3. y 8.6. Los resultados de los análisis de rendimiento por recluta (Y/R) y de biomasa por recluta (B/R), expuestos en la tablas 8.13 y 8.14, corresponden al actual esfuerzo de pesca al que está sometida el stock de *A. antennatus*, señalado como valor 1 del factor esfuerzo en las gráficas (eje x).

En el caso de los machos, en la zona de Murcia, se aprecia que los valores de rendimiento óptimo y del esfuerzo de pesca óptimo se alcanzarían con un ligero incremento del esfuerzo actual de pesca (de 1 a 1,3) para los años 1987 y 1989. Contrariamente en 1988 para conseguir el valor del rendimiento óptimo, habría que disminuir muy levemente el esfuerzo de pesca actual (de 1 a 0,9). En los años 1990 y 1991 no se alcanza el rendimiento óptimo ya que la curvas de rendimiento por recluta son monótonas crecientes. Lo mismo ocurre en la zona de Ibiza, en los años 1991 y 1992.

En el caso de las hembras y para la zona de Murcia, se observa que para todos los años los valores del rendimiento por recluta óptimo y del esfuerzo óptimo, son prácticamente coincidentes con la situación actual de explotación, si bien estos rendimiento se alcanzarían con una muy leve disminución del esfuerzo de pesca (de 1 a 0,7) para los años 1987 y 1988 y (de 1 a 0,9) para los años 1990 y 1991. En la zona de Ibiza, en 1991, el rendimiento y esfuerzo óptimo no se alcanza ya que la curva del Y/R es monótona creciente. En 1992, los valores óptimos coinciden con los correspondientes al actual esfuerzo de pesca.

Así pues, los resultados de los análisis de rendimiento por recluta para el período de estudio en Murcia (1987/1991) e Ibiza (1991/1992), ponen de manifiesto que en machos hay subexplotación, mientras en las hembras el estado actual de explotación proporciona valores cercanos al óptimo.

Tabla 8.13. Resultados de los análisis de Rendimiento por recluta (Y/R) para *Aristeus antennatus* (machos), en las zonas Murcia (periodo 1987-1991) e Ibiza (años 1991 y 1992). Los resultados con asterisco (*) corresponden a los valores de F= 2 y 2,5 y los restantes resultados a los valores de F estimados en el cap. 7 (0,63 - 1,22 - 0,67- 0,72 - 1,19 - 0,82 - 1,77) . CMC: curva monótona creciente.

Resultados	Murcia					Ibiza	
	1987 F= 2* F= 0,63	1988 F= 2* F= 1,22	1989 F= 2,5* F= 0,67	1990 F= 2,5* F= 0,72	1991 F= 2,5* F= 1,19	1991 F= 2* F= 0,82	1992 F= 2* F= 1,77
Y/R (gramos/indiv)	3,8* 3,6	3,6* 3,5	4,1* 3,9	2,9* 2,1	2,6* 2,6	2,5* 2,5	4,4* 4,3
Y/R óptimo	3,8* 3,7	3,6* 3,5	4,1* 4,0	*CMC CMC	*CMC CMC	*CMC 2,9	*CMC CMC
B/R (gramos/indiv)	3,5* 3,7	3,7* 3,7	3,8* 3,8	3,9* 5,1	3,5* 3,5	4,9* 4,7	4,8* 4,9
Esfuerzo óptimo	1,3* 1,5	0,9* 0,9	1,3* 1,5	*CMC CMC	*CMC CMC	*CMC 2,0	*CMC CMC

Tabla 8.14. Resultados de los análisis de Rendimiento por recluta (Y/R) para *Aristeus antennatus* (hembras), en las zonas Murcia (periodo 1987-1991) e Ibiza (años 1991 y 1992). Los resultados con asterisco (*) corresponden a los valores de F= 2 y 2,5 y los restantes resultados a los valores de F estimados en el cap. 7 (1,55-1,75-0,93-1,83-1,68-1,08 y 0,7). CMC: curva monótona creciente.

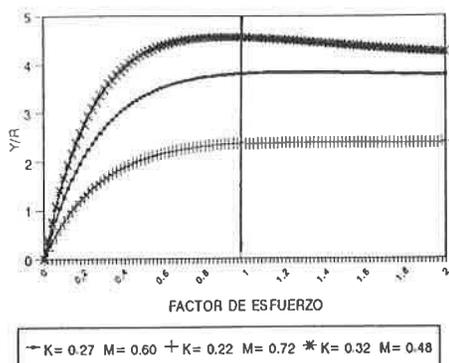
Resultados	Murcia					Ibiza	
	1987 F= 2* F= 1,55	1988 F= 2* F= 1,75	1989 F= 2,5* F= 0,93	1990 F= 2,5* F= 1,83	1991 F= 2,5* F= 1,68	1991 F= 2* F= 1,08	1992 F= 2* F= 0,70
Y/R (gramos/indiv)	7,9* 7,3	6,1* 6,7	6,7* 6,4	6,3* 6,5	5,7* 5,6	7,8* 6,0	5,4* 5,3
Y/R óptimo	7,9* 7,3	7,2* 6,9	6,7* 6,4	6,3* 6,5	5,7* 5,6	*CMC 6,2	5,4* 5,3
B/R (gramos/indiv)	6,7* 8,3	5,1* 5,5	7,2* 8,1	5,2* 5,3	5,9* 6,2	12,6* 9,5	7,0* 7,3
Esfuerzo óptimo	0,7* 1,0	0,7* 0,7	1,0* 1,3	0,9* 1,0	0,9* 1,0	*CMC 1,5	1,0* 1,0

8.3.2.1. Análisis de sensibilidad.

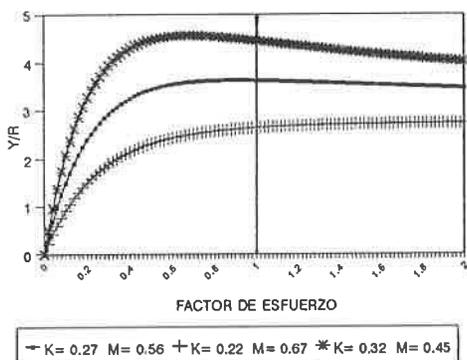
Estos análisis nos permiten hacer una estimación de como variaciones (o errores de estimación) de los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy , de la relación talla-peso, de la mortalidad natural y por pesca, puede afectar los resultados de la evaluación del stock. En estos análisis se aumenta y disminuye un 20 % los valores de K y M estimados. Los resultados expresados como curvas de rendimiento por recluta (Tablas 8.3 y 8.4), efectuados para el stock de *A. antennatus* de la zona de Murcia y de la zona de Ibiza, se exponen graficamente en las figuras 8.3 a 8.6. Estos análisis graficados permiten observar de forma muy clara y rápida, el efecto que posibles errores de estimación de K y M pueden tener en la valoración del estado de explotación del stock de gamba. En las gráficas también se representan las gráficas correspondientes a los valores estimados de K y M (curva central) considerados de referencia y expuestos en las tablas 8.3 y 8.4.

En general, para ambos sexos y las dos zonas, se aprecia siempre que los valores más altos del rendimiento por recluta se obtienen al incrementar un 20 % el valor K y disminuir simultáneamente un 20 % el valor de M, respecto a los valores de K y M de referencia. Contrariamente, los valores más bajos del rendimiento por recluta se obtienen con variaciones a la inversa de K y M.

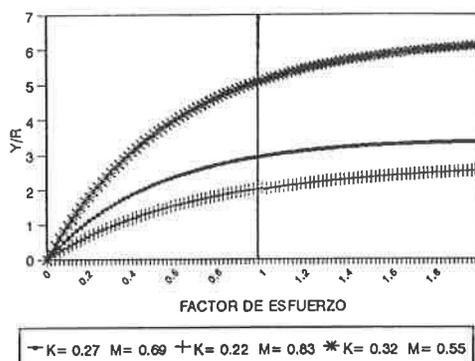
En todos los análisis de sensibilidad realizados, para ambas zonas, los machos presentan un estado de subexplotación o se hallan en situación de explotación óptima, excepto lo observado en la zona de Murcia en 1987 y 1988, donde se aprecia una ligerísima sobreexplotación. En las hembras, la explotación es más acusada que en los machos, pero nunca se manifiesta un estado de sobreexplotación claro y marcado, excepto en la zona de Murcia para 1991. Tanto en machos como en hembras la situación de sobreexplotación aparece cuando se ha utilizado un valor de K superior en un 20% al de referencia, conjuntamente con un valor M inferior un 20 % al de referencia.



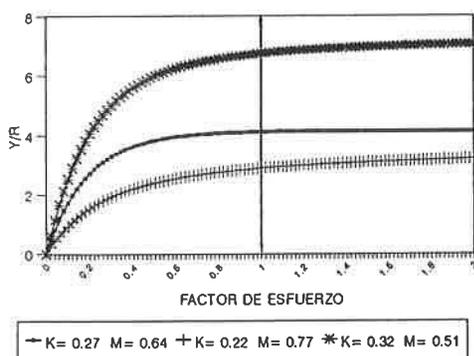
1988



1990



1989



1991

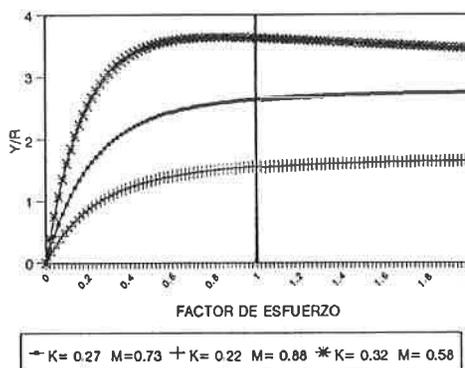
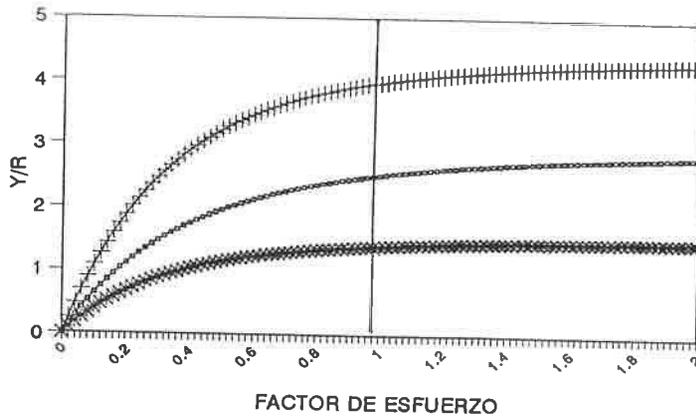


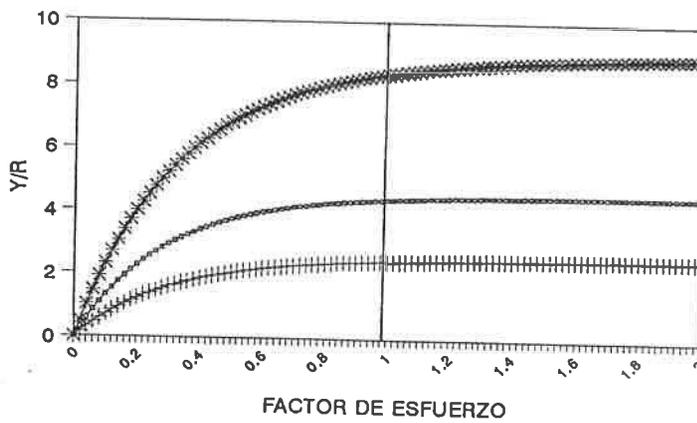
Figura 8.3. Curvas de rendimiento por recluta para machos de *Aristeus antennatus* en la zona de Murcia (periodo 1987-1991). Las curvas centrales son las obtenidas con los parámetros K y M estimados y considerados de referencia. Las curvas inferiores corresponden a un valor de K inferior a un 20 % al valor de referencia y un valor de M superior en un 20 % al valor de referencia. La curvas superiores son calculadas inversamente. El factor de esfuerzo 0 representa ausencia de esfuerzo, 1 representa el esfuerzo actual, y 2 el doble del actual.

1991



◊ K = 0,23 M = 0,66 † K = 0,27 M = 0,52 * K = 0,18 M = 0,79

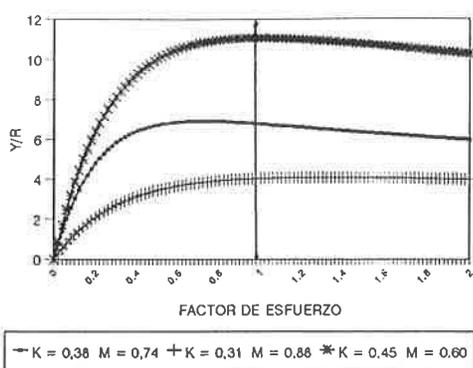
1992



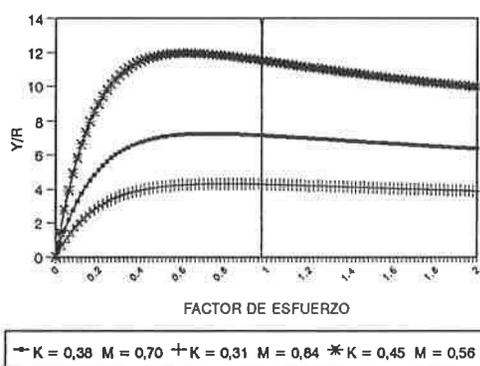
◊ K = 0,23 M = 0,64 † K = 0,18 M = 0,76 * K = 0,27 M = 0,51

Figura 8.4. Curvas de rendimiento por recluta para hembras de *Aristeus antennatus* en la zona de Ibiza (años 1991 y 1992). Las curvas centrales son las obtenidas con los parámetros K y M estimados y considerados de referencia. Las curvas inferiores corresponden a un valor de K inferior en un 20 % al valor de referencia y un valor de M superior en un 20 % al valor de referencia. Las curvas superiores son calculadas inversamente. El factor de esfuerzo 0 representa ausencia de esfuerzo, 1 representa el esfuerzo actual, y 2 el doble del actual.

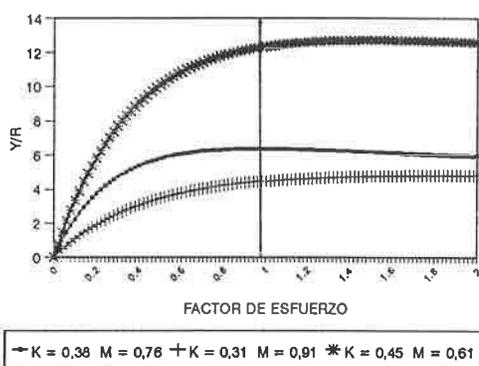
1987



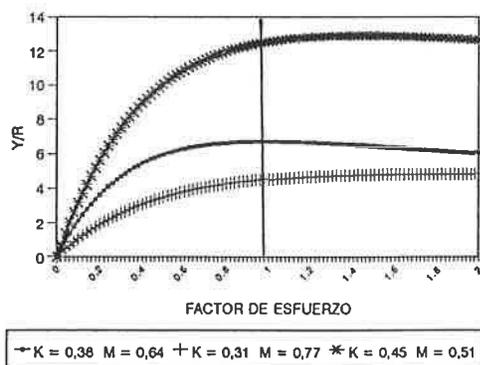
1988



1990



1989



1991

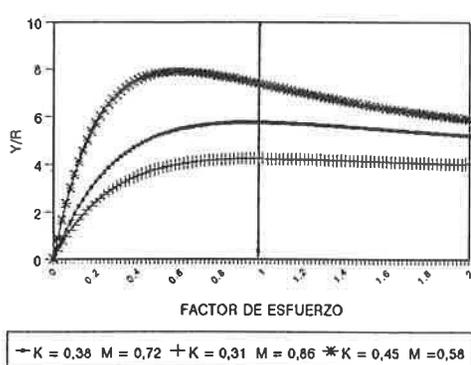
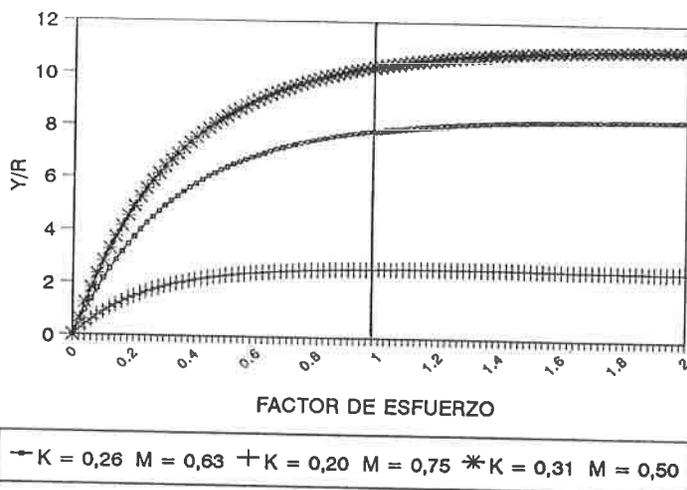


Figura 8.5. Curvas de rendimiento por recluta para hembras de *Aristeus antennatus* en la zona de Murcia (periodo 1987/1991). Las curvas centrales son las obtenidas con los parámetros K y M estimados y considerados de referencia. Las curvas inferiores corresponden a un valor de K inferior un 20 % al valor de referencia y un valor de M superior un 20 % al valor de referencia. La curvas superiores son calculadas inversamente. El factor de esfuerzo 0 representa en ausencia de esfuerzo, 1 representa el esfuerzo actual, y 2 el doble del actual.

1991



1992

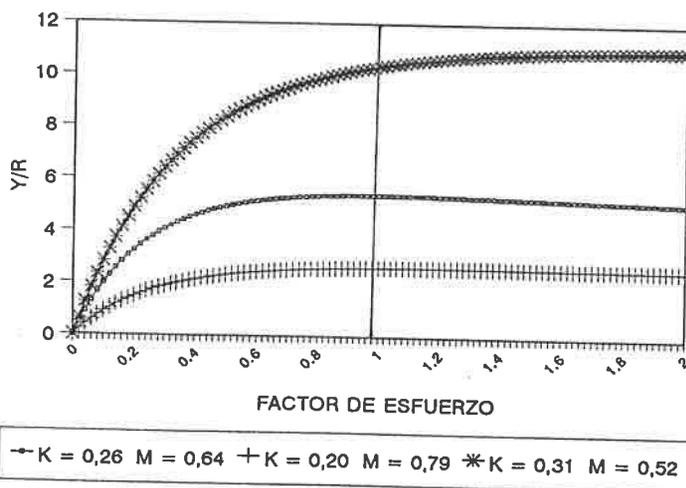


Figura 8.6. Curvas de rendimiento por recluta para hembras de *Aristeus antennatus* en la zona de Ibiza (años 1991 y 1992). Las curvas centrales son las obtenidas con los parámetros K y M estimados y considerados de referencia. Las curvas inferiores corresponden a un valor de K inferior un 20 % al valor de referencia y un valor de M superior un 20 % al valor de referencia. Las curvas superiores son calculadas inversamente. El factor de esfuerzo 0 representa ausencia de esfuerzo, 1 representa el esfuerzo actual, y 2 el doble del actual.

8.3.3. Análisis de Poblaciones Virtuales (APV).

Los resultados del APV nos han permitido seguir la incidencia de la explotación sobre una cohorte de *A. antennatus* en la zona de Murcia desde su ingreso a la pesquería en 1987 hasta su salida en 1991.

Los resultados del APV para los machos se exponen en las tablas 8.15, 8.16, y 8.17. Los valores medios de la matriz de mortalidades por pesca y por edad (Tabla 8.15.), indican tasas bajas en los ejemplares de menor edad y mayores en los más adultos, siendo la clase 3 la que presenta máxima explotación.

Asimismo, la abundancia en número de individuos al inicio de cada período (Tabla 8.16.), es decir, el reclutamiento, osciló entre 6,5 y 21,5 millones de individuos. Mientras que la biomasa inicial fluctuó entre 32,0 y 103,4 toneladas (Tabla 8.17.).

Tabla 8.15. Matriz de mortalidades por pesca por clases de edad y año del stock de <i>Aristeus antennatus</i> en la zona de Murcia (período 1987/1991). Machos.						
Años						
Edad	1987	1988	1989	1990	1991	Valor medio
1	0,07	0,25	0,07	0,09	0,16	0,13
2	0,70	1,60	1,86	0,66	1,08	1,18
3	2,57	3,98	3,69	1,61	2,62	2,89
4	2,00	2,00	2,50	2,50	2,50	2,30

Tabla 8.16. Matriz de abundancia por clases de edad y año del stock de <i>Aristeus antennatus</i> en la zona de Murcia (período 1987/1991). Miles de individuos. Machos.					
Años					
Edad	1987	1988	1989	1990	1991
1	7.745	15.398	6.519	8.090	21.533
2	1.816	3.413	2.369	2.317	3.725
3	168	489	388	202	602
4	1	7	5	5	20

Tabla 8.17. Matriz de Biomasa por clases de edad y año del stock de *Aristeus antennatus* en la zona de Murcia (periodo 1987/1991). Toneladas. Machos.

Edad	Años				
	1987	1988	1989	1990	1991
1	32,00	52,56	46,73	45,60	103,47
2	6,47	24,68	18,58	8,34	40,89
3	0,12	0,45	0,36	0,10	1,10
4	0,000010	0,000230	0,000130	0,000149	0,001897
Total	38,59	77,69	65,67	54,04	145,46

Los resultados del APV en el caso de las hembras se exponen en las tablas 8.18. , 8.19. y 8.20. El valor medio de las mortalidades por pesca para cada clase de edad y año, nos indica muestra una tendencia común a lo largo de todos los años. Los valores más elevados de mortalidad se dan en los ejemplares de 2, 3 y 4 años de edad, siendo siempre en los de 2 años los más altos (Tabla 8.18.). Debe destacarse que los valores de F de la última clase (ejemplares de 5 años de edad) son los valores de entrada utilizados para iniciar el cálculo del vector de mortalidades.

Los valores de reclutamiento (número de individuos de la primera clase que se captura con el arte de pesca) muestran una tendencia ascendente entre 17,3 y 43,7 millones de individuos.

La biomasa del stock al inicio de cada año queda comprendida entre 45,2 y 223,6 tm, y la biomasa total anual entre 92,3 y 380,8 tm.

En todos los años, los valores obtenidos de reclutamiento (tanto en nº de individuos como en biomasa) y biomasa total por clase de edad, siempre fueron superiores en hembras que en machos.

Tabla 8.18. Matriz de mortalidades por pesca por clase de edad y año del stock de *Aristeus antennatus* en la zona de Murcia (periodo 1987/1991). Hembras.

Edad	Años					Valor medio
	1987	1988	1989	1990	1991	
1	0,07	0,11	0,06	0,05	0,21	0,10
2	1,22	1,26	1,22	1,42	1,31	1,28
3	0,87	0,89	1,12	0,67	0,94	0,90
4	2,44	0,48	1,10	0,75	0,88	1,31
5	2,00	2,00	2,50	2,50	2,50	2.30

Tabla 8.19. Matriz de abundancia por clases de edad y año del stock de *Aristeus antennatus* en la zona de Murcia (periodo 1987/1991). Miles de individuos. Hembras.

Edad	Años				
	1987	1988	1989	1990	1991
1	17.320	24.530	39.971	38.997	43.778
2	8.050	7.984	10.653	19.688	16.697
3	846	1.177	1.099	1.650	2.152
4	237	175	234	188	383
5	43	10	53	41	40

Tabla 8.20. Matriz de biomasa por clases de edad y año del stock de *Aristeus antennatus* en la zona de Murcia (periodo 1987/1991).Toneladas. Hembras.

Años					
Edad	1987	1988	1989	1990	1991
1	45,27	60,24	104,64	175,10	223,66
2	42,03	35,77	60,28	145,81	149,46
3	4,86	4,24	3,08	3,06	7,25
4	0,17	0,031	0,31	0,15	0,41
5	0,004	0,0002	0,003	0,011	0,013
Total	92,33	100,28	168,34	324,13	380,79

8.3.4. Análisis de Riesgo: Variación del esfuerzo de pesca.

Los análisis de riesgo nos permiten evaluar los cambios que sufrirían las poblaciones explotadas, a corto o medio plazo, si cambiásemos su patrón actual de explotación.

De los distintos cambios susceptibles de ser simulados en un esquema de explotación (cambio de malla, esfuerzo de pesca), se han efectuado aquellos que más podrían influir sobre el stock de *A. antennatus*, desde la perspectiva de una gestión razonable del recurso. Se han considerado cambios basados en la modificación del esfuerzo actual de pesca. Estas simulaciones se realizan sobre los resultados del análisis del rendimiento por recluta (Y/R) que tiene la situación actual (punto 1 de las gráficas 8.3 a 8.6). Tratan de mostrar como, a partir de esta situación de equilibrio (en los gráficos se indica por la palabra "Ini"), varían los valores del Y/R y B/R en los sucesivos años, hasta alcanzar una nueva situación estable. La variación en el factor esfuerzo se introduce en el primer año.

Se han simulado tres casos a partir de los valores iniciales de las mortalidades por pesca $F= 2,5$ en Murcia y $F= 2$ en Ibiza. Dichas simulaciones consistieron en variar el factor esfuerzo disminuyendo un 25 % y aumentado un 50 %, 100 % y 300 % dicho factor. La última simulación únicamente realizó en Ibiza.

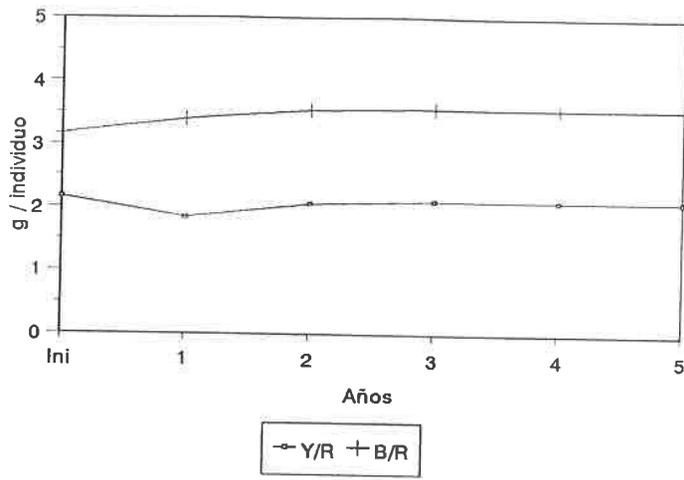
En las figuras 8.7. y 8.8 , se muestran los resultados de la evolución de rendimiento por recluta (Y/R) y de la biomasa por recluta (B/R) de los machos de la zona de Murcia e Ibiza, para todas las simulaciones realizadas.

Al simular la disminución de un 25 % del factor esfuerzo actual de pesca, representado por $F*0,75$, el rendimiento por recluta (Y/R) desciende en el primer año, para aumentar muy levemente en el segundo y tercer año, en el cual se estabiliza. No obstante, el valor obtenido siempre es ligeramente inferior al valor inicial. La biomasa por recluta (B/R) aumenta desde el primer año hasta el tercero, a partir del cual se mantiene constante y de igual magnitud al valor inicial.

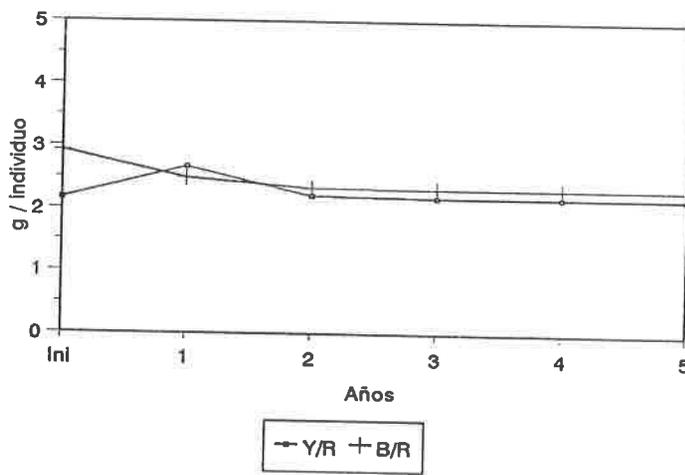
Las simulaciones de aumento del factor esfuerzo de pesca en 50 %, 100 % y 300 %, representados respectivamente como $F*1,5$, $F*2$ y $F*3$, reflejan de forma clara que, conforme el aumento del factor esfuerzo es mayor, más alto es el valor del Y/R en el primer año y más brusca la bajada en el segundo. En las tres simulaciones los valores obtenidos del Y/R son ligeramente superiores al valor inicial. La nueva situación de equilibrio se alcanza en todos los casos en el tercer año. En cambio el valor de B/R desciende desde el primer año hasta el tercer año. El descenso es más acusado cuando mayor es el factor esfuerzo aplicado ($F*3$). En las tres simulaciones realizadas los valores obtenidos siempre quedaron por debajo del valor original.

Los resultados de las simulaciones realizadas para las hembras (Figuras 8.9. y 8.10.), evidencian que los valores del rendimiento por recluta y biomasa por recluta, muestran el mismo comportamiento ante la disminución y aumento del factor esfuerzo de pesca, que en los machos. No obstante, en las hembras se aprecia que el aumento del factor esfuerzo de pesca produce descensos de los valores de la biomasa por recluta más acusados que en los machos.

F * 0,75



F * 1,5



F * 2,0

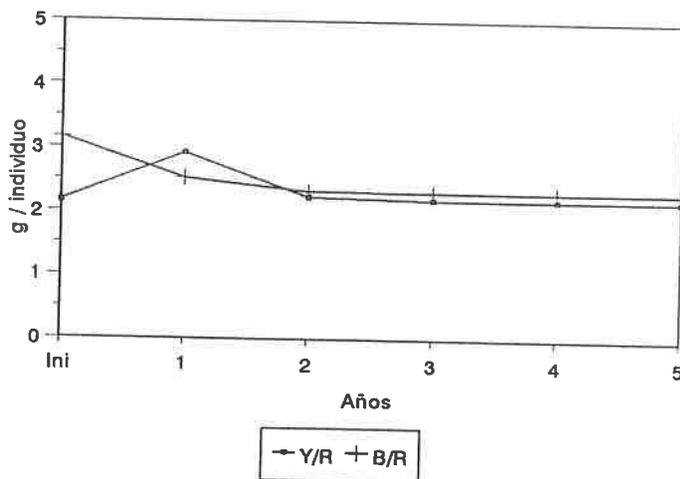


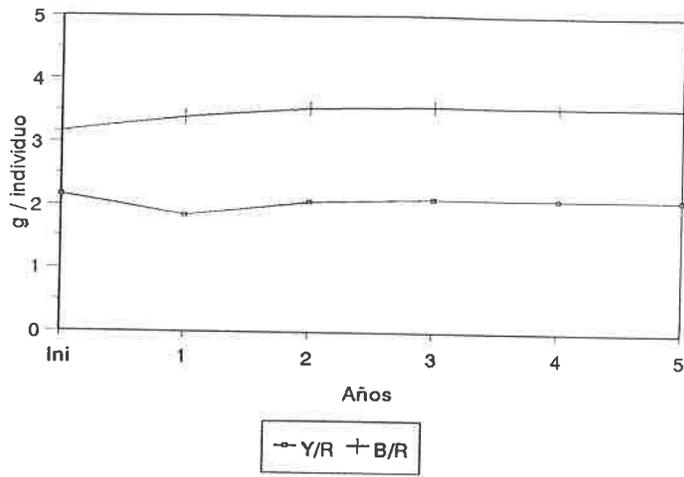
Figura 8.7. Evolución del rendimiento por recluta (Y/R) y de la biomasa por recluta (B/R) de *A. antennatus* (machos), para diferentes esfuerzos de pesca, en la zona de Murcia.

Al simular la disminución de un 25 % del factor esfuerzo actual de pesca, representado por $F*0,75$, el rendimiento por recluta (Y/R) desciende en el primer año, para aumentar muy levemente en el segundo y tercer año, en el cual se estabiliza. No obstante, el valor obtenido siempre es ligeramente inferior al valor inicial. La biomasa por recluta (B/R) aumenta desde el primer año hasta el tercero, a partir del cual se mantiene constante y de igual magnitud al valor inicial.

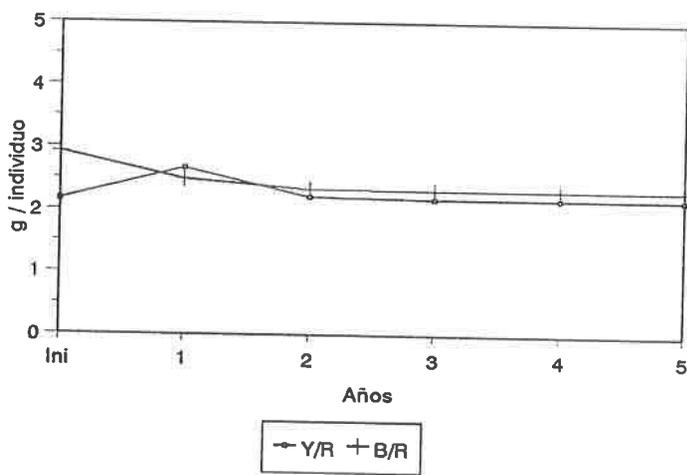
Las simulaciones de aumento del factor esfuerzo de pesca en 50 % , 100 % y 300 %, representados respectivamente como $F*1,5$, $F*2$ y $F*3$, reflejan de forma clara que, conforme el aumento del factor esfuerzo es mayor, más alto es el valor del Y/R en el primer año y más brusca la bajada en el segundo. En las tres simulaciones los valores obtenidos del Y/R son ligeramente superiores al valor inicial. La nueva situación de equilibrio se alcanza en todos los casos en el tercer año. En cambio el valor de B/R desciende desde el primer año hasta el tercer año. El descenso es más acusado cuando mayor es el factor esfuerzo aplicado ($F*3$). En las tres simulaciones realizadas los valores obtenidos siempre quedaron por debajo del valor original.

Los resultados de las simulaciones realizadas para las hembras (Figuras 8.9. y 8.10.), evidencian que los valores del rendimiento por recluta y biomasa por recluta, muestran el mismo comportamiento ante la disminución y aumento del factor esfuerzo de pesca, que en los machos. No obstante, en las hembras se aprecia que el aumento del factor esfuerzo de pesca produce descensos de los valores de la biomasa por recluta más acusados que en los machos.

F * 0,75



F * 1,5



F * 2,0

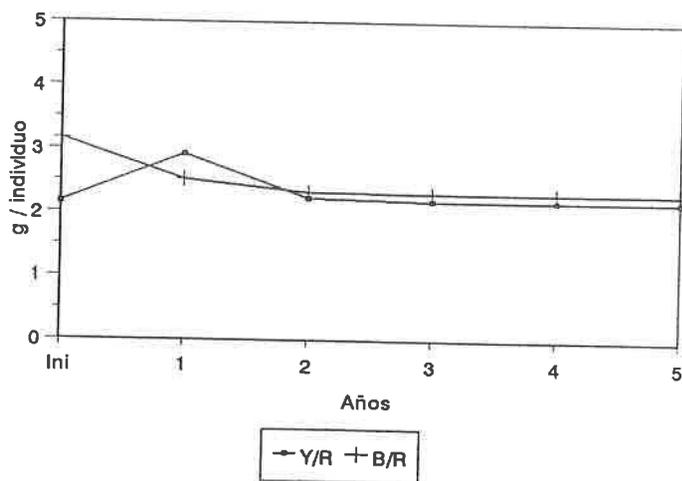
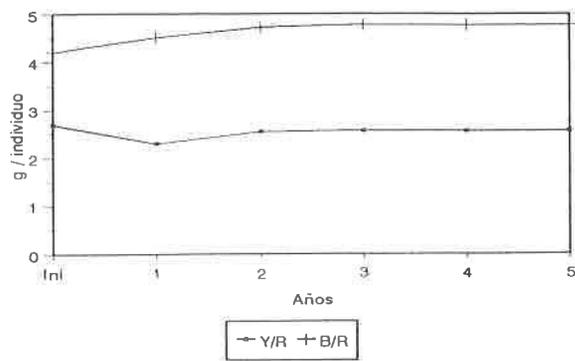
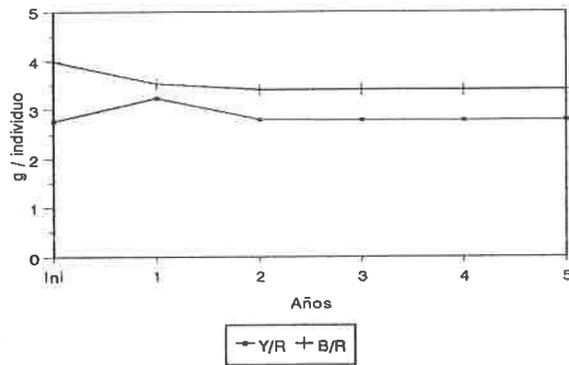


Figura 8.7. Evolución del rendimiento por recluta (Y/R) y de la biomasa por recluta (B/R) de *A. antennatus* (machos), para diferentes esfuerzos de pesca, en la zona de Murcia.

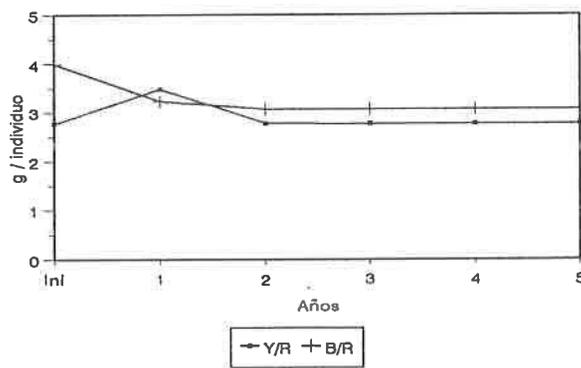
F * 0,75



F * 1,50



F * 2,00



F * 3,00

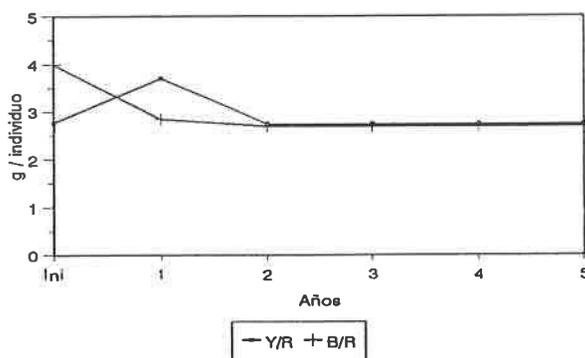
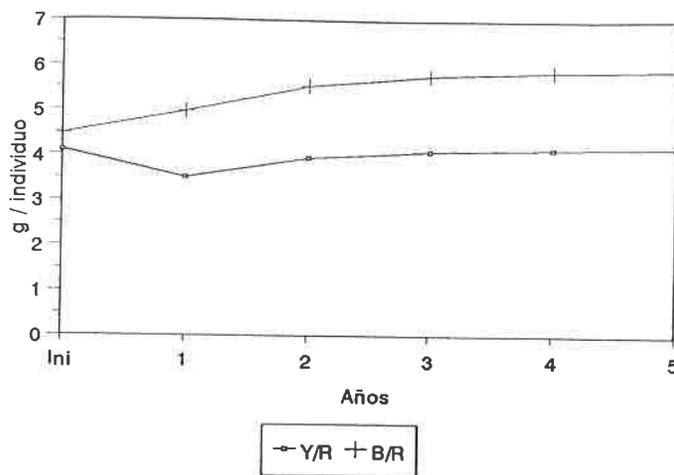
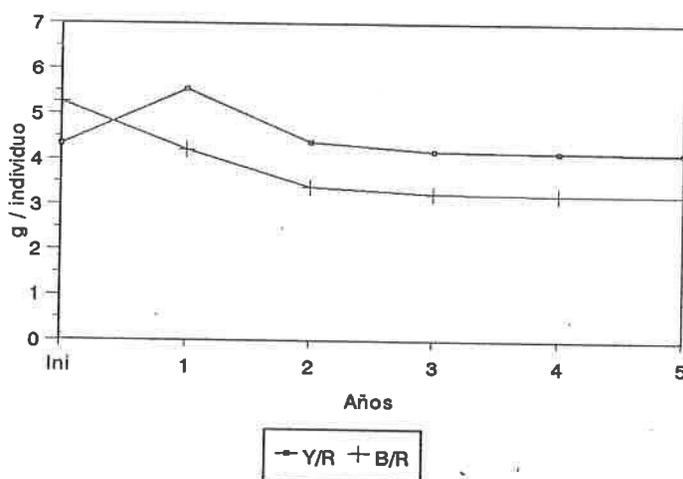


Figura 8.8. Evolución del rendimiento por recluta (Y/R) y de la biomasa por recluta (B/R) de *A. antennatus* (machos), para diferentes esfuerzos de pesca, en la zona de Ibiza.

F * 0,75



F * 1,5



F * 2,0

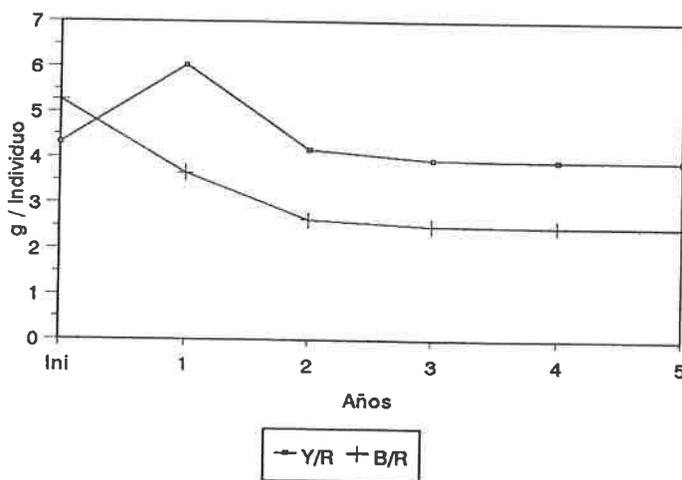
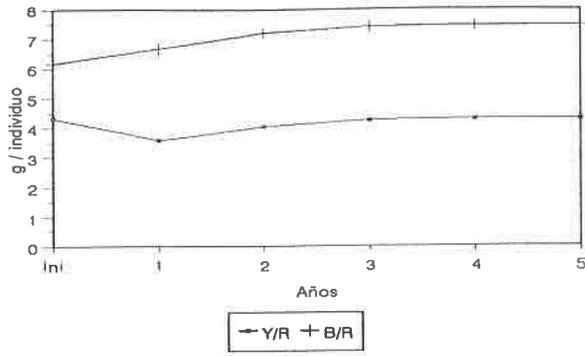
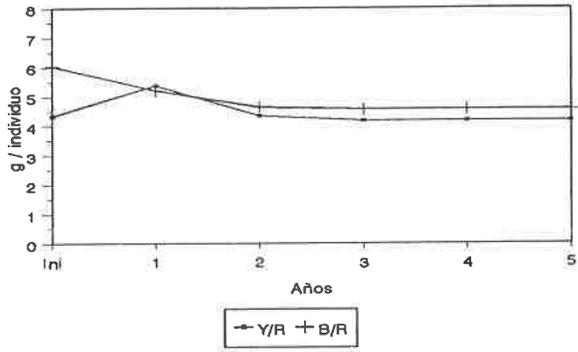


Figura 8.9. Evolución del rendimiento por recluta (Y/R) y de la biomasa por recluta (B/R) de *A. antennatus* (hembras), para diferentes esfuerzos de pesca, en la zona de Murcia.

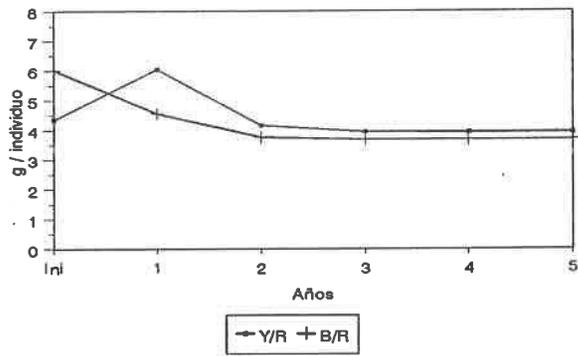
F * 0,75



F * 1,50



F * 2,0



F * 3,0

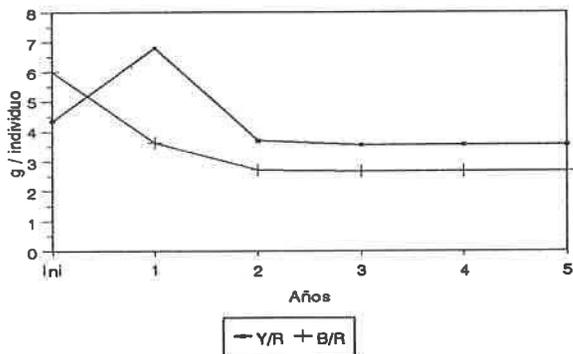


Figura 8.10. Evolución del rendimiento por recluta (Y/R) y de la biomasa por recluta (B/R) de *A. antennatus* (hembras), para diferentes esfuerzos de pesca, en la zona de Ibiza.

8.4. Discusión.

Los análisis realizados sobre el stock *A. antennatus* a lo largo del período de estudio en las zonas de Murcia e Ibiza, suponen un avance importante en el conocimiento del estado de explotación del stock de este importante recurso pesquero de aguas profundas.

La información proporcionada por las capturas comerciales indica que la talla media de las frecuencias de tallas anuales del stock, en machos y hembras, siempre se ha mantenido por encima de la talla de primera madurez sexual, la cual se alcanza en ambos sexos durante el primer año de vida (cap 4). Lo que unido a la particular circunstancia que los ejemplares de mayor interés comercial son los de mayor tamaño, a diferencia de lo que ocurre con otros recursos demersales (salmonete, merluza), induce a pensar que el pescador no tiene interés especial en buscar los individuos juveniles de las zonas de reclutamiento. Todo ello contribuye notablemente al mantenimiento del stock de gamba.

El reclutamiento de *A. antennatus* en las zonas estudiadas de Murcia e Ibiza, muestra un comportamiento diferente entre machos y hembras. En los machos se produjeron fluctuaciones interanuales, mientras que en las hembras se visualizó un aumento progresivo durante el tiempo de estudio, siendo en todos los años superior al de los machos.

Hasta el día hoy, los conocimientos que se tienen de la fase del ciclo biológico de *A. antennatus* que va desde la puesta hasta la incorporación de los juveniles a la población explotada son mínimos. Se sabe que en los meses estivales se produce una agregación de las hembras para realizar la puesta, y que esta tiene lugar entre los 400 m y 600 m de profundidad (cap.4). Por otra parte, los individuos juveniles que todavía no han sido reclutados ($L_c < 13$ mm), se localizan mayoritariamente a profundidades entre 1.000 m y 2.250 m (Sardá *et al.* 1994). Si a ello añadimos la falta de información que se tienen de los estadios larvarios de esta especie, de la/s zona/s de "cría" y el número tan escaso de larvas y postlarvas capturadas (Heldt, 1955; Sardá y Cartes, 1996; Do Santos, 1996), parece evidente la necesidad de realizar estudios y campañas oceanográficas experimentales, que nos permitan profundizar en esta fase de su ciclo biológico. Las implicaciones que estas primeras fases no explotadas de la gamba, como de todo recurso explotado, tienen en el estudio de la dinámica de poblaciones son incuestionables. La entrada de reclutas juega un papel muy importante para el mantenimiento de la población.

De los análisis efectuados en este capítulo, se desprende que los resultados estimados de forma indirecta, con los análisis de LCA, Y/R y VPA, muestran una tendencia coincidente con los resultados reales, los observados directamente en la pesquería. Ambos resultados ponen de manifiesto que el recurso está sometido a un patrón de explotación adecuado. Se produjo un aumento de los valores de las CPUE anuales de 1987 a 1991, produciéndose incrementos sincrónicos de los valores de las capturas y del esfuerzo, todo ello de forma paralela al mantenimiento casi estable la talla media del stock de gamba.

La relación entre la biomasa anual en el mar y la biomasa virgen aporta información del estado de explotación de un recurso. A nivel de especie (machos más hembras), los valores de biomasa media anual respecto a los de biomasa virgen, oscilan en Murcia entre el 21,5 % y el 29,2%, y en Ibiza entre el 32,1 % y el 32,4 %. Cuando comparamos estos valores con los obtenidos por otra especie objetivo de la flota de arrastre de fondo, como es la merluza (*Merluccius merluccius*), esta relación tan solo alcanza el valor del 7 % (Oliver, 1991). Lo que pone de manifiesto una explotación de la población de *A. antennatus* no tan preocupante ni de sobreexplotación como en la merluza.

Tanto los análisis de Y/R como los de riesgo nos muestran que la explotación de gamba incluso aceptaría un ligero aumento del esfuerzo de pesca actual que sufre. Esto nos reafirma que el actual régimen de explotación llevado a cabo en ambas zonas de pesca estudiadas, se halla muy próximo al óptimo.

Todo este conocimiento del estado actual de explotación de *A. antennatus* en las zonas de Murcia e Ibiza, así como las tendencias que el stock manifiesta a las distintas simulaciones de esfuerzo de pesca efectuadas, propicia una reflexión al respecto. Si bien en un principio, la población explotada de gamba soportaría un incremento de esfuerzo, lo más prudente sería mantener el patrón de explotación en los niveles actuales, precisamente por que los rendimientos que se obtienen están muy próximos al óptimo. Esta actuación sería de ámbito conservador y probablemente no coincidiría con posibles actuaciones procedentes de análisis económicos del recurso.

La comparación de los resultados de los análisis efectuados con tallas (LCA, Y/R) y los efectuados con edades (APV) nos han permitido llegar a un conocimiento más amplio del estado de explotación de *A. antennatus*.

Los resultados del reclutamiento expresados tanto en número de individuos como en biomasa, proporcionados por el APV son distintos en orden de magnitud a los de LCA, si bien, las tendencias de ambos análisis son parecidas. Las diferencias pueden ser debidas al efecto de suavización, al pasar las frecuencias de tallas a edades. Consecuencia del proceso de transformar las 21 clase de frecuencias de tallas de machos y las 52 clases de frecuencias de hembras, a 4 y 5 clases de edad respectivamente. Lo que se traduce en agrupar muchos valores de clases de talla por cada clase de edad, y por eso aumentan algunos valores del APV. No obstante, lo más importante es que al ser la tendencia de los valores coincidente en ambos análisis, APV y LCA, esto reduce la incertidumbre en el conocimiento “real” del estado de explotación del recurso, permitiéndonos además, sugerir medidas de gestión con mayores garantías de éxito.

**9. DIAGNOSIS DEL STOCK EN EL
MEDITERRÁNEO ESPAÑOL**

9. DIAGNOSIS DEL STOCK EN EL MEDITERRÁNEO ESPAÑOL.

9.1. Introducción

La diagnosis de un stock requiere el conocimiento de la propia especie, su ecología, biología y demografía (hábitat, parámetros poblacionales, crecimiento, mortalidad, reproducción y estructura demográfica), el estudio de la actividad pesquera al que está sometido y la estimación de su estado de explotación.

Conocido el diagnóstico de un recurso explotado, se pueden sugerir medidas de gestión. La gestión de las pesquerías tienen como objetivo asegurar la utilización racional de los recursos, de tal forma que la explotación de los mismos proporcione un rendimiento óptimo de forma continuada a lo largo de los años.

En la presente memoria se ha podido diagnosticar el stock de *A. antennatus* en las zonas de Murcia e Ibiza. Se ha presentado información de los aspectos físicos y biológicos de su hábitat y de su pesquería (capítulo 3), se han estimado sus parámetros biológicos y demográficos (capítulos 4 al 7), y se ha estimado exhaustivamente su estado actual de explotación (capítulo 8).

Hasta ahora, los trabajos llevados a cabo sobre la dinámica de poblaciones de *A. antennatus* tienen un marcado componente local, tanto en estudios efectuados en el Mediterráneo español (Demestre, 1990 y Demestre y Leonart, 1993 en Cataluña; Carbonell, 1994 en Baleares; Martínez-Baños, 1994 en Murcia), como en el resto del Mediterráneo (Ragonese y Bianchini, 1996 en Sicilia). El presente capítulo avanza un poco más en esta línea efectuando un estudio global de la dinámica de la población de *A. antennatus* en el Mediterráneo español, cubriendo la práctica totalidad del área en la que se explota esta especie: zonas de Murcia, Ibiza, Baleares y Cataluña.

La escasa movilidad horizontal de la especie entre zonas de estudio, por la existencia de barreras geográficas, permite pensar en un mínimo intercambio de individuos entre las mismas. Si a ello añadimos que la mortalidad por pesca de *A. antennatus* es zonal, ya que la explotación pesquera llevada a cabo en una zona no tiene por que afectar a las restantes, parece que lo más correcto desde la perspectiva de la dinámica de poblaciones explotadas es evaluar cada zona de forma separada y posteriormente efectuar la globalización de los resultados. Las características antes descritas de este recurso no permiten realizar una estimación global del mismo a partir de una única frecuencias de tallas (procedente de la suma de las cuatro frecuencias anuales de cada zona) y una única captura anual (suma de las cuatro zonas).

La alta homogeneidad de los aspectos biológicos (talla de primera madurez, ciclo reproductivo, número de puestas), demográficos (estructura poblacional, mortalidad natural) y genéticos de *A. antennatus* en el Mediterráneo español, permite utilizar un único juego de parámetros en los análisis poblacionales (LCA, Y/R) de las cuatro zonas de pesca consideradas, Murcia, Ibiza, Baleares y Cataluña.

Para considerar las opciones de gestión posibles de ser aplicadas a este recurso, se han efectuado simulaciones de la estrategia de explotación que sufre actualmente *A. antennatus* en cada una de las zonas de pesca consideradas, Murcia, Ibiza Baleares y Cataluña. Dichas simulaciones se basan en variaciones del esfuerzo de pesca aplicado actualmente, con el fin de buscar los rendimientos óptimos sostenibles.

En base al conjunto de todos los análisis efectuados a lo largo de la memoria, se discute la idoneidad de efectuar una gestión “individualizada” para cada zona de pesca, o una gestión “global” para todo el recurso estudiado del Mediterráneo español.

9.2. Material y métodos.

La información utilizada para el estudio del stock de *Aristeus antennatus* en las zonas de Murcia, Ibiza, Baleares y Cataluña, procede de los muestreos llevados a cabo sobre las capturas comerciales de gamba. Se realizaron 21 en Murcia en el año 1991 (presente estudio), 10 en la zona de Ibiza en el año 1992 (presente estudio), 16 en 1992 en la zona de Baleares (Demestre *et al*, en preparación) y 16 muestreos en el año 1992 en la zona de Cataluña (Demestre *et al*, en preparación). Los muestreos han sido de periodicidad mensual, y en cada uno de ellos se ha medido la longitud del cefalotórax (Lc en mm), tratándose los dos sexos por separado. A partir de estos muestreos mensuales se elaboró la distribución anual de frecuencias de tallas, tal y como se ha explicado en el cap. 5.

La metodología que se emplea en este capítulo para evaluar el stock en cada zona, conocer el estado de explotación y realizar los cambios de estrategia de explotación, basados en las variaciones del esfuerzo de pesca, es la misma que ha sido explicada ampliamente en el capítulo 8.

Los parámetros poblacionales (L_{∞} , K, t_0 , a, b, M y Ft) seleccionados se exponen en la tabla 9.1., y corresponden a los determinados en la presente memoria para la zona de Murcia en los capítulos anteriores (ver cap.6 y 7). La elección de los mismos se debe a que proceden de una sólida información científica conseguida a través de cinco años de estudio, y mediante los cuales se obtuvieron los resultados más coherentes en el global de los análisis de biología y de dinámica de poblaciones para *A. antennatus*.

Sexo	Parámetros						
	L_{∞}	K	t_0	a	b	M	Ft
Machos	52	0,27	-0,91	0,002193	2,500965	0,72	2
Hembras	75	0,38	-0,05	0,001665	2,595496	0,72	2

La evaluación y el conocimiento del estado de explotación de *A. antennatus* en las cuatro zonas de pesca (Murcia, Ibiza Baleares y Cataluña) se ha efectuado mediante la utilización de modelos indirectos, como el análisis de cohortes (LCA) y el análisis de rendimiento por recluta (Y/R), ambos aplicados sobre las frecuencias de tallas. Todos los análisis se han realizado por sexos separados, llevándose a cabo mediante el empleo del programa informático VIT (Leonart y Salat, 1992).

Para paliar al máximo la incertidumbre del valor de mortalidad natural M considerado para los análisis, también se han efectuado análisis de sensibilidad. Sobre el valor de M adoptado como referencia, $M = 0,72$ se ha considerado un $\pm 20\%$ de variación de su valor. La valoración de cada uno de estos análisis sobre el conjunto global de todos los resultados permite validar como variaciones (o posibles errores de estimación de M) pueden afectar las evaluaciones y consecuentemente la diagnosis de su pesquería. Esta validación puede equipararse a un test de significación a la hora de considerar el valor de M para el diagnóstico final del stock.

Por otro lado, con los análisis de riesgo se podrán evaluar los cambios que sufriría la población de *A. antennatus* explotada, a corto o medio plazo, si cambiásemos su patrón actual de explotación. En el esquema de explotación de la gamba, los cambios de malla son menos interesantes que los cambios de esfuerzo de pesca, ya que se ha observado que la selectividad del arte del arrastre de fondo para *A. antennatus* es casi nulo. De tal forma que se han realizado variaciones del actual esfuerzo de pesca modificando la mortalidad por pesca considerada inicialmente. En todos los casos, el cambio en la explotación se realizó en el primer año, alargando el análisis hasta cinco años (tantos años como permanece una cohorte en la pesquería), para determinar el tiempo que transcurría hasta alcanzarse una nueva situación de equilibrio.

Se han simulado cinco casos (dos de disminución y tres de incremento) a partir del valor inicial de la mortalidad por pesca. Dichas simulaciones consisten en variar F a partir de un factor denominado factor esfuerzo "f", de valor igual a 0,5, 0,75, 2, 3 y 4.

9.3. Resultados

9.3.1. Evaluación y estado de explotación del recurso.

Las distribuciones de tallas obtenidas de las capturas comerciales de la gamba en las zonas de Murcia, Ibiza Baleares y Cataluña, muestran un claro dimorfismo sexual, siendo el rango de tallas en machos más estrecho, 14 a 35 mm de L_c que en las hembras 13 a 66 mm de L_c . Las tallas medias en machos oscilarán entre los 22 mm y los 26 mm de L_c y en las hembras entre los 28 mm y los 33 mm de L_c (Tabla 9.2.).

La mayor parte de las capturas comerciales en ambos sexos están constituidas por ejemplares adultos (Tablas 9.3. y 9.4.), ya que están por encima de la talla de la primera madurez sexual estimada en cada zona (ver cap 4. Biología reproductiva).

Las capturas totales de gamba en Murcia fueron de 209 Tm, en Ibiza de 144 Tm, en Baleares de 260 Tm y en Cataluña de 439 Tm. De estas capturas, la mayor biomasa extraída en cada zona de pesca siempre se debe a las hembras.

Datos de captura	Zonas							
	Machos				Hembras			
	Murcia	Ibiza	Baleares	Cataluña	Murcia	Ibiza	Baleares	Cataluña
Intervalo de tallas (Lc, mm)	14-35	16-30	15-35	15-35	13-65	16-56	15-66	15-66
Talla media (Lc, mm)	23	22	24	26	28	30	33	32
Edad media (años)	1,3	1,1	1,3	1,6	1,2	1,3	1,5	1,4

Lc (mm)	Murcia	Ibiza	Cataluña	Baleares
14	2340	0	0	0
15	16053	0	69543	1829
16	53720	11787	69543	9932
17	150241	66543	251927	19455
18	184954	159710	602880	112753
19	261370	212378	758529	165732
20	358659	312728	1384300	190378
21	300428	416821	1913990	378493
22	307277	419055	1628346	517037
23	344427	382568	1111683	671419
24	177301	206212	1211441	757202
25	222173	119764	881932	1025145
26	273612	95869	837059	1001501
27	161503	52101	723723	1022581
28	183856	5029	415761	867245
29	122333	6952	246045	758568
30	74022	15222	244479	388393
31	62393	0	141464	312304
32	30046	0	172905	147024
33	40713	0	113252	169266
34	9068	0	14409	80113
35	2746	0	639	21693
Cap. total en Tm	22	21	78	70

Tabla 9.3. Matriz anual de la distribución de las frecuencias de tallas de la captura, en número de individuos, y capturas totales anuales, en toneladas métricas, para machos de *Aristeus antennatus*, en las zonas de Murcia (año 1991), Ibiza (año 1992), Cataluña (año 1992) y Baleares (año 1992).

Lc (mm)	Murcia	Ibiza	Cataluña	Baleares
13	7194	0	0	0
14	24002	0	0	0
15	39091	0	234	754
16	128259	4088	234	4213
17	172099	4916	25343	26152
18	242097	85365	26547	41351
19	367019	163031	99873	58087
20	602705	323070	324433	126199
21	980688	460265	353457	233947
22	1252508	711230	336861	224946
23	1346010	776073	799738	223873
24	1219169	749754	745746	271484
25	1383590	579498	1060707	363232
26	1322960	391359	1130443	522234
27	1083617	378640	1063216	648494
28	956691	320296	1702999	668766
29	632564	333284	1286080	781887
30	592614	338946	1582028	715684
31	515434	408433	1330761	610414
32	364968	394079	1358518	612587
33	369601	485723	1220702	597170
34	384414	487254	1343130	566969
35	277353	386203	949373	488092
36	333274	488988	1035797	493551
37	228587	299448	1015058	427219
38	231687	273868	1002367	424278
39	198973	171248	737254	417486
40	151401	197519	597196	326771
41	148868	125194	423695	226976
42	162281	131032	367959	275148
43	93468	94808	352869	212986
44	105332	78772	214412	148814
45	76950	120901	128649	108486
46	58847	55456	82653	130034
47	84048	24883	62331	89904
48	52428	26855	98565	106091
49	66613	25860	100269	73254
50	58600	3067	89057	93779
51	36370	13053	33220	60533
52	29700	8186	54922	42910
53	58534	2820	59667	34345
54	31432	123	56689	12111
55	11584	47	23379	8667
56	9054	5413	41677	10288
57	1833	0	19220	20346
58	7549	0	21634	6641
59	5737	0	14086	4419
60	14493	0	8547	6038
61	7668	0	19152	3292
62	39	0	1110	590
63	1756	0	16966	474
64	39	0	234	359
65	16992	0	967	243
66	0	0	11903	128
Cap. total en Tm	187	123	361	190

Tabla 9.4. Matriz anual de la distribución de las frecuencias de tallas de la captura, en número de individuos, y capturas totales anuales, en toneladas métricas, para hembras de *Aristeus antennatus*, en las zonas de Murcia (año 1991), Ibiza (año 1992), Cataluña (año 1992) y Baleares (año 1992).

En el presente capítulo, al realizarse análisis del mismo tipo de los efectuados en el cap. 8, (A. Análisis de cohortes y B. Análisis de rendimiento por recluta), los resultados se presentarán de forma más concisa, remarcando la importancia de que en este caso lo más notorio es que se comparan los datos de las cuatro zonas entre sí, y por tanto siempre se dará la explicación en este sentido.

A. Análisis de cohortes (LCA)

En general, los vectores de mortalidad por pesca en todas las zonas muestran en los machos que los valores de la mortalidad son bajos en las tallas más pequeñas (entre 14 y 21 mm de Lc) y más altos entre las tallas de 22 mm y 30 mm. En el caso concreto de la zona de Ibiza, se observa un incremento notable de estos valores entre las tallas de 23 y 28 mm. En las hembras y para todas las zonas se observa que las mayores mortalidades se encuentra entre los 26 y 54 mm de Lc, destacando dos picos, uno correspondiente a la zona de Ibiza en individuos de 24 mm y otro a la zona de Murcia en ejemplares de 26 mm. A partir de tallas superiores a 50 mm, el vector de mortalidad por pesca sufre importantes oscilaciones, debido a que el número de individuos entre las clases contiguas es muy variable, con lo cual la probabilidad de ser capturados es muy variable. También, se observa en todas las zonas que el valores de F son prácticamente del mismo orden de magnitud, disminuyendo de las tallas grandes a las intermedias y de estas a la pequeñas.

En las cuatros zonas de pesca y en ambos sexos los resultados de los valores de F se ajustan perfectamente a la estructura demográfica observada en las capturas: los ejemplares de mayor talla presentan valores de F más altos, es decir, se capturan más individuos de estas tallas, disminuyendo en los de menor talla, que son los que tienen mayor posibilidad de escapar al arte de pesca.

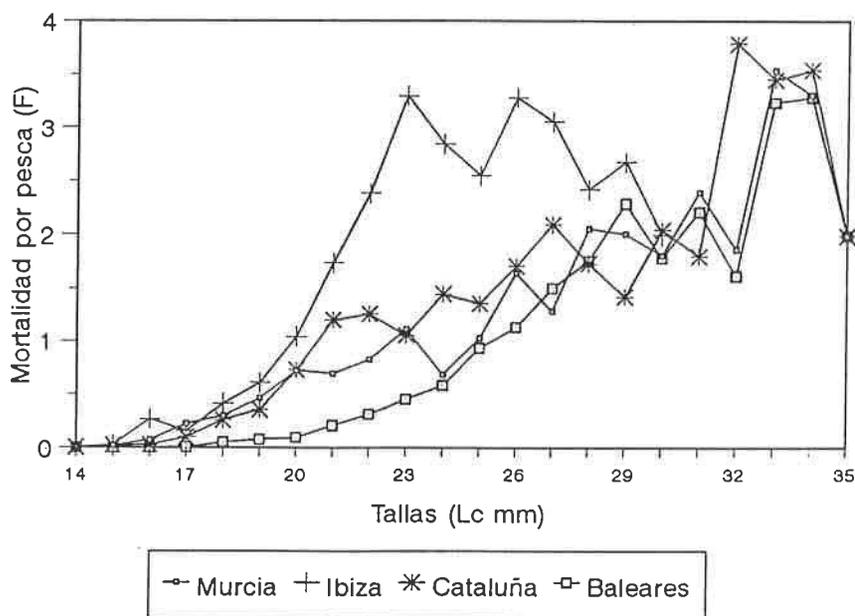


Figura 9.1. Vectores de mortalidad por pesca en machos de *A. antennatus*, obtenidos a partir del análisis de cohortes aplicado a la distribución de frecuencias de tallas de la gamba de las zonas de Murcia, Ibiza, Cataluña y Baleares.

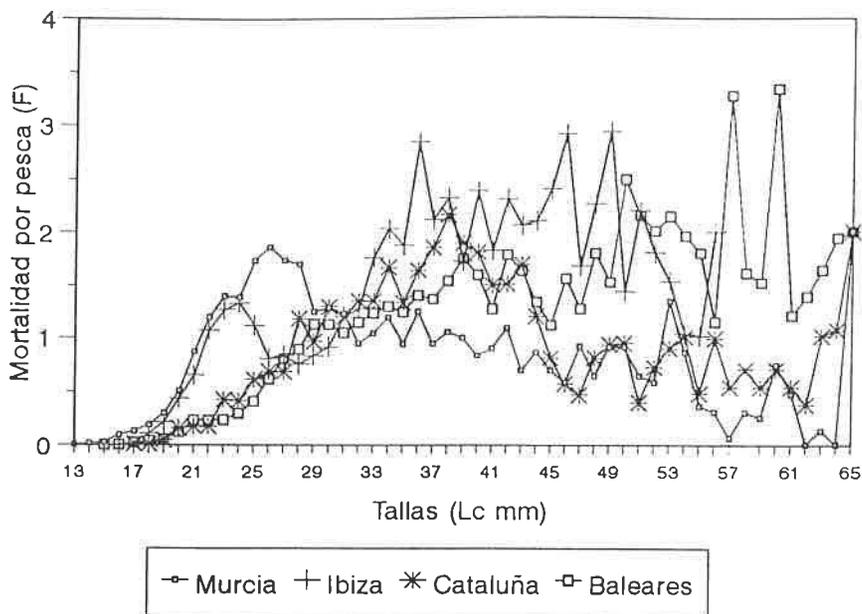


Figura 9.1. (cont.). Hembras.

En la tabla 9.5., se exponen los resultados de los análisis de cohortes (LCA) sobre la distribución de frecuencias de tallas de *A. antennatus* (machos y hembras), en las zonas de Murcia, Ibiza, Baleares y Cataluña, para los valores de mortalidad natural $M=0,58$; $0,72$ y $0,82$. A continuación, se exponen los resultados correspondientes a las diferentes unidades de stock explotados de *A. antennatus* en el Mediterráneo español, es decir machos más hembras en el conjunto de las cuatro zonas de pesca, para el valor de mortalidad natural tomado como referencia, $M=0,72$ (Tabla 9.6).

Los análisis han evidenciado un reclutamiento en número siempre más alto en Cataluña que en las otras zonas, tanto para machos como para hembras. También, se ha observado que en la zona de Murcia y en ambos sexos, los individuos reclutados al arte son menores en tamaño y peso que en las restantes zonas, poniéndose también de manifiesto en la distribución de tallas de las capturas comerciales. Asimismo, en Ibiza, se han capturado los reclutadas de mayor tamaño (Tablas 9.3. y 9.4.).

La relación entre la biomasa virgen y la media anual en el mar nos indica en las cuatro zonas y para ambos sexos unos resultados coincidentes, de tal forma que los porcentajes más altos se alcanzan con el valor más bajo M e inversamente. Para el valor utilizado como referencia $M=0,72$, los valores obtenidos en machos se encuentra entorno al 40 %, y en las hembras próximos al 23 %. Esto nos indica que no hay indicio de sobreexplotación en ambos sexos de *A. antennatus*, ya que en pesquerías con un estado adecuado de explotación el valor de dicho cociente es del 50 %. De tal forma que conforme disminuye el valor del 50 % nos alejamos de la situación óptima, siendo presente la sobreexplotación para valores muy bajos de este cociente, como es el 7 % estimado para la merluza en el mar Balear (Oliver, 1991).

Asimismo, en cuanto al balance de biomasa, en todas las zonas y ambos sexos se pone de manifiesto que el porcentaje de biomasa en crecimiento es más importante que el debido al reclutamiento. No obstante, en los machos el porcentaje de reclutamiento en biomasa alcanza valores bastante más altos (32,9 % - 48,8 %) que en las hembras (13,1 % - 20,7 %) (Tabla 9.6.).

A nivel del Mediterráneo español, el stock explotado de *A. antennatus* (machos más hembras) tendrían una biomasa media anual en el mar de 1.090 Tm, con un valor de biomasa virgen de 4.260 Tm (Tabla 9.6.). El cociente entre los valores de ambas biomásas es del 25,5 %, valor muy superior al que se encuentra en especies sobreexplotadas como es por ejemplo la merluza, cuya relación no alcanza el 7 %.

Por otra parte, el balance total de biomasa es de 1.833 Tm (Tabla 9.6.). Puesto que se pescaron 1.052 Tm (correspondiendo a la zona de pesca de Murcia 209 Tm, a la de Ibiza 144 Tm, a la de Baleares 260 Tm y a la de Cataluña 439 Tm), lo que equivale al 57,3 % del total de biomasa, entonces cabría otorgarle a la mortalidad natural un valor de 781 Tm, es decir el 42,7 % restante. Así pues, se pone de manifiesto que la mayor mortalidad *A. antennatus* en el Mediterráneo español es debida a la explotación pesquera, siendo el valor del porcentaje de biomasa capturada superior a la producida por mortalidad natural, tal como se pueda observar en los distintos porcentajes presentados de mortalidades de la tabla 9.6.

La talla y edad media de la gamba en las cuatro zonas de pesca, mostró en ambos sexos, una gran uniformidad en los valores obtenidos. En machos, se mantuvieron entre los 19 mm y 21 mm de Lc, y en hembras entre 24 y 26 mm de Lc. correspondiendo respectivamente a individuos de aproximadamente 1 año de edad. Asimismo, la talla y edad crítica en ambos sexos son iguales a la talla y edad media en la zona de Murcia y ligeramente superiores en las zonas de Ibiza, Cataluña y Baleares. Lo que nos pone de manifiesto que los reclutamientos juegan un papel muy importante en la configuración de la estructura demográfica de la población explotada. Por otra parte, estos individuos o bien han alcanzado la talla de primera madurez, o están muy próximos a alcanzarla, con lo cual permite pensar en la existencia de un abundante stock de reproductores.

La talla y edad crítica virgen tanto en machos como en hembras fue igual en todas las zonas, existiendo una relación inversa entre los valores de talla y edad y el valor de M utilizado en los LCA. Para el valor de referencia $M = 0,72$, en machos la talla estimada es de 27 mm de Lc y en hembras de 46 mm de Lc, correspondiendo respectivamente con individuos de 1,8 años y 2,4 años de vida. Así pues, se aprecia un significativo aumento en la talla y edad de *A. antennatus* en ausencia de explotación, lo que muestra el importante efecto de la pesca sobre la población de gamba en el Mediterráneo español.

Tabla 9.5. Resultados de los análisis de cohortes (LCA) sobre la distribución de frecuencias de tallas de *A. antennatus* (hembras), en las zonas de Murcia, Ibiza, Cataluña y Baleares, utilizando los valores de mortalidad natural $M = 0,57$; $0,72$ y $0,86$. Los resultados correspondientes a cada valor de M se corresponden con el orden aquí expuesto, de menor a mayor respectivamente.

Resultados	Zonas			
	Murcia 0,57 - 0,72 - 0,86	Ibiza 0,57 - 0,72 - 0,86	Cataluña 0,57 - 0,72 - 0,86	Baleares 0,57 - 0,72 - 0,86
Reclutamiento en nº individuos (millones)	27,6 - 32,6 - 39,7	15,6 - 17,7 - 20,4	42,6 - 51,2 - 61,8	21,5 - 25,8 - 30,9
Reclutamiento en peso (Tm)	35,7 - 42,3 - 51,4	34,7 - 39,4 - 45,4	80,1 - 96,2 - 116,0	40,4 - 48,5 - 58,1
Núm. medio de la stock (millones)	19,3 - 22,4 - 26,6	10,1 - 11,1 - 12,3	36,6 - 38,5 - 44,6	17,4 - 19,8 - 22,5
Biomasa media anual (Tm)	166,7 - 194,9 - 234,1	86,8 - 93,8 - 102,4	326,3 - 372,2 - 429,0	169,4 - 188,5 - 209,8
Biomasa virgen (Tm)	1122 - 918 - 797	455 - 406 - 367	1877 - 1558 - 1377	947 - 789 - 689
Balance total biomasa (Tm)	278 - 323 - 387	173 - 190 - 212	547 - 629 - 729	286 - 325 - 370
% reclutamiento	12,9 - 13,1 - 13,3	20,0 - 20,7 - 21,4	14,6 - 15,3 - 15,9	14,1 - 14,9 - 15,7
% crecimiento	87,1 - 86,9 - 86,7	80,0 - 79,3 - 78,6	85,4 - 84,7 - 84,1	85,9 - 85,1 - 84,3
% mortalidad natural	34,1 - 43,3 - 52,6	29,0 - 35,4 - 42,0	34,0 - 42,6 - 50,5	33,7 - 41,7 - 48,7
% biomasa capturada	65,9 - 56,7 - 47,4	71,0 - 64,6 - 58,0	66,0 - 57,4 - 49,5	66,3 - 58,3 - 51,3
Edad media stock (años)	1,0 - 1,0 - 1,0	1,0 - 1,0 - 1,0	1,1 - 1,1 - 1,1	1,1 - 1,1 - 1,1
Edad crítica stock (años)	1,0 - 1,0 - 1,0	1,3 - 1,2 - 1,2	1,1 - 1,1 - 1,1	1,2 - 1,1 - 1,1
Edad crítica virgen (años)	2,8 - 2,4 - 2,1	2,8 - 2,4 - 2,1	2,8 - 2,4 - 2,1	2,8 - 2,4 - 2,1
Talla media stock (Lc,mm)	24 - 24 - 24	25 - 25 - 25	26 - 26 - 26	26 - 26 - 26
Talla crítica (Lc,mm)	24 - 24 - 24	30 - 29 - 29	28 - 28 - 28	28 - 28 - 28
Talla crítica virgen (Lc, mm)	50 - 46 - 42	50 - 46 - 42	50 - 45 - 42	50 - 45 - 42

Tabla 9.6. Resultados de los análisis de cohortes (LCA) sobre la distribución de frecuencias de tallas de *A. antennatus* (machos y hembras), en las zonas de Murcia (M), Ibiza (I), Baleares(B) y Cataluña (C), utilizando el valor de M adoptado como referencia, $M = 0,72$. También, se exponen los resultados correspondientes a las diferentes unidades de stock explotados, es decir, machos más hembras para el conjunto de las zonas de pesca.

Resultados	Zonas								
	Machos				Hembras				♂ + ♀
	Murcia	Ibiza	Baleares	Cataluña	Murcia	Ibiza	Baleares	Cataluña	M+I+B+C
Reclutamiento en n° individuos (millones)	8,2	7,1	25,9	28,1	32,6	17,7	25,8	51,2	196,6
Reclutamiento en peso (Tm)	13,2	16,1	49,6	54,0	42,3	39,4	48,5	96,2	359
Núm. medio de individuos del stock (millones)	6,7	4,2	23,6	21,1	22,4	11,1	19,8	38,5	147
Biomasa media anual (Tm)	26,7	16,6	110,6	86,9	194,9	93,8	188,5	372,2	1090
Biomasa virgen (Tm)	61,3	42,1	232,4	252,9	918	406	789	1558	4260
Balance total biomasa (Tm)	40,3	33,1	150,8	141,4	323	190	325	629	1833
% reclutamiento	32,9	48,8	32,9	38,2	13,1	20,7	14,9	15,3	-
% crecimiento	67,1	51,2	67,1	61,8	86,9	79,3	85,1	84,7	-
% mortalidad natural	48,4	36,7	53,6	44,9	43,3	35,4	41,7	42,6	42,7
% biomasa capturada	51,6	63,3	44,4	55,1	56,7	64,6	58,3	57,4	57,3
Edad media stock (años)	0,8	0,8	1,0	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	-
Edad crítica stock (años)	0,8	0,8	1,1	0,9	1,0	1,2	1,1	1,1	-
Edad crítica virgen (años)	1,8	1,8	1,8	1,8	2,4	2,4	2,4	2,4	-
Talla media stock (Lc, mm)	19	19	21	20	24	25	26	26	-
Talla crítica (Lc, mm)	19	19	22	20	24	29	28	28	-
Talla crítica virgen (Lc, mm)	27	27	27	27	46	46	45	45	-

B. Análisis de Rendimiento por Recluta (Y/R)

Los resultados de los análisis de rendimiento por recluta (Y/R) dan una visión del estado de explotación del recurso. Indican la situación para el actual esfuerzo de pesca al que está sometida el stock de gamba (señalado como valor 1 del factor de esfuerzo en las gráficas), y también los valores de Y/R para un factor de esfuerzo doble del actual (señalado como valor 2).

En las tablas 9.7. y 9.8, se muestran para machos y hembras respectivamente, los resultados de los análisis de rendimiento por recluta en las zonas de Murcia, Ibiza, Cataluña y Baleares, utilizando los tres valores de mortalidad natural $M=0,57$; $0,72$ y $0,86$. En ambos sexos, se observa que los valores de los rendimientos y biomasa por recluta disminuyen al aumentar el valor de M , como consecuencia de una menor biomasa viva disponible para ser capturada.

Asimismo, los rendimientos por recluta en machos, la utilizar el valor de referencia de $M=0,72$ son muy similares entre las cuatro unidades de stock. En las hembras se aprecian ligeras diferencias entre zonas, correspondiendo los valores más bajos a Murcia y los más altos a Baleares.

Siguiendo con el valor $M=0,72$, el esfuerzo óptimo en machos coincide con el actual en las zonas de Ibiza y Cataluña, mientras en Murcia y Baleares, el óptimo se alcanzaría incrementándose un 50 % y un 20 % el esfuerzo actual, respectivamente. Es decir, el esfuerzo óptimo se halla a la derecha del valor 1 (Tabla 9.7). En las hembras se observa una explotación más intensa que en los machos. El esfuerzo óptimo coincide con el esfuerzo actual en Murcia y Cataluña. En la zona de Ibiza haría falta una disminución del 30 % del esfuerzo actual y un 20 % en la zona de Baleares para alcanzar el óptimo. Así pues, en las hembras el esfuerzo óptimo se halla a la izquierda del valor 1 (Tabla 9.8.).

En la tabla 9.9 se exponen los resultados del Y/R para machos más hembras, en las cuatro unidades de stock (Murcia, Ibiza, Baleares y Cataluña), para el valor $M=0,72$. Se pone de manifiesto que el rendimiento óptimo para la explotación de la gamba se alcanza de forma distinta en las cuatro zonas. En Murcia con la situación actual de esfuerzo de pesca; en Ibiza y Baleares con una disminución del esfuerzo del 14 % y 6 % respectivamente y en Cataluña con un aumento del esfuerzo en un 2 %.

Tabla 9.7. Resultados de los análisis de rendimiento por recluta (Y/R) para *A. antennatus* (machos) en las zonas de Murcia, Ibiza, Cataluña y Baleares, utilizando diferentes valores de mortalidad natural (M=0,57- M= 0,72- M= 0,86). Los resultados correspondientes a cada valor de M se exponen de menor a mayor respectivamente (CMC, curvas monótona creciente).

Resultados	Zonas			
	Murcia 0,57 - 0,72 - 0,86	Ibiza 0,57 - 0,72 - 0,86	Cataluña 0,57 - 0,72 - 0,86	Baleares 0,57 - 0,72 - 0,86
Y/R (gramos/individ)	3,0 - 2,5 - 2,0	3,2 - 2,9 - 2,5	3,2 - 2,7 - 2,3	3,4 - 2,7 - 2,1
Y/R óptimo	3,0 - 2,6 - 2,2	3,3 - 2,9 - 2,7	3,3 - 2,7 - 2,4	3,4 - 2,8 - 2,3
B/R (gramos/individ)	3,5 - 3,2 - 2,9	2,4 - 2,3 - 2,2	3,3 - 3,0 - 2,8	4,7 - 4,2 - 3,8
Esfuerzo óptimo	1,0 - 1,5 - CMC	1,1 - 1,0 - CMC	0,7 - 1,0 - 1,8	1,0 - 1,2 - CMC

Tabla 9.8. Resultados de los análisis de rendimiento por recluta (Y/R) para *A. antennatus* (hembras) en las zonas de Murcia, Ibiza, Cataluña y Baleares, utilizando diferentes valores de mortalidad natural (M=0,57- M= 0,72- M= 0,86). Los resultados correspondientes a cada valor de M se exponen de menor a mayor respectivamente (CMC, curvas monótona creciente).

Resultados	Zonas			
	Murcia 0,57 - 0,72 - 0,86	Ibiza 0,57 - 0,72 - 0,86	Cataluña 0,57 - 0,72 - 0,86	Baleares 0,57 - 0,72 - 0,86
Y/R (gramos/individ)	6,6 - 5,6 - 4,6	7,8 - 6,9 - 6,0	8,4 - 7,0 - 5,8	8,8 - 7,3 - 6,1
Y/R óptimo	6,9 - 5,6 - 4,7	8,3 - 7,1 - 6,0	8,6 - 7,0 - 5,9	9,3 - 7,4 - 6,1
B/R (gramos/individ)	6,0 - 5,9 - 5,8	5,5 - 5,2 - 5,0	7,6 - 7,2 - 6,9	7,8 - 7,2 - 6,7
Esfuerzo óptimo	0,7 - 1,0 - 1,2	0,6 - 0,7 - 1,0	0,8 - 1,0 - 1,3	0,5 - 0,8 - 1,0

Tabla 9.9. Resultados de los análisis de rendimiento por recluta (Y/R) para *A. antennatus* (σ^+ + φ) correspondientes a las unidades de stock de Murcia, Ibiza, Cataluña y Baleares, utilizando como valor de mortalidad natural M= 0,72.

Resultados	Zonas			
	Murcia	Ibiza	Cataluña	Baleares
Y/R (gramos/individ)	8,14	9,84	9,81	10,05
Y/R óptimo	8,14	9,90	9,82	10,07
Esfuerzo óptimo	1,00	0,88	1,02	0,94

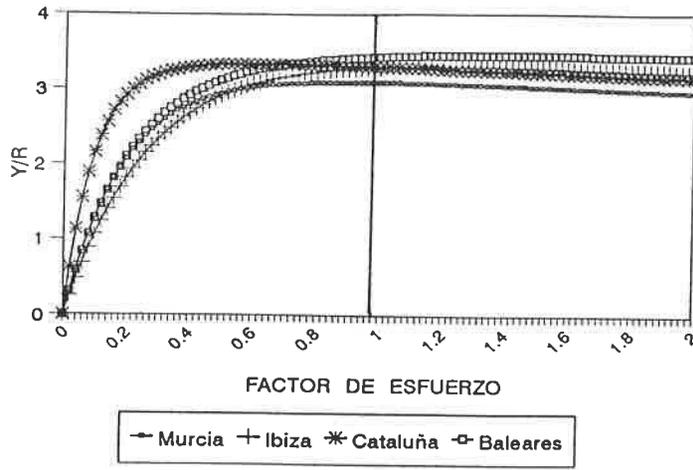
Otra manera de analizar los datos del análisis del Y/R es mediante las gráficas. En ellas se puede ver de forma clara la situación actual y las tendencias de las curvas con los distintos valores de M (0,57; 0,72 y 0,86) en las cuatro zonas de estudio, Murcia, Ibiza, Cataluña y Baleares de forma simultánea (Figura 9.2.).

En los machos se pone de manifiesto que los rendimientos son muy similares entre zonas, observándose únicamente en Ibiza valores ligeramente más altos que en el resto de zonas (Figura 9.2.). En las hembras también se observan resultados similares entre las distintas unidad de stock, independientemente del valor de M. Los valores más altos de Y/R se obtuvieron en Baleares y los inferiores en Murcia, Cataluña e Ibiza ocupan siempre una posición intermedia (Figura 9.3.).

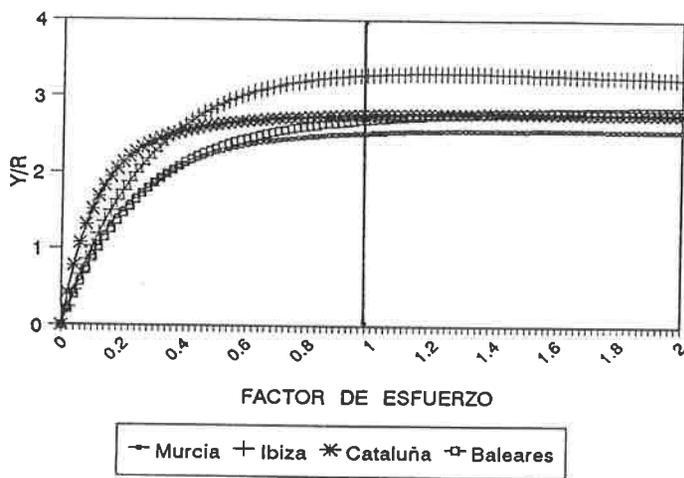
En segundo lugar, se presentan los resultados obtenidos del Y/R según los distintos valores de M (0,57; 0,72 y 0,86) en cada unidad de stock por separado. En todas las zonas y para ambos sexos, la situación correspondiente al valor de M = 0,72, siempre muestra una situación intermedia respecto a los otros valores de M (0,56 y 0,86), figuras 9.4. y 9.5.

En estas figuras (9.4 y 9.5), y para M = 0,72 se observa que, en los machos, el máximo rendimiento se alcanzaría incrementando el esfuerzo de pesca respecto de la situación actual (valor 1 del eje de las x), y en las hembras, está próximo al actual esfuerzo de pesca. También se aprecia que, mientras en los machos nunca se observan indicios de sobreexplotación (Fig. 9.4.), en las hembras, con el valor más bajo de M (0,57), se aprecia un ligero desplazamiento del valor máximo de Y/R hacia la izquierda. Este hecho es más evidente en Baleares que en otras zonas (Fig. 9.5.).

M = 0,57



M = 0,72



M = 0,86

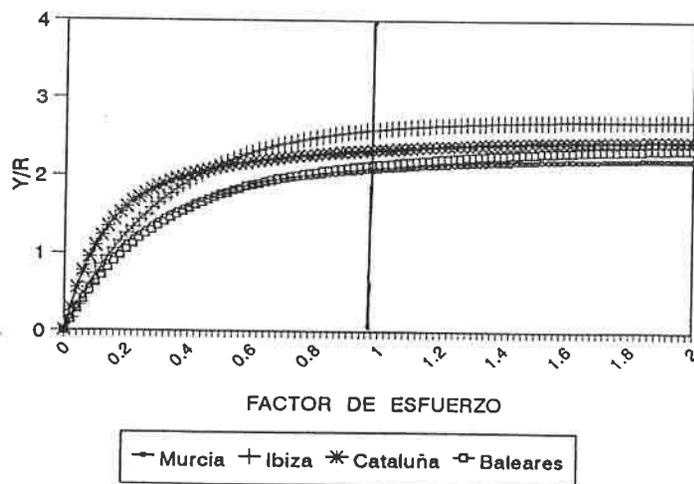
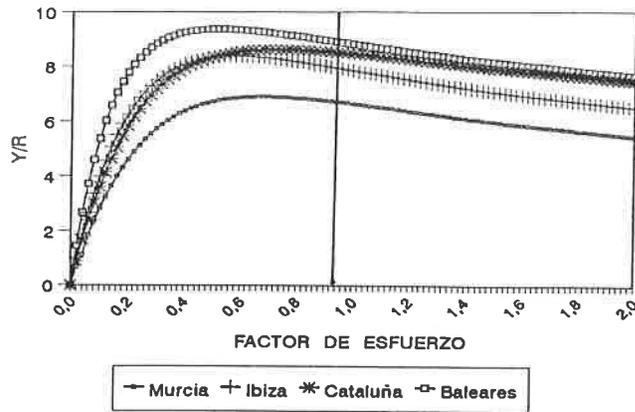
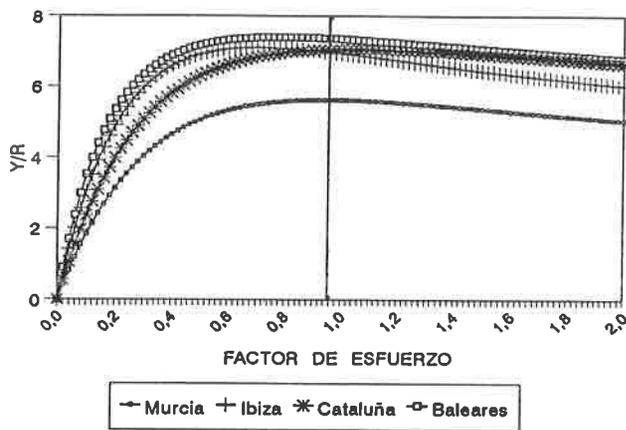


Figura 9.2. Curvas de rendimiento por recluta (Y/R) para machos de *Aristeus antennatus* mostrando las cuatro zonas de estudio, Murcia, Ibiza, Cataluña y Baleares, de forma simultánea. Se utilizan los tres valores de M (0,57; 0,72 y 0,86).

M = 0,57



M = 0,72



M = 0,86

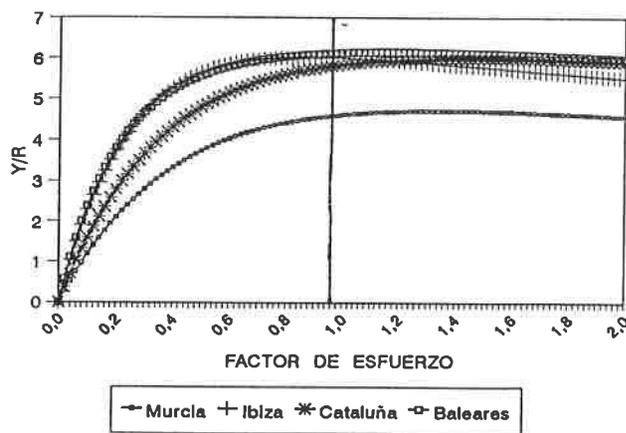
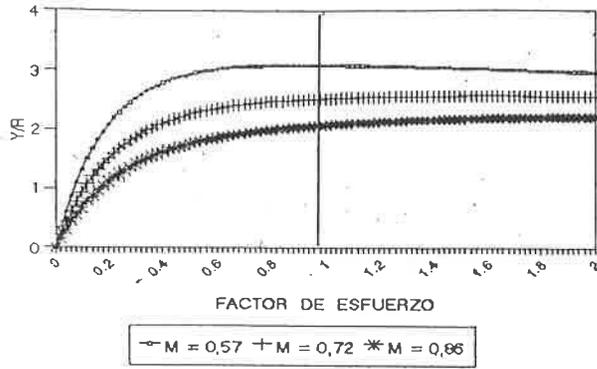
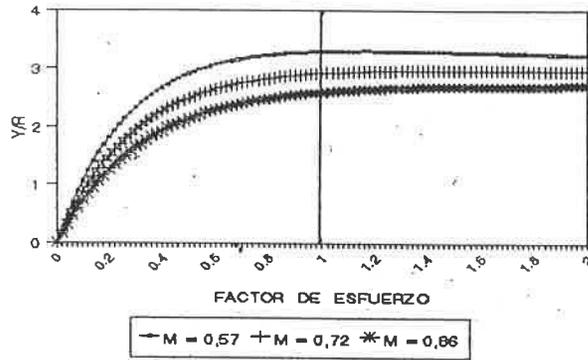


Figura 9.3. Curvas de rendimiento por recluta (Y/R) para hembras de *Aristeus antennatus* mostrando las cuatro zonas de estudio, Murcia, Ibiza, Cataluña y Baleares, de forma simultánea. Se utilizan los tres valores de M (0,57; 0,72 y 0,86).

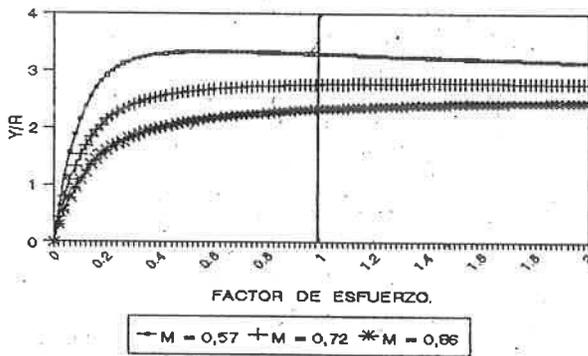
MURCIA



IBIZA



CATALUÑA



BALEARES

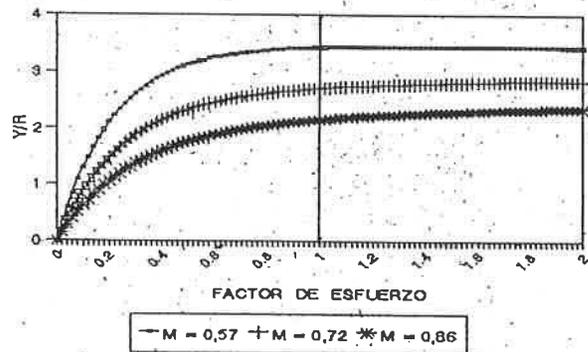


Figura 9.4. Curvas de rendimiento por recluta (Y/R) para machos de *Aristeus antennatus* en cada zona de estudio, Murcia, Ibiza, Cataluña y Baleares por separado. Las curvas centrales son las obtenidas con el valor de referencia $M = 0,72$. Las curvas inferiores evidencian la situación correspondiente a un valor de M inferior un 20 % al valor de referencia y la curvas superiores a uno superior en un 20 %. El factor de esfuerzo 0 representa ausencia de esfuerzo; 1 el esfuerzo actual y 2 el doble del actual.

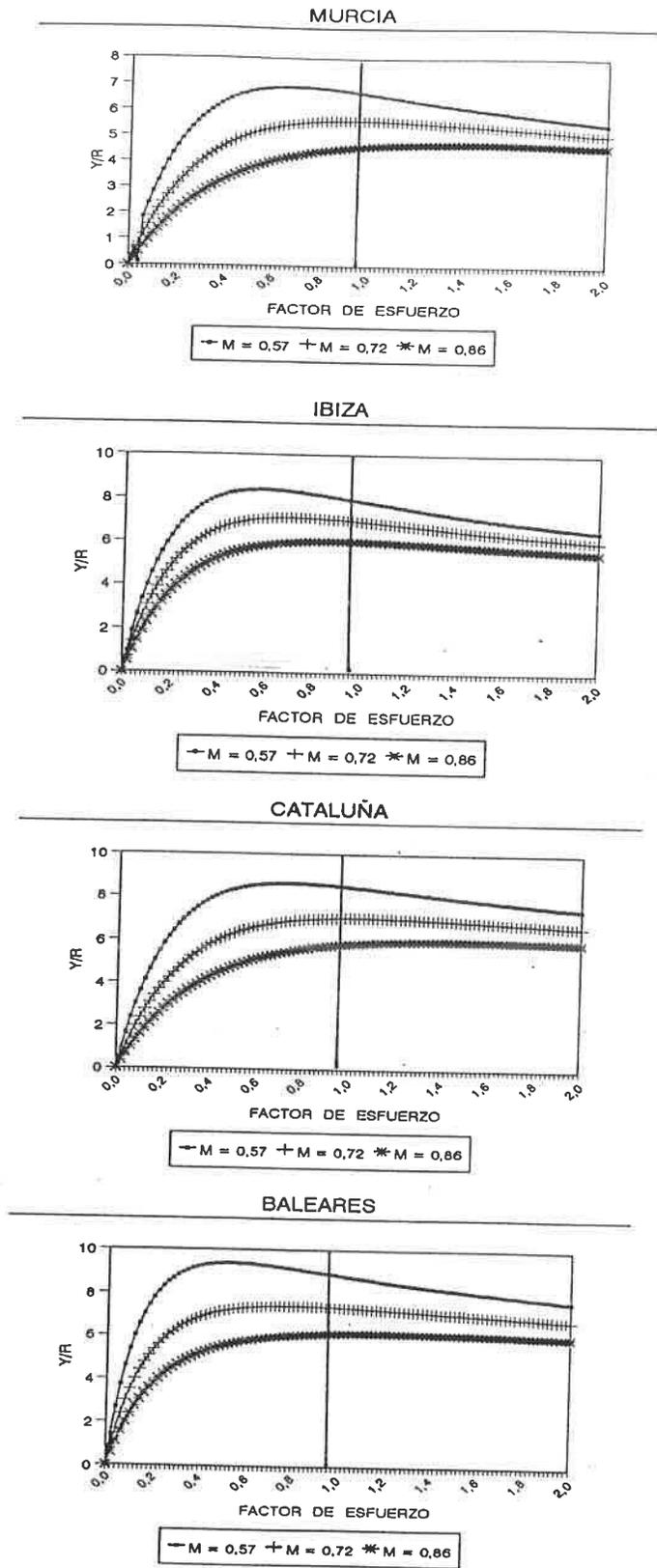


Figura 9.5. Curvas de rendimiento por recluta (Y/R) para hembras de *Aristeus antennatus* en cada zona de estudio, Murcia, Ibiza, Cataluña y Baleares por separado. Las curvas centrales son las obtenidas con el valor de referencia $M = 0,72$. Las curvas inferiores evidencian la situación correspondiente a un valor de M inferior un 20 % al valor de referencia y la curvas superiores a uno superior en un 20 %. El factor de esfuerzo 0 representa ausencia de esfuerzo; 1 el esfuerzo actual y 2 el doble del actual.

9.3.2. Cambios en la estrategia de explotación: Simulaciones basadas en las variaciones del esfuerzo actual de pesca.

Los análisis de riesgo se han efectuado en cada una de las cuatro unidades de stocks, Murcia, Ibiza, Cataluña y Baleares, de forma independiente y para ambos sexos por separado. Se parte de los valores obtenidos de rendimiento por recluta que corresponden a la situación actual del esfuerzo de pesca al valor de $F=2$. Se han simulado para cada zona cinco casos, modificando el factor de esfuerzo actual según una disminución ($F*0,5$; $F*0,75$) y un aumento ($F*2$; $F*3$; $F*4$).

Al considerar las cuatro unidades de stock separadamente, vemos que para los machos las simulaciones basadas en la disminución del esfuerzo actual de pesca, suponen respecto a la situación actual de explotación, una disminución de los valores del rendimiento por recluta y un aumento de los valores de biomasa por recluta (Figuras 9.6. a 9.9.). Tendencias diferentes se obtienen cuando las simulaciones han consistido en aumentar el esfuerzo de pesca. Conforme el aumento de esfuerzo es mayor, más alto es el valor del rendimiento por recluta (Y/R) en el primer año y más brusca la bajada en el segundo año, descendiendo los valores paulatinamente en los años siguientes, siendo siempre inferiores a los iniciales. En cambio, el valor de la biomasa por recluta (B/R) desciende desde el primer año hasta el segundo año, a partir del cual se estabiliza. El descenso es más acusado cuando mayor es el esfuerzo aplicado. Así pues, el rendimiento óptimo para los machos se alcanzaría incrementando el esfuerzo actual de pesca en las zonas de Murcia, Cataluña y Baleares, y manteniéndose en la situación actual en Ibiza. Todo lo cual nos demuestra un estado muy cercano al óptimo para los machos con la actual estrategia de pesca.

También los resultados de las simulaciones realizadas para las hembras muestran, en general, que la disminución del esfuerzo actual de pesca supone, respecto a la situación actual de explotación, una disminución de los valores del rendimiento por recluta y un aumento de los valores de biomasa por recluta (Figuras 9.6. a 9.9.). Cuando las simulaciones han consistido en aumentar el esfuerzo de pesca, estos resultados evidencian una situación distinta a los machos. Se aprecia de forma clara que el máximo rendimiento por recluta se alcanza con el mantenimiento del factor de esfuerzo actual en Murcia y Cataluña, que se debe disminuir un 20 % en Baleares y un 30 % en Ibiza. Se pone de manifiesto que en el caso de las hembras, la estrategia de explotación es óptima en Murcia y Cataluña, siendo también adecuada en Baleares e Ibiza, aunque en estas dos últimas zonas convendría disminuir ligeramente el actual esfuerzo de pesca.

Finalmente, los resultados obtenidos al simular distintos esfuerzos en cada una de las cuatro unidades de stocks de forma conjunta para machos más hembras, se observa un comportamiento idéntico de los stocks en las cuatro zonas (Figura 9.10). En general se aprecia que no es aconsejable la disminución del esfuerzo ($F*0,5$ y $F*0,75$) de pesca por el descenso que sufren los rendimientos por recluta. En cuanto al aumento de esfuerzo ($F*2$, $F*3$ y $F*4$), se observa que si bien se produce un incremento notable del rendimiento por recluta en el primer año, después se produce un descenso importante.

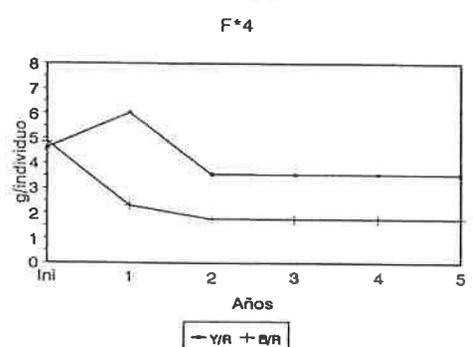
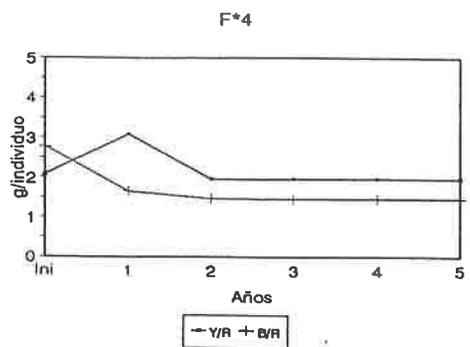
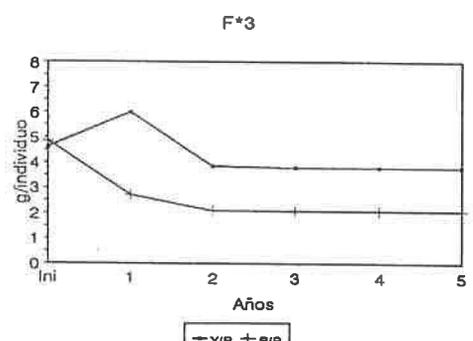
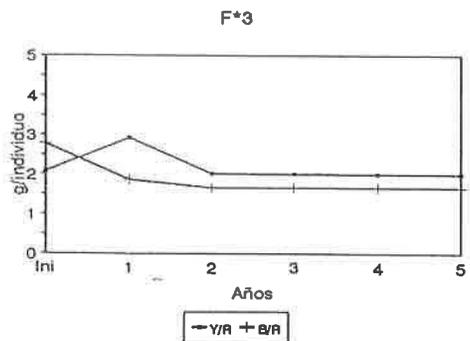
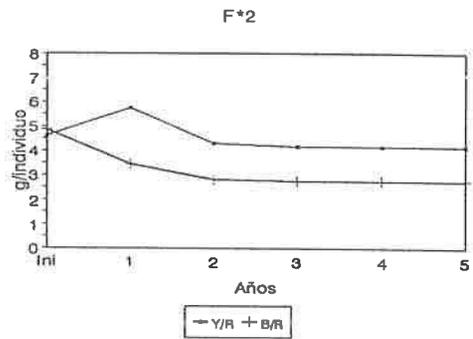
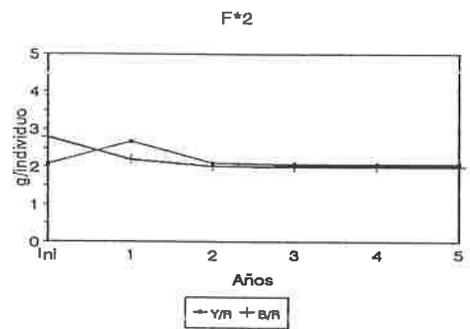
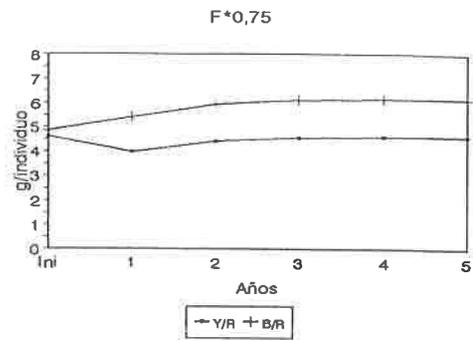
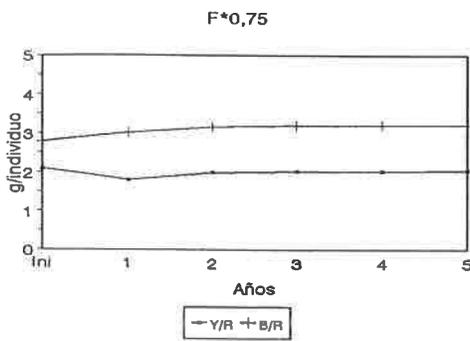
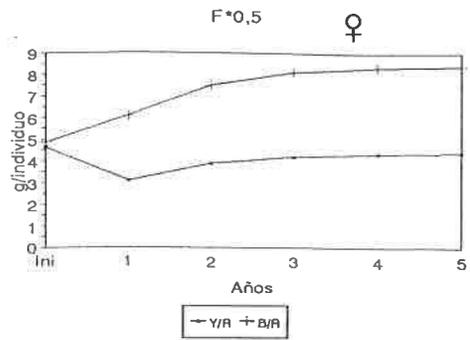
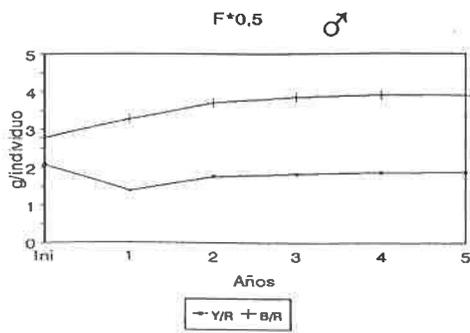


Figura 9.6. Evolución del rendimiento por recluta (Y/R) y de la biomasa por recluta (B/R) de *A. antennatus* (machos y hembras), para diferentes esfuerzos de pesca, en la zona de Murcia.

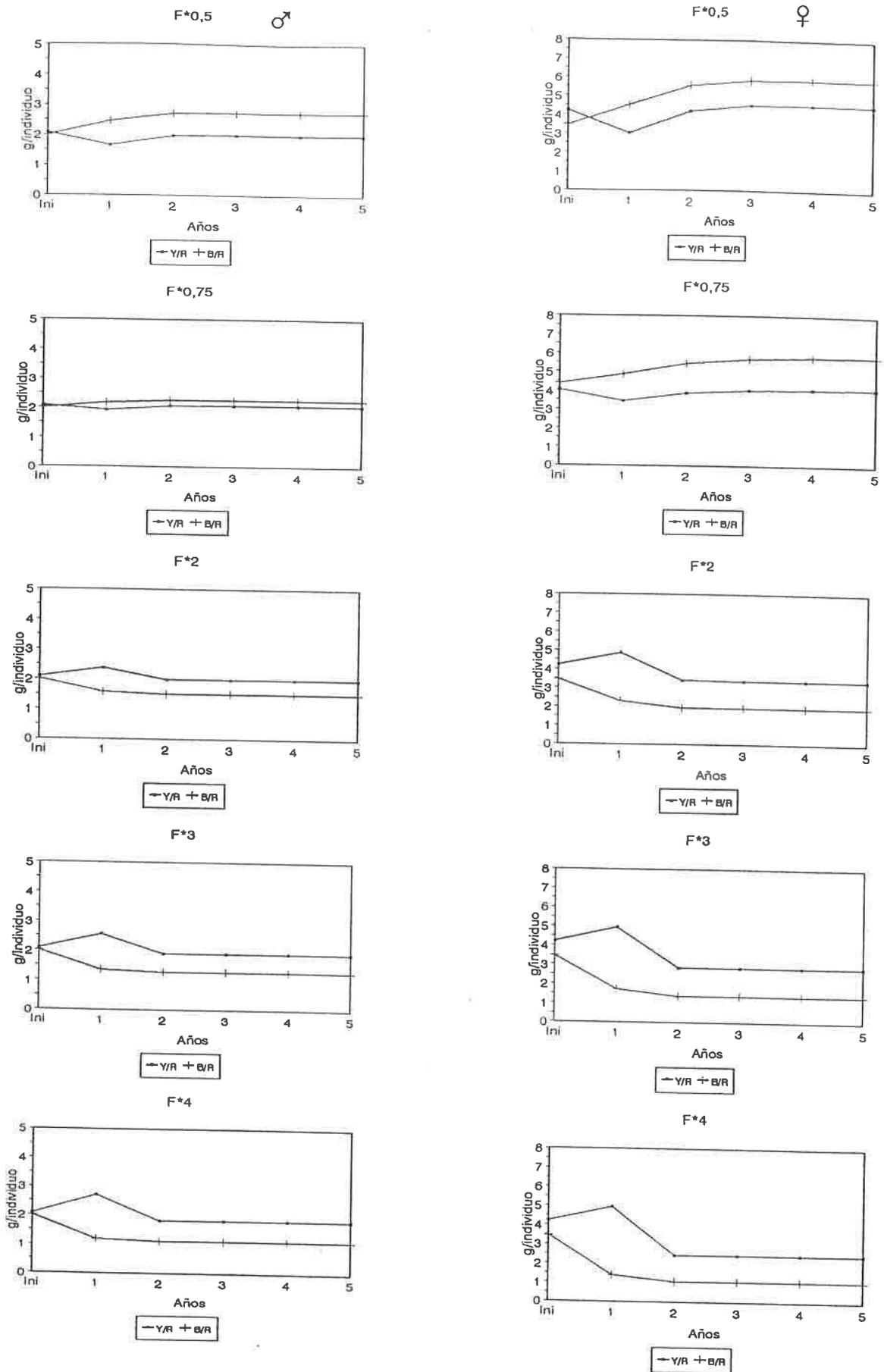


Figura 9.7. Evolución del rendimiento por recluta (Y/R) y de la biomasa por recluta (B/R) de *A. antennatus* (machos y hembras), para diferentes esfuerzos de pesca, en la zona de Ibiza.

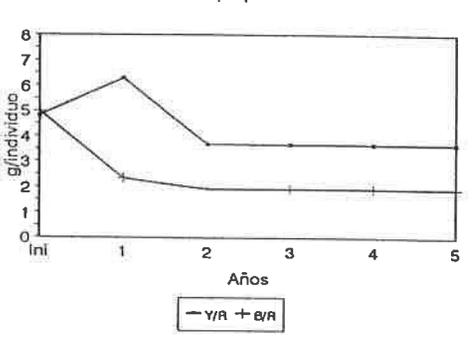
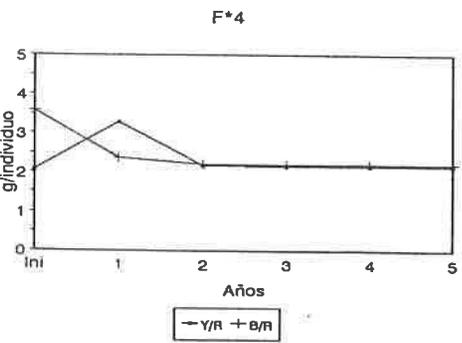
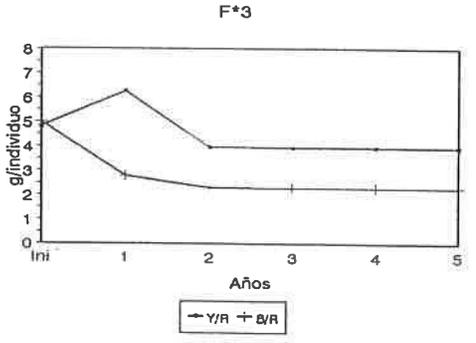
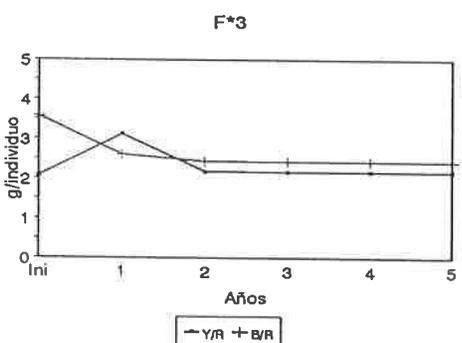
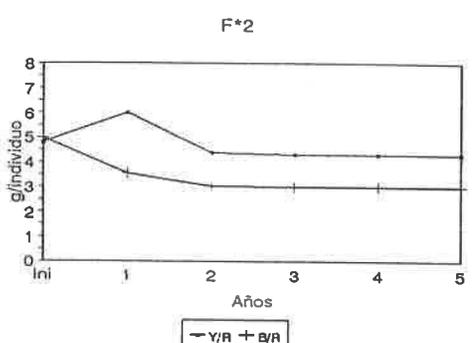
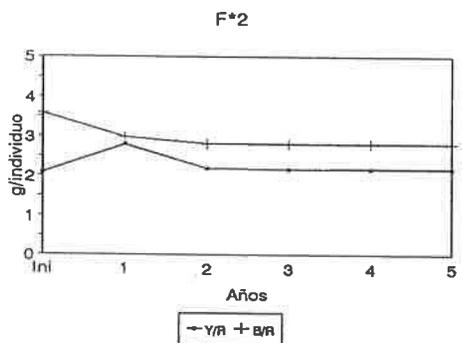
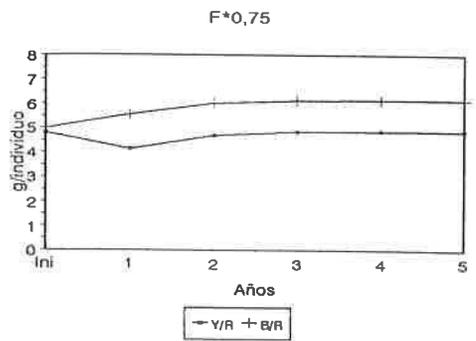
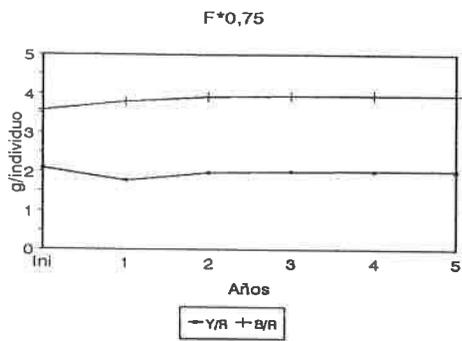
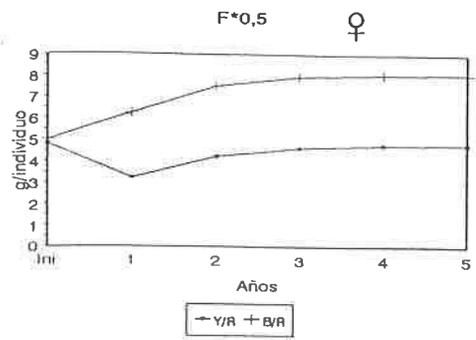
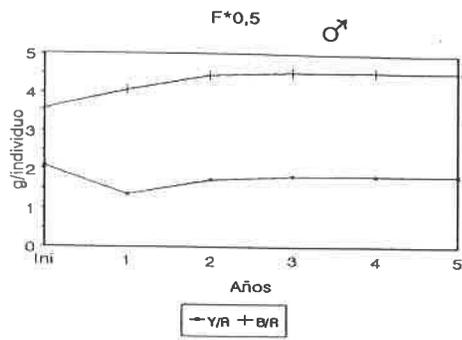


Figura 9.8. Evolución del rendimiento por recluta (Y/R) y de la biomasa por recluta (B/R) de *A. antennatus* (machos y hembras), para diferentes esfuerzos de pesca, en la zona de Baleares.

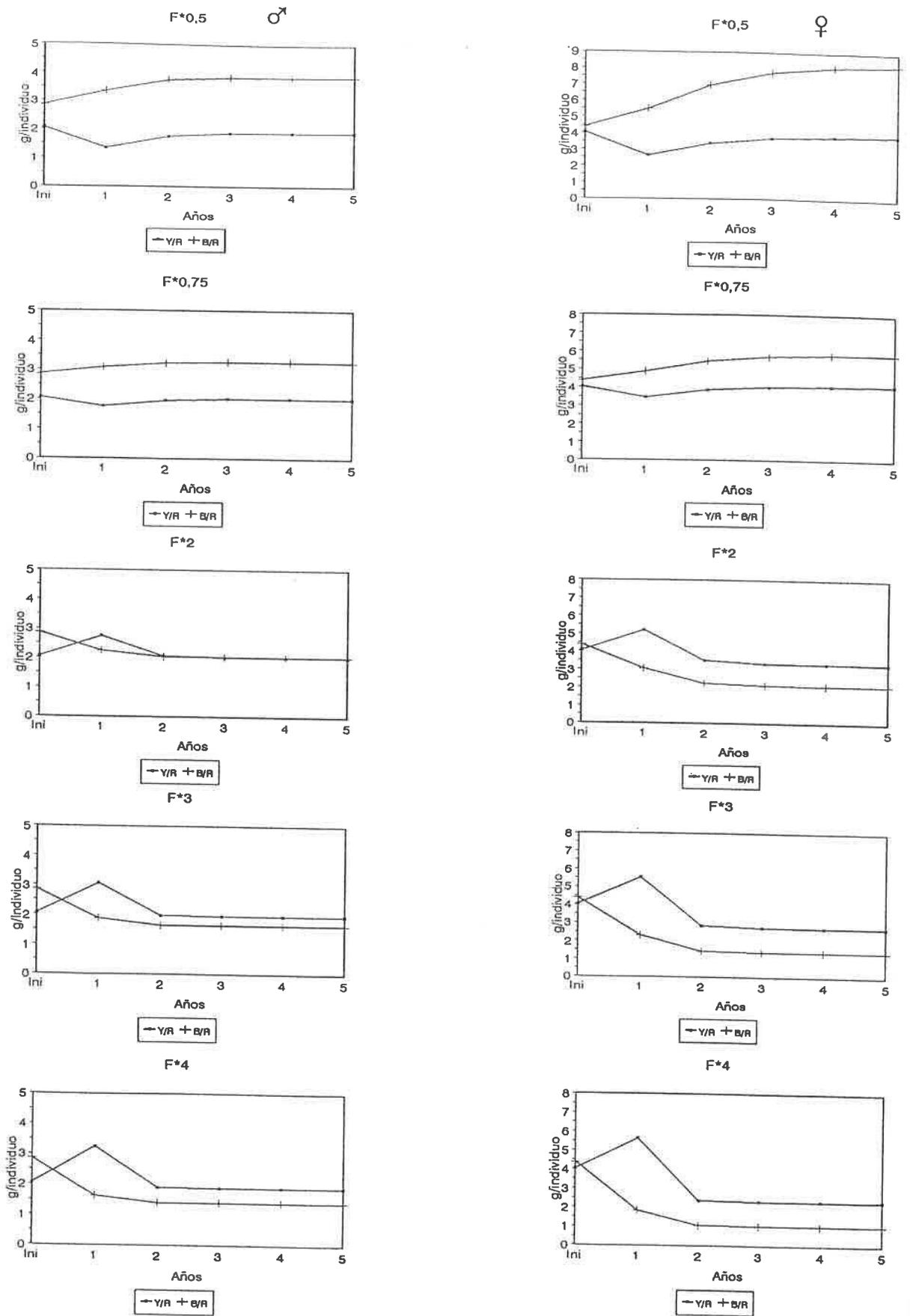


Figura 9.9. Evolución del rendimiento por recluta (Y/R) y de la biomasa por recluta (B/R) de *A. antennatus* (machos y hembras), para diferentes esfuerzos de pesca, en la zona de Cataluña.

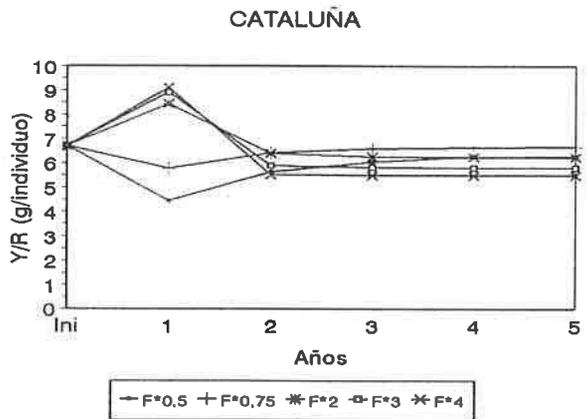
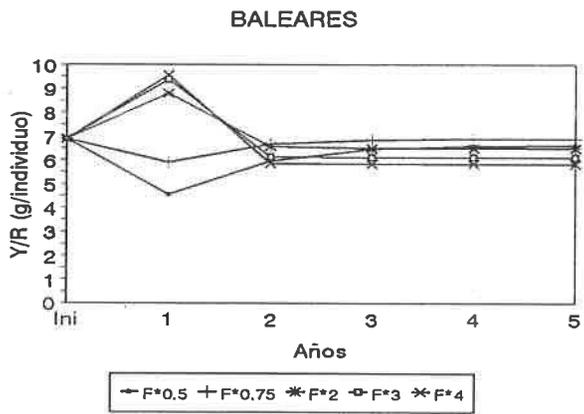
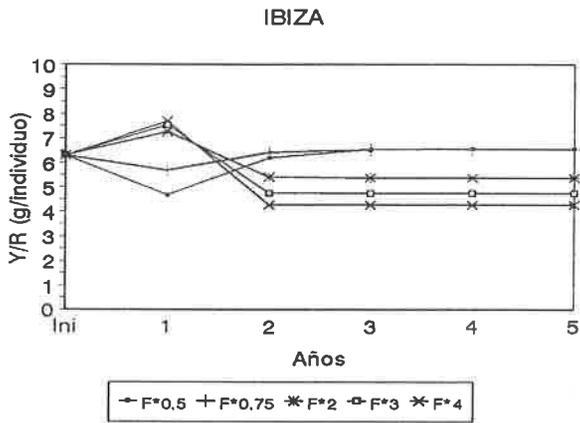
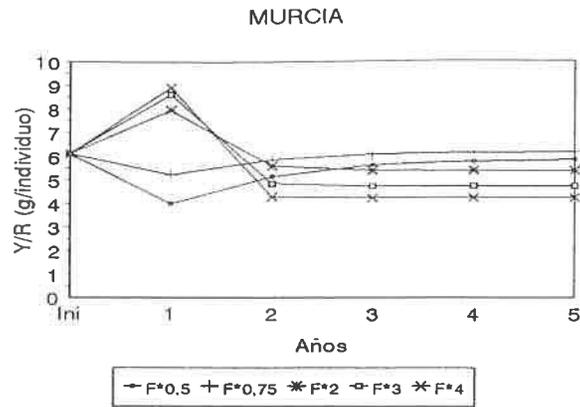


Figura 9.10. Evolución del rendimiento por recluta (Y/R) para el total del recurso de *A. antennatus* (machos más hembras) en las cuatro unidades de stocks, Murcia, Ibiza, Baleares y Cataluña, utilizando distintos esfuerzos de pesca.

9.4. Discusión.

En el presente capítulo se ha realizado el diagnóstico del stock de *A. antennatus* para el Mediterráneo español, cubriéndose la práctica totalidad de las zonas explotadas de esta especie. Esto supone un avance importante en el estudio de la dinámica de poblaciones de la gamba, ya que reúne y analiza de forma conjunta la información existente del recurso en cada una de las áreas de explotación.

La alta homogeneidad de los valores de los parámetros biológicos y demográficos de *A. antennatus* (reproducción ver cap. 4; estructura poblacional, cap. 5; crecimiento, cap. 6 y mortalidad natural cap. 7) en las zonas de Murcia e Ibiza, han propiciado que los resultados de los análisis de cohortes (LCA) y de rendimiento por recluta (Y/R) realizados en el anterior capítulo (cap. 8), en el que cada zona era evaluada con "sus parámetros" muestren una gran coincidencia entre ambas zonas. Estos resultados a su vez, evidencian una gran similitud con los efectuados en las cuatro zonas de estudio, Murcia, Ibiza, Baleares y Cataluña, utilizando solo un único juego de parámetros. Ello nos ha permitido plantear la hipótesis de que nos hallamos ante una única población de *A. antennatus* para el Mediterráneo español.

De forma paralela, esta hipótesis vendría ratificada por los resultados obtenidos en estudios enzimáticos y morfométricos (Bas *et al.*, 1992), que se han efectuado sobre individuos de gamba procedentes de tres zonas alejadas entre sí, como son: Alicante, Baleares y Cataluña. En estos análisis no se observaron diferencias significativas que reflejasen la existencia de diferentes poblaciones. Así mismo, estudios recientes de genética bioquímica, indican igualmente que los individuos de gamba de estas tres zonas mencionadas, no presentan diferencias que presupongan la existencia de más de una población (Pla *et al.*, 1995; Sardá, com. pers.).

Por otra parte, los resultados obtenidos de los cambios en la estrategia de explotación en las cuatro zonas mediante los distintos análisis de riesgo, simulando disminución y aumento del factor de esfuerzo de pesca actual, nos indican que este recurso está siendo explotado adecuadamente en todas ellas. Esto se pone de manifiesto ya que el esfuerzo pesquero óptimo está muy cerca del actual.

En el cap. 8 hemos conocido el estado de explotación de *A. antennatus* en las unidades de stock de Murcia e Ibiza. En este hemos ampliado el conocimiento de la dinámica de poblaciones de la gamba a todo el Mediterráneo español. A partir de aquí cabe preguntarse cuáles serían las medidas de gestión más adecuadas para garantizar unos futuros rendimientos óptimos y sostenibles en el tiempo para este recurso.

Entre los diversos estudios que abordan la gestión de los recursos explotados en el Mediterráneo se encuentran los realizados por el Consejo General de las Pesquerías del Mediterráneo (CGPM), organización intergubernamental que se ha ocupado de la gestión de las pesquerías del Mediterráneo desde los años 50 (Troadec, 1983; Oliver 1983; Farrugio *et al.* 1992 y 1994, Caddy, 1993 ; Oliver, 1994). Los objetivos prioritarios de discusión para el Consejo siempre han sido sobre el exceso de flota y sobrepesca, la presión pesquera en las áreas de cría y las posibles zonas de veda. A nivel del Mediterráneo español, se ha analizado la explotación de algunas especies objetivo en el mar de Alborán (Camiñas *et al.* 1990), en Murcia (Martínez-Baños *et al.* 1993), en Valencia (Leonart *et al.* 1990) y en Cataluña (Leonart *et al.* 1990, Irazola *et al.*

1996). Más recientemente se ha creado el Foro Científico sobre la pesca española en el Mediterráneo. En su segunda y última reunión celebrada en marzo de 1997 en Palma de Mallorca, se destacó como objetivo principal “*Reunir científicos que trabajan en la ciencia pesquera en el Mediterráneo español con el fin de debatir los aspectos relacionados con la investigación y trasladar las conclusiones y recomendaciones a las administraciones pesqueras para que puedan disponer de toda la información posible en la toma de decisiones*”.

En relación a la gestión concreta de los stocks de crustáceos, la inmensa mayoría de los estudios se han realizado sobre especies costeras. Entre otros, se encuentran los realizados por Gulland y Rothschild (1984), García y Le Reste, (1986); García, (1989); Penn *et al.* (1988) , (1988), Die *et al.* (1992) y Caddy y Mahon (1995). Los efectuados sobre especies de profundidad son muchos más escasos (Howard, 1983 y King, 1986), con lo cual las recomendaciones presentadas en este capítulo sobre *A. antennatus* son una aportación muy válida en este campo de la gestión de los crustáceos decápodos profundos del Mediterráneo.

Tal y como se ha expuesto anteriormente, en relación a los aspectos biológicos, demográficos y genéticos de *A. antennatus*, se puede plantear la hipótesis de que nos hallamos ante una única población de esta especie en el Mediterráneo español, lo que nos ha permitido usar un único juego de parámetros en los análisis poblacionales. No obstante, la escasa movilidad horizontal de la especie por la presencia de cañones submarinos (entre otras barrera geográficas), ocasiona un mínimo intercambio entre individuos de las distintas zonas de explotación. De tal forma, que la explotación pesquera llevada a cabo en una zona no tiene por que afectar a las restantes. Esto, para estudios de dinámica de poblaciones se traduce en que estas cuatro zonas no pueden ser tratadas de forma conjunta, tal como ya se ha visto. Entrando en el ámbito de la gestión del recurso, todo ello nos conduce a sugerir una gestión individual para cada unidad de stock, en lugar de plantear una gestión global de toda la población de *A. antennatus* para el Mediterráneo español.

En relación a las medidas concretas de gestión a emplear sobre este recurso pesquero se encuentran, como las más idóneas las que actúan sobre las capturas del mismo y las que regulan el esfuerzo pesquero que se le aplica.

En este sentido, en simulaciones efectuadas sobre el cambio de malla del arte de arrastre en la zona de Cataluña se ha constatado que un aumento de malla produce un mínimo aumento del rendimiento por recluta en este recurso (Demestre, 1990). Además, en pescas experimentales y comerciales (datos propios y com. pers. Demestre y Sardá), se ha observado que la selectividad del arte del arrastre de fondo para *A. antennatus* es casi nulo. De tal forma, que un incremento moderado de la luz de malla no sería una medida efectiva de gestión en el caso de la gamba, aunque lógicamente podría ayudar a disminuir la mortalidad de los individuos más juveniles, así como los de otras especies.

En relación con las capturas, el establecimiento de una talla comercial mínima es una medida ampliamente utilizada para conservar los recursos marinos vivos explotados. Esta medida se complementa con la anterior ya que es útil para evitar la pesca de individuos juveniles. La gamba no tiene regulada una talla mínima de captura en ninguna zona de explotación del Mediterráneo ni del Atlántico. En caso de establecer su talla mínima, se debería optar por criterios biológicos, en base a los resultados obtenidos sobre su biología reproductiva (cap.4). La talla mínima comercial debería superar la talla de primera madurez, 21 mm Lc para machos y 27 mm Lc para hembras. Esta propuesta estaría en concordancia con lo sugerido por Caddy (1993), que indica que en el Mediterráneo, una medida útil de ordenación de los recursos pesqueros debería estar basada en la talla de primera madurez sexual y en su posición en la cadena trófica.

Otra medida de gestión en relación con las capturas, es la protección de las zonas donde se producen las mayores concentraciones de reclutas, los denominados "hábitats críticos" (Caddy y Sharp, 1988). En el caso de *A. antennatus*, la localización de estas áreas al día de hoy son una incógnita. Si bien, los resultados obtenidos con pescas experimentales, realizadas entre 900 y 2.200 m en el mar Catalán, indican que se aprecia un aumento del porcentaje de individuos pequeños a medida que aumenta la profundidad, siendo a partir de los 1.000 m donde se ha encontrado la mayor abundancia de individuos juveniles (Cartes y Sardá, 1992 ; Sardá y Cartes, 1993). Lo que unido al hecho del escaso número de larvas recolectas en superficie (Sardá y Cartes, 1995; Do Santos, 1996), y a que las hembras en puesta se hallan masivamente entre los 400-600 m de profundidad (Demestre y Fortuño, 1922, Martínez-Baños *et al.*, 1992; Carbonell y Álvarez, 1995), permite sugerir que el reclutamiento de *A. antennatus* debe tener lugar a profundidades superiores a los 800 m (Sardá *et al.* 1994 , Demestre *et al.* en revisión). En este sentido, la posible veda espacial para la gamba (fondos superiores a 800 m) contrasta con las actuales vedas espaciales impuestas a la mayoría de las especies explotadas, por realizarse en las zonas poco profundas, ya que estas áreas litorales son las más idóneas para la mayoría de los reclutas. Si bien, es una medida de gestión muy útil en general para las especies, no parece ser urgente para la gamba ya que las pescas comerciales no pasan de los 800 m.

A parte de la utilización del establecimiento de vedas espaciales, las vedas temporales también tienen gran interés para conservar un recurso pesquero. Así pues, la pesca puede vedarse en el momento que el reclutamiento es más intenso. En el caso de *A. antennatus* el reclutamiento es amplio en el tiempo, debido a que la época de puesta ocupa cuatro meses (junio, julio, agosto y septiembre) y a la realización de tres puestas por las hembras en un mismo ciclo anual (ver cap 4). En el Mediterráneo español, aunque la proporción de juveniles a lo largo del año muestra fluctuaciones, la máxima presencia de reclutas se encuentra entre junio y diciembre (ver cap 5). Este reclutamiento tan extenso en el tiempo, es ya por si mismo una adecuada estrategia de supervivencia para la especie, ya que le permite disminuir su vulnerabilidad a la pesca al no concentrarse en un determinado mes. Con esto se ve que, al igual que con la veda espacial parece que una veda temporal tampoco necesita con urgencia ser establecida.

Por otra parte, convendría reflexionar sobre la posibilidad de que se realice una sobreexplotación de hembras reproductoras, las cuales se concentran en los fondos de unos 400-600 m de cara a la puesta. Una sobreexplotación de los reproductores puede colapsar la pesquería por eliminación de las hembras reproductoras. Esto ha ocurrido en las pesquerías de Groenlandia con el bacalao y un gran número de peces planos a partir de los años 80, en estos caladeros se pescaban solo individuos adultos y la mayoría hembras reproductoras. De tal forma

que los stocks se colapsaron y las poblaciones todavía hoy en día no se han recuperado, a pesar de estar prohibida la pesca de peces con arrastre (Atinson, 1993, Rätz, 1995).

Hasta este momento hemos analizado las posibles medidas de gestión de la gamba en relación a las capturas. En adelante, se van a analizar las relacionadas con la flota. Se podría limitar el número y potencia de los barcos que se dedican a esta pesquería, si bien, el conocimiento del estado de explotación del stock de *A. antennatus* en el Mediterráneo español nos indica, que hasta el momento no sería necesario modificar esta situación actual. No obstante, si es necesario apuntar que no debería producirse un aumento del número de embarcaciones que van a la pesca de la gamba.

En relación con el arte de pesca, una medida a tener en consideración sería el permitir únicamente determinados metros de malleta y/o cable, con el fin de impedir que se faene en fondos superiores a 800 m de profundidad. De esta manera se contribuiría a la protección de los "hábitat críticos" o hipotéticas zonas de reclutamiento de *A. antennatus*.

También se considera interesante profundizar en los métodos de evaluación de los recursos donde se interrelacionan los aspectos biológicos, económicos y sociales, tal y como apuntan Lane y Stepheson (1995) y Catanzano y Mesnil (1995). En este sentido, merece destacarse el intento llevado cabo por un grupo de investigadores españoles de abordar la problemática de la modelización bioeconómica en el Mediterráneo Noroccidental (Franquesa *et al.* 1996). Por una lado, tratan de estudiar y modelizar el amplio conjunto de relaciones que condicionan la explotación pesquera, y por otro, que estas relaciones sean operativas desde el punto de vista del método de gestión que se aplica en el área.

Finalmente, es necesario señalar la importancia que tiene el efectuar un seguimiento de la pesquería de *A. antennatus*, y considerarlo como herramienta de trabajo imprescindible para revisar periódicamente el estado de la explotación del recurso. De esta manera las medidas de gestión se pueden adaptar a la situación real y actual de la pesquería.

que los stocks se colapsaron y las poblaciones todavía hoy en día no se han recuperado, a pesar de estar prohibida la pesca de peces con arrastre (Atinson, 1993, Rätz, 1995).

Hasta este momento hemos analizado las posibles medidas de gestión de la gamba en relación a las capturas. En adelante, se van a analizar las relacionadas con la flota. Se podría limitar el número y potencia de los barcos que se dedican a esta pesquería, si bien, el conocimiento del estado de explotación del stock de *A. antennatus* en el Mediterráneo español nos indica, que hasta el momento no sería necesario modificar esta situación actual. No obstante, si es necesario apuntar que no debería producirse un aumento del número de embarcaciones que van a la pesca de la gamba.

En relación con el arte de pesca, una medida a tener en consideración sería el permitir únicamente determinados metros de malleta y/o cable, con el fin de impedir que se faene en fondos superiores a 800 m de profundidad. De esta manera se contribuiría a la protección de los "hábitat críticos" o hipotéticas zonas de reclutamiento de *A. antennatus*.

También se considera interesante profundizar en los métodos de evaluación de los recursos donde se interrelacionan los aspectos biológicos, económicos y sociales, tal y como apuntan Lane y Stepheson (1995) y Catanzano y Mesnil (1995). En este sentido, merece destacarse el intento llevado cabo por un grupo de investigadores españoles de abordar la problemática de la modelización bioeconómica en el Mediterráneo Noroccidental (Franquesa *et al.* 1996). Por una lado, tratan de estudiar y modelizar el amplio conjunto de relaciones que condicionan la explotación pesquera, y por otro, que estas relaciones sean operativas desde el punto de vista del método de gestión que se aplica en el área.

Finalmente, es necesario señalar la importancia que tiene el efectuar un seguimiento de la pesquería de *A. antennatus*, y considerarlo como herramienta de trabajo imprescindible para revisar periódicamente el estado de la explotación del recurso. De esta manera las medidas de gestión se pueden adaptar a la situación real y actual de la pesquería.

10. CONCLUSIONES

10. CONCLUSIONES

En base a los resultados y discusiones realizadas en los distintos capítulos de la presente memoria de investigación, se han obtenidos la siguientes conclusiones:

1. *A. antennatus* se distribuye en el talud continental de la Región de Murcia en un medio físico caracterizado por valores de temperatura y salinidad de la columna de agua prácticamente estables, por un sustrato geomorfológicamente surcado por numerosos cañones submarinos y por una composición granulométrica arenoso-fangosa de los sedimentos superficiales.

2. La abundancia de las especies de la comunidad explotada del talud medio de Murcia muestran una relación con la geomorfología del fondo y textura de los sedimentos. En los fondos muy surcados por cañones submarinos y mayoritariamente fangosos (Canto de Aguilas), es donde la flota pesquera obtiene las máximas capturas de *A. antennatus*. Asimismo, las especies asociadas a estos fondos son: *Pasiphaea sivado*, *Pasiphaea multidentata*, *Plesionika martia* y *Plesionika gigliolii*. En los fondos donde la presencia de cañones submarinos en el talud es menos notoria, la composición granulométrica de los sedimentos correspondió a la fracción arenosa (Cabo de Palos). En estos fondos se detectan importantes movimientos hidrológicos. Las capturas de gamba son menos abundantes y las especies más fuertemente asociadas a este hábitat son: *Hoplotethus mediterraneus*, *Micromesistius poutassou*, *Plesionika acanthonotus*, *Polychaetes typhlops* y *Sergestes arcticus*.

3. La pesquería de *A. antennatus* puede ser considerada como una pesquería monoespecífica. Las capturas y el esfuerzo pesquero en las zonas de pesca en Murcia, Almería e Ibiza tienen una marcada temporalidad. Los valores más altos se producen en la estación estival, coincidiendo con el período reproductor de la gamba, hecho común a lo observado en los análisis comparativos de otras zonas de pesca del Mediterráneo y Atlántico.

Los valores mensuales de las CPUE de *A. antennatus*, en las zonas de Murcia y Almería, estarían estrechamente relacionados con las características intrínsecas de la especie, concretamente con su ciclo reproductivo.

4. *A. antennatus* es la especie que mayores rendimientos económicos aporta al sector pesquero en la Región de Murcia. Destaca el puerto de Aguilas donde siempre sobrepasa el 55 % del valor total anual. Respecto al Mediterráneo español se sitúa en tercer lugar en importancia económica.

5. El ciclo reproductivo de *A. antennatus* en las zonas de Murcia, Almería e Ibiza, pone de manifiesto que los machos no presentan un estacionalidad marcada de madurez sexual, encontrándose machos maduros todo el año. Las hembras si muestran una marcada estacionalidad, con un periodo de actividad que se extiende de mayo a octubre.

El análisis comparativo entre las distintas zonas estudiadas muestra un mismo patrón reproductivo para los machos. En las hembras se aprecian diferencias del periodo de actividad sexual; así en la costa atlántico portuguesa se extiende de abril a septiembre y en el mar Ligur de julio a diciembre. Las variaciones en el ciclo reproductivo de *A. antennatus* pueden ser atribuidas a las diferentes características de las masas de agua atlántica y mediterránea.

6. La época de puesta más intensa de *A. antennatus* en las zonas de Murcia, Almería e Ibiza se da en julio y agosto, al igual que en el resto de zonas del Mediterráneo español (Cataluña y Baleares). En el Atlántico portugués se produce en junio y julio.

El número de puestas de *A. antennatus* en un ciclo anual en la zona de Murcia es de tres, número coincidente con las estimadas en Cataluña. *A. antennatus* puede ser considerada como una especie de alto potencial reproductivo.

7. La talla de primera madurez (L_{c50}) de *A. antennatus* en las zonas de Murcia e Ibiza, osciló entre 20 - 22 mm en los machos, y 24 - 27 mm de L_c en las hembras. Los valores medios para el Mediterráneo español son de 21 mm en machos y 26 mm de L_c en hembras, correspondiendo en ambos sexos con individuos de 1 año de edad

Los valores de la talla media de la población explotada de *A. antennatus* en el Mediterráneo occidental, en ambos sexos, se sitúan por encima de la talla de primera madurez, como consecuencia las capturas comerciales están constituidas mayoritariamente por ejemplares adultos.

8. El análisis efectuado de la estructura demográfica de *A. antennatus* de las distintas zonas de pesca del Mediterráneo y Atlántico evidencia una gran similitud entre las frecuencias de tallas. Las diferencias en las distribuciones de tallas pueden ser atribuidas más a factores externos, como es el patrón de explotación, que a las características de la propia especie.

9. El reclutamiento de *A. antennatus* en las zonas de Murcia, Almería e Ibiza, se extiende de febrero a julio. Hecho común a lo observado también en distintas zonas de pesca del Mediterráneo occidental y Atlántico (costa sur portuguesa).

10. La proporción sexual de *A. antennatus* en las capturas comerciales en las zonas de Murcia, Almería e Ibiza es claramente favorable a las hembras. También en otras zonas del Mediterráneo y costa sur de Portugal, se ha constatado que la proporción esperada 1:1 no se cumple, siendo claramente la proporción de hembras mayor.

11. La relación entre la talla y el peso evidencia un crecimiento alométrico negativo en todos los casos. Los parámetros estimados de dicha relación (a y b), son muy similares en todas las zonas estudiadas. El análisis comparativo del parámetro de alometría (b) en todo el Mediterráneo y Atlántico ha mostrado que siempre es significativamente inferior a 3.

12. En la población explotada de *A. antennatus* en las zonas de Murcia, Almería e Ibiza se han identificado cuatro clases de edad para los machos y cinco para las hembras. Los valores de los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy que mejor describen el crecimiento para machos son $L_{\infty} = 52$ y $K = 0,27$, y para hembras $L_{\infty} = 75$ y $K = 0,38$.

En el estudio comparativo de las clases de edad y los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy, en distintas zonas de explotación de *A. antennatus* del Mediterráneo y Atlántico, se constatan valores muy concordantes entre sí.

13. Los análisis de cohortes (LCA) y rendimiento por recluta (Y/R) aplicados a las distribuciones de frecuencias de tallas anuales sobre el stock de *A. antennatus* en la zona de Murcia e Ibiza, y el análisis de poblaciones virtuales (APV) aplicados a las cohortes anuales en Murcia, nos indican que el régimen de explotación actual se halla en una situación próxima al óptimo de explotación.

14. La coincidencia de resultados entre el análisis de poblaciones virtuales (APV) y el análisis de cohortes aplicado a la distribución de frecuencias de tallas anuales (LCA), nos permite señalar que el LCA es útil para evaluar el estado de explotación de los stocks, siempre y cuando nos encontremos en unas condiciones de explotación estables y se asuma una situación de equilibrio, o próxima a él.

15. La proporción entre la biomasa media anual en el mar y la biomasa virgen de la población de gamba en la zona de Murcia ha sido del 22,6 %, en Ibiza del 24,6 % , en Baleares del 29,2 % y en Cataluña del 25,3% . Para el conjunto de zonas el valor medio ha sido del 25,5 %.

16. La alta homogeneidad de parámetros biológicos y demográficos de *A. antennatus* que ha proporcionado el análisis comparativo de cuatro zonas alejadas entre sí en el Mediterráneo español, nos permite señalar que nos encontramos ante un único stock de gamba en el Mediterráneo español, constituido, al menos, por cuatro unidades de stock, Murcia, Ibiza, Baleares y Cataluña.

17. Ante la importancia que tiene en dinámica de poblaciones explotadas la estimación del reclutamiento, y su interrelación con los factores bióticos y abióticos del medio marino para el éxito o fracaso de estas fases no explotadas de la población de *A. antennatus*, es necesario realizar estudios y campañas oceanográficas experimentales, que nos permitan profundizar en el conocimiento de su ciclo biológico. Así como, contrastar las estimaciones indirectas realizadas con los modelos analíticos, para tener un conocimiento más real de la población.

18. La gestión de la explotación de *A. antennatus* debe realizarse de forma individualizada para cada unidad de stock identificada, debiendo ser considerada cada unidad de stock como una unidad de gestión pesquera independiente de las otras.

19. En general, las unidades de stock de *A. antennatus* de Murcia, Ibiza, Baleares y Cataluña están sometidas a una estrategia de explotación pesquera que puede ser considerada adecuada. Con la situación actual del esfuerzo de pesca en las unidades de stock de Murcia y Cataluña se alcanza el rendimiento óptimo. En las zonas de Ibiza y Baleares, se alcanzaría con una muy leve disminución del esfuerzo del 14 % y 6 %, respectivamente.

20. Para conseguir un mantenimiento del stock reproductor de *A. antennatus*, sería aconsejable implantar, como medida de gestión preventiva, unas tallas mínimas de captura que deberían ser superiores a 21 mm para machos y 26 mm para hembras. Es decir, superiores a la talla de primera madurez.

21. Con el patrón de explotación actual, no parece necesario el establecimiento de vedas temporales ni espaciales que restrinjan las capturas.

22. Las mejores recomendaciones para la conservación y el desarrollo sostenible de la explotación del stock de *A. antennatus* en el Mediterráneo español son: no aumentar el nivel del esfuerzo pesquero actual dirigido a este recurso, y realizar un seguimiento de su pesquería, con el fin de conocer permanentemente el estado de explotación del recurso y su evolución en el tiempo, así como las causas que condicionan esta evolución.

11. BIBLIOGRAFÍA

11. BIBLIOGRAFIA.

- Abelló, P. 1986. *Anàlisi de les poblacions de crustacis decàpodes demersals al litoral català: aspectes biològics del Braquiür *Liocarcinus depurator**. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona, 285 pp. (mimeo).
- Abelló, P. y P. Martín 1993. Fishery dynamics of the mantis shrimp *Squilla mantis* (Crustacea: Stomatopoda) population off the Ebro delta (Northwestern Mediterranean). *Fish. Res.*, 16: 131-145.
- Abelló, P. y F.J. Valladares 1988. Bathyal decapod crustaceans of the Catalan Sea (Northwestern Mediterranean). *Mesogée*, 48: 97-102.
- Abelló, P., F.J. Valladares y A. Castellón 1988. Analysis of the structure of decapod crustacean assemblages off the Catalan coast (North-West Mediterranean). *Mar. Biol.*, 98: 39-49.
- Adiyodi, R.C. 1983. Reproduction and its control. In : *The Biology of Crustacea*, vol. 9: *Integument, pigment and hormonal processes*. Eds. D.E. Bliss & L.H. Mantel, pp. 147-215. Academic Press, New York.
- Aiken, D.E. y S.L. Waddy 1980. Reproductive Biology. In: *The Biology and Management of Lobster*, vol. I : *Physiology and Behavior*. Eds. J.S. Cobb & B.F. Phillips, pp. 215-276. Academic Press, New York.
- Alonso, J.C. 1993. *Toma de muestra y análisis de sedimentos*. Cuadernos de Química Marina , Vol. 4: 71-93
- Alonso, J.C. y V. Díaz del Río 1993. *Caracterización de los sedimentos superficiales en función de su contenido de materia orgánica. Relación granulometría-materia orgánica y carbonatos-materia orgánica*. Cuadernos de Química Marina, Vol.4: 94-108.
- Anderson, S.L., W.H. Clark, J.R., y E.S. Chang 1985. Multiple spawning and molt synchrony in a free spawning shrimp (*Sicyonia ingentis*: Penaeoidea). *Biol. Bull.*, 168: 377-394.
- Arculeo, M., R. Baino, A. Abella y S. Riggio 1992. Accrescimento e riproduzione di *Aristeus antennatus* (Crustacea, Decapoda) nel Golfo di Castellammare (Sicilia N/W). *Oebalia*, 17:117-118.
- Arculeo, M., G. Payen y S. Riggio 1994. Reproductive patterns and gonadal maturation in females of *Aristeus antennatus* from North Western Sicily. In: *Life cycles and fisheries of the deep water shrimps *Aristaeomorpha foliacea* and *Aristeus antennatus**. *Proceedings of the International Workshop held in the Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato*. Mazara del Vallo. Italy. Eds. Bianchini M.L. and S. Ragonese. N.R.T.-I.T.P.P. Special Publication n° 3: 41- 42.

- Arculeo, M., R. Baino, A. Abella y S. Riggio 1994. Reproductive patterns and gonadal maturation in females of *Aristeus antennatus* from North Western Sicily. In: *Life cycles and fisheries of the deep water shrimps Aristaeomorpha foliacea and Aristeus antennatus. Proceedings of the International Workshop held in the Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato*. Mazara del Vallo. Italy, 28-30 April 1994. Eds. Bianchini M.L. and S. Ragonese. N.R.T.-I.T.P.P. Special Publication n° 3: 43.
- Arrobas, I. y A. Ribeiro 1984. New contribution to the knowledge about biology and fishery of *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) of south Portuguese coast. *ICES, shellfish Cmte., CM* 1984/k:52, 14 pp.
- Arrobas, I. y A. Ribeiro-Cascalho 1987. On the biology and fishery of *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) in South Portuguese coast. *Inv. Pesq.*, 51 (Supl. 1): 233-243.
- Arté, P. 1952. Datos biológicos sobre *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) del "Sot de sa Gamba" de Blanes (Crustaceos, Macrura, Natantia). *Publ. Inst. Biol. Apl.*, 10: 145-149.
- Astudillo, A., J. Bruno, P. Oliver, J. Crespo y J. Pastor 1979. Nuevas aportaciones al conocimiento de estado de explotación de las pesquerías demersales del Mediterráneo español. *FAO. Fish. Rep.*, 227:131-143
- Baelde, P. 1991. Assessment of the Australian deep-water royal red prawn stock using commercial catch and effort data. *Fish. Res.*, 12: 243-258.
- Bas, C. 1965. Note préliminaire sur la crevette rouge *Aristeus antennatus*. *Proc. gen. Fish. Coun. Medit.*, 8: 281-285.
- Bas, C., F. Sardá y C. Pla 1992. Differentiation of three populations of *Aristeus antennatus* using enzymatic and morphometric analyses. Abstracts Première Conférence Européenne sur les crustacés. Paris, 31 août- 5 septembre. p11.
- Baranov, F.I. 1918. On the question of the biological basis of fisheries. *Wauchn. Issled. Ikhtiol. Inst. Izv.* 1: 81-128.
- Bhattacharya, C.G. 1967. A simple method of resolution of a distribution into gaussian components. *Biometrics*, 23:115-135.
- Beverton, R.J.H. y S.J. Holt 1956. A review of methods for estimating mortality rates in fish populations with special reference to sources of bias in catch sampling. *Rapp. Conseil. Explor. Mer.*, 140 (1): 67-83.
- Beverton, R.J.H. y S.J. Holt 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. Lond., Ser. 2*, 19: 533 pp.
- Bowman, T.E. y L.G. Abele 1982. Classification of the recent crustacea. En: *The Biology of Crustacea, vol. 1: Systematics, the fossil record, and biogeography*. Ed. L.G. Abele, pp. 1-27. Academic Press, New York.

- Caddy, J.F. 1987. Size-frequency analysis for crustacea: moult increment and frequency models for stocks assessment. *Kuwait Bull. Mar. Sci.*, 9: 43-61.
- Caddy, J.F. 1993. Some future perspectives for assessment and management of Mediterranean fisheries. *Sci. Mar.* 57 (2-3): 121-130.
- Caddy, J.F. y G. Bazigos 1985. Practical guidelines for statistical monitoring of fisheries in manpower limited situations. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 257: 86 pp.
- Caddy, J.F. y S. Garcia 1986. Fisheries thematic mapping. A prerequisite for intelligent management and development of fisheries. *Océanogr. trop.* 21 (1): 31-52.
- Caddy, J.F. y R. Mahon 1995. Reference points for fisheries management. *FAO. Fish. Tech. Pap.*, 347: 82 pp.
- Caddy, J.F y G.D. Sharp 1988. Un marco ecológico para la investigación pesquera. *FAO Doc. Téc Pesca*, (283): 155 p.
- Camiñas, J.A.; J. Baro; J.C. Nuñez y F. Ramos.1990. Local fisherys study of the spanish south mediterranean region (between Pta. Europa and Cabo de Gata). *Final Report .Cooperative Project IEO/CEE/DG XIV-B-1-1989-90.*
- Campillo, A. 1975b. Contribution a l'etude de lélevage de la crevette rose *Palaemon serratus* (Pennant) en captivite. *Rev. Trav. Inst. Peches marit .*, 39 (4): 381-393.
- Campillo, A. 1994. Bio-ecology of *Aristeus antennatus* in the French Mediterranen. In: *Life cycles and fisheries of the deep water shrimps Aristaemomorpha foliacea and Aristeus antennatus. Proceedings of the International Workshop held in the Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato.* Mazara del Vallo. Eds. Bianchini M.L. and S. Ragonese. N.R.T.-I.T.P.P. Special Publication nº 3: 25-26.
- Campillo, A., P.Y. Dremière, B. Liorzou y J.L. Bigot 1990. Observations sur deux crustacés profonds du Golfe du Lion, *Aristeus antennatus* (R.) et *Nephrops norvegicus* (L.). *FAO Fish. Rep.*, 447: 298-313.
- Canals, M. 1985. *Estructura sedimentaria y evolución morfológica del talud y el glacis continentales del Golfo de León: fenómenos de desestabilización de la cobertura sedimentaria pliocuaternaria.* Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona, 618 p.
- Carbonell, A. 1994. Life cycle of *Aristeus antennatus* in Majorca Island waters. In: *Life cycles and fisheries of the deep water shrimps Aristaemomorpha foliacea and Aristeus antennatus. Proceedings of the International Workshop held in the Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato.* Mazara del Vallo. Italy, 28-30 Abril 1994. Eds. Bianchini M.L. and S. Ragonese. N.R.T.-I.T.P.P. Special Publication nº 3: 13-14.

- Carbonell, A. 1994. The status of fishery for *Aristeus antennatus* in Majorca Island waters In: *Life cycles and fisheries of the deep water shrimps Aristaeomorpha foliacea and Aristeus antennatus. Proceedings of the International Workshop held in the Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato*. Mazara del Vallo. Eds. Bianchini M.L. and S. Ragonese (Eds.). N.R.T.-I.T.P.P. Special Publication n° 3: 15-16.
- Carbonell, A. y F. Alvarez 1995. Fishery and biology of *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) on Majorca Island waters. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.* 34, 22.
- Cartes, J. E. y P. Abelló 1990. Comparative size distribution and feeding ecology of *Polycheles typhlops* and *Stereomastis sculpta* (Decapoda, Polychelidae) in the Mediterranean bathyal mud assemblage. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 32-1, 35.
- Cartes, J. E. 1991. *Análisis de las comunidades y estructura trófica de los crustáceos decápodos batiales del Mar Catalán*. Tesis Doctoral, Universitat de Barcelona, 627 pp (mimeo).
- Cartes, J.E. y F. Sardá 1989. Feeding ecology of the deep-water aristeid crustacean *Aristeus antennatus*. *Mar Ecol. Prog. Ser.*, 54: 229-238.
- Cartes, J.E. y F. Sardá 1992. Abundance and diversity of decapod crustaceans in the deep-Catalan Sea (Western Mediterranean). *Journal of Natural History*, 26: 1305-1323.
- Cartes, J.E. y F. Sardá 1993. Zonation of deep-sea decapod fauna in the Catalan Sea (Western Mediterranean). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* Vol. 94: 27-34.
- Cartes J.E., J.C. Sorbe y F.Sardá 1994. Spatial distribution of deep-sea decapods and euphausiids near the bottom in the northwestern Mediterranean sea. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 179:131-144.
- Castille, F.L. y A.L. Lawrence 1989. Relationships between maturation and biochemical composition of the gonads and digestive glands of the shrimps *Penaeus aztecus* Ives and *Penaeus setiferus* (L.). *J. Crust. Biol.*, 9 (2): 202-211.
- Cañavate, A., P. Villanueva, J. Rico, F. Morales, A. Arjonilla y J. Villalobos 1987. *Campaña oceanográfica Golfo de Vera. Distribución de parámetros físicos CTD*. Instituto Hidrográfico de Cádiz. Sección de Oceanografía, 52 pp
- Catanzano, J. y B. Mesnil 1995. Economics and biology used in fisheries research or when social and natural sciences try to depict together the object of their research. *Aquat. Living. Resour.*, vol(8): 223-232.
- Ceccaldi, H.J. 1968. Contribution a l'étude de la biologie des pigments de *Aristeus antennatus* (Risso, 1816). *Rec. Trav. St. Mar.* Endoume, 43 (59): 365-381.
- Cobb J.S. y J.F. Caddy 1989. The population biology of decapods. In: *Marine invertebrate fisheries: their assessment and management*. Ed. J.F: Caddy. Wiley & Sons. 327-374.

- Company, J.B. 1995. Estudi comparatiu de les estratègies biològiques dels crustacis decàpodes del talús de la mar catalana. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona, 213 pp (mimeo).
- Csirke, J. 1980. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. *FAO Doc. Téc. Pesca*, (192): 82 p.
- Cushing, D.H. 1975. Fisheries biology. A study in population dynamics. University of Wisconsin Press.
- Dall, W., B. J. Hill, P.C. Rothlisberg y D.I. Staples 1990. The biology of the penaeidae *Advances in marine biology*. Vol 27. 461 pp.
- Day, J.H., J.G. Field, y P. Mary Montgomery 1971. The use of numerical methods to determine the distribution of the benthic fauna across the continental shelf of North Carolina. *J. Anim. Ecol.* 40: 93-123.
- Demestre, M. 1990. Biología pesquera de la gamba *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) en el mar catalán. Tesis Doctoral, Universitat de Barcelona: 443 pp (mimeo).
- Demestre, M. 1993. A study of the *Aristeus antennatus* fishery along the Catalan coast (Western Mediterranean) *B.I.O.S.* 1 (1): 76 - 88.
- Demestre, M. 1994. Biology and demography of *Aristeus antennatus* on the Catalan coast (NW Mediterranean). In: *Life cycles and fisheries of the deep water shrimps Aristaeomorpha foliacea and Aristeus antennatus. Proceedings of the International Workshop held in the Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato*. Mazara del Vallo. Eds. Bianchini M.L. and S. Ragonese. N.R.T.-I.T.P.P. Special Publication n° 3: 17-18.
- Demestre, M. 1994. Fishery and population dynamics of *Aristeus antennatus* on the Catalan coast (NW Mediterranean). In: *Life cycles and fisheries of the deep water shrimps Aristaeomorpha foliacea and Aristeus antennatus. Proceedings of the International Workshop held in the Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato*. Mazara del Vallo. Italy. Eds. Bianchini M.L. and S. Ragonese. N.R.T.-I.T.P.P. Special Publication n° 3: 19-20.
- Demestre, M. 1995. Moulth activity-related spawning success in the Mediterranean deep-water shrimp *Aristeus antennatus* (Decapoda: Dendrobranchiata). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 127: 57-64.
- Demestre, M y P. Abelló 1993. Growth and distribution of *Solenocera membranacea* (Risso, 1816) (Decapoda, Dendrobranchiata) in the northwestern Mediterranean Sea. *Sci. Mar.* 57 (2-3): 161-166.

- Demestre, M., A. Carbonell y P. Martínez-Baños (en preparación). Analysis of the exploited population of *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) in three adjacent zones in the Spanish Mediterranean.
- Demestre, M. y J.M. Fortuño 1992. Reproduction of the deep-water shrimp *Aristeus antennatus* (Decapoda: Dendrobranchiata). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 84: 41-51.
- Demestre, M. y J. Lleonart. 1993. Population dynamics of *Aristeus antennatus* (Decapoda: Dendrobranchiata) in the northwestern mediterranean. *Sci. Mar.* 57 (2-3): 183-189.
- Demestre, M. y P. Martín. 1993. Optimum exploitation of a demersal resource in the western Mediterranean: the fishery of the deep-water shrimp *Aristeus antennatus* (Risso, 1816). *Sci. Mar.* 57 (2-3): 175-182.
- Díaz del Río, V. 1991. *El margen continental bético mediterráneo. Extremo bético oriental: Cuenca de Murcia-Escarpe de Mazarrón*. Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr. nº 6. 237 pp.
- Dos Santos, A.M. y A. Ribeiro-Cascalho 1994. Present state knowledge on *Aristeus antennatus* in the South of Portugal. In: *Life cycles and fisheries of the deep water shrimps *Aristaeomorpha foliacea* and *Aristeus antennatus**. *Proceedings of the International Workshop held in the Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato*. Mazara del Vallo, Italy, 28-30 April 1994. Eds. Bianchini M.L. and S. Ragonese. N.R.T.-I.T.P.P. Special Publication nº 3: 11-12.
- Dos Santos, A.M. 1996. Larvae of *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) and *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) two commercial shrimps: a new record for the Portuguese coast. 6th *Colloquium Crustacea Decapoda Mediterranea*. Florencia. Abstracts Volume:34.
- Die, D.J. y R.A. Watson 1992. A per-recruit simulation model for evaluating spatial closures in an Australian penaeid fishery. *Aquat. Living Resour.*, 5: 145-153.
- D'Onghia, G., A. Matarrese, A. Tursi y P. Maiorano 1994. Biology of *Aristeus antennatus* and *Aristaeomorpha foliacea* in the Ionian Sea (Central Mediterranean Sea). In: *Life cycles and fisheries of the deep water shrimps *Aristaeomorpha foliacea* and *Aristeus antennatus**. *Proceedings of the International Workshop held in the Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato*. Mazara del Vallo, Italy. Eds. Bianchini M.L. and S. Ragonese. N.R.T.-I.T.P.P. Special Publication nº 3: 55-56.
- Emmerson, W.D 1980. Induced maturation of prawn *Penaeus indicus*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 2: 121-131
- FAO 1979. Modelos para la evaluación de poblaciones de peces. Anexo al Informe del Segundo Curso de Adiestramiento FAO/ CNEXO sobre métodos de evaluación de las poblaciones de peces. Brest (Francia), 26 julio-27 agosto, 1976. *FAO Fish. Circ.*, 701, 196 pp.

- FAO 1987. Rapport du groupe de travail Ad Hoc sur l'aménagement des stocks dans la Méditerranée Occidentale. *FAO Rapp. sur les Pêches* 386 (Doc FIPL/R386): 57 p.
- Farrugio, H 1993. Methods to analyse the dynamics of exploited marine populations: Sampling methods. *Sci. Mar.*, 57(2-3): 255-259.
- Farrugio, H., F. Alvarez, S. De Ranieri, G. Relini, J. Leonart, y R. Molina 1992. *Etude pour l'aménagement et la gestion des pêches en Méditerranée occidentale*. C.E.E. F.A.R. Programme MA-1-232. Rapport final 1991. pp 474.
- Farrugio, H., G. Le Corre y Y. Aldebert 1994. Considérations sur la modélisation des pêcheries interactives méditerranéennes. *Groupe de travail "DYNPOP" sur la dynamique des populations du Comité des Vertébrés Marins et Céphalopodes de la CIESM*. Tunis 10-14 septembre 1994. 8 pp.
- Fischer W., M.L. Bauchot y M. Schneider 1987. *Fiche FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Rev.1). Méditerranée et Mer Noire*. FAO Project GCP/INT/422/EEC: 1529 pp.
- Fox, W.W. 1976. An exponential yield model for optimizing exploited fish populations. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 99: 80-88.
- Franquesa, R. 1996. El modelo bioeconómico Heures. Un instrumento para la gestión de pesquerías basado en el control del esfuerzo. En: *El Boletín, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación* nº 34: 24-32
- Frogliá, C 1982. Contribution to the knowledge of biology of *Parapenaeus longirostris* (Lucas) (Decapoda, Penaeoidea). *Quad. Lab. Tecnol. Pesca*, 3 (2-5): 163-168.
- Fry, F.E.J. 1957. Assessment of mortality by use of virtual populations. *Proc. Jt. Scient. Meet. I.C.N.A.F./I.C.E.S./F.A.O.*, Contr. p 15 (mimeo).
- Garcia, S 1977. Evaluation des mortalités chez la crevette rose *Penaeus duorarum notialis* en Côte d'Ivoire: analyse des variations saisonnières de capturabilité. *Cah. ORSTOM. Ser Oceanogr.*, 15 (3): 251-260.
- Garcia, S 1989. The management of coastal penaeid shrimp fisheries. In: *Marine invertebrate fisheries: their assessment and management*. Ed. J.F. Caddy. Wiley & Sons. 281-307.
- Garcia, S. y L. Reste 1986. *Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros*. FAO, Doc. Téc. Pesca, (203): 180 pp.
- Gayanilo, F. C., Jr., M. Soriano y D. Pauly 1988. *A draft guide to the Compleat ELEFAN. ICLARM Software*, 2, 65 pp.

- Gerring, P.J 1974. Depth distributions of the carotenoid pigment and lipids of some oceanic animals. 2 Decapod Crustaceans. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 53: 539-562.
- Giese, A.C. 1966. Comparative physiology: annual reproductive cycles of marine invertebrates. *Ann Rev. Physiol.*, 21: 547-576.
- Gil de Sola, L. 1996. Indices d'abondance et distributions en taille en les côtes espagnoles de la mer d'Alboran à la Catalogne. En: *Base de données harmonisées pour les campagnes internationales de chalutage démersal en Méditerranée. Campagne MEDITS 95.* 11 p.
- Goodall, D.W. 1978. Sample similarity and species correlation. En: *Ordination of plant communities*. Ed.H. Whittaker. Dr. W. Junk b.v. Publishers, The Hague: 99-149
- Gray, J.R. 1974. The distribution of sediment properties and shrimp catch on two shrimping ground on the continental shelf of Mexico. *Proc. Gulf. Caribb. Fish. Inst.*, 23: 39-48.
- Gulland, J.A 1965. Catch per unit effort as a measure of abundance. *ICES. Rap. Proc. Verb.* vol (155): 8-14
- Gulland, J.A 1966. Manual de métodos de muestreo y estadísticos para la biología pesquera. Parte 1. Método de muestreo. *FAO Man. Fish. Sci.* 22 pp.
- Gulland, J.A 1971. Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. *FAO Man. Fish. Sci.* 163 pp.
- Gulland J.A. y B.J. Rothschild 1984. Penaid shrimps - their biology and management. *Fishing News Books*: 309 pp.
- Guerao, G. y C. Rivera 1995. Growth and reproductive ecology of *Palaemons adspersus* (Decapoda, Palaemonidae) the Western Mediterranean. *Ophelia* 43 (2):205-213.
- Harnolt, R.C 1983. Growth. In: *The Biology of Crustacea*. Bliss (Ed.). Academic press. London.
- Harnolt, R.C 1985. Growth, sexual maturity and reproductive output. In: *Crustacean Issues*, 3 : Factor in adult growth. Ed. A.M. Wenner, 101-128 pp. A.A. Balkema, Rotterdam.
- Heldt J.H 1955. Contribution à l'étude de la biologie des crevettes pénéides *Aristaeomorpha foliacea* et *Aristeus antennatus* (formes larvaires). *Bull. Soc. Sci. Nat. Tunisie*, 8 (1):9-33.
- Hightower, J.E. 1986. *Using GENMOD a generalized age structures model.* 22 pp
- Hockins, 1989. Historia de la biota mediterránea y la colonización de las profundidades. En: *El Mediterráneo occidental*. Ed. R. Margalef. Omega, Barcelona: 200-234

- Holland, D.L. Lipid reserves and energy metabolism and the larvae of benthic marine invertebrates. In: *Malins, D.C., Sargent, J.R. (Eds) Biochemical and biophysical perspectives in marine biology*. Vol. 4. Academic Press, New York. P.85-123.
- Holthuis, L.B 1980. FAO species catalogue. Vol. 1. Shrimps and prawns of the world. An annotated catalogue of species of interest to fisheries. *FAO Fish. Synop.*, (125) vol. 1: 261 pp.
- Holthuis, L.B 1987. Crevettes. In: *Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37*, vol I. *Végétaux et Invertébrés*. Eds. W. Fischer, M.-L. Bauchot et M. Scheider: 189-319.
- Holt, S. J. 1962. The application of comparative population studies to fisheries biology - an exploration. In: *The exploitation of natural animal populations*, edited by E.D. Le Cren and M.W. Holtage. *Symp. Brit. Ecol. Soc.*, 2: 51-69.
- I.F.R.E.M.E.R. *Programas de IFREMER: Modelos multi-especies, multiflotas (MSFLA) empleados en el grupo de trabajo Subáreas ICES VII y VIII* (mimeo).
- Irazola, M., A. Lucchetti, J. Leonart, A. Ocaña, J.M. Tapia y S. Tudela. 1996. *La pesca en el siglo XXI. Propuestas para una gestión pesquera racional en Catalunya*. Ed. Federación del Transporte. Barcelona. 289 pp
- I.T.G.M. 1990. Mapa geológico de la plataforma continental española y zonas adyacentes. Murcia. Hoja 79-79. 146 pp.
- Jones, R 1982. El uso de datos de composición por tallas en la evaluación de poblaciones de peces (con notas sobre VPA y análisis de cohortes). *FAO, Circ. Pesca*, (734):61 p.
- Jones, R 1984. Assessing the effects of changes in exploitation pattern using length composition data. *FAO Circ. Pesca*, 734, 118 pp.
- Jones, R 1990. Length-cohort analysis: The importance of choosing the correct growth parameters. *J. Const. int. Explor. Mer.* 46: 133 - 139.
- King, M. 1995. *Fisheries biology, assessment and management*. Fishing News Books. 341 pp.
- Klima, E.F 1974. A white shrimp mark-recapture study. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 1:107:113.
- Lagardère, J.P. 1972. Recherches sur l'alimentation des crevettes de la pente continentale marocaine. *Tethys*: 3 (3): 655-675.
- Lane, E.D. y R. L. Stepheson 1995. Fisheries management science: the framework to link biological, economic, and social objectives in fisheries management. *Aquat. Living. Resour.* 8: 215-221.

- Laurec, A. y J.C. Le Guen 1981. Dynamique des populations marines exploitées. Tome 1. *Rapp. Scient. Tech.*, CNEXO, N° 45, 118 pp.
- Laurec, A. y B. Mesnil 1987. *Manual de utilización de VERJO*.(mimeo).
- Levi, D , M.G. Andreoli y R.M. Giusto 1995. First assessment of the rose shrimp, *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) in the central Mediterranean. *Fish. Res.*, 21: 375-393.
- Legendre, L y P. Legendre. 1983. *Numerical Ecology: Developments in Environmental Modelling 3*. Elsevier Scientific Publishing Company, 419 pp.
- Leonardi, E. y G.D. Ardizzone 1994. Biology of *Aristaeomorpha foliacea* along the Latium coast (Central Tyrrhenian Sea). In : *Life cycles and fisheries of the deep water shrimps Aristaeomorpha foliacea and Aristeus antennatus. Proceedings of the International Workshop held in the Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato, Mazara del Vallo, Italy*. Eds. Bianchini M.L. and S. Ragonese. N.R.T.-I.T.P.P. Special Publication n° 3: 33-34.
- Lindner, M.J. y W.W: Anderson 1956. Growth migration spawning and size distribution of shrimp, *Penaeus setiferus*. *Fish. Bull. USFWS*, 56:553-645
- Le Reste, L 1978. Biologie d'une population de crevettes, *Penaeus indicus* H. Milne Edwards, sur la côte nordouest de Madagascar. *Trav. Doc. ORSTOM*, Paris, (99):291 p.
- López-Jurado, J.L. y G. Díaz del Río 1992. Water masses dynamics through the Ibiza channel. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, 33: 222.
- López-Jurado, J.L. y G. Díaz del Río 1994. Dinámica asociada a las masas de agua en el canal de Ibiza en noviembre de 1990 y marzo de 1991. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 10 (1): 3-22.
- Lucas, C 1974. Preliminary estimates of stocks of king prawn, *Penaeus plebejus*, in south-eastern Queensland. *Aus. J.Mar. Freshwat. Res.*, 25., 25:35-47.
- Leonart, J. 1985. Programa informático LAWI (mimeo).
- Leonart, J. 1986. Dinàmica de poblaciones. En: *L'Oceanografia. II. Recursos pesquers de la mar catalana*. Ed. J. Lleonart. *Quaderns d'Ecologia Aplicada*, vol. 9: 67-89. Diputació de Barcelona, Barcelona.
- Leonart, J. 1990. *La pesquería de Cataluña y Valencia: descripción global y planteamiento de las bases para su seguimiento*. Informe final. Comisión de las Comunidades Europeas, Dirección General XIV. 1634 pp. (mimeo).

- Lleonart, J. 1993. Methods to analyse the dynamics of exploited marine populations: Use and development of models. *Sci. Mar.*, 57(2-3): 261-267.
- Lleonart, J. 1994. Programa informático LIONOR (mimeo).
- Lleonart, J. y J. Salat 1992. VIT. Programa para Análisis de Pesquerías. *Inf. Téc. Sci. Mar.*, 168-169. 116 pp.
- Macdonald, P.D. y P.E.J. Green 1988. *User's guide to program MIX: an interactive program for fitting mixtures of distributions*. Ichthus Data Systems, Halmilton, Canada. 60 pp
- Maldonado, A. 1989. Evolución de las cuencas mediterráneas y reconstrucción detallada de la Paleocéanografía Cenozoica. En: *El Mediterráneo occidental*. Ed. R. Margalef, pp. 18-62. Omega, Barcelona.
- Margalef, R. 1974. *Ecología*. Omega. Barcelona. 951 pp.
- Magurran A.E. 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Ed. Vedral. 200 pp.
- Marsden, G., S. Hansford y J. McGuren 1993. Changes with ovary development in the lipid and protein levels of the ovary and digestive gland for ablated and non-ablated Australian *Penaeus monodon*. World Aquaculture 93 int.conf. Torremolinos (Spain) 26-28 may 1993. N° 19:147.
- Martín, P. 1989. *Dinámica de la pesquería de arrastre en Cataluña*. Tesis Doctoral, Universitat de Barcelona, 358 pp. (mimeo).
- Martín, P. 1991. La pesca en Cataluña y Valencia (NW Mediterráneo): análisis de las series históricas de captura y esfuerzo. *Inf. Téc. Sci. Mar.* 162: 43 pp.
- Martínez-Baños, P. 1994. Fishery and population dynamics of *Aristeus antennatus* in the region of Murcia. In : *Life cycles and fisheries of the deep water shrimps Aristaemomorpha foliacea and Aristeus antennatus. Proceedings of the International Workshop held in the Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato*, Mazara del Vallo, Italy. Eds. Bianchini M.L. and S. Ragonese. N.R.T.-I.T.P.P. Special Publication n° 3: 11-12.
- Martínez-Baños, P., Vizúete, F. y J. Mas 1990. Aspectos biológicos de la gamba roja *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) a partir de las pesquerías del S.E. Península Ibérica. *Actas VIº Simp. Ibér. Est. Bentos Marino*. Palma de Mallorca: 235-243.
- Martínez-Baños, P., F. Vizúete y J. Mas 1992. Study about the reproduction of the crustacean of fishing interest *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) in the region of Murcia (SE of Spain). Première Conférence Européenne sur les crustacés. Paris, 31 août- 5 septembre.

- Martínez-Baños, P., F. Vizúete y J. Mas 1993. The fishery of the transparent goby, *Aphia minuta* (Risso, 1810) on the fishing grounds off Murcia (southeastern Spain). *Sci. Mar.* 57 (2-3): 199-205.
- Martínez-Baños, P., Vizúete, F., J. Mas y F. Faraco 1990. Sobre la pesquería de la gamba roja (*Aristeus antennatus* Risso, 1816) en el Sureste Peninsular: Rendimientos y esfuerzo pesquero. *FAO. Rapport sur les pêches.* 447: 314-325.
- Massuti, M., C. Masso, P. Oliver y A. Fernández. 1975. Prospecciones pesqueras en el Sureste español. *Trab. Inst. Esp. Ocean.*, 40, 103 pp.
- Massuti, M. y E. Daroca 1978. Introducción al estudio de la biología de la gamba *Aristeus antennatus* de las pesquerías del sur de Mallorca. *Trab. Comp. Dep. de Pesca.* (I.E.O): 264-277.
- Mesnil, B. 1989. Computer programs for fish stock assessment. ANACO: Software for the analysis of catch data by age group on IBM PC and compatibles. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 101 (Suppl. 3): 73 pp.
- Morales-Nin, B. 1993. Methods to analyse the dynamics of exploited marine populations: Growth studies in Mediterranean fisheries science. *Sci. Mar.*, 57(2-3): 269-271.
- Morizur, Y. 1983. Utilisation de criteres fonctionnels (presence de spermatophore, maturation des ovaries) pour la determination de la taille et de l'age a maturité sexuelle des *Nephrops norvegicus* femelles de la région sud-Bretagne. *J. Cons. int. Explor. Mer.* 41 : 28-36.
- Mourente, G. y A. Rodríguez 1991. Variation in the lipid content of wild-caught females of the marine shrimp *Penaeus kerathurus* during sexual maturation. *Mar. Biol.* 110: 21-28.
- Mura, M. y A. Cau 1989. Sul dimorfismo sessuale e sex-ratio in *Aristeus antennatus* (Risso, 1816). *Oebalia*, vol XV-2 N.S.: 811-814.
- Munro, J.L. y D. Pauly 1983. A simple method for comparing growth of fishes and invertebrates. *ICLARM Fisbyte*, 1:5-6.
- Mtimet, M., H. Farrugio y P. Olliver 1995. Rapport du Groupe de Travail "DYNPOP" sur la Dynamique des Populations du Comité des Vertébrés Marins et Céphalopodes de la CIESM. *Cah. Options Méditerr.*, vol (10): 7-16.
- Odai, M.; Ikegami, T.; Ortega Ros, A.; García Alcazar, A.; Arnal, J.I.; Santaella, E.; Segarra, G.J.; Sandino, S.; y L. Peñalver. 1978. Experiencias sobre el cultivo de larvas de *Palaemon serratus*, *Penaeus kerathurus* y *Sparus aurata*, realizados en el laboratorio del Mar Menor del Instituto Español de Oceanografía. *Bol. Ins. Esp. Oceano.* IV (1): 3-54.

- Oliver, M 1959. Les pêches d'*Aristeus* et d'*Aristeomorpha* et la carte de pêche des Baléares. *Proc. Gen. Fish. Coun. Medit.* 5:247-249.
- Oliver, M 1961. Rapport au sujet de la carte de pêche des Baleares et de la zone du Cap Creus. *Proc. Gen. Fish. Coun. Medit.* 6:171-173.
- Oliver, P 1983. Les ressources halieutiques de la Méditerranée. Première partie: Méditerranée occidentale. *Etud. Rev. Cons. Gén. Pêches Méditerr.*, 59: 135 pp
- Oliver, P. 1991. *Dinámica de la población de la merluza (Merluccius merluccius L.) de Mallorca. (Reclutamiento, Crecimiento y Mortalidad)*. Tesis Doctoral. Universitat. Illes Balears. 392 páginas, 74 tablas, 167 figuras (inédito).
- Oliver, P. 1994. Ressources vivantes de la Méditerranée Occidentale: Evaluation des stocks et recommandations scientifiques aux fins d'aménagement. *Cons. Gén. Pêches Méditerr. GTCM/TC:BGL/ 94/VII/2*. 31 pp.
- Orsi Relini, L.y M. Semeria 1983. Oogenesis and fecundity in bathial penaeid prawns *Aristeus antennatus* y *Aristeomorpha foliacea*. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*28 (3):281-285.
- Orsi Relini, L. and G. Relini 1985. The red shrimps fishery in the Ligurian sea: Mismanagement or not ?. *FAO. Fish. Rep.* 336: 99-103.
- Palazón J.A., Pérez-Ruzafa, A , y J.F. Calvin. 1992 Programa informático DV2. Departamento de Ecología e Hidrología. Universidad de Murcia.(mimeo).
- Parrack, J.C 1979. Aspects of brown shrimps, *Penaeus aztecus*, growth in the northern Gulf of Mexico, *Fish. Bull. NOAA/NMFS*, 76(4):827-837.
- Pauly, D 1980. On the relationship between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 39: 175-192.
- Pauly, D 1983. Length converted catch curves: a powerful tool for fisheries research in the tropics. Part. I. *Fishbyte*, 1 (2): 9-13.
- Pauly, D y J.L. Munro 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *Fishbyte*, 2 (1): 21.
- Pella, J.J. y P.K.Tomlinson 1969. A generalized stock production model. *Bull. I-ATTC*, 13 (3): 421-452.
- Penn, J.W. 1984. The behaviour and catchability of some commercially exploited penaeids and their relationship to stock and recruitment. In: *Penaeid shrimp- their biology and management*. Eds. J.A. Gulland & B.J. Rothschild, pp. 173-186. Fishing News Books, Farham.

- Péres, J.M. 1989. Historia de la biota mediterránea y la colonización de las profundidades. En: *El Mediterráneo occidental*. Ed. R. Margalef, pp. 200-234 .Omega, Barcelona.
- Pereiro, J.A. 1982. *Modelos al uso en dinámica de poblaciones marinas sometidas a explotación*. Inf. Téc. Inst. Esp. Oceanogr., 1, 255 pp.
- Pereiro, J.A. 1993. Consideraciones generales sobre la dinámica de poblaciones sometidas a pesca. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 9(1): 57 -74.
- Pettijohn, F. 1963. *Rocas sedimentarias*. Eudeba, Buenos Aires. 731 pp.
- Pielou. 1969. Species diversity and patten diversity in the study of ecological succession. *J.Theor. Biol.* 10: 370-383.
- Pla, C., M. I. Roldán y J.L. García-Marín 1995. Biochemical genetics of the pink prawn, *Aristeus antennatus* Risso, in the Western Mediterranean. *Rapp. Comm. Inte. Mer Médit.*, 34, 39.
- Pope, J.A 1972. An investigation of the acury of virtual population analysis using cohort analysis. *Res. Bull. ICNAF*, (9): 65-74
- Pope, J.A ., A.R. Margetts, J.M. Hamley y E.F. Akyüz. 1983. *Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. Parte 3. Selectividad del arte de pesca*. FAO Doc. Téc. Pesca, (41) Rev.1: 56 pp.
- Prager, M. H., S.B. Saila y C.W. Recksiek 1987. *FISHPARM: A Microcomputer Program for Parameter Estimation of Nonlinear Models in Fishery Science*. Old Dominion University Research Foundation. Tecnical Report, 87-10: 37pp.
- Press, W.H., B.P. Flannery, S.A. Teukolsky and W.T. Vetterling 1988. *Numerical Recipes*. Cambridge University Press, 818 pp.
- Ragonese, S. y M.L. Bianchini 1992. Stima dei parametri di crescita di *Aristeus antennatus* nel canale di Sicilia. *Oebalia*, 17 (2): 101-107.
- Ragonese, S. y M.L. Bianchini 1996. Growth, mortality and yield-per-recruit of the deep-water shrimp *Aristeus antennatus* (Crustacea-Aristeidae) of Strait of Sicily (Mediterranean Sea). *Fish. Res.*, 26: 125-137.
- Ragonese, S. y M.L. Bianchini, L. Di Stefano, S. Campagnuoo y F. Bertolino 1994. *Aristeus antennatus* in the Sicilian Channel. In: *Life cycles and fisheries of the deep water shrimps Aristaeomorpha foliacea and Aristeus antennatus. Proceedings of the International Workshop held in the Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato*. Mazara del Vallo. Italy. Eds. Bianchini M.L. and S. Ragonese. N.R.T.-I.T.P.P. Special Publication n° 3: 44.

- Ramonell, R., R. Bermudez y A. Landin 1984. Experiencias sobre cultivo de camarón *Palaemon serratus* (Pennant). I. Fases larvarias y densidad de cultivo. *Cuad. Area Ciencias Mariñas, Sem. Est. Galegos*, 1: 569-581.
- Rätz, H.J. 1995. Status of the demersal fish assemblage off west Greenland, 182-94 (Divisions 1B-1F, 0-400 m). *NAFO Sci.Counc. Res. Doc.* N° 95/4: 6 pp.
- Read, G.H.L. y M.S. Caulton 1980. Changes in mass and chemical composition during the moult cycle and ovarian development in immature and mature *Penaeus indicus* Milne Edwardsa.- *Comparative Biochemistry and Physiology* 66 (A): 431-437.
- Redón, M.J. y J.M. San Feliú 1993. Biochemical changes in the ovaries and midgut glands of *Penaeus japonicus* Bate, 1888 during the spawning. *World Aquaculture* 93 int.conf. Torremolinos (Spain) 26-28 may. N° 19:160.
- Relini, G. y L. Orsi Relini 1987. The decline of red shrimps stocks in the gulf of Genoa. *Inv. Pesq.*, 51 (Suppl. 1) : 245-260.
- Relini Orsi, L. 1980. Aspetti riproduttivi in *Aristeus antennatus* (Risso,1816) (Decapoda, Penaeidae). *Mem. Biol.Marina e Oceanogr.*, Suppl. 10: 285-289.
- Relini Orsi, L. 1982. The spawning of *Aristeus antennatus* in the Gulf of Genoa. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca*, Ancona, 3 (2-5):157-162.
- Relini Orsi, L. e M. Pestarino 1981. Riproduzione e distribuzione di *Aristeus antennatus* (Risso,1816) sui fondi batiali liguri. Note preliminare. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca*, 3 (1suppl), 123-133.
- Relini Orsi, L. e G. Relini 1979. Pesca e riproduzione del gambero rosso *Aristeus antennatus* (Decapoda, Penaeidae) nel mar Ligure. *Quad. Civico Staz. Idrobiol.*, Milano, 7: 39-62.
- Relini Orsi, L. y M. Wurtz. 1977. Aspetti della rete trofica batiale riguardanti *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) (Crustacea, Penaeidae). *Atti IX Congr. Soc. Ital. Biol. Mar.* Ischia, 389-398.
- Ribeiro-Cascalho, A. 1988. *Biología, ecología e pesca dos peneideos de profundidade Parapenaeus longirostris* (Lucas) e *Aristeus antennatus* (Risso) da costa portuguesa. *Ins. Nac. Inv. Pesca.* 169 pp.
- Ribeiro-Cascalho, A. y I. Arrobas 1987. Observations on the biology of *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) from the south coast of Portugal. *Inv. Pesq.*, 51(Supl. 1): 201-212.
- Rickhter, W.E 1975. Computation and interpretatio of biological sattistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board. Can.*, 191: 1-382.

- Rickhter, V.A. y V.N. Efanov 1976. On one the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. *I.C.N.A.F. Res. Doc.* 76/VI/8:12 pp.
- Rield, R. 1986. *Fauna y flora del mar Mediterráneo*. Omega, 858 pp.
- Rodríguez, A 1977. Contribución al conocimiento de la biología y pesca del langostino *Penaeus kerathurus* (Forsk., 1775) del golfo de Cádiz (Región Sudalántica española). *Inv. Pesq.* 41 (3):603-635.
- Rodríguez, A. 1981. Growth and sexual maturation of *Penaeus kerathurus* (Forsk., 1775) and *Palaemon serratus* (Pennant) in salt-pond. *Aquaculture*, 24:257-266.
- Rodríguez, A. 1985. Biología del langostino *Penaeus kerathurus* (Forsk., 1775) del golfo de Cádiz. I. Reproducción. *Inv. Pesq.* 49 (4):581-595.
- Rui, M. 1990. *Avaliação do estado do stock de camarao vermelho (Aristeus antennatus, Risso, 1816) da costa Algarvia*. Relatório de Estágio de Licenciatura. Universidad do Algarve. 71 pp.
- Saetersdal, G. 1992. Los recursos pesqueros y su medio ambiente, ordenación y desarrollo. *FAO, Conferencia Internacional de pesca responsable*, Cancún, Méjico, 25 pp.
- Schaefer, M.B 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. *Bull. 1-ATTC* 1(2):25-56.
- Sanz, A. 1987. Biología de *Palaemon elegans* Rathke, 1837 (Natantia, Palaemonidae) en las costas del Mediterráneo Occidental. *Inv. Pesq.* 51 (Supl. 1): 177-188.
- San Felú, J.M. 1964. Primeras consideraciones sobre la biología del langostino *Penaeus kerathurus* (Forsk., 1775). *Pub. Téc. Dir. Gral. Pesca* nº 3: 151-173.
- San Felú, J.M.; F. Muñoz, F. Amat, J. Ramos, J. Peña y A: Sanz. 1976c. Cultivo experimental de larvas de crustáceos y peces en tanques. *Inf. Téc. Inst. Inv. Pesq.* 36:47pp.
- San Felú, J.M. 1987. *La acuicultura marina en la Comunidad Valenciana*. Publicación del Excelentísimo Ayuntamiento de Castellón de la Plana. 406 pp.
- Sardá, F. 1993. Bio-ecological aspect of the decapod crustacean fisheries in the Western Mediterranean. *Aquat. Living Resour.* 6:2 99-305.
- Sardá, F y J.E. Cartes 1993. Relationships between size and depth in decapod crustacean populations on the deep slope in the Western Mediterranean. *Deep-Sea Research* 40 (1):2389-2400.

- Sardá, F y J.E. Cartes 1993. Distribution, abundance and selected biological aspects of *Aristeus antennatus* in deep-water habitats in W Mediterranean. *B.I.O.S Thessaloniki* 1:59-73.
- Sardá, F. y J.E. Cartes 1994. Status on the qualitative aspects in *Aristeus antennatus* fisheries in North Western Mediterranean. In: *Life cycles and fisheries of the deep water shrimps Aristaomorpha foliacea and Aristeus antennatus. Proceedings of the International Workshop held in the Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato*, Mazara del Vallo, Italy. Eds. Bianchini M.L. and S. Ragonese. N.R.T.-I.T.P.P. Special Publication nº 3: 23-24.
- Sardá, F. y J.E. Cartes 1994. Life cycle of *Aristeus antennatus* in the Catalan Sea. En : *Life cycles and fisheries of the deep water shrimps Aristaomorpha foliacea and Aristeus antennatus. Proceedings of the International Workshop held in the Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato*, Mazara del Vallo, Italy. Eds. Bianchini M.L. and S. Ragonese. N.R.T.-I.T.P.P. Special Publication nº 3: 21-22.
- Sardá, F y J.E. Cartes 1996. Morphological features and ecological aspects of juvenile specimens of the aristeid shrimp *Aristeus antennatus* Risso, 1816. 6. th *Colloquium Crustacea Decapoda Mediterranea*. Florencia Abstracts Volume: 79.
- Sardá, F., J.E. Cartes y J.B. Company 1994. Spatio-temporal variations in megabenthos abundance in three different habitats of the Catalan deep-sea (Western Mediterranean). *Mar. Biol.* 120: 211-219.
- Sardá, F., J.E. Cartes y W.Norbis 1994. Spatio-temporal structure of the deep-water shrimp *Aristeus antennatus* (Decapoda:Aristeidae) population in the western Mediterranean. *Fish. Bull.* 92:599-607.
- Sardá, F., M.L. Cros y B. Sese 1989. Ca balance during moulting in the prawn *Aristeus antennatus* (Risso, 1816): the role of cuticle calcification in the life cycle of decapod crustaceans. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 129. 161-171.
- Sardá, F. y M. Demestre 1987. Estudio biológico de la gamba *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) en el mar catalán (N.E: de España). *Inv. Pesq.* 51 (1): 213-232.
- Sardá, F. y M. Demestre 1989. Shortening of the rostrum and rostral variability in *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) (Decapoda: Aristeidae). *J. Crust. Biol.*, 9 (4): 570-577.
- Sastry, A.N 1983. Ecological aspects of reproduction. In: *The Biology of Crustacea, vol. 8: Environmental adaptations*. Eds. F.J. Vernberg & W.B. Vernberg, pp. 179-270. Academic Press, New York.
- Shannon, C.E. y W. Weaver 1963. *The mathematical theory of communication*. Press Urbana. Univ. Illinois.

- Sneath, P.H.A. y R.R. Sokal 1973. *Numerical Taxonomy*. W.H. Freeman & Co. San Francisco. 537 pp.
- Sokal, R.R. y F.J. Rolf 1969. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. 59 pág. W.H. Freeman and Co., San Francisco, USA.
- Somers, I.F. 1987. Sediment type as a factor in the distribution of commercial prawn species in the western Gulf of Carpentaria, Australia. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, 38: 133-149.
- Somers, I.F., Crocos, P.J. y B.J. Hill 1987. Distribution and abundance of the tiger prawns *Penaeus esculentus* y *P. semisulcatus* in the north-wester Gulf of Carpentaria, Australia. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, 38, 63-78.
- Sparre, P., E. Ursin y S.C. Venema 1989. *Introduction to tropical fish stock assessment*. Part 1. FAO Fish. Tech. Pap., 306 (1), 377 pp.
- Spedicato, M.T., G. Lembo, P. Carbornara y T. Silecchia 1994. Biological parameters and dynamics of *Aristeomorpha foliacea*. In: *Life cycles and fisheries of the deep water shrimps Aristaomorpha foliacea and Aristeus antennatus*. Proceedings of the International Workshop held in the Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato, Mazara del Vallo, Italy. Eds. Bianchini M.L. and S. Ragonese. N.R.T.-I.T.P.P. Special Publication nº 3: 35-36.
- Ssentongo, G. W. y P.A: Larkin 1973. Some simple methods of estimating mortality rates of exploited fish populations. *J. Fish. Res. Board. Can.*, 30 (5):695-8
- Stephenson, W. y S.D Cook 1980. Elimination of species before Cluster Analysis. *Australian Journal of Ecology*, 5: 263:273.
- Taylor, C.C. 1959. Temperature and growth. The Pacific Razor. clam. *J. Cons.* XXV: 93-101.
- Taylor, C.C. 1962. Growth equation with metabolic parameters. *J. Cons. CIEM*, 27: 270-286.
- Tobar, R. y F. Sardá 1987. Análisis de la evolución de las capturas de gamba rosada, *Aristeus antennatus* (Risso, 1816), en los últimos decenios en Cataluña. *Inf. Téc. Inv. Pesq.* 142 : 20 pp.
- Troadee, J.P. 1983. Introducción a la ordenación pesquera: su importancia, dificultades y métodos principales. *FAO, Doc. Téc. Pesca*, (224): 60p
- Von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth.(Inquiries on growth laws). *Hum. Biol.*,10(2):181-213.
- Vacchi, M., M. Romanelli y L. Tunesi 1992. Preliminary survey on the red shrimp *Aristeus antennatus* (Risso) fishery in the Calabrian sector of the Ionian Sea. Abstracts Première Conférence Européenne sur les crustacés. Paris: 162.

- Vacchi, M., M. Romanelli y L. Tunesi 1994. Survey on the red shrimp *Aristeus antennatus* (Risso) fishery in the Calabrian sector of the Ionian Sea (Central Mediterranean). *Oebalia*, vol XX:61-69
- Vatan, A. 1967. *Manuel de sedimentologie*. Editions Techni. Paris. 397 pp
- Vetter, E.F. 1988. Estimation of natural mortality rates in fish stocks: a review-. *Fish. Bull.* 86 (1):25-43.
- Wenner, A.M., C.Fusaro y A. Oaten .1974. Size at onset of sexual maturity and growth rate in crustacean population. *Can. J. Zool.*, 52: 1095-1106.
- Wickins, J.F. 1972. Development in the laboratory culture of the common prawn *Palaemon serratus* Pennat. *Fish. Invest. Ser. II*, 27 (4), 23 pp.
- Yahiaoui, M. 1994. Distribution and reproduction cycle of *Aristeus antennatus* and *Aristaeomorpha foliacea* near Annaba (Algérie). In: *Life cycles and fisheries of the deep water shrimps Aristaeomorpha foliacea and Aristeus antennatus. Proceedings of the International Workshop held in the Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato. Mazara del Vallo. Italy.* Eds. Bianchini M.L. and S. Ragonese. N.R.T.-I.T.P.P. Special Publication n° 3: 51-52.
- Yáñez-Arancibia, A y P.Sánchez-Gil 1988. *Ecología de los recursos demersales marinos*. A.G.T. Edit. 228 pp
- Zariquiey Alvarez, R. 1968. Crustáceos Decápodos Ibéricos. *Investigaciones Pesq.*, 32: 1-510.
- Zang, C.I., D.R. Gunderson y P. J. Suñivan 1991. Using data on biomass and fishing mortality in stock production modelling of flat-fish. *Neth. J. Sea. Res.*, 27:459-467.

12. ANEXOS

ANEXO I: RELACIÓN DE LOS MUESTREOS EFECTUADOS EN CADA UNA DE LAS ZONAS ESTUDIADAS DEL MEDITERRÁNEO ESPAÑOL.

ZONA DE MURCIA

Los desembarcos de las capturas del caladero de C. Palos se realizan en el puerto de Cartagena y los de C. Aguilas y Morruas en el puerto de Aguilas.

El peso total corresponde a la captura total de gamba realizada por la flota de arrastre de fondo

* Muestreos de tallas, el resto de muestreos son biológicos.

1987

Cod.	Fecha	Caladero	Prof(m)	Nº ind	Nº H	Nº M	P. total (Kg)
1	02.07.87	C. Aguilas	582	171	149	22	264
2	07.07.87	C. Palos	601	110	66	44	44
3	15.07.87	C. Aguilas*	582	119	91	28	303
4	22.07.87	C. Aguilas	573	117	116	1	506
5	27.07.87	C. Palos	601	181	136	45	50
6	06.08.87	C. Aguilas	579	136	125	11	431
7	11.08.87	C. Aguilas*	601	202	161	41	568
8	17.08.87	C. Palos	582	163	128	35	98
9	21.08.87	C. Aguilas	573	138	120	18	435
10	25.08.87	C. Aguilas*	564	126	102	24	419
11	26.08.87	C. Palos	564	189	118	71	77
12	01.09.87	C. Palos	528	181	159	22	245
13	02.09.87	C. Aguilas*	546	145	132	13	376
14	08.09.87	C. Aguilas	555	170	135	35	366
15	17.09.87	C. Aguilas*	553	104	87	17	358
16	29.09.87	C. Palos	564	206	150	56	64
17	30.09.87	C. Aguilas	510	85	77	8	353
18	01.10.87	C. Aguilas*	528	156	115	41	406
19	06.10.87	C. Palos	537	166	115	51	98
20	08.10.87	C. Aguilas*	528	119	99	20	269
21	21.10.87	C. Aguilas	546	148	134	14	170
22	28.10.87	C. Aguilas	550	149	119	30	92
23	11.11.87	C. Aguilas	510	173	138	35	536
24	16.11.87	C. Aguilas*	528	122	110	12	198
25	10.12.87	C. Aguilas	519	262	231	31	220
26	16.12.87	C. Palos	510	139	124	15	300
TOTAL				3977	3237	740	

1988

Cod.	Fecha	Caladero	Prof(m)	Nº ind	Nº H	Nº M	P. total (Kg)
1	07.01.88	C. Palos	510	161	115	46	60
2	20.01.88	Morruas	519	167	145	22	134
3	27.01.88	C. Palos	528	173	139	34	61
4	28.01.88	C. Aguilas	510	204	143	61	122
5	18.02.88	Morruas	455	200	160	40	216
6	19.02.88	C. Palos	546	158	114	44	255
7	24.03.88	C. Palos	537	184	121	63	192
8	29.03.88	Morruas	537	145	78	67	444
9	12.04.88	Morruas	546	200	131	69	493
10	28.04.88	C. Palos	555	197	122	75	97
11	03.05.88	C. Aguilas	564	200	155	45	252
12	10.05.88	C. Palos	564	202	135	67	108
13	19.05.88	Morruas	546	188	126	62	168
14	30.05.88	C. Palos	582	202	116	86	130
15	06.06.88	C. Aguilas	564	219	142	77	201
16	22.06.88	Morruas	537	183	128	55	263
17	14.07.88	C. Palos	601	195	160	35	67
18	10.08.88	C. Palos	582	170	107	63	70
19	20.09.88	C. Palos	582	168	137	31	24
20	05.10.88	C. Palos	546	153	140	13	52
21	21.10.88	C. Aguilas	555	154	120	34	139
22	09.11.88	C. Palos	528	152	115	37	24
23	12.12.88	C. Palos	519	161	136	25	98
		TOTAL		4136	2985	1151	

1989

Cod.	Fecha	Caladero	Prof(m)	Nº ind	Nº H	Nº M	P. total (Kg)
1	25.01.89	C. Palos	537	172	121	51	60
2	09.02.89	C. Palos	546	159	109	50	67
3	12.04.89	C. Palos	550	141	130	11	169
4	09.05.89	C. Palos	561	168	134	34	217
5	16.06.89	C. Palos	573	137	101	36	132
6	18.07.89	C. Palos	582	121	109	12	46
7	16.08.89	C. Palos	573	120	104	16	206
8	13.09.89	C. Palos	573	167	143	24	267
9	23.10.89	C. Palos	555	239	176	63	97
		TOTAL		1424	1127	297	

1990

Cod.	Fecha	Caladero	Prof(m)	Nº ind	Nº H	Nº M	P. total (Kg)
1	14.05.90	C. Palos	568	213	151	62	66
2	29.05.90	Morruas	546	264	219	45	723
3	07.06.90	C. Palos	573	193	174	19	94
4	21.06.90	C. Aguilas	582	259	236	23	685
5	17.07.90	C. Palos	555	176	159	17	361
6	23.07.90	Morruas	537	188	180	8	698
7	27.08.90	C. Palos	564	217	200	17	231
8	13.08.90	Morruas	528	207	182	25	548
9	25.09.90	C. Palos	550	196	185	11	54
10	03.12.90	Morruas	510	268	228	40	302
		TOTAL		2181	1914	267	

1991

Cod.	Fecha	Caladero	Prof(m)	Nº ind	Nº H	Nº M	P. total (Kg)
1	05.02.91	C. Aguilas	528	268	229	39	261
2	27.02.91	C. Palos	546	227	154	73	306
3	03.03.91	C. Palos	546	213	143	70	341
4	13.03.91	Morrauas	510	228	183	45	389
5	16.04.91	C. Aguilas	519	213	184	29	380
6	18.04.91	C. Palos	528	205	157	48	197
7	16.05.91	C. Palos	564	190	138	52	133
8	20.05.91	C. Aguilas	555	255	214	41	349
9	13.06.91	C. Palos	582	188	134	54	151
10	18.06.91	C. Aguilas	573	236	211	25	238
11	17.07.91	C. Aguilas	601	191	184	7	671
12	18.07.91	C. Palos	592	176	165	11	171
13	12.08.91	C. Aguilas	573	247	221	26	733
14	13.08.91	C. Palos	601	169	146	23	236
15	11.09.91	C. Palos	555	164	143	21	410
16	24.09.91	C. Aguilas	537	221	180	41	525
17	15.10.91	C. Palos	546	218	156	62	241
18	16.10.91	C. Aguilas	555	257	183	74	330
19	12.11.91	C. Palos	537	250	156	94	185
20	14.11.91	C. Aguilas	528	206	124	82	220
21	18.12.91	C. Aguilas	510	198	150	48	455
		TOTAL		4520	3555	965	

1992

Cod.	Fecha	Caladero	Prof(m)	Nº ind	Nº H	Nº M	P. total (Kg)
1	15.04.92	C. Aguilas	537	266	190	76	721
2	23.04.92	C. Palos	555	186	123	63	198
3	14.05.92	C. Palos	546	265	177	88	207
4	25.05.92	C. Palos	571	324	255	69	205
5	17.06.92	C. Aguilas	582	253	200	53	265
6	18.06.92	C. Palos	582	180	144	36	105
7	25.06.92	C. Aguilas	592	181	152	29	381
8	01.07.92	C. Aguilas	573	251	217	34	505
9	15.07.92	C. Palos	601	192	158	34	211
10	17.07.92	C. Aguilas	601	185	172	13	243
11	22.07.92	C. Aguilas	601	167	152	15	400
12	05.08.92	C. Aguilas	601	182	174	8	412
13	17.08.92	C. Aguilas	601	143	126	17	319
14	10.09.92	C. Palos	573	144	95	49	230
15	17.09.92	C. Aguilas	555	170	126	44	242
16	28.09.92	C. Aguilas	546	143	109	34	85
17	15.10.92	C. Aguilas	546	173	117	56	210
18	12.11.92	C. Aguilas	510	183	155	28	427
19	19.11.92	C. Palos	519	213	161	52	44
		TOTAL		3801	3003	798	

ZONA DE ALMERIA

Las muestras de las capturas gamba de la zona de Almería se recogieron en el puerto de Garrucha .

El peso total corresponde a la captura total de gamba realizada por la flota de arrastre de fondo en el día del muestreo.

1991

Cod.	Fecha	Zona	Prof(m)	Nº ind	Nº H	Nº M	P. total (Kg)
1	15.07.91	Almería	619	177	160	17	--
2	20.09.91	Almería	710	168	102	66	--
3	17.10.91	Almería	710	182	99	83	--
4	06.11.91	Almería	728	189	122	67	--
5	11.12.91	Almería	728	170	132	38	--
TOTAL				886	615	271	

1992

Cod.	Fecha	Zona	Prof(m)	Nº ind	Nº H	Nº M	P. total (Kg)
1	25.02.92	Almería	728	190	138	52	957
2	30.03.92	Almería	728	231	80	151	579
3	27.04.92	Almería	710	188	104	84	1160
4	18.05.92	Almería	701	184	94	90	991
5	22.06.92	Almería	601	231	178	53	731
6	13.07.92	Almería	601	202	144	58	1005
7	10.08.92	Almería	601	195	152	43	744
8	09.09.92	Almería	692	214	145	69	879
9	14.10.92	Almería	728	221	140	81	1213
10	16.11.92	Almería	728	204	130	74	2643
TOTAL				2060	1305	755	

ZONA DE IBIZA

Las muestras de las capturas gamba de la zona de Ibiza se recogieron de los desembarcos realizados en el puerto de Santa Pola (Alicante)

El peso total corresponde a la captura total de la barca en el día del muestreo

1991

Cod.	Fecha	Zona	Prof(m)	Nº ind	Nº H	Nº M	P. total (Kg)
1	27.02.91	Ibiza	601	295	172	123	202
2	10.05.91	Ibiza	601	243	136	107	75
3	05.07.91	Ibiza	601	229	192	37	176
4	27.09.91	Ibiza	601	224	196	28	149
5	31.10.91	Ibiza	601	147	91	56	211
TOTAL				1138	787	351	

1992

Cod.	Fecha	Zona	Prof(br)	Nº ind	Nº H	Nº M	P. total (Kg)
1	20.02.92	Ibiza	601	158	111	47	158
2	13.03.92	Ibiza	601	178	133	45	69
3	16.04.92	Ibiza	601	209	146	63	106
4	29.05.92	Ibiza	601	314	183	131	99
5	19.06.92	Ibiza	601	216	202	14	81
6	24.07.92	Ibiza	601	237	221	16	220
7	14.08.92	Ibiza	601	214	198	16	87
8	11.09.92	Ibiza	601	252	148	104	180
9	16.10.92	Ibiza	601	278	201	77	46
10	17.11.92	Ibiza	601	270	197	73	76
11	13.12.92	Ibiza	601	221	170	51	27
TOTAL				2547	1910	637	

ZONA DE BALEARES (Demestre, *et al.* en preparación)

1992

Las muestras de las capturas gamba de la zona de Baleares se recogieron de los desembarcos realizados en el puerto de Palma de Mallorca.

El peso total corresponde a la captura total de la barca en el día del muestreo

Cod.	Fecha	Caladero	Prof(m)	Nº ind	Nº H	Nº M	P. total (Kg)
1	05.02.92	Sa Badia	455	329	220	109	31
2	13.02.92	Cabrera	581	662	539	123	47
3	28.02.92	Gambussí	582	574	485	89	40
4	12.03.92	Sa Badia	664	622	431	191	76
5	14.04.92	Gambussí	644	741	561	180	93
6	28.04.92	Gambussí	644	500	346	154	70
7	14.05.92	Gambussí	602	544	505	39	32
8	28.05.92	Sa Badia	637	676	487	189	18
9	17.06.92	Sa Badia	637	555	487	68	25
10	11.07.92	Es Clots	637	335	295	40	29
11	22.07.92	Es Clotsa	619	313	255	58	18
12	14.08.92	Es Clots	601	619	413	206	35
13	09.09.92	Es Clots	661	620	353	267	58
14	08.10.92	Es Clots	633	704	487	217	32
15	10.11.92	Sa Badia	713	629	476	153	40
16	17.12.92	Cabrera		370	327	43	26
TOTAL				8793	6667	2126	

ZONA DE CATALUÑA (Demestre, *et al.* en preparación)

1991 y 1992

El peso total corresponde a la captura total de la barca en el día del muestreo

Cod.	Fecha	Caladero	Prof(m)	Nº ind	Nº H	Nº M	P. total (Kg)
1	05.02.91	La Cabra	455	237	194	43	23
2	07.03.91	La Creu	491	150	107	43	9
3	30.04.91	La Barana	619	275	188	87	82
4	29.05.91	La Creu	510	318	252	66	10
5	10.07.91	La Cabra	473	260	224	36	64
6	26.08.91	St. Llorens	491	180	165	15	52
7	05.09.91	Rocassa	437	451	329	122	11
8	30.10.91	Rocassa	437	532	247	285	17
9	13.11.91	Cobelles	568	276	195	81	21
10	03.12.91	Cobelles	546	145	108	37	25
11	25.06.92	La Barana	673	304	258	46	70
12	29.07.92	La Cabra	491	188	157	31	130
13	20.08.92	St Llorens	482	182	147	35	60
14	09.10.92	St Llorens	473	256	219	37	63
15	26.11.92	La Cabra	473	280	228	52	21
16	18.12.92	La Cabra	437	379	278	101	84
TOTAL				4413	3296	1117	

ANEXO II: DATOS Y RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS.

Caladero: Cabo de Palos

Muestra N^o: 1 - Peso= 199.63 gr -

<i>Diámetro tamiz</i>	<i>Pesos</i>	<i>Porcentajes</i>	<i>Frec. acumuladas</i>
2 (gravas)	0.17	0.09	0.09
1 (arenas muy gruesas)	0.31	0.16	0.24
0.5 (arenas gruesas)	3.93	1.97	2.21
0.25 (arenas medias)	69.99	35.06	37.27
0.125 (arenas finas)	48.78	24.44	61.70
0.062 (arenas muy finas)	21.72	10.88	72.58
finos (limo+arcilla)	54.73	27.42	100.00

<i>Parámetros</i>	<i>Indíces</i>	
P(10) = 0.444	Mediana =	0.185
P(90) = 0.043	Selección =	2.377
Q(25) = 0.337	Media =	0.199
Q(50) = 0.185	Simetría =	0.590
Q(75) = 0.060	Curtosis =	0.346

Muestra N^o: 2 - Peso = 167.78 gr -

<i>Diámetro tamiz</i>	<i>Pesos</i>	<i>Porcentajes</i>	<i>Frec. acumuladas</i>
2 (gravas)	0.05	0.03	0.03
1 (arenas muy gruesas)	0.19	0.11	0.14
0.5 (arenas gruesas)	3.46	2.06	2.21
0.25 (arenas medias)	59.08	35.21	37.42
0.125 (arenas finas)	43.88	26.15	63.57
0.062 (arenas muy finas)	17.75	10.58	74.15
finos (limo+arcilla)	43.37	25.85	100.00

<i>Parámetros</i>	<i>Indíces</i>	
P(10) = 0.445	Mediana =	0.190
P(90) = 0.043	Selección =	2.345
Q(25) = 0.338	Media =	0.200
Q(50) = 0.190	Simetría =	0.577
Q(75) = 0.061	Curtosis =	0.345

Muestra N^o: 3 - Peso = 155.51 gr -

<i>Diámetro tamiz</i>	<i>Pesos</i>	<i>Porcentajes</i>	<i>Frec. acumuladas</i>
2 (gravas)	0.06	0.04	0.04
1 (arenas muy gruesas)	0.11	0.07	0.11
0.5 (arenas gruesas)	2.10	1.35	1.46
0.25 (arenas medias)	44.09	28.35	29.81
0.125 (arenas finas)	43.73	28.12	57.93
0.062 (arenas muy finas)	23.30	14.98	72.91
finos (limo+arcilla)	42.12	27.09	100.00

<i>Parámetros</i>	<i>Indíces</i>	
P(10) = 0.425	Mediana =	0.160
P(90) = 0.043	Selección =	2.206
Q(25) = 0.292	Media =	0.176
Q(50) = 0.160	Simetría =	0.684
Q(75) = 0.060	Curtosis =	0.304

Muestra N^o: 4 - Peso = 176.74 gr -

<i>Diámetro tamiz</i>	<i>Pesos</i>	<i>Porcentajes</i>	<i>Frec. acumuladas</i>
2 (gravas)	0.22	0.12	0.12
1 (arenas muy gruesas)	0.09	0.05	0.18
0.5 (arenas gruesas)	2.40	1.36	1.53
0.25 (arenas medias)	44.48	25.17	26.70
0.125 (arenas finas)	52.52	29.72	56.42
0.062 (arenas muy finas)	27.26	15.42	71.84
finos (limo+arcilla)	49.77	28.16	100.00

<i>Parámetros</i>	<i>Indíces</i>	
P(10) = 0.416	Mediana =	0.152
P(90) = 0.042	Selección =	2.127
Q(25) = 0.267	Media =	0.163
Q(50) = 0.152	Simetría =	0.682
Q(75) = 0.059	Curtosis =	0.278

Caladero: Morruas

Muestra Nº: 1 – Peso = 246.08 gr –

<i>Diámetro tamiz</i>	<i>Pesos</i>	<i>Porcentajes</i>	<i>Frec. acumuladas</i>
2 (gravas)		0.01	0.01
1 (arenas muy gruesas)		0.04	0.06
0.5 (arenas gruesas)		0.14	0.20
0.25 (arenas medias)		0.84	1.04
0.125 (arenas finas)		0.61	1.64
0.062 (arenas muy finas)		2.08	3.72
finos (limo+arcilla)		96.28	100.00

<i>Parámetros</i>	<i>Indíces</i>	
P(10) = 0.060	Mediana =	0.047
P(90) = 0.034	Selección =	1.188
Q(25) = 0.056	Media =	0.047
Q(50) = 0.047	Simetría =	0.971
Q(75) = 0.039	Curtosis =	0.313

Muestra Nº: 2 – Peso = 179.53 gr –

<i>Diámetro tamiz</i>	<i>Pesos</i>	<i>Porcentajes</i>	<i>Frec. acumuladas</i>
2 (gravas)		0.01	0.01
1 (arenas muy gruesas)		0.03	0.03
0.5 (arenas gruesas)		0.14	0.17
0.25 (arenas medias)		0.75	0.92
0.125 (arenas finas)		0.66	1.58
0.062 (arenas muy finas)		1.95	3.53
finos (limo+arcilla)		96.47	100.00

<i>Parámetros</i>	<i>Indíces</i>	
P(10) = 0.060	Mediana =	0.047
P(90) = 0.034	Selección =	1.188
Q(25) = 0.056	Media =	0.047
Q(50) = 0.047	Simetría =	0.971
Q(75) = 0.039	Curtosis =	0.313

Caladero: Canto de Aguilas

Muestra Nº: 1 – Peso = 187.08 gr –

<i>Diámetro tamiz</i>	<i>Pesos</i>	<i>Porcentajes</i>	<i>Frec. acumuladas</i>
2 (gravas)		0.06	0.06
1 (arenas muy gruesas)		0.03	0.09
0.5 (arenas gruesas)		0.15	0.24
0.25 (arenas medias)		0.66	0.89
0.125 (arenas finas)		0.53	1.43
0.062 (arenas muy finas)		1.32	2.75
finos (limo+arcilla)		97.25	100.00

<i>Parámetros</i>	<i>Indíces</i>	
P(10) = 0.060	Mediana =	0.047
P(90) = 0.034	Selección =	1.187
Q(25) = 0.055	Media =	0.047
Q(50) = 0.047	Simetría =	0.971
Q(75) = 0.039	Curtosis =	0.313

Muestra Nº: 2 – Peso = 245.13 gr –

<i>Diámetro tamiz</i>	<i>Pesos</i>	<i>Porcentajes</i>	<i>Frec. acumuladas</i>
2 (gravas)		0.05	0.05
1 (arenas muy gruesas)		0.04	0.09
0.5 (arenas gruesas)		0.16	0.26
0.25 (arenas medias)		0.71	0.97
0.125 (arenas finas)		0.43	1.40
0.062 (arenas muy finas)		1.37	2.77
finos (limo+arcilla)		97.23	100.00

<i>Parámetros</i>	<i>Indíces</i>	
P(10) = 0.060	Mediana =	0.047
P(90) = 0.034	Selección =	1.187
Q(25) = 0.055	Media =	0.047
Q(50) = 0.047	Simetría =	0.971
Q(75) = 0.039	Curtosis =	0.312

ANEXO III: LISTADO FAUNISTICO DE LAS ESPECIES CAPTURADAS EN LOS CALADEROS DE *Aristeus antennatus* EN LA ZONA DE MURCIA .

PECES

Fam. Hexanchidae

Hexanchus griseus (Bonnaterre, 1788)

Fam. Scyliorhinidae

Scyliorhinus canicula (Linnaeus, 1758)

Galeus melastomus Rafinesque, 1809

Fam. Squalidae

Dalatias licha (Bonnaterre, 1788)

Etmopterus spinax (Linnaeus, 1758)

Squalus acanthias Linnaeus, 1758

Fam. Alepocephalidae

Alepocephalus rostratus (Risso, 1820)

Fam. Sternoptychidae

Argyropelecus hemigymnus (Cocco, 1829)

Fam. Centrolophidae

Centrolophus niger (Gmelin, 1788)

Fam. Macrouridae

Coelorhynchus coelorhynchus (Risso, 1810)

Nezumia scleorhynchus (Valenciennes, 1838)

Trachyrhynchus trachyrhynchus (Risso, 1810)

Coryphaenoides mediterranea (Giglioli, 1893)

Fam. Congridae

Conger conger (Linnaeus, 1758)

Fam. Gadidae

Micromesistius poutassou (Risso, 1826)

Phycis blennoides (Bünich, 1768)

Gaidropsarus megalokynondon (Kolombatic, 1894)

Gaidropsarus vulgaris (Cloquet, 1824)

Fam. Apogonidae

Epigonus denticulatus Dieuzeide, 1950

Fam. Myctophidae

Lampanyctus pusillus (Johnson, 1890)

Fam. Scorpaenidae

Helicolenus dactylopterus (Delaroche, 1809)

Fam. Trachichthyidae

Hoplostethus mediterraneus Cuvier, 1829

Fam. Trichuiuridae

Lepidopus caudatus (Euphrasen, 1788)

Fam. Lophiidae

Lophius piscatorius Linnaeus, 1758

Fam. Merlucciidae

Merluccius merluccius (Linnaeus, 1758)

Fam. Nettastomatidae

Nettastoma melanurum (Rafinesque, 1810)

Fam. Notacanthidae

Notacanthus sp

Fam. Stomiidae

Stomias boa (Risso, 1810)

Fam. Cynoglossidae

Symphurus ligulatus (Cocco, 1844)

Symphurus nigrescens (Rafinesque, 1810)

Fam. Soleidae

Monochirus hispidus Rafinesque, 1814

CRUSTACEOS

Orden STOMATOPODA

Fam. Squillidae

Rissoides palidus

Orden DECAPODA

Suborden DENDROBRANCHIATA

Superfamilia Penaeoidea

Fam. Aristeidae

Aristeomorpha foliacea (Risso, 1827)

Aristeus antennatus (Risso, 1816)

Fam. Penaeidae

Parapenaeus longirostris (Lucas, 1846)

Fam. Solenoceridae

Solenocera membranacea (Risso, 1816)

Superfamilia Sergestoidea

Fam. Sergestidae

Sergestes articus Kröyer, 1855

Sergestes robustus S.I. Smith, 1886

Suborden PLEOCYEMATA

Infraorden Caridea

Fam. Oplophoridae

Acantheyra eximia S.I. Smith, 1886

Acantheyra sp

Fam. Pasiphaeidae

Pasiphaea multidentata Esmark, 1866

Pasiphaea sivado (Risso, 1816)

Fam. Processidae

Processa canaliculata Leach, 1896

Fam. Pandalidae

Plesionika acanthonotus (Smith, 1882)

Plesionika antigai Zariquiey Alvarez, 1955

Plesionika edwardsii (Brant, 1851)

Plesionika gigliolii (Senna, 1903)

Plesionika heterocarpus (Costa, 1871)

Plesionika martia (A. Milne Edwards, 1883)

Chlorotocus crassicornis (Costa, 1871)

Fam. Crangonidae

Philocheras echinulatus (Sars, 1861)

Pontocaris lacazei (Gourret, 1887)

Infraorden Astacidae

Fam. Nephropidae

Nephrops norvegicus (Linnaeus, 1758)

Infraorden Palinura

Fam. Polychelidae

Polycheles typhops, Heller, 1862

Infraorden Anomura

Fam. Galatheidae

Munida intermedia (A. Milne Edward & Bouvier, 1899)

Infraorden Brachyura

Fam. Homolidae

Paramola cuvieri (Risso, 1816)

Fam. Calappidae

Calappa granulata (Linnaeus, 1758)

Fam. Geryonidae

Geryon longipes A. Milne Edwards, 1881

Fam. Portunidae

Liocarcinus depurator (Linnaeus, 1758)

MOLUSCOS

Clase GASTEROPODA

Orden Prosobranches

Fam. Cymatiidae

Argobuccinum olearium (Linnaeus, 1759)

Clase CEPHALOPODA

Orden Teuthoidea

Fam. Histioteuthidae

Histioteuthis reversa (Verrill, 1880)

Fam. Ommastrephidae

Todarodes sagittatus (Lamarck, 1798)

Orden Sepioidea

Fam. Sepiolidae

Sepiola rondeleti Steenstrup, 1856

ANEXO IV: DISTRIBUCIONES DE TALLAS MENSUALES Y ANUALES DE MACHOS Y HEMBRAS DE *Aristeus antennatus*, EN LAS ZONAS DE MURCIA, ALMERÍA E IBIZA.

ZONA DE MURCIA

Lc	1987						TOTAL
	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
	MACHOS						
17	353	476	856	146	0	0	1831
18	1876	2038	4296	584	0	350	9144
19	2426	3288	3585	730	207	62	10298
20	2070	2692	2179	1187	828	124	9080
21	1445	1662	1794	1644	1242	824	8611
22	1308	1263	1552	1677	2277	1400	9477
23	818	1999	1246	1630	1449	886	8028
24	191	2722	1824	1239	621	948	7545
25	191	1068	1711	1557	1035	700	6262
26	627	3081	2124	1206	414	0	7452
27	382	1912	1940	1484	414	412	6544
28	573	1287	1358	848	1035	62	5163
29	764	759	698	106	0	0	2327
30	28	1230	353	424	207	62	2304
31	382	461	582	106	0	412	1943
32	0	205	78	285	0	0	568
Nº indiv	13434	26143	26176	14853	9729	6242	96577

Lc	HEMBRAS						TOTAL
	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
16	35	57	194	179	0	0	465
17	108	154	473	0	0	0	735
18	252	382	621	0	0	0	1255
19	410	318	348	471	0	62	1609
20	470	735	2388	252	207	186	4238
21	683	1884	4739	1206	1404	0	9916
22	1684	3527	5232	2426	3222	248	16339
23	2622	5227	8820	3460	4500	620	25249
24	4633	7853	9239	2883	4914	372	29894
25	2853	8868	10388	3300	6363	868	32640
26	4641	6200	9013	4480	7515	1054	32903
27	5256	9232	8171	4864	5040	1178	33741
28	4879	7272	5864	3618	6075	1116	28824
29	6499	7697	5783	2478	5616	682	28755
30	4344	7102	5039	2160	6189	1054	25888
31	5858	4571	3780	2477	3327	992	21005
32	4468	5809	3879	2218	2568	1364	20306
33	4348	6025	5076	2157	3783	682	22071
34	5445	4411	5097	1696	2568	558	19775
35	5899	6174	4344	1872	2487	496	21272
36	4161	3443	2800	1307	1734	434	13879
37	4469	4523	1622	1271	1815	496	14196
38	1605	2922	2552	1060	828	310	9277
39	2129	2348	2050	1696	441	186	8850
40	1747	463	997	989	285	124	4605
41	1500	727	624	918	441	124	4334
42	1009	1053	652	424	621	62	3821
43	983	954	1367	35	621	62	4022
44	528	1114	824	1095	0	310	3871
45	214	204	1195	388	492	0	2493
46	405	492	1060	212	414	62	2645
47	619	217	539	353	363	62	2153
48	217	299	264	247	78	0	1105
49	382	205	554	247	285	0	1673
50	23	463	410	318	621	124	1959
51	54	246	582	353	207	0	1442
52	74	217	776	494	414	62	2037
53	110	0	0	459	0	62	631
54	410	1025	626	671	207	62	3001
55	191	868	1164	106	78	124	2531
56	49	1025	1146	388	414	0	3022
57	191	861	22	424	207	62	1767
58	0	466	426	742	0	62	1696
59	0	1025	48	106	207	0	1386
60	0	246	242	212	0	0	700
61	0	410	195	0	0	0	605
62	23	0	242	0	0	0	265
Nº indiv	86480	119314	121467	56712	76551	14322	474846

1988

MACHOS

Lc	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
15	0	0	149	58	97	0	0	0	0	0	0	0	304
16	89	386	569	232	479	0	0	38	0	0	0	0	1793
17	0	193	745	348	1898	365	104	266	24	0	0	0	3943
18	43	0	298	464	3875	435	208	646	48	0	0	0	6017
19	211	965	447	610	3617	901	208	532	0	76	0	0	7567
20	305	386	1043	537	2917	435	156	228	72	0	51	148	6278
21	483	1482	742	1089	3235	1569	26	190	36	216	68	222	9358
22	1373	2408	2001	1714	2512	2027	26	38	12	108	68	0	12287
23	1034	1204	2597	2687	3471	1864	0	38	36	248	17	148	13344
24	1395	1937	2378	3239	4147	1965	624	38	36	216	17	74	16066
25	912	2215	2153	1845	2989	1903	624	38	36	464	17	74	13270
26	1112	926	2889	3196	1780	1103	0	76	12	528	102	222	11946
27	285	108	2074	2135	1407	769	26	114	24	388	34	296	7660
28	544	301	3333	1253	942	567	26	0	12	280	102	296	7656
29	189	0	2001	741	629	365	26	38	0	210	68	148	4415
30	323	301	593	857	302	435	0	76	12	140	34	222	3295
31	311	0	0	58	294	101	0	0	12	0	34	0	810
32	61	0	222	33	147	233	0	38	0	0	17	0	751
33	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67
34	0	0	0	247	0	0	0	0	0	0	0	0	247
Nº indiv	8737	12812	24234	21343	34738	15037	2054	2394	372	2874	629	1850	127074

HEMBRAS

Lc	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
14	0	0	0	58	0	0	0	0	0	0	0	0	58
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	43	386	298	116	97	0	0	76	0	0	0	0	1016
17	86	193	298	58	667	0	26	0	12	0	0	0	1340
18	122	772	596	58	1281	202	104	190	0	0	17	0	3342
19	383	880	1043	174	2609	101	130	190	48	108	85	0	5751
20	147	687	1636	537	1885	466	260	228	60	248	51	74	6279
21	376	517	818	1220	4491	1305	312	190	108	248	68	370	10023
22	566	108	742	1409	3662	2136	286	418	96	1226	221	518	11388
23	1669	1289	1338	1772	2977	2416	286	228	96	1226	170	666	14133
24	1851	2130	596	2397	5069	1996	274	114	84	1290	119	666	16586
25	1733	2323	2080	1351	3514	2540	182	38	84	800	221	370	15236
26	2327	3079	2746	1888	3444	1670	156	152	108	978	85	666	17299
27	1947	4460	1557	2818	4017	1724	156	38	72	546	119	962	18416
28	2621	2284	1633	2135	3524	1763	260	118	48	654	51	962	16053
29	1912	1875	2581	2869	4069	3231	234	152	72	782	34	592	18403
30	2048	3596	1696	2561	4683	1398	78	114	72	654	43	323	17266
31	1432	2539	1265	2447	4036	1592	184	190	72	337	86	229	14409
32	1320	2211	707	2776	3698	1429	124	114	84	527	0	377	13367
33	1435	1384	507	2322	2021	1025	230	118	36	248	9	108	9443
34	953	1533	1192	2602	2385	303	118	114	84	502	44	283	10113
35	978	660	837	1614	1733	1126	138	80	72	477	27	82	7824
36	426	549	1503	1252	1547	1134	138	126	72	241	18	209	7215
37	744	219	894	165	362	396	230	0	36	273	9	27	3355
38	535	555	501	560	1287	862	276	42	36	152	18	54	4878
39	227	330	615	313	304	660	0	42	24	432	18	108	3073
40	75	111	222	1515	519	396	138	168	24	108	9	108	3393
41	180	111	501	66	345	435	184	126	60	299	36	27	2370
42	119	222	393	247	116	0	92	42	36	70	18	27	1382
43	156	222	444	66	256	598	0	42	0	89	18	81	1972
44	87	444	444	165	246	0	0	126	0	127	18	27	1684
45	24	0	222	33	99	0	92	84	12	19	9	0	594
46	0	0	57	33	0	0	46	126	24	0	9	0	295
47	24	111	0	0	157	0	46	168	0	159	0	0	665
48	14	0	279	0	58	101	0	42	12	89	18	27	640
49	24	0	57	0	147	0	46	42	0	0	0	0	316
50	10	0	57	247	58	0	0	0	0	0	9	0	381
51	14	0	444	0	0	101	0	42	0	0	0	27	628
52	14	0	171	0	0	132	0	0	0	0	0	0	317
53	14	0	279	0	0	0	0	0	0	0	18	0	311
54	0	0	0	0	0	0	0	42	0	70	0	0	112
55	67	111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	178
56	0	0	0	247	0	0	0	0	0	0	0	0	247
57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
58	10	0	0	0	0	0	46	0	0	0	0	0	56
59	0	0	222	0	0	0	0	0	0	0	0	0	222
60	0	0	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57
Nº indiv	26713	35891	31528	38091	65363	31238	4872	4122	1644	12979	1675	7970	262086

1989

Lc	MACHOS									
	Ene	Feb	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	TOTAL
18	0	102	0	0	0	23	0	0	156	281
19	90	51	0	128	102	23	0	459	0	853
20	45	0	0	256	306	0	0	153	156	916
21	180	306	202	1152	357	23	0	459	312	2991
22	405	357	0	256	204	46	605	459	390	2722
23	360	255	0	896	204	69	121	153	780	2838
24	360	408	101	384	102	0	242	153	156	1906
25	135	408	303	128	153	0	121	153	780	2181
26	180	204	202	640	204	46	121	459	468	2524
27	90	102	101	256	0	23	0	153	390	1115
28	135	255	0	0	0	0	242	306	546	1484
29	180	51	101	256	153	0	0	306	78	1125
30	103	51	0	0	0	0	242	153	24	573
31	0	0	101	0	51	23	0	0	204	379
32	0	0	0	0	0	0	121	153	0	274
33	0	0	0	0	0	0	121	153	72	346
34	0	0	0	0	0	0	0	0	24	24
Nº indiv	2263	2550	1111	4352	1836	276	1936	3672	4536	22532

HEMBRAS

Lc	Ene	Feb	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	TOTAL
14	0	0	0	0	0	0	0	306	156	462
15	0	51	0	0	0	0	0	153	390	594
16	0	0	0	0	0	0	0	612	858	1470
17	45	153	0	0	51	0	121	1071	1560	3001
18	45	0	0	0	0	0	0	306	1560	1911
19	90	102	0	0	51	0	121	918	1482	2764
20	225	102	0	128	0	0	0	1224	1170	2849
21	45	51	101	512	0	0	0	612	936	2257
22	45	153	404	256	0	23	484	1071	624	3060
23	270	306	202	768	102	0	484	765	156	3053
24	90	204	162	768	153	46	363	918	624	3328
25	315	510	404	1536	459	46	242	1530	234	5276
26	360	357	202	896	459	161	484	612	336	3867
27	360	510	404	1152	714	138	484	612	78	4452
28	315	510	1111	896	459	92	968	1071	234	5656
29	630	306	808	1223	204	230	1331	459	48	5239
30	309	191	1313	512	204	414	1072	2142	72	6229
31	58	210	1031	1223	545	168	1055	1071	198	5559
32	187	165	1315	1350	239	274	934	423	24	4911
33	71	95	1315	696	1089	175	467	576	48	4532
34	39	57	587	483	564	166	675	0	240	2811
35	65	38	608	213	282	150	329	1161	96	2942
36	65	19	669	128	94	173	520	234	48	1950
37	39	19	568	284	94	60	416	234	48	1762
38	39	19	122	142	94	60	0	585	48	1109
39	39	0	488	199	0	30	104	117	48	1025
40	26	76	305	142	0	90	104	0	0	743
41	0	0	61	142	94	30	0	0	0	327
42	13	19	61	0	0	60	208	351	0	712
43	13	0	61	142	0	0	208	117	24	565
44	13	19	61	0	188	0	0	117	0	398
45	0	0	0	142	0	0	0	234	0	376
46	52	0	0	142	0	60	104	0	24	382
47	0	19	61	0	188	0	208	117	0	593
48	13	19	61	71	188	30	104	0	24	510
49	0	19	0	142	0	0	104	117	24	406
50	0	57	0	71	188	0	0	234	0	550
51	13	0	0	0	94	0	0	0	0	107
52	0	0	0	0	94	30	104	351	0	579
53	26	0	0	0	0	0	0	0	0	26
54	0	0	0	0	0	0	0	117	0	117
55	0	19	0	0	0	30	0	0	24	73
56	0	0	0	0	0	0	0	117	0	117
57	13	0	0	0	0	30	0	0	0	43
58	0	0	0	0	0	0	104	0	0	104
59	0	0	0	0	94	0	208	0	0	302
Nº indiv	3928	4375	12485	14359	6985	2766	12110	20655	11436	89099

1990

Lc	MACHOS						TOTAL
	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Dic	
17	18	18	0	0	0	173	209
18	180	270	526	232	0	0	1208
19	3412	1386	1996	674	0	1384	8852
20	3933	810	1578	232	72	865	7490
21	1670	846	418	1155	36	692	4817
22	2065	1530	526	654	0	692	5467
23	395	1008	836	2384	72	1211	5906
24	826	0	418	1055	36	865	3200
25	790	252	418	770	72	173	2475
26	2765	0	0	807	0	173	3745
27	790	0	836	269	36	346	2277
28	18	18	0	0	36	0	72
29	413	0	0	0	0	237	650
30	790	0	263	269	36	0	1358
31	395	0	0	0	0	0	395
32	565	0	0	0	0	0	565
33	791	390	235	621	0	0	2037
Nº indiv	19816	6528	8050	9122	396	6811	50723

Lc	HEMBRAS						TOTAL
	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Dic	
16	0	0	0	0	36	0	36
17	395	0	0	0	0	0	395
18	18	0	0	0	0	173	191
19	862	0	263	0	0	1211	2336
20	2550	558	0	116	36	1384	4644
21	1904	18	0	385	72	865	3244
22	2586	1602	1733	1560	36	1211	8728
23	3538	3330	2677	3196	504	1557	14802
24	2496	3654	3884	4181	612	2422	17249
25	2209	3750	7289	4660	864	2076	20848
26	3627	5094	9764	4144	756	1967	25352
27	6374	5424	9406	5390	648	1764	29006
28	6348	4830	13047	6005	396	3114	33740
29	7714	2961	5315	3080	445	2031	21546
30	4156	4432	7263	2884	193	1422	20350
31	3563	3108	3095	3376	157	474	13773
32	5504	2253	3860	2011	127	493	14248
33	1831	2519	4781	2882	202	858	13073
34	1002	1177	3242	1775	104	832	8132
35	1871	550	2260	1407	26	832	6946
36	1567	1265	1725	1892	52	640	7141
37	521	605	1489	813	39	320	3787
38	2603	572	463	947	26	256	4867
39	582	777	1928	492	0	192	3971
40	824	276	105	417	26	128	1776
41	137	347	439	344	13	64	1344
42	377	261	451	453	39	138	1719
43	321	138	1081	287	0	37	1864
44	184	215	859	362	26	74	1720
45	227	46	754	305	13	185	1530
46	92	46	0	785	0	111	1034
47	182	0	105	287	0	0	574
48	137	0	105	421	0	37	700
49	135	0	0	116	0	74	325
50	137	92	327	469	0	111	1136
51	0	0	105	114	0	148	367
52	0	0	210	232	0	0	442
53	45	0	0	0	0	0	45
54	0	0	0	116	0	37	153
55	0	46	105	0	0	37	188
56	0	0	0	116	26	0	142
57	0	0	0	0	0	37	37
58	0	0	0	0	0	0	0
59	0	0	0	0	0	0	0
60	45	46	0	348	0	0	439
61	0	0	0	116	0	0	116
62	45	0	0	0	0	0	45
63	0	46	0	116	0	0	162
64	0	0	0	0	0	0	0
Nº indiv	66709	50038	88130	56600	5474	27312	294263

1991

Lc	MACHOS											TOTAL
	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
14	0	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94
15	1275	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1275
16	2550	470	149	0	232	0	0	0	0	0	0	3401
17	2295	1222	596	258	580	118	1247	1184	516	0	0	8016
18	2944	658	1341	258	1297	354	912	296	1044	488	0	9592
19	2550	1604	1639	796	1223	236	1642	592	1386	1126	467	13261
20	1553	1792	2804	1667	1244	780	1429	569	1896	2008	2335	18077
21	1715	2240	1612	2335	1244	390	1034	592	1038	732	1868	14800
22	2364	1842	744	1356	643	272	1764	1411	2058	1876	2802	17132
23	1344	2528	615	1528	717	816	1095	1707	2886	2786	2335	18357
24	1182	1134	278	893	232	0	730	865	1710	1482	1401	9907
25	1321	968	1081	366	527	390	365	1115	1866	2542	1868	12409
26	1205	1936	1676	355	390	0	0	2776	1710	2044	3736	15828
27	811	542	0	904	485	0	730	1115	1854	1876	467	8784
28	417	0	744	807	253	0	1460	1638	1368	2232	1401	10320
29	347	188	0	269	116	0	365	1365	2040	1444	1401	7535
30	0	614	149	183	116	0	365	546	0	1444	467	3884
31	0	0	466	0	116	118	0	546	336	1088	1017	3687
32	255	0	0	0	274	0	133	273	336	122	467	1860
33	139	670	0	0	0	0	0	546	336	450	0	2141
34	0	0	83	0	0	0	0	95	168	150	0	496
35	0	0	0	0	0	0	0	0	168	0	0	168
Nº indiv	24267	18502	13977	11975	9689	3474	13271	17231	22716	23890	22032	181024

HEMBRAS

Lc	HEMBRAS											TOTAL
	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
13	255	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	255
14	255	94	0	0	116	0	0	0	348	0	0	813
15	510	94	0	0	0	118	152	296	348	0	0	1518
16	1785	564	0	86	116	0	304	1184	522	244	0	4805
17	2040	846	149	0	116	236	304	1776	1044	122	0	6633
18	2550	1012	894	355	116	118	304	2072	870	366	0	8657
19	3060	1692	1788	430	411	390	973	1161	696	854	467	11922
20	2874	2168	2804	990	1286	1406	1399	2049	1896	910	1401	19183
21	2225	5620	3186	2033	1655	1488	4163	3618	3432	1764	2802	31986
22	3059	3114	4034	2884	2941	2386	6235	6440	2562	1736	4670	40061
23	2642	4016	3671	2679	3384	3130	5200	5690	5112	2270	5137	42931
24	4171	2622	2991	4146	2382	2976	7390	7032	2046	1210	3269	40235
25	2804	2146	3625	5704	4174	4798	6691	4382	3222	1764	3736	43046
26	4171	2954	4836	2529	3157	5306	8333	4733	3732	1576	1868	43195
27	1877	2528	2246	3153	2087	3310	8729	7032	1548	2085	1868	36463
28	2595	2102	2972	1991	1149	2884	6405	2253	2718	2120	3269	30458
29	3052	1284	1630	1617	1771	2376	3990	1161	2174	910	467	20432
30	1701	2528	2926	1773	1108	2981	1762	1684	1148	1210	166	18987
31	2595	1822	2094	1327	666	2949	1532	2517	486	600	633	17221
32	1570	1188	1098	1106	1119	2228	1025	983	575	725	83	11700
33	1564	2080	1215	566	405	2483	1060	2055	856	418	249	12951
34	767	1472	1510	1091	740	2188	1912	1379	942	0	716	12717
35	528	2084	663	49	543	1618	877	2407	355	584	249	9957
36	657	3248	791	918	289	1456	1301	1930	502	316	415	11823
37	473	640	456	303	451	1362	1326	1835	679	230	332	8087
38	626	1428	746	205	254	1245	981	1440	300	244	581	8050
39	448	1405	622	303	278	1539	478	1350	208	237	166	7034
40	86	533	341	530	201	1013	902	480	372	275	274	5007
41	123	194	754	120	81	1240	532	875	432	358	274	4983
42	154	624	518	471	240	1058	399	965	279	220	465	5393
43	277	365	298	289	127	61	212	1160	175	134	191	3289
44	185	1176	277	217	35	926	79	390	115	79	233	3712
45	370	114	164	217	300	516	158	123	290	127	50	2429
46	31	373	124	182	113	344	229	123	170	134	100	1923
47	93	57	215	224	78	1270	379	246	240	48	50	2900
48	93	57	153	133	74	0	450	513	285	24	75	1857
49	0	57	102	42	265	521	600	123	120	189	100	2119
50	31	430	51	84	39	172	450	492	240	55	125	2169
51	62	0	102	42	113	0	150	615	175	48	25	1332
52	154	0	51	98	0	0	300	246	175	48	0	1072
53	31	430	0	42	0	344	900	369	60	24	50	2250
54	0	0	51	42	113	172	300	123	60	72	75	1008
55	154	0	0	42	0	0	150	0	60	0	0	406
56	0	0	0	42	0	0	150	123	0	24	0	339
57	0	0	0	49	0	0	0	0	0	0	0	49
58	0	114	0	0	39	0	0	0	0	24	50	227
59	31	0	0	49	39	0	0	0	0	31	0	150
60	0	0	0	0	39	172	300	0	0	0	0	511
61	0	0	51	0	39	0	0	195	0	0	0	285
62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63	0	0	0	0	39	0	0	0	0	0	0	39
64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65	0	316	0	0	0	344	0	0	0	0	0	660
Nº indiv	52729	55591	50199	39153	32688	59124	79466	75620	41569	24409	34681	545229

1992

MACHOS									
Lc	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	TOTAL
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	786	0	80	0	0	169	0	60	1095
17	0	90	240	0	216	169	0	120	835
18	1310	850	602	196	0	507	163	330	3958
19	917	695	1406	1296	216	507	0	1468	6505
20	4585	2215	1006	806	648	1194	815	1865	13134
21	4061	1405	1044	708	648	1205	489	1745	11305
22	4585	1970	884	926	623	2083	652	577	12300
23	5109	955	724	512	216	1227	489	1348	10580
24	4323	725	1067	1144	814	1925	489	794	11281
25	3668	645	141	414	1030	1407	815	367	8487
26	2751	740	945	730	1030	1396	815	734	9141
27	5109	415	282	294	407	1587	1793	150	10037
28	3799	635	945	632	1055	1396	1141	704	10307
29	2751	350	141	414	1221	349	489	8	5723
30	3144	325	423	0	1221	720	815	0	6648
31	524	195	141	0	623	180	163	100	1926
32	0	130	0	0	216	0	0	0	346
33	216	0	141	0	0	0	0	70	427
34	0	65	141	0	0	0	0	0	206
35	0	0	0	0	0	180	0	0	180
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	407	0	0	0	407
Nº indiv	47638	12405	10353	8072	10591	16201	9128	10440	124828
HEMBRAS									
Lc	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	TOTAL
13	0	0	0	0	0	0	0	120	120
14	0	0	160	0	0	0	0	30	190
15	0	0	80	0	0	0	0	30	110
16	0	0	400	0	0	169	0	487	1056
17	0	90	221	0	0	338	0	180	829
18	0	155	80	610	0	349	0	240	1434
19	917	335	80	0	432	1532	163	1371	4830
20	786	425	743	1416	216	1047	326	3213	8172
21	2620	735	564	882	432	1396	978	6029	13636
22	655	1210	1951	1122	864	1396	652	2382	10232
23	3144	890	1288	1242	864	1598	978	6226	16230
24	655	1275	1509	2462	1919	1936	652	2876	13284
25	3012	1495	1749	3192	3165	2285	489	3490	18877
26	2096	1110	2290	3334	4602	1778	1467	1805	18482
27	3668	815	541	392	1919	1205	326	894	9760
28	1834	1910	415	2386	1487	2476	326	3006	13840
29	2574	1435	1124	1351	2567	1194	163	1004	11412
30	2266	930	998	2244	1685	1554	326	1231	11234
31	375	906	1549	1579	2049	627	0	688	7773
32	1802	714	1773	1492	1610	1018	163	730	9302
33	1234	482	1182	1513	635	267	228	318	5859
34	1395	226	711	1467	981	1165	304	374	6623
35	1789	322	311	1010	1748	1067	380	226	6853
36	499	252	423	1238	1430	1213	342	684	6081
37	1131	375	242	837	738	195	114	94	3726
38	547	300	328	1218	1977	644	266	134	5414
39	780	481	276	687	1145	684	0	78	4131
40	621	376	380	1065	738	326	38	16	3560
41	477	625	130	1077	319	293	140	232	3293
42	503	372	95	879	784	65	108	108	2914
43	359	363	216	516	219	286	178	24	2161
44	337	419	198	444	240	343	70	124	2175
45	200	246	146	660	67	392	210	108	2029
46	289	215	189	237	307	196	280	0	1713
47	211	267	188	108	207	246	280	208	1715
48	189	369	188	291	207	50	140	116	1550
49	352	245	146	162	201	98	210	416	1830
50	126	115	180	258	67	25	140	200	1111
51	274	215	103	258	480	0	70	308	1708
52	500	205	154	153	374	150	70	100	1706
53	137	180	17	54	201	50	140	0	779
54	452	205	77	324	441	0	0	116	1615
55	63	125	51	0	134	25	0	100	498
56	363	75	0	150	268	25	0	0	881
57	0	25	34	0	201	25	0	0	285
58	126	25	51	54	0	0	0	0	256
59	0	0	0	0	67	0	0	100	167
60	126	0	0	108	67	0	0	0	301
61	0	0	17	0	0	0	0	0	17
62	37	0	0	0	0	0	0	0	37
63	0	0	0	0	0	0	0	0	0
64	0	0	17	0	0	0	0	0	17
Nº indiv	39521	21535	23565	38472	38054	29728	10717	40216	241808

ZONA DE ALMERIA

1992

MACHOS

Lc	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	TOTAL
17	0	0	0	341	0	0	286	0	0	0	627
18	756	0	0	682	214	536	0	0	0	487	1919
19	1512	0	0	0	856	1876	572	582	466	0	4352
20	2268	365	424	0	1284	1072	1144	970	466	3409	8769
21	2268	0	848	1364	1070	268	572	1164	3262	2922	11470
22	2268	1460	1696	341	856	536	1144	1164	1864	3896	11497
23	3024	2190	2544	1705	642	1072	858	388	466	4383	12058
24	5292	1460	2544	1364	642	804	286	776	1864	2139	10419
25	4536	5110	2968	1705	1284	804	286	776	0	1948	9771
26	5292	5840	4240	2046	642	804	286	582	2330	1948	12878
27	2268	4144	5512	2610	1070	536	572	970	2557	487	14314
28	3024	5025	3392	3692	428	268	1144	1458	4648	3409	18439
29	1752	4402	2120	2328	642	1608	1430	776	3023	1547	13474
30	1761	6938	2561	3338	214	1554	1430	1752	6261	2817	19927
31	241	3395	2171	2656	642	1018	1144	776	2067	1929	12403
32	0	903	1306	2374	641	777	572	588	2987	573	9818
33	0	881	882	1128	0	536	485	194	466	0	3691
34	0	129	1747	282	0	750	0	488	0	0	3267
35	0	129	882	623	0	268	0	882	0	0	2655
36	0	0	0	0	213	0	0	0	0	191	404
37	0	0	0	0	0	241	0	0	0	0	241
38	0	0	0	0	0	0	0	194	0	0	194
Nº indiv	36262	42371	35837	28579	11340	15328	12211	14480	32727	32085	182587

HEMBRAS

Lc	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	TOTAL
16	0	0	424	0	214	0	0	0	0	0	638
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	424	341	428	0	0	0	0	0	1193
19	0	365	0	341	0	268	0	194	466	487	1756
20	0	365	424	341	214	0	572	388	1864	0	3803
21	756	0	0	341	856	1876	2288	582	466	1461	7870
22	1512	365	424	1023	1284	804	2860	1164	1864	3896	13319
23	2268	0	0	341	1284	2412	2002	970	466	3896	11371
24	4536	365	1696	1364	2567	1608	3146	1358	4421	2922	19082
25	6297	730	1696	1364	1284	2680	1430	1552	2796	3896	16698
26	3780	1825	2544	1705	4280	1072	2002	1552	5114	3896	22165
27	4278	0	848	1364	3638	3189	2002	3010	2557	4087	20695
28	1512	129	848	682	1926	2894	858	970	2557	2712	13447
29	4260	129	1713	1305	1284	1527	2574	970	4170	1824	15367
30	5772	129	3036	682	641	750	858	2346	2987	1528	12828
31	3006	494	1323	2938	1066	1205	858	2252	454	955	11051
32	1494	365	1323	1182	1492	723	1853	588	1159	1060	9380
33	996	774	5716	623	1278	509	1082	1764	1386	1337	13695
34	249	387	1764	846	1074	964	2077	1470	2043	573	10811
35	1992	387	1323	1974	639	1687	597	1664	1601	573	10058
36	1737	129	1323	1128	2343	1928	796	1176	1589	573	10856
37	2736	258	1764	282	1065	964	1990	1764	454	573	7911
38	492	258	882	1935	639	1454	1194	882	500	425	7911
39	1482	129	1871	739	1065	723	995	1260	454	191	7298
40	1482	132	1871	1653	857	1221	398	294	1362	191	7847
41	1743	390	1536	457	647	1213	199	672	681	468	5873
42	984	0	274	457	864	731	199	294	227	234	3280
43	492	0	822	914	651	1221	0	0	681	0	4289
44	246	0	822	1371	217	0	494	378	1816	0	5098
45	0	264	274	914	217	1470	0	378	908	468	4629
46	246	396	274	0	0	1960	494	1134	1362	234	5458
47	246	132	0	914	434	490	988	756	908	702	5192
48	246	396	548	914	217	1960	494	0	454	0	4587
49	0	129	274	457	868	0	247	1512	908	702	4968
50	0	264	548	457	217	980	247	378	0	468	3295
51	246	0	548	0	217	980	247	756	1362	0	4110
52	246	264	0	0	0	490	247	0	908	234	1879
53	0	0	274	457	434	490	741	378	0	0	2774
54	0	132	0	914	217	490	741	756	908	234	4260
55	0	132	274	457	434	0	0	0	454	0	1619
56	0	264	548	0	217	0	494	756	0	468	2483
57	0	264	274	0	0	0	0	0	454	234	962
58	0	0	0	0	217	490	247	756	0	0	1710
59	0	0	0	0	0	0	0	378	0	0	378
60	0	0	0	457	0	0	0	0	0	0	457
61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
62	0	132	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nº indiv	55332	10874	40527	33634	37486	43423	38511	37452	52761	41502	325296

ZONA DE IBIZA

1991
MACHOS

Lc	Feb	May	Jul	Sep	Oct	TOTAL
14	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0
16	0	0	243	0	0	243
17	0	0	121	0	0	121
18	172	0	728	0	0	900
19	1032	38	121	0	0	1191
20	1204	114	1456	13	39	2826
21	1376	452	607	27	13	2475
22	2408	267	364	13	65	3117
23	688	109	364	13	78	1252
24	0	267	121	0	130	518
25	516	224	0	13	65	818
26	172	153	121	13	52	511
27	344	114	0	13	26	497
28	172	38	0	0	13	223
29	172	0	0	0	13	185
30	0	0	121	0	13	134
31	0	38	0	0	39	77
32	0	0	0	0	13	13
Nºindiv	8256	1814	4367	105	559	15101

HEMBRAS

Lc	Feb	May	Jul	Sep	Oct	TOTAL
18	0	0	243	0	0	243
19	172	0	243	0	0	415
20	344	0	243	0	13	600
21	516	66	1456	13	26	2077
22	860	114	1335	40	52	2401
23	1720	300	1456	67	78	3621
24	1376	343	1092	27	26	2864
25	172	404	1139	93	39	1847
26	172	186	1526	53	78	2015
27	2580	267	822	120	52	3841
28	1032	191	629	146	65	2063
29	2064	71	509	160	39	2843
30	688	38	1140	158	39	2063
31	1032	38	1140	132	52	2394
32	648	0	605	198	91	1542
33	792	33	970	66	65	1926
34	720	66	169	26	65	1046
35	360	202	363	13	130	1068
36	504	99	48	39	195	885
37	72	164	72	91	195	594
38	504	197	168	65	65	999
39	72	71	48	39	195	425
40	72	66	96	13	130	377
41	72	99	48	26	195	440
42	144	99	24	0	0	267
43	144	33	48	13	195	433
44	0	66	72	13	65	216
45	0	0	24	13	65	102
46	0	33	24	13	65	135
47	0	0	0	0	130	130
48	0	66	0	0	0	66
49	72	0	0	0	0	72
50	0	0	0	13	0	13
51	0	0	0	0	0	0
52	0	33	0	0	65	98
53	0	0	0	0	0	0
54	0	0	0	0	0	0
55	0	0	0	0	0	0
56	0	33	0	0	0	33
Nºindiv	16904	3378	15752	1650	2470	40154

1992

MACHOS

Lc	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
17	0	0	0	126	0	0	0	107	0	0	0	233
18	0	0	0	693	0	0	0	642	0	0	0	1335
19	0	309	0	1197	0	62	0	1284	12	74	0	2938
20	325	309	201	1134	57	14	72	1606	72	0	18	3808
21	650	927	268	1420	13	14	144	1177	108	222	36	4979
22	1950	721	603	1236	57	28	144	1714	228	407	36	7124
23	2925	751	1273	572	93	7	144	1178	156	444	34	7577
24	1950	427	1139	732	62	48	315	857	144	444	86	6204
25	1976	178	402	272	31	0	72	858	72	444	25	4330
26	403	30	224	34	0	0	0	752	36	246	96	1821
27	26	15	67	97	0	41	72	430	65	246	68	1127
28	364	0	0	97	0	0	0	321	36	148	16	982
29	13	0	0	0	0	0	27	108	0	0	0	148
30	0	0	0	0	0	0	0	108	0	0	9	117
31	13	0	0	34	0	0	0	0	29	0	9	85
Nºindiv	10595	3667	4177	7644	313	214	990	11142	958	2675	433	42808

HEMBRAS

Lc	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9
17	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	12
18	0	0	0	63	0	0	360	535	24	0	27	1009
19	0	103	0	189	0	14	720	321	24	0	27	1398
20	0	206	268	378	13	28	864	321	36	37	36	2187
21	0	515	201	378	91	28	864	642	48	148	45	2960
22	13	515	603	756	182	90	792	1177	168	222	54	4572
23	325	530	268	1144	182	207	1179	214	144	407	90	4690
24	975	103	469	795	350	412	1107	428	240	407	88	5374
25	0	103	402	815	223	213	387	215	320	629	59	3366
26	351	0	180	330	114	412	297	537	135	444	118	2918
27	364	60	270	306	225	438	126	647	82	333	91	2942
28	78	120	46	437	292	534	522	537	70	220	44	2900
29	26	165	115	340	230	424	414	324	70	220	111	2439
30	169	223	207	306	372	697	81	432	64	120	51	2722
31	130	221	299	204	380	503	225	539	261	24	63	2849
32	183	60	436	114	419	514	135	540	273	96	83	2853
33	171	183	565	126	380	309	180	1094	261	288	21	3578
34	118	146	358	138	365	878	162	1627	319	264	32	4407
35	316	145	390	84	210	279	189	770	157	299	25	2864
36	290	238	330	12	171	651	149	1000	325	358	43	3567
37	224	104	188	24	156	279	243	676	135	249	62	2340
38	528	26	165	48	101	279	68	784	141	107	44	2291
39	66	78	110	60	0	279	124	453	59	92	44	1365
40	264	130	55	48	39	372	84	338	24	77	77	1508
41	198	26	165	36	78	186	28	223	12	11	33	996
42	132	52	110	12	117	279	84	345	24	33	33	1221
43	198	52	0	12	78	372	14	115	18	11	33	903
44	66	52	0	0	156	186	42	345	0	22	33	902
45	264	104	55	24	156	186	42	115	12	0	11	969
46	198	26	0	0	39	0	0	0	6	66	11	346
47	0	0	55	24	39	93	0	0	0	11	0	222
48	0	26	0	12	78	0	14	115	12	11	0	268
49	0	26	0	0	78	93	14	115	0	22	0	348
50	0	0	0	0	39	0	14	0	0	0	0	53
51	0	0	0	0	0	93	0	115	6	11	0	225
52	0	0	0	0	0	0	14	115	0	11	0	140
53	0	0	0	0	0	0	14	0	0	11	0	25
54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
56	0	0	0	0	0	0	0	115	0	0	0	115
Nºindiv	5647	4338	6310	7215	5353	9328	9552	15869	3482	5261	1498	73853