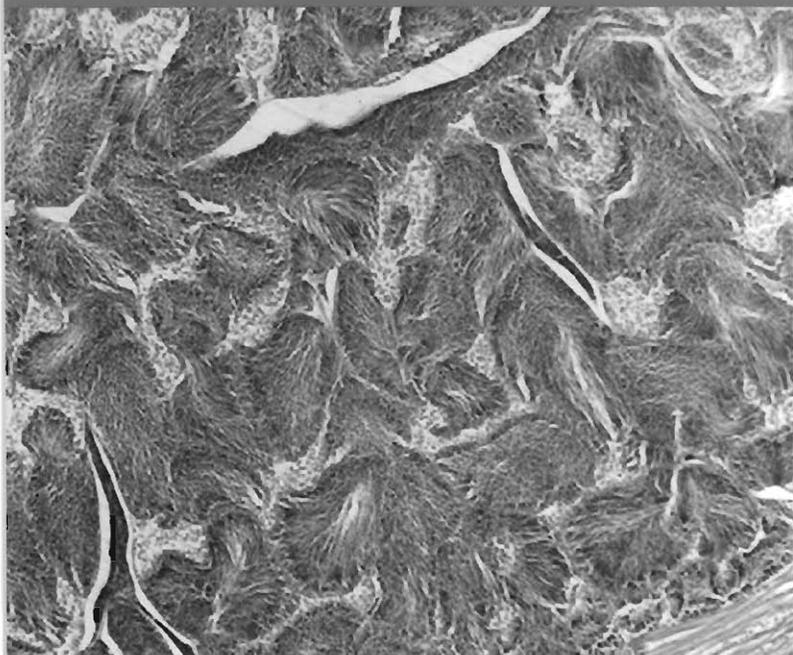


# La Reproducción de Bivalvos y Gasterópodos de interés pesquero en Andalucía



Consejería de Agricultura y Pesca



**LA REPRODUCCIÓN DE BIVALVOS  
Y GASTERÓPODOS  
DE INTERÉS PESQUERO EN ANDALUCÍA**

Cristina Tirado Narváez  
Ana Rodríguez de la Rúa Franch  
María Ángeles Bruzón Gallego  
José Ignacio López Linares  
Carmen Salas Casanova  
Ildefonso Márquez Pascual

## La reproducción de bivalvos y gasterópodos de interés pesquero en Andalucía

© Edita: **JUNTA DE ANDALUCÍA. Consejería de Agricultura y Pesca.**

© Textos: Autor/es.

Publica: Viceconsejería. Servicio de Publicaciones y Divulgación.

Colección: Pesca y Acuicultura.

Serie: Recursos Pesqueros.

Autor/es: Tirado Narváez C.; Rodríguez de la Rúa Franch A.; Bruzón Gallego M.A.; López Linares J.I.; Salas Casanova C.; Márquez Pascual I.

Ilustración: Autores

I.S.B.N. : 84-8474-040-4.

Depósito Legal: H - 05 - 2002

Maquetación: Emblema Publicidad s.l. • C/ Berdigón, 29. 1º B. 21003 Huelva.

Fotocomposición e Impresión: Imprenta Beltrán s.l. • C/ San José, 2. San Juan del Puerto, Huelva.

## ÍNDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>11</b>
1.1 ANTECEDENTES .....	11
1.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA REPRODUCCIÓN DE BIVALVOS .....	13
1.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA REPRODUCCIÓN DE GASTERÓPODOS .....	14
1.4 MÉTODOS DE ESTUDIO DE LA REPRODUCCIÓN EN BIVALVOS .....	17
1.5 ÁREA DE ESTUDIO .....	18
<b>2. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	<b>21</b>
2.1 MATERIAL BIOLÓGICO .....	21
2.2 MÉTODOS DE MUESTREO .....	22
2.3 MÉTODOS DE LABORATORIO .....	22
2.3.1 Análisis biométricos .....	22
2.3.2 Procesamiento histológico de las muestras .....	24
2.3.3 Categorías de desarrollo gonadal de bivalvos .....	25
2.3.4 Categorías de desarrollo gonadal de gasterópodos .....	28
2.3.5 Determinación del contenido de clorofila a del agua .....	31
2.4 TRATAMIENTO DE DATOS .....	31
<b>3. BIVALVOS</b> .....	<b>33</b>
3.1 CORRUCO ( <i>Acanthocardia tuberculata</i> (Linnaeus, 1758)) .....	33
3.1.1 Descripción de la especie .....	33
3.1.2 Resultados .....	34
3.1.2.1 Determinación de la proporción de sexos .....	34
3.1.2.2 Índices de condición .....	34
3.1.2.3 Ciclo gametogénico .....	35
3.1.2.4 Influencia de los factores ambientales .....	35
3.1.3 Conclusión .....	37
3.2 BERBERECHO ( <i>Cerastoderma edule</i> (L., 1758)) .....	39
3.2.1 Descripción de la especie .....	39
3.2.2 Resultados .....	39
3.2.1 Determinación de la proporción de sexos .....	39
3.2.2 Índices de condición .....	40
3.2.3 Ciclo gametogénico .....	41
3.2.4 Influencia de los factores ambientales .....	41
3.2.3 Conclusión .....	42

3.3 LONGUEIRÓN ( <i>Solen marginatus</i> (L., 1758))	43
3.3.1 Descripción de la especie	43
3.3.2 Resultados	44
3.3.2.1 Determinación de la proporción de sexos	44
3.3.2.2 Índices de condición	44
3.3.2.3 Ciclo gametogénico	45
3.3.2.4 Influencia de los factores ambientales	46
3.3.3 Conclusión	47
3.4 COQUINA ( <i>Donax trunculus</i> (L., 1758))	49
3.4.1 Descripción de la especie	49
3.4.2 Resultados	49
3.4.2.1 Determinación de la proporción de sexos	49
3.4.2.2 Índices de condición	50
3.4.2.3 Ciclo gametogénico	51
3.4.2.4 Influencia de los factores ambientales	53
3.4.3 Conclusión	54
3.5 COQUINA DE FANGO ( <i>Scrobicularia plana</i> (da Costa, 1778))	55
3.5.1 Descripción de la especie	55
3.5.2 Resultados	56
3.5.2.1 Determinación de la proporción de sexos	56
3.5.2.2 Índices de condición	56
3.5.2.3 Ciclo gametogénico	57
3.5.2.4 Influencia de los factores ambientales	58
3.5.3 Conclusión	59
3.6 CONCHA FINA ( <i>Callista chione</i> (L., 1758))	61
3.6.1 Descripción de la especie	61
3.6.2 Resultados	62
3.6.2.1 Determinación de la proporción de sexos	62
3.6.2.2 Índices de condición	62
3.6.2.3 Ciclo gametogénico	64
3.6.2.4 Influencia de los factores ambientales	64
3.6.3 Conclusión	65
3.7 CHIRLA ( <i>Chamelea gallina</i> (L., 1758))	67
3.7.1 Descripción de la especie	67
3.7.2.1 Resultados <i>Chamelea gallina</i> de la región suratlántica I: Punta Umbria	68
3.7.2.1.1 Determinación de la proporción de sexos	68
3.7.2.1.2 Índices de condición	68
3.7.2.1.3 Ciclo gametogénico	69
3.7.2.1.4 Influencia de los factores ambientales	70

3.7.2.2 Resultados <i>Chamelea gallina</i> de la región suratlántica II: Doñana .....	71
3.7.2.2.1 Determinación de la proporción de sexos .....	71
3.7.2.2.2 Índices de condición .....	71
3.7.2.2.3 Ciclo gametogénico .....	72
3.7.2.2.4 Influencia de los factores ambientales .....	73
3.7.2.3 Resultados <i>Chamelea gallina</i> de la región surmediterránea .....	74
3.7.2.3.1 Determinación de la proporción de sexos .....	74
3.7.2.3.2 Índices de condición .....	74
3.7.2.3.3 Ciclo gametogénico .....	75
3.7.2.3.4 Influencia de los factores ambientales .....	76
3.7.3 Conclusión .....	77
3.8 ALMEJA CHOCHA ( <i>Venerupis rhomboides</i> (Pennant, 1777)) .....	79
3.8.1 Descripción de la especie .....	79
3.8.2 Resultados .....	80
3.8.2.1 Determinación de la proporción de sexos .....	80
3.8.2.2 Índices de condición .....	80
3.8.2.3 Ciclo gametogénico .....	81
3.8.2.4 Influencia de los factores ambientales .....	82
3.8.3 Conclusión .....	83
3.9 ALMEJA FINA ( <i>Ruditapes decussatus</i> (L., 1758)) .....	85
3.9.1 Descripción de la especie .....	85
3.9.2 Resultados .....	86
3.9.2.1 Determinación de la proporción de sexos .....	86
3.9.2.2 Índices de condición .....	86
3.9.2.3 Ciclo gametogénico .....	87
3.9.2.4 Influencia de los factores ambientales .....	88
3.9.3 Conclusión .....	89
3.10 ALMEJA BLANCA ( <i>Venus nux</i> (Gmelin, 1790)) .....	91
3.10.1 Descripción de la especie .....	91
3.10.2 Resultados <i>Venus nux</i> de la región suratlántica .....	92
3.10.2.1 Determinación de la proporción de sexos .....	92
3.10.2.1.2 Índices de condición .....	93
3.10.2.1.3 Ciclo gametogénico .....	93
3.10.2.1.4 Influencia de los factores ambientales .....	95
3.10.3.1 Conclusión .....	95
3.10.2.2 Resultados <i>Venus nux</i> de la región surmediterránea .....	96
3.10.2.2.1 Determinación de la proporción de sexos .....	96
3.10.2.2.2 Índices de condición .....	96
3.10.2.2.3 Ciclo gametogénico .....	98
3.10.2.2.4 Influencia de los factores ambientales .....	99
3.10.3.2 Conclusión .....	100

3.11 Bolo ( <i>Venus verrucosa</i> (L., 1758)) .....	103
3.11.1 Descripción de la especie .....	103
3.11.2 Resultados .....	104
3.11.2.1 Determinación de la proporción de sexos .....	104
3.11.2.2 Índices de condición .....	104
3.11.2.3 Ciclo gametogénico .....	105
3.11.2.4 Influencia de los factores ambientales .....	106
3.11.3 Conclusión .....	107
<b>4. GASTERÓPODOS .....</b>	<b>109</b>
4.1 CAÑAILLA ( <i>Bolinus brandaris</i> (L., 1758)) .....	109
4.1.1 Descripción de la especie .....	109
4.1.2. Resultados .....	110
4.1.2.1 Determinación de la proporción de sexos .....	110
4.1.2.2 Índice de condición .....	111
4.1.2.3 Ciclo gametogénico .....	112
4.1.2.4 Influencia de los factores ambientales .....	114
4.1.3 Conclusión .....	115
4.2 BÚSANO ( <i>Hexaplex trunculus</i> (L., 1758)) .....	117
4.2.1 Descripción de la especie .....	117
4.2.2 Resultados .....	118
4.2.2.1 Determinación de la proporción de sexos .....	118
4.2.2.2 Índice de condición .....	119
4.2.2.3 Ciclo gametogénico .....	120
4.2.2.4 Influencia de los factores ambientales .....	121
4.2.3 Conclusión .....	122
<b>5. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>123</b>
<b>6. ANEXO: Cartografía de las áreas de estudio .....</b>	<b>127</b>

## PRESENTACIÓN

La actividad marisquera dirigida a la captura de moluscos bivalvos y gasterópodos constituye en algunas localidades costeras uno de los principales recursos de la flota artesanal, tanto por volumen de capturas desembarcadas como por la importancia económica de las mismas. No obstante, los bancos naturales de moluscos bivalvos en el litoral andaluz se encuentran sometidos a una fuerte presión extractiva por parte de esta flota, lo que puede provocar la sobreexplotación de algunas especies y el consiguiente descenso en la capturas. La conservación de estos bancos depende fundamentalmente del estricto cumplimiento de las tallas mínimas y las épocas de veda.

Tal y como se señala en el "Plan de Modernización del Sector Pesquero Andaluz" la ordenación y planificación de cualquier proceso económico debe basarse necesariamente en el conocimiento detallado de los recursos objeto de explotación. En el caso de la pesca, actividad que se sustenta sobre la explotación de recursos renovables, esta información es indispensable para diseñar y poner en marcha políticas capaces de garantizar su desarrollo sostenible. Asimismo, recoge en su Programa 1 "Investigación sobre recursos, estructuras, industrias y mercados pesqueros" como una de las principales actuaciones a llevar a cabo la "Realización de estudios sobre biología básica y determinación del régimen óptimo de explotación de los caladeros de moluscos bivalvos del litoral andaluz".

En este sentido, se ha realizado un estudio sobre el ciclo reproductor de los moluscos de interés comercial del litoral andaluz utilizando técnicas histológicas, que ha permitido adquirir un conocimiento exhaustivo de los ciclos de reproducción de estas especies en las zonas de producción de nuestro litoral y la influencia que factores ambientales, tales como temperatura y disponibilidad de alimento, tienen sobre los mismos. Los resultados obtenidos permiten promulgar un nuevo Cuadro General de Vedas y Tallas Mínimas basado en criterios científicos, con periodos de captura viables tanto desde el punto de vista biológico como socioeconómico.

Por ello, con el objeto de posibilitar la difusión y divulgación de este trabajo entre organismos, instituciones, centros de investigación y el propio sector pesquero, me complace presentar esta publicación en la que se recogen los aspectos fundamentales del estudio realizado.

Paulino Plata Cánovas  
Consejero de Agricultura y Pesca



## PREFACIO

El ciclo reproductor de numerosas especies de bivalvos y gasterópodos de interés pesquero en el litoral andaluz, era totalmente desconocido, o se había realizado una aproximación al mismo, basándose en datos obtenidos en otras zonas empleando técnicas que por si solas no permiten el establecimiento de épocas de prohibición de capturas acordes con las características biológicas de la especie y con las necesidades económicas del sector marisquero.

En la presente obra se tratan de forma divulgativa, sin dejar de lado el rigor científico, diversos aspectos del ciclo reproductor, abordados en cinco grandes capítulos. En el primero de ellos, la introducción, tras una breve reseña sobre las capturas de estas especies y las distintas normativas que rigen las mismas, se ofrecen al lector consideraciones generales sobre la reproducción de los bivalvos y gasterópodos, así como sobre los métodos más habituales y recientes para su estudio.

El capítulo de Material y Métodos, hace referencia a los métodos de muestreo, tanto de los ejemplares como de las variables medioambientales, así como a las distintas técnicas de laboratorio empleadas para el conocimiento exhaustivo de la reproducción y de la incidencia de las características del medio en la misma. Dentro de este apartado, cabe destacar el elevado número de ejemplares analizados, tanto por técnicas tradicionales de índices de condición como por métodos histológicos, así como la periodicidad de las muestras tomadas, lo que da una idea del volumen de trabajo desarrollado.

El distinto comportamiento reproductor de bivalvos y gasterópodos ha llevado a considerar dos capítulos por separado, uno para cada clase de molusco. En ambos capítulos, se ha procedido, especie por especie, a una descripción detallada de cada una de ellas, haciendo referencia a su nombre científico y a los nombres comunes más habituales. Con ello se han querido evitar, en lo posible, errores de identificación, consecuencia de la disparidad de los nombres vulgares empleados y que podrían llevar a confusión en la adjudicación de los resultados. Posteriormente, se han expuesto de manera concisa los datos obtenidos por los distintos métodos de estudio empleados, de cuya conjugación se desprende un periodo clave en la reproducción de estas especies.

En el capítulo de bibliografía, se hace referencia a las publicaciones citadas en la obra y que pueden ser de interés para investigadores afines al tema, o bien para personas relacionadas o no con el sector, pero que sienten curiosidad sobre la reproducción de estos moluscos y los métodos de estudio de la misma.

Por último, se ofrece un anexo con la cartografía de las áreas de estudio que complementa los datos que sobre la localización de cada uno de los puntos de muestreo se indican en el primer capítulo de esta obra.

María Dolores Atienza Mantero  
Directora General de Pesca y Acuicultura





## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 ANTECEDENTES

La pesca en Andalucía es una actividad de gran importancia, no sólo desde un punto de vista económico sino también social. Dentro de las distintas actividades pesqueras, destaca por su carácter tradicional, el marisqueo, a pie o en embarcaciones de reducidas dimensiones, de carácter familiar y con un limitado número de tripulantes.

De acuerdo con el censo oficial de embarcaciones marisqueras de Andalucía, en nuestra Comunidad Autónoma existen más de cuatrocientas embarcaciones dedicadas a la pesca con rastro remolcado, a las que hay que unir los mariscadores a pie, propios del litoral atlántico.

En relación con los volúmenes de captura, entre 1995 y 1999 se desembarcaron en las lonjas de los distintos puertos pesqueros de la provincia de Málaga (Estepona, Marbella, Fuengirola, Málaga y Vélez) un total de 8.090 Tm. de moluscos bivalvos y gasterópodos, registrándose un aumento en los últimos años. En la región suratlántica, entre 1995 y 1999 las capturas de bivalvos y gasterópodos superaron las 19.717 Tm. Estos datos deben ser tomados con mucha cautela por distintos motivos: todo lo que se captura no es comercializado por lonja, las capturas de una zona no siempre se desembarcan en el mismo puerto ni tan siquiera en lonjas de la misma provincia, y a veces coinciden en un mismo año, por diversas causas, campañas de determinadas especies correspondientes a distintos periodos. Este último es el caso del corruco, cuya época de captura puede sufrir modificaciones dependiendo fundamentalmente de la detección de altos niveles de biotoxinas en sus tejidos.

Con objeto de racionalizar las capturas de estos moluscos impidiendo la sobreexplotación de los recursos, y debido a que en la Orden Ministerial en vigor, de 25 de marzo de 1970 (BOE núm. 91) sobre normas para la explotación de moluscos, no se contemplaban algunas especies de evidente interés en Andalucía, la Consejería de Agricultura y Pesca estableció, en función de las competencias exclusivas que posee en marisqueo, el Cuadro General de Vedas y Tallas Mínimas de Captura para las especies de bivalvos y gasterópodos explotadas comercialmente en Andalucía (Orden de 12 de noviembre de 1984, publicada en el BOJA núm. 109).

Asimismo, la Orden de la Consejería de Agricultura y Pesca de 15 de julio de 1993 establece las zonas de producción en la Comunidad Autónoma, fuera de las cuales queda prohibida la recolección de moluscos bivalvos, gasterópodos, tunicados y equinodermos marinos. La primera de estas zonas se localiza en el límite occidental de la costa atlántica andaluza, en el río Guadiana hasta su desembocadura (provincia de Huelva), y la última en el extremo oriental del litoral andaluz, concretamente en Garrucha (Almería). Esta Orden ha sufrido diversas modificaciones desde su promulgación, debido a variaciones en los límites de algunas de las zonas establecidas o a la explotación de nuevos yacimientos y de nuevas especies de moluscos e invertebrados marinos. La última modificación queda



registrada en la Orden de 22 de diciembre de 1998, publicada en el BOJA núm. 6, de 14 de enero de 1999, existiendo actualmente 44 zonas de producción en las que está permitida la captura de 22 especies de bivalvos, 2 de gasterópodos y 3 de equinodermos.

Estos periodos se fijaron siguiendo criterios exclusivamente biológicos, basados en datos sobre la reproducción de estas especies o de especies próximas en otras zonas, lo que tuvo como consecuencia el establecimiento de periodos de veda muy prolongados, en muchas ocasiones coincidentes con épocas de fuerte demanda de estos productos en el mercado, lo que desde un punto de vista socioeconómico hace que su aplicación sea prácticamente inviable. Al mismo tiempo, es posible la adecuación de estos periodos mediante planes locales o provinciales, por parte de los Delegados Provinciales cuando se den circunstancias especiales.

Los datos anteriores muestran, por tanto, la existencia de una flota estable dedicada a la captura de estos moluscos y se colige la necesidad de establecer un cuadro general de vedas más ajustado a las condiciones de las zonas de captura de estas especies, atendiendo no sólo a factores biológicos, sino también a factores socioeconómicos. Para ello, es necesario tener un conocimiento exhaustivo de los ciclos de reproducción de estas especies en las zonas de producción de nuestro litoral y en la medida de lo posible la influencia que factores ambientales, tales como temperatura y disponibilidad de alimento, tienen sobre estos ciclos de reproducción.

Debido a la imposibilidad de abordar el estudio del ciclo reproductor de la totalidad de especies de interés marisquero del litoral andaluz, se optó por realizar un seguimiento de aquellas poblaciones de bivalvos y gasterópodos de mayor importancia comercial. *Pecten maximus* (vieira) y la población de *D. trunculus* (coquina) de Málaga, no fueron tenidas en cuenta a la hora de elegir las poblaciones a analizar, por haber sido objeto de estudio por otros investigadores.

De acuerdo con estos criterios, se consideraron las siguientes especies: *Acanthocardia tuberculata* (corrucu) (Linnaeus, 1758), *Cerastoderma edule* (berberecho) (L., 1758), *Solen marginatus* (longueirón) (L., 1758), *Donax trunculus* (coquina) (L., 1758), *Scrobicularia plana* (coquina de fango) (da Costa, 1778), *Callista chione* (concha fina) (L., 1758), *Chamelea gallina* (chirla) (L., 1758), *Venerupis rhomboides* (chocha) (Pennant, 1777), *Ruditapes decussatus* (almeja fina) (L., 1758), *Venus nux* (almeja blanca) (Gmelin, 1791) *Venus verrucosa* (bolo) (L., 1758), *Bolinus brandaris* (cañaila) (L., 1758) y *Hexaplex trunculus* (búsano) (L., 1758). El estudio del ciclo reproductor de las especies citadas anteriormente, e incluso de distintas poblaciones de la misma especie, se efectuó empleando métodos variados, que permitieron determinar los meses claves en la reproducción de estas especies, información necesaria para el establecimiento de periodos de veda más eficaces. Las investigaciones necesarias para la realización de este estudio fueron desarrolladas en el C.I.C.E.M. «El Toruño» y en el Laboratorio de Pesca de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía en Málaga.

El presente libro es, por tanto, un extracto con carácter divulgativo del informe técnico titulado «Estudio del Ciclo Reproductor de los Moluscos Bivalvos y Gasterópodos del Litoral



Andaluz», (Tirado & Rodríguez de la Rúa, 2000), elaborado por la Empresa Pública para el Desarrollo Agrario y Pesquero, S. A. por encargo de la Dirección General de Pesca y Acuicultura. En el citado informe técnico se pueden encontrar de forma más detallada cada uno de los aspectos que se recogen en la presente obra. Queremos agradecer, en este punto, la inestimable colaboración de Dr. Serge Gofas, Profesor de la Universidad de Málaga, por la realización de los dibujos del aparato reproductor masculino y femenino de *Bolinus brandaris*, el asesoramiento sobre gasterópodos, la ayuda en la captación de imágenes de los ejemplares estudiados, y la búsqueda de bibliografía. Igualmente, agradecer a Guido T. Poppe, nos haya permitido la utilización de la imagen del ejemplar de *B. brandaris*.

## 1.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA REPRODUCCIÓN DE BIVALVOS

Los moluscos bivalvos presentan un notable interés desde el punto de vista de la reproducción. Aunque generalmente son especies gonocóricas o unisexuales, son frecuentes entre ellos los más diversos tipos de hermafroditismo, que van desde el más estricto, permanente y con producción simultánea de gametos de ambos sexos, hasta los cambios múltiples de sexo a lo largo del ciclo vital (Pérez-Camacho & Román, 1987).

En la mayoría de los casos, la gónada es una estructura difusa que en reposo sexual prácticamente no existe, y que en su estado de máximo desarrollo envuelve la glándula digestiva y demás órganos, ocupando toda la masa visceral, extendiéndose entre los músculos y por todo el espacio ocupado por el tejido conjuntivo (Vilela, 1950). Normalmente son estructuras pares, formadas por una serie de folículos que comunican con una tupida red de canales secundarios, que se unen a su vez en una serie de conductos principales o gonoductos. Estos canales están constituidos por un epitelio ciliado monoestratificado y carecen de estructuras musculares, realizándose la expulsión de los gametos mediante el movimiento de los cilios (Iwata, 1952) (Figura 1).

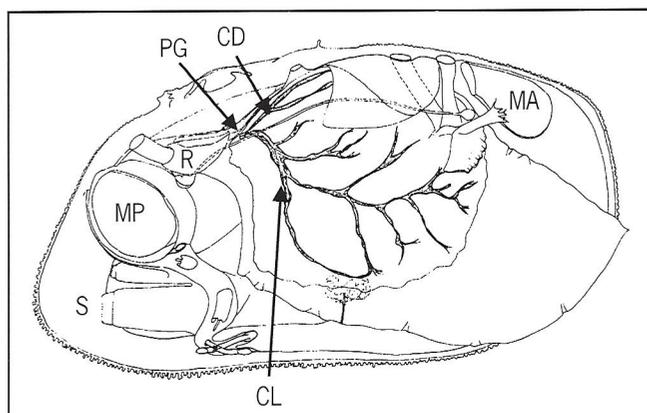


Figura 1. Esquema del aparato reproductor de un bivalvo. CD: canal dorsal; CL: canal lateral; MA: músculo abductor anterior; MP: músculo abductor posterior; PG: poro genital; R: riñón; S: sifones. (Modificado de Mõeza, 1975).



El ciclo reproductor de los bivalvos puede dividirse en dos periodos (Fernández, 1991):

√ *Periodo reproductivo*, que se inicia con la gametogénesis (conjunto de procesos necesarios para la formación de gametos maduros) y finaliza con la emisión de los gametos.

√ *Periodo de reposo o periodo reproductivo inactivo*, durante el cual los gametos residuales son eliminados.

Todo proceso gametogénico es una respuesta a las variaciones del medio ambiente, cuyo control está determinado genéticamente. Las investigaciones realizadas sobre el ciclo reproductor muestran que la actividad reproductora de una especie se produce por la interacción de factores exógenos y endógenos. Entre los primeros, la temperatura juega un papel clave en la puesta, mientras que la alimentación, bien directa o en forma de sustancias de reserva, se relaciona con el crecimiento de la gónada (Bayne, 1976).

Los factores endógenos a tener en cuenta para el desarrollo sexual tienen su origen en los sistemas nervioso y hormonal. Ambos están interrelacionados estructural y funcionalmente, actuando el sistema nervioso sobre la neurotransmisión y sobre la síntesis y descarga de secreciones hormonales (Fernández, 1991).

En la mayoría de los bivalvos la fecundación es externa. Los gametos se expulsan en la cámara suprabranquial, de la que salen por la corriente exhalante. En el desarrollo se forma una larva trocófora nadadora, a la que sigue una larva veliger. Esta última posee simetría bilateral y al final queda cubierta por dos valvas (Barnes, 1990).

A medida que la larva crece, aumenta en tamaño y peso, la natación se va haciendo cada vez más difícil, facilitando que, cuando esté totalmente desarrollada, pueda pasar a formar parte de la fauna bentónica. Una vez que el animal está fijo, comienza el cambio de larva a juvenil. Durante la metamorfosis, algunos órganos larvarios desaparecen y los que permanecen se reorganizan para dar lugar al individuo adulto (Fernández, 1991).

Los bivalvos producen un gran número de larvas para asegurar la continuidad de la especie, ya que muchas mueren durante el desarrollo y en los meses que siguen a la fijación, como consecuencia, principalmente, de la predación y la inanición (Fernández, 1991).

### 1.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA REPRODUCCIÓN DE GASTERÓPODOS

*B. brandaris* y *H. trunculus* son dos especies de gasterópodos pertenecientes a la subclase de los prosobranquios, en la que se incluyen los gasterópodos más primitivos. A diferencia de lo que ocurre con las especies pertenecientes a las otras dos subclases de gasterópodos que actualmente se reconocen (opistobranquios y pulmonados) que son hermafroditas, los prosobranquios son generalmente unisexuados. La fecundación



en los prosobranquios neogasterópodos es interna y la puesta está constituida por una masa gelatinosa que generalmente es fijada a rocas o plantas (Grassé, 1968).

El aparato reproductor masculino está constituido por el testículo, el espermiducto, el vaso deferente propiamente dicho, la próstata y el pene (Figura 2).

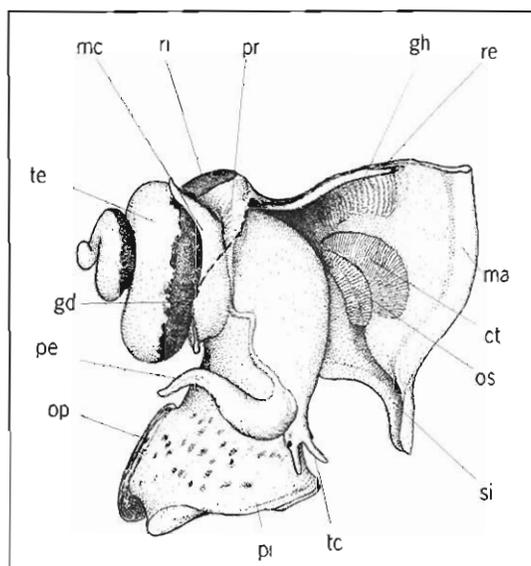


Figura 2. Esquema del aparato reproductor masculino de *Bolinus brandaris*; ct: ctenidio; gd: glándula digestiva; gh: glándula hipobranquial; ma: manto; mc: músculo columelar; os: osfradio; op: opérculo; pe: pene; pi: pie; pr: glándula prostática; re: recto; ri: riñón; si: sifón; tc: tentáculo; te: testículo (Dibujo original de Gofas).

El testículo tiene forma irregular, lobulada. Alcanza grandes dimensiones en la época de actividad sexual y se reduce considerablemente en otras estaciones. En él se originan dos tipos muy distintos de espermatozoides, los espermatozoides típicos, eupirenos o fecundantes y los espermatozoides atípicos u oligopirenos (Grassé, 1968; Fretter & Graham, 1962; Amor, 1988). Los espermatozoides llegan hasta el vaso deferente y a la próstata a través del espermiducto, el cual cumple las funciones de una vesícula seminal. El vaso deferente desemboca en el pene, que se sitúa a la derecha del tentáculo derecho.

El aparato reproductor femenino consta del ovario, el oviducto, con una porción visceral y otra distal, las glándulas de la albúmina y de la cáscara y el gonoporo. La localización del ovario es análoga a la del testículo de los machos, y al igual que éste, varía de volumen en función del estado reproductor del ejemplar (Figura 3).

El oviducto en su parte anterior se diferencia en una bolsa copulatrix o bursa y en el receptáculo seminal. El pene descarga el esperma y el fluido prostático en la bolsa copulatrix, donde son almacenados hasta que tiene lugar la fecundación. El receptáculo



seminal es una zona próxima al área de fertilización, donde el esperma puede permanecer almacenado, orientado y alimentado por la hembra durante un largo periodo. El gonoporo femenino por el que salen los huevos encapsulados se sitúa en el extremo anterior derecho de la cavidad del manto, ventral al ano, rodeado por un esfínter.

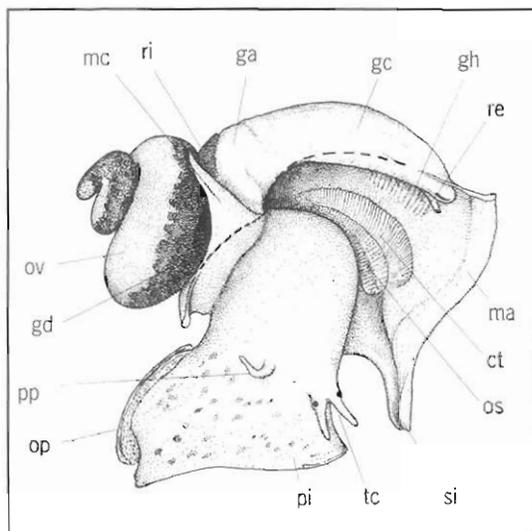


Figura 3. Esquema del aparato reproductor femenino de *Bolinus brandaris*; ct: ctenidio; ga: glándula de la albúmina; gc: glándula de la cápsula; gd: glándula digestiva; gh: glándula hipobranquial; ma: manto; mc: músculo columelar; ov: ovario; os: osfradio; op: opérculo; pi: pie; pp: pseudopene; re: recto; ri: riñón; si: sifón; tc: tentáculo (Dibujo original de Gofas).

Aunque a tenor de la descripción de los aparatos reproductores masculino y femenino, pudiera parecer que la identificación de sexo es clara tras la observación macroscópica, se han descrito fenómenos de desarrollo de caracteres masculinos en hembras, como respuesta a la presencia de TBT en el medio. Entre las estructuras desarrolladas por las hembras cabe citar el pene y en numerosos casos un vaso deferente, que al ocluir el oviducto, conduce a la esterilización efectiva del ejemplar afectado (Blackmore, 2000). De todo esto se desprende que la asignación de sexo atendiendo a la presencia o ausencia de pene no es fiable.

El estado larvario más característico de los gasterópodos marinos es la larva nadadora conocida como veliger, aunque las dos especies de gasterópodos del presente estudio, casi todos los prosobranquios dulceacuícolas y la mayoría de los pulmonados carecen de fase larvaria nadadora libre (Ruppert & Barnes, 1996). En estos casos, en el momento de la eclosión, de la cáscara o de la cápsula, sale un caracol diminuto, ya completo.

## 1.4 MÉTODOS DE ESTUDIO DE LA REPRODUCCIÓN EN BIVALVOS

El término de ciclo reproductor se define como el conjunto de acontecimientos que tienen lugar desde la activación de la gónada, la gametogénesis hasta la emisión de gametos y la subsiguiente regresión de la misma.

Se han empleado distintos métodos para establecer el curso del ciclo reproductor en invertebrados marinos. Dentro de éstos se encuentran todos los relacionados con la observación directa de las poblaciones, bien en el medio natural o en el laboratorio. Entre estos métodos cabe destacar la observación de las emisiones de gametos o del aspecto macroscópico de la gónada (incluyendo turgencia de la gónada y cambios de coloración de la misma). Los seguimientos en el medio natural son difíciles o imposibles de conseguir, mientras que las observaciones realizadas en el laboratorio tienen un valor limitado y pueden conducir a conclusiones dudosas o erróneas, al no incidir sobre estas poblaciones las numerosas variables que se manifiestan en el medio natural.

De forma alternativa, de la presencia de larvas en el plancton o del reclutamiento de juveniles a la población, se puede inferir el periodo de emisión de las poblaciones. La principal objeción a estos métodos indirectos es la imposibilidad de tener la certeza de que esas larvas o juveniles sean el producto de puestas en la misma zona, ya que han podido ser transportadas distancias considerables por corrientes desde localidades que se caracterizan por tener condiciones hidrogeográficas muy diferentes. Los estudios de larvas o de reclutamientos son, sin embargo, de gran interés para comprobar los resultados obtenidos por otros métodos directos.

También se han empleado distintos índices de condición para relacionar las variaciones del peso del animal con su estado fisiológico. De forma general, estos índices interpretan los descensos de los mismos con las emisiones de gametos y los aumentos con la activación de las gónadas.

La información más detallada y fiable en relación con el ciclo reproductor anual es la que se obtiene de preparaciones histológicas de ejemplares que se observan de forma regular a lo largo del año. Existen algunas clasificaciones de los distintos estados de la gónada, de acuerdo con sus características microscópicas. Generalmente se reconocen cuatro estados principales: en desarrollo, maduro, emisión y postemisión. Algunos autores, subdividen estos cuatro estados en subcategorías. Aunque la histología es una herramienta muy útil en el estudio de los ciclos gametogénicos, su aplicación unida a otros métodos como los índices de condición, permite obtener una visión global sobre la reproducción de una especie en particular.

En los últimos años, se ha empleado el método volumétrico de Snyder (1985) para calcular producción, entendiéndose como tal el número de huevos, en *Lithophaga lithophaga* L. (Galinou- Mitsoudi & Sinis, 1994). Otros métodos cuantitativos o semicuantitativos aplican técnicas planimétricas (Morales-Alamos & Mann, 1989), estereológicas (Bayne *et al*, 1978; Lowe *et al*, 1982; Newell *et al*, 1982) o de análisis de imagen (Morvan & Ansell,



1988; Heffernan & Walker, 1989; Tirado & Salas, 1998) que posibilitan cuantificar las variaciones de las fracciones de los distintos componentes a lo largo del curso de la gametogénesis.

## 1.5 ÁREA DE ESTUDIO

Como se ha indicado anteriormente, en Andalucía existen 44 zonas de producción en las que está permitida la captura de moluscos bivalvos y gasterópodos. En la tabla 1 se indican las zonas de producción en las que se recolectaron las especies de este estudio, junto con las coordenadas geográficas y la profundidad. El cartografiado de las mismas se muestra en los mapas 1, 2 y 3 del anexo.

Las muestras proceden de zonas de producción localizadas en tres provincias distintas: marismas del Guadiana- Carreras (AND 1-02), Punta Umbria (AND 1-08) y zona marítima de Doñana (AND 1-11) en Huelva; estuario del Guadalquivir II (AND1-13) y río San Pedro (AND 1-14) en Cádiz; y Marbella I (AND 1-29), Marbella II (AND 1-30) y Fuengirola (AND 1-32) en Málaga.

Tabla 1. Localización de las distintas áreas de muestreo.

Especie	Zona de producción	Coordenadas	Profundidad (max.)
<i>Acanthocardia tuberculata</i> (corrucó)	AND 1-31 (Cala del Moral)	N 36°30' 04°40'	10 m
<i>Cerastoderma edule</i> (berberecho)	AND 1-02 (M. Guadiana-Carreras)	N 37°12' 07°21'	0,4 m
<i>Solen marginatus</i> (longueirón)	AND 1-14 (Río S. Pedro)	N 36° 32' 016°14'	1,80 m
<i>Donax trunculus</i> (coquina)	AND 1-11 (Doñana)	N 36°53' 06°26'	0,4 m
<i>Scrobicularia plana</i> (coquina de fango)	AND 1-13 (E.Guadalquivir II)	N 36°48' 06°20'	0,4 m
<i>Callista chione</i> (concha fina)	AND 1-31 (Cala del Moral)	N 36°28' 04°43'	20 m
<i>Chamelea gallina</i> (chirla)	AND 1-08 (Pta. Umbria)	N 37°09' 06°56'	6 m
<i>Chamelea gallina</i> (chirla)	AND 1-11 (Doñana)	N 36°49' 06°24'	5 m
<i>Chamelea gallina</i> (chirla)	AND 1-32 (Fuengirola)	N 36°33' 04°36'	5 m



<i>Venerupis rhomboides</i> (chocha)	AND 1-3 (Marbella II)	N 36°28' 04°44'	15 m
<i>Ruditapes decussatus</i> (almeja fina)	AND 1-02 (M. Guadiana-Carreras)	N37°12' 07°21'	0,4 m
<i>Venus nux</i> (almeja blanca)	AND 1-08 (Pta. Umbría)	N 36°56' 06°59'	80 m
<i>Venus nux</i> (almeja blanca)	AND 1-32 (Fuengirola)	N 36°34' 04°31'	30 m
<i>Venus verrucosa</i> (bolo)	AND 1-30 (Marbella I)	N 36°29' 04°48'	10 m
<i>Bolinus brandaris</i> (cañailla o búsano)	AND 1-29 (Marbella II)	N 36°34' 04°31'	15 m
<i>Hexaplex trunculus</i> (búsano o cañailla)	AND 1-29 (Marbella II)	N 36°30' 04°52'	15 m





## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2. 1 MATERIAL BIOLÓGICO

Se han analizado un total de 59.820 ejemplares, distribuidos por especies como se indica en la Tabla 2.

Tabla 2. Número de ejemplares analizados.

Especie	Número de ejemplares
<i>A. tuberculata</i> (corruco)	4.075
<i>C. edule</i> (berberecho)	3.888
<i>S. marginatus</i> (longueirón)	3.767
<i>D. trunculus</i> (coquina)	4.329
<i>S. plana</i> (c. de fango)	4.201
<i>C. chione</i> (concha fina)	3.913
<i>C. gallina</i> 1-08 (chirla Pta. Umbria)	3.707
<i>C. gallina</i> 1-11 (chirla Doñana)	3.851
<i>C. gallina</i> 1-32(chirla Fuengirola)	4.065
<i>V. rhomboides</i> (chocha)	4.349
<i>R. decussatus</i> (a. fina)	3.849
<i>V. nux</i> 1-08 (a. blanca Pta. Umbria)	3.629
<i>V. nux</i> 1-32 (a. blanca Fuengirola)	4.202
<i>V. verrucosa</i> (bolo)	3.409
<i>B. brandaris</i> (cañailla)	2.364
<i>H. trunculus</i> (búsano)	2.222
Total	<b>59.820</b>

Del total de los ejemplares de cada muestra, cada mes se destinaron 30 al estudio histológico y el resto (del orden de 200 ejemplares en bivalvos y 100 en gasterópodos), se utilizaron en el estudio índices de condición.



## 2.2 MÉTODOS DE MUESTREO

El estudio del ciclo reproductor de las especies de bivalvos y gasterópodos anteriormente citadas se realizó durante un año, iniciándose en junio de 1999 y finalizando en mayo de 2000, aunque en algunas especies se tomó una muestra adicional en junio de 2000. Atendiendo a los conocimientos previos sobre la reproducción de otros bivalvos en la zona de estudio, las muestras se recolectaron, con carácter general, con una periodicidad quincenal durante seis meses (de junio a septiembre de 1999 y de abril a mayo de 2000) y mensual durante el resto de los meses, intensificando por tanto los muestreos en los periodos que a priori se consideraron de actividad sexual. En aquellas especies en que los resultados apuntaban a un ciclo de actividad gonadal más prolongado, los muestreos intensivos se prolongaron durante más de seis meses. En el caso de los gasterópodos, de los que se carecía de información previa sobre su ciclo reproductor, la periodicidad fue quincenal durante todo el estudio.

Los muestreos se realizaron a bordo de embarcaciones marisqueras o manualmente (caso de berberecho, longueirón, coquina, coquina de fango y almeja fina), empleando los aparejos propios de este tipo de pesca.

De forma paralela a la captura de los ejemplares objeto de estudio, y con el fin de analizar la incidencia de determinados factores ambientales sobre las distintas variables biológicas, se midió la temperatura del agua de mar, tanto en superficie como a la profundidad característica del hábitat de cada especie, y se tomó una muestra de agua para determinar su contenido en clorofila *a*.

## 2.3 MÉTODOS DE LABORATORIO

### 2.3.1 ANÁLISIS BIOMÉTRICOS

En el estudio de todos los bivalvos, se procedió a pesar el animal completo, separar la parte blanda y anotar la coloración de la gónada. Tras mantener la parte blanda del animal en una estufa a 100°C, durante al menos 24 h, se pesó con una precisión de 0,01 g para las especies de bivalvos de gran talla (corruco, concha fina, almeja blanca y bolo) y con un error de 0,001 g en las restantes. Paralelamente se tomaron medidas de la longitud (eje antero-posterior) y altura (eje dorso-ventral) de cada uno de los ejemplares, con un calibre de precisión 0,1 mm y se procedió a pesar las dos valvas de cada ejemplar, utilizando la misma balanza en todos los procesos de pesado para la misma especie (Figura 4).

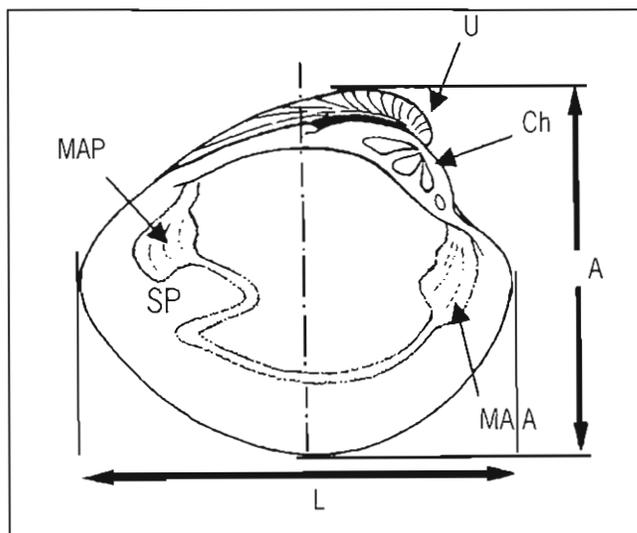


Figura 4. Esquema de las características principales de la concha de un bivalvo. A: altura; Ch: charnela; L: longitud; MAA: músculo abductor anterior; MAP: músculo abductor posterior; SP: seno paleal; U: umbo.

En el caso de los gasterópodos, se procedió a medir la altura y el diámetro de la concha, siendo este último el que se tomó como referencia en todos los casos, debido a que en *B. brandaris* es elevado el número de ejemplares que presenta el sifón roto. Se desestimó la medida del diámetro de la abertura, por el engrosamiento que éste sufre a medida que el animal crece.

A continuación, se procedió a la extracción de la parte blanda del animal anotándose la coloración de la gónada, con el fin de intentar posteriormente, con ayuda de los resultados histológicos, correlacionarlo con el sexo del ejemplar. Se anotó la presencia de pene y se llevaba la masa visceral a la estufa para su desecación a 100°C durante 24 h, tras lo cual se pesaba en una balanza con una aproximación de 0,01 g.

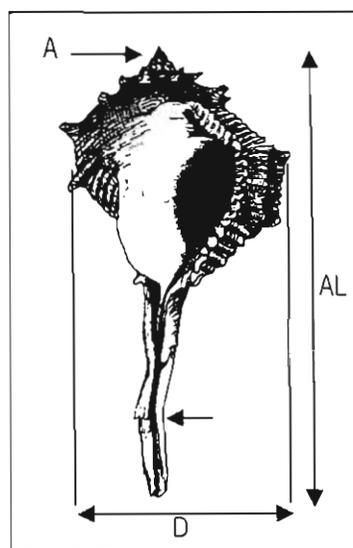


Figura 5. Esquema de las características principales de la concha de un gasterópodo. A: ápice; Ab: abertura; Al: altura; D: diámetro; S: sifón.



### 2.3.2 PROCESAMIENTO HISTOLÓGICO DE LAS MUESTRAS

Las muestras fueron sometidas en el laboratorio a un proceso de fijación e inclusión en parafina, previa deshidratación en alcoholes, de porciones de ejemplares conteniendo gónada, siguiendo los protocolos habituales en histología. Los fijadores utilizados fueron formol al 10% y al 15% (gasterópodos) y Davidson's.

Se realizaron cortes histológicos de 7 y 10  $\mu\text{m}$  de espesor de las piezas incluidas en parafina, que posteriormente fueron teñidos con hematoxilina de Carazzi-eosina (H/E) y hematoxilina-V.O.F. (H/V.O.F.) (Gutiérrez, 1967) en el caso de bivalvos y sólo esta última para gasterópodos. La tinción tricrómica V.O.F. fue modificada ligeramente, empleando hematoxilina de Carazzi en sustitución de hematoxilina tipo Harris y sin la adición de ácido acético previo al inicio de cada proceso de tinción.

En las figuras 6, 7 y 8 se muestran los procesos anteriormente descritos.



Figura 6. Proceso de dispensación de parafina y fabricación de bloque.



Figura 7. Corte con microtomo y recogida de cortes.



Figura 8. Tinción y montaje de las preparaciones histológicas.

### 2.3.3 CATEGORÍAS DE DESARROLLO GONADAL DE BIVALVOS

Siguiendo los procedimientos habituales, se examinaron al microscopio los cortes histológicos de la gónada de todos los ejemplares. Son diversas las escalas de desarrollo gonadal propuestas por autores varios tras la observación microscópica de distintos bivalvos: Chipperfield (1953), Lubet (1959), Seed (1969), Boyden (1971) y De Villiers (1975). Las distintas observaciones realizadas de los bivalvos se han encuadrado en cada uno de los distintos estados de desarrollo gonadal propuestos por De Villiers (1975) para *Donax serra* Röding 1798, por ofrecer descripciones muy detalladas. El mencionado autor reconoce cuatro estados principales, alguno de ellos con más de una categoría. En la tabla 3 se indica la equivalencia con los estados de desarrollo gonadal propuestos por Seed (1969) y por Boyden (1971).

Tabla 3. Equivalencia entre distintas escalas de desarrollo gonadal.

AUTORES/AÑO	ESCALA DE DESARROLLO GONADAL				
	Citolítico	Preactivo	Activo	Emisión	Postactivo
DE VILLIERS (1975)					
SEED (1969)	G. descanso (0)	G.desarrollo (1,2,3)	G. madura (5)	G. emisión (4,3)	2,1
BOYDEN (1971)	G. Indiferenciada (I)	Desarrollo (II)	G.desarrollada (III)	E.reproductivo (IV)	G.reposo (V)

En las figuras 9 y 10 se muestran fotografías de cortes microscópicos que ilustran las características de los distintos estadios de desarrollo gonadal en hembras y machos de bivalvos. Las hembras de los distintos estados se corresponden con los siguientes ejemplares: citolítica (*D. trunculus*; tinción hematoxilina/eosina); preactiva (*D. trunculus*; tinción hematoxilina/eosina); activa (*C. chione*; tinción hematoxilina/eosina); emisión (*C. gallina*; tinción hematoxilina/eosina); postactiva (*D. trunculus*; tinción hematoxilina/V.O.F.).

En la figura 10, correspondiente a machos, podemos observar fotos de ejemplares de las siguientes especies: citolítico (*S. plana*; tinción hematoxilina/V.O.F.); preactivo (*C. gallina*; tinción hematoxilina/V.O.F.); activo (*V. verrucosa*; tinción hematoxilina/eosina); emisión (*D. trunculus*; tinción hematoxilina/V.O.F.); postactivo (*V. rhomboides*; tinción hematoxilina/V.O.F.).

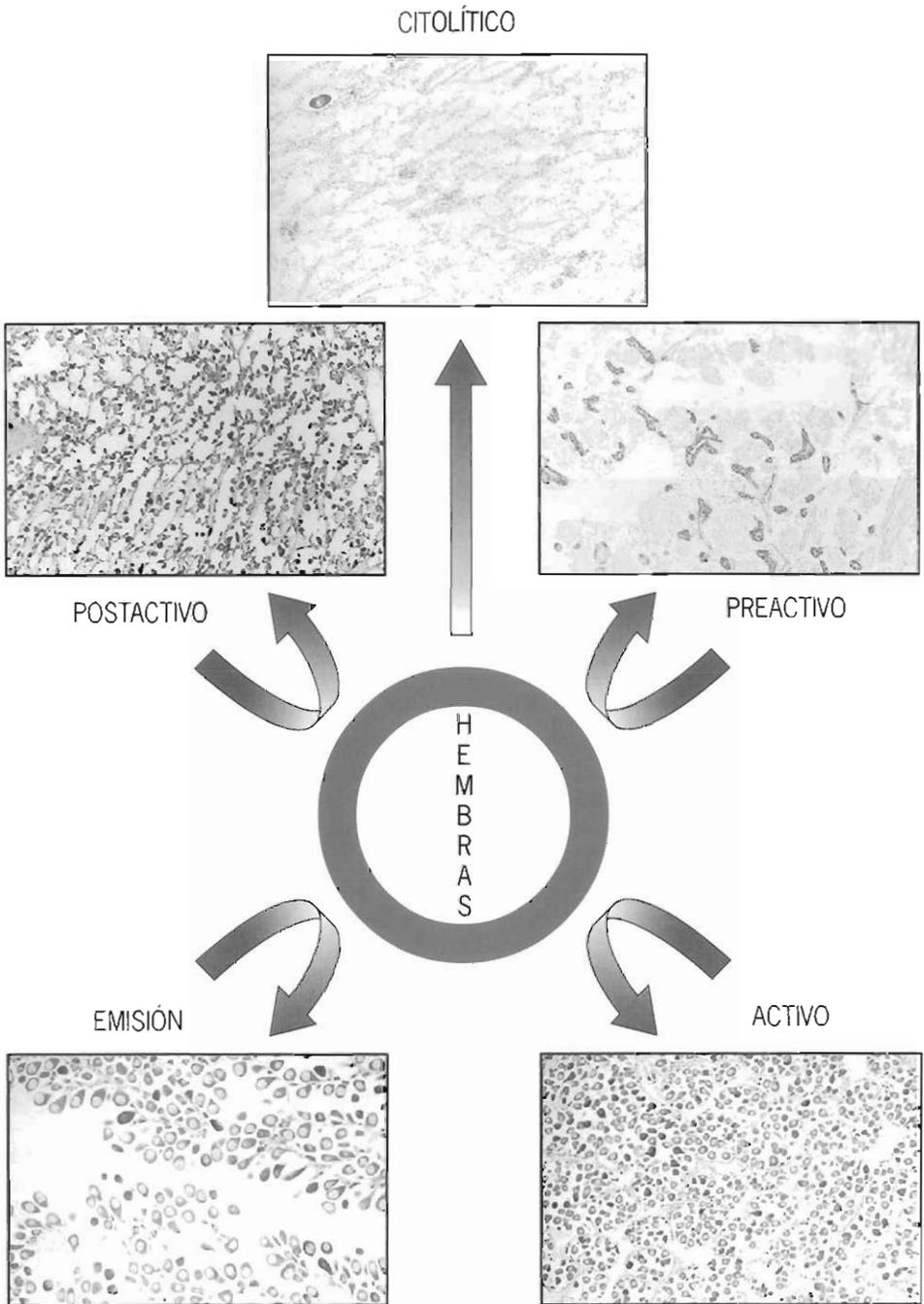


Figura 9. Estados de desarrollo gonadal en hembras de bivalvos.

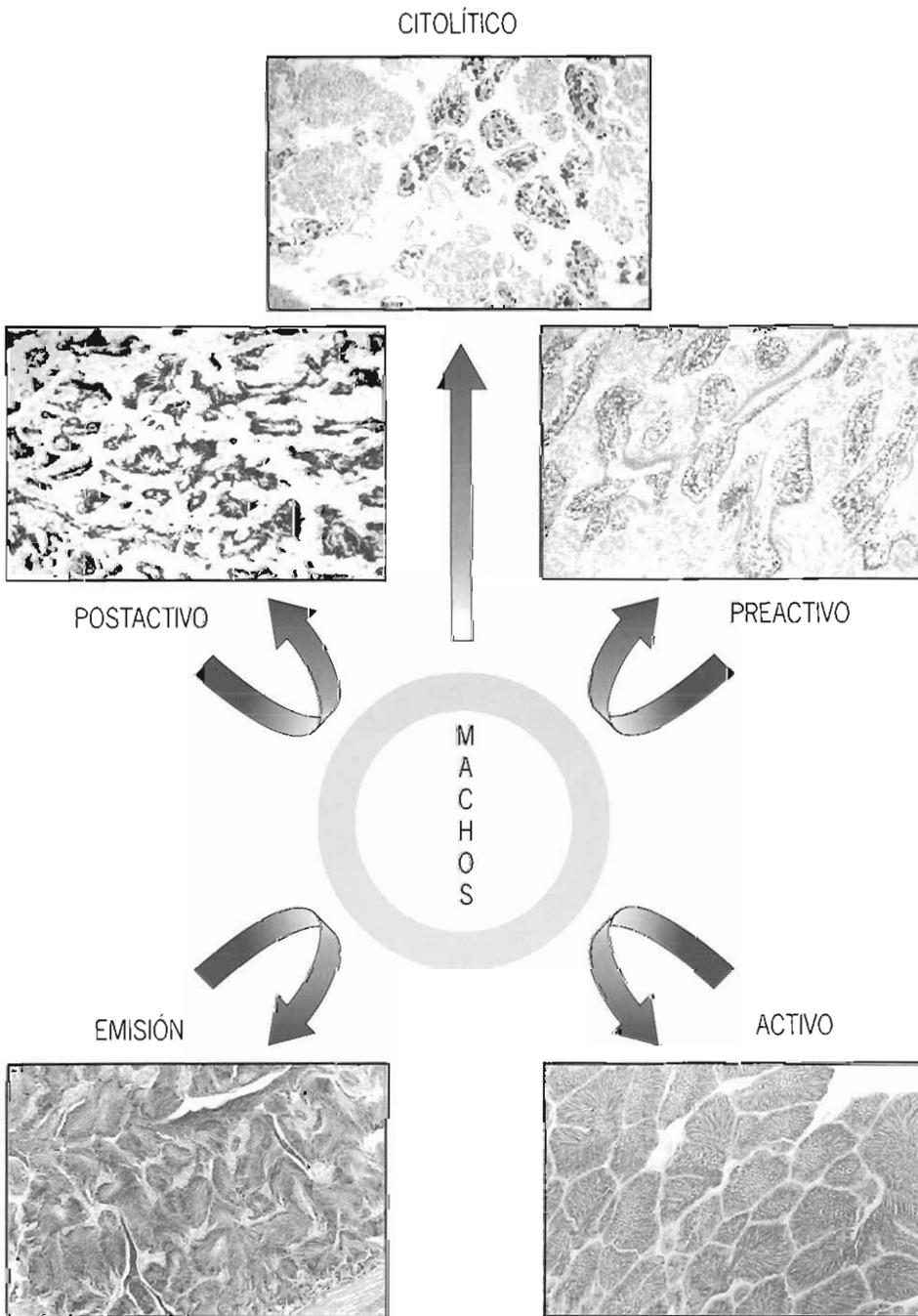


Figura 10. Estados de desarrollo gonadal en machos de bivalvos.



### 2.3.4 CATEGORÍAS DE DESARROLLO GONADAL DE GASTERÓPODOS

En la bibliografía a nuestro alcance no encontramos ningún estudio en el que se establezcan categorías de desarrollo gonadal de gasterópodos; tan sólo hemos hallado algunas referencias sobre características microscópicas, principalmente de espermatozoides (Amor, 1988), obtenidas mediante microscopía electrónica de transmisión.

Por ello, se ha propuesto una clasificación basada en las observaciones histológicas realizadas. De acuerdo con esta clasificación, se han establecido distintas categorías en machos y hembras. Dado el carácter divulgativo de esta obra, la descripción pormenorizada de cada uno de ellos puede encontrarse en el informe técnico origen de esta obra (Tirado & Rodríguez de la Rúa, 2000).

En las figuras 11 y 12 se muestran fotografías de cortes microscópicos que ilustran las características de los distintos estados de desarrollo gonadal en hembras y machos de gasterópodos. En todos ellos la tinción empleada ha sido hematoxilina/V.O.F. Las hembras de los distintos estados se corresponden con los ejemplares de las especies indicadas: citolítico (*B. brandaris*); no vitelina (*B. brandaris*); en vitelogénesis (*B. brandaris*); vitelina (*H. trunculus*); postvitelina (*B. brandaris*); regresión. (*H. trunculus*).

En la figura 12, correspondiente a machos, podemos observar los siguientes estados: citolítico (*B. brandaris*); preactivo (*H. trunculus*); activo (*H. trunculus*); emisión (*B. brandaris*); postemisión (*B. brandaris*); regresión (*B. brandaris*).

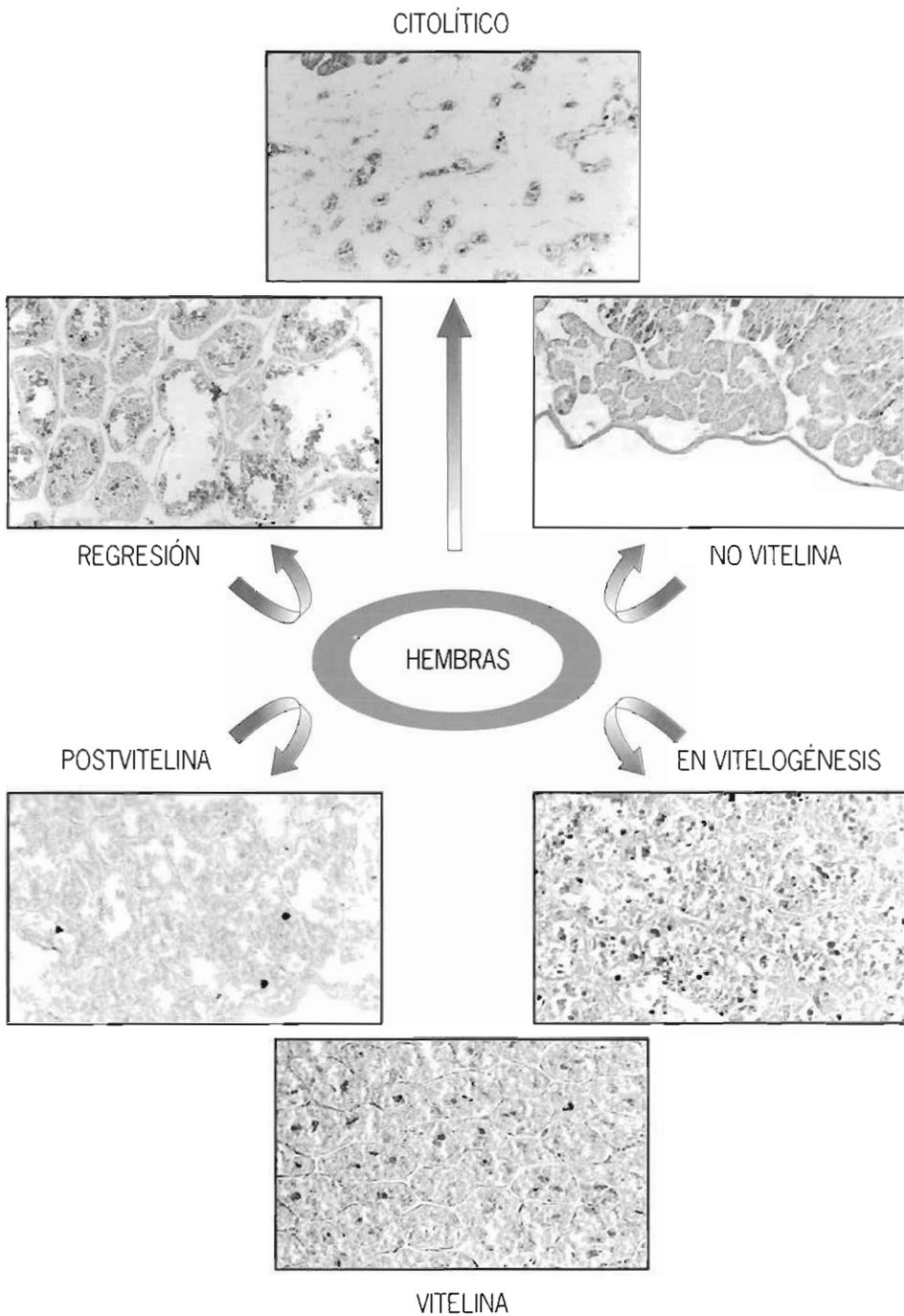


Figura 11. Estados de desarrollo gonadal en hembras de gasterópodos.

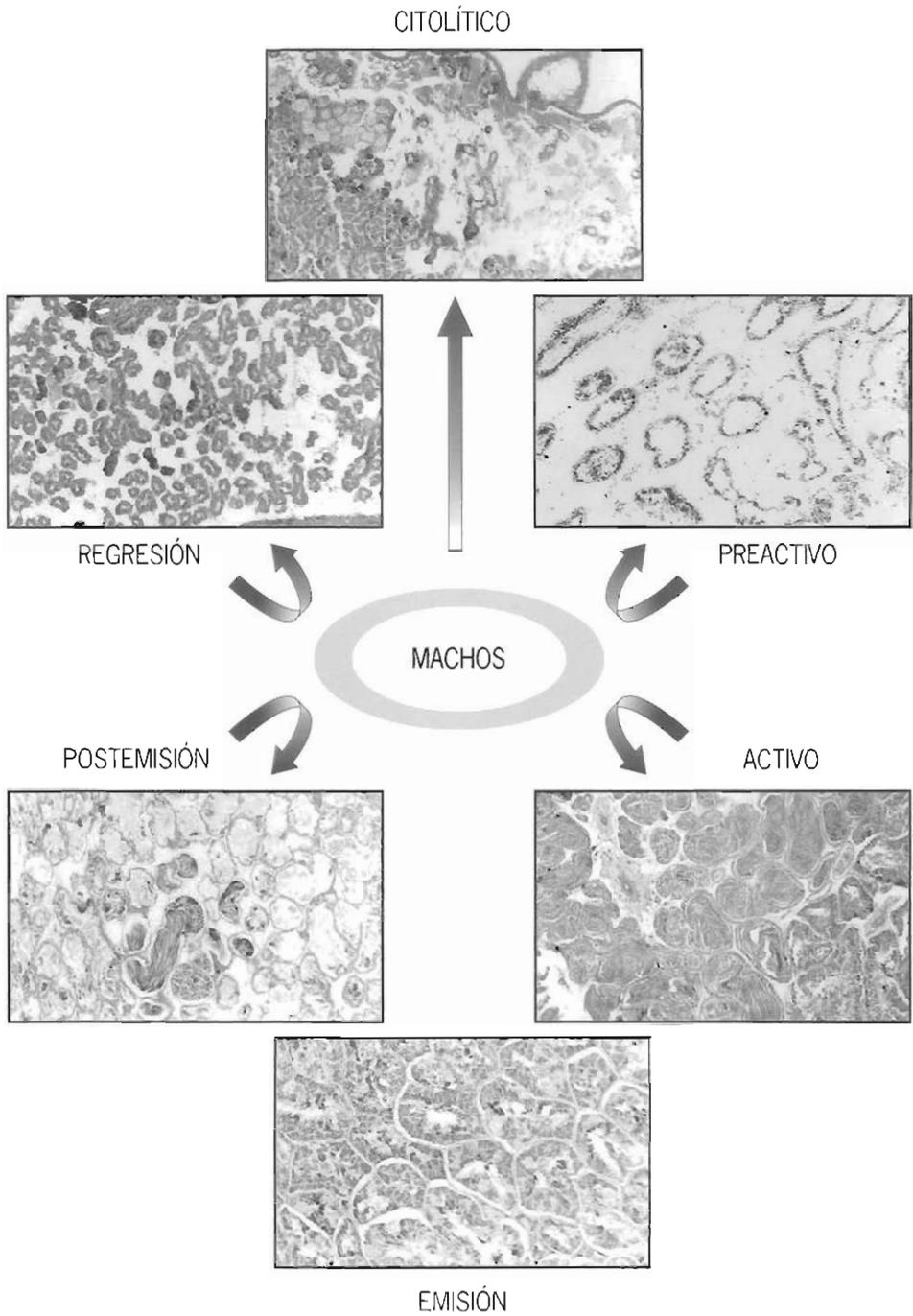


Figura 12. Estados de desarrollo gonadal en machos de gasterópodos.



### 2.3.5 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN CLOROFILA A DEL AGUA.

Con este fin, en el laboratorio se procedió a filtrar, en condiciones de oscuridad, un litro de agua correspondiente a cada una de las muestras recibida, utilizando una bomba de filtración y un filtro de microfibra de vidrio de 47 mm de diámetro. La extracción de los pigmentos se efectuó conforme a uno de los diversos protocolos establecidos, tras lo cual se procedía a realizar las medidas de absorbancia en el espectrofotómetro, a 664 nm (máximo de absorción de la clorofila a), 647 nm (máximo de absorción de la clorofila b), 630 nm (clorofila c) y 750 nm (máximo de absorción de las partículas en suspensión). La determinación de la concentración de clorofila a se realizó siguiendo la fórmula tricromáticas de Jeffrey & Humprey (1975).

### 2.4 TRATAMIENTO DE DATOS

Tradicionalmente se han usado distintos índices de condición para relacionar las variaciones de peso del animal con su estado fisiológico. Uno de los índices de aplicación más extendida es el que relaciona el peso seco libre de cenizas con la longitud de la concha:  $AFDW/L^3$  (Beukema, 1974). De acuerdo con este autor, la reducción de peso en bivalvos es consecuencia del consumo de material de reserva o de la puesta, lo que se traduce en una disminución del valor de este índice de condición. En estudios posteriores, este índice es utilizado por éste y otros autores (Bodoy & Massé, 1978) para distintas especies de bivalvos y, con una ligera modificación, por Ansell & Bodoy (1979) y Ansell et al (1980), los cuales sustituyen el peso seco libre de cenizas por peso seco. Este último índice fue uno de los aplicados en el proyecto origen de este libro.

Al mismo tiempo, debido a sus menores errores de medida, su menor coeficiente de variación y su facilidad de uso, se empleó el índice de condición propuesto por Crosby & Gale (1990), teniendo en cuenta las consideraciones dadas por sus autores.

De igual forma, con el fin de evitar los distintos factores que proporcionan variación en los resultados, se calcularon las rectas de regresión de peso seco para un individuo estándar para cada mes (Ricker, 1975). El cálculo de las rectas de regresión se ha realizado con el programa Excel 7.0 y la significación estadística de las mismas con el paquete estadístico S.P.S.S. 8.0.

La aplicación de los tres índices de condición a lo largo del estudio, rindió, en términos generales, resultados coincidentes, por lo que se ha optado por describir el primero de ellos e indicar las discordancias en los casos en que éstas se han producido, o incluir algunos datos que se derivan fundamentalmente de los ajustes realizados para el cálculo de la variación de peso seco del individuo estándar. La descripción pormenorizada de ambos índices se encuentra en el informe técnico del que este libro es un extracto (Tirado & Rodríguez de la Rúa, 2000).

Debido a la interpretación errónea a que pueden conducir los resultados de los índices de condición si se consideran de forma aislada, se hace necesario el estudio histológico



de la gónada de los ejemplares de estas poblaciones, de suerte que se pueda clarificar cual es el estado de desarrollo de la misma.

De todo lo expuesto se deduce que los periodos considerados como clave en la reproducción de las especies, serán aquellos en los que se produzcan los descensos más acusados de los índices de condición al tiempo que la mayoría de la población está catalogada, de acuerdo con el estado de desarrollo de la gónada, en emisión.

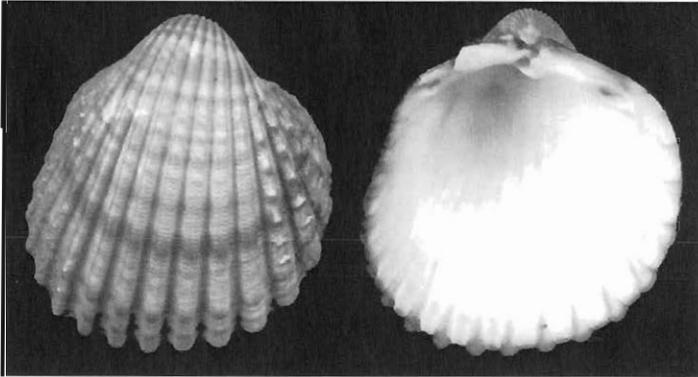
Los tests de Kolmogorov-Smirnov y las correlaciones de Pearson y Kendal, incluidos en el paquete estadístico SPSS 8.0, se emplearon para comprobar la distribución de los datos y sus relaciones con los parámetros ambientales.



### 3. BIVALVOS

#### 3.1 CORRUCO (*Acanthocardia tuberculata* (L., 1758))

##### 3.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE



Es una especie de concha globosa, muy robusta, con las dos valvas con la misma forma (equivalvas) y asimétricas (inequilaterales). El color externo es castaño, aunque existen ejemplares blancos; el interior es de color blanco, con la zona central y marginal de color castaño. Presenta costillas radiales muy prominentes, en número que oscila de 20 a 22, sobre la que pueden aparecer tubérculos que no están unidos por quillas.

El mecanismo de articulación de las valvas, o charnela, está constituido en la valva derecha por dos dientes centrales muy prominentes, dos dientes laterales anteriores y un diente lateral posterior, mientras que en la valva izquierda hay dos pequeños dientes centrales, un diente lateral anterior y un diente lateral posterior. Las impresiones de los músculos abductores, encargados de la apertura y cierre de la concha, son similares en forma y tamaño. Carece de seno paleal.

Es una especie de gran tamaño que alcanza 90 mm de longitud (Poppe & Goto, 1993). La longitud más abundante en la población de la Cala del Moral (Málaga) es 56 mm y el máximo registrado 88 mm.

En relación con su distribución geográfica, aparece por todo el Mediterráneo y en el Atlántico se encuentra desde el sur de Gran Bretaña hasta El Jadida (costa atlántica marroquí) incluyendo las islas de Madeira y Canarias.

Puede vivir desde la zona intermareal hasta los 100 m (Poppe & Goto, 1993), en fondos de laminaria o arena. En la bahía de Málaga se distribuye desde 1 hasta 24 metros de profundidad, en fondos de arena fina y media (Salas Casanova, 1984).



### 3.1.2 RESULTADOS

#### 3.1.2.1 Determinación de la proporción de sexos

El corruco es una especie en la que es imposible distinguir machos de hembras, atendiendo a una distinta coloración de la gónada, durante cualquier época del año. En el periodo de actividad sexual, se observa un aumento en la turgencia de la gónada, que no guarda relación con el sexo del ejemplar. A medida que se produce la regresión gonadal, los gametos son cada vez más escasos, lo que dificulta la identificación del sexo incluso tras la observación microscópica. Por ello, para la determinación de la proporción de sexos, sólo se han empleado los datos procedentes del estudio microscópico de la gónada en los meses en que no se ha detectado ningún espécimen indeterminado. Cabe reseñar que todos los ejemplares analizados con talla superior a 30 mm de longitud presentan la gónada diferenciada.

Se examinaron 329 ejemplares, de los cuales 175 son machos (53,19%) y 154 hembras (46,81%), por lo que la proporción de sexos se puede considerar 1:1 (Figura 13).

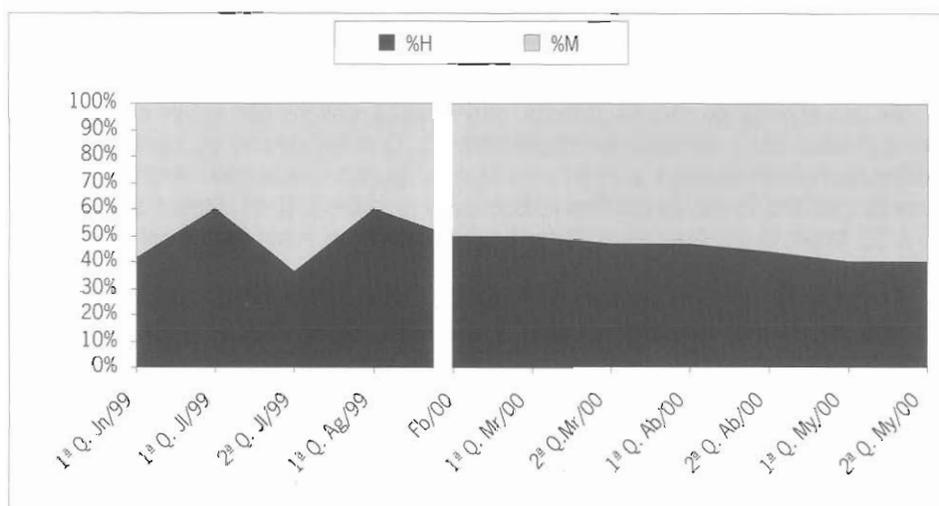


Figura 13. *A. tuberculata*. Evolución del sex-ratio a lo largo del periodo de estudio. H: hembras; M: machos. La línea blanca indica un salto temporal.

#### 3.1.2.2 Índices de condición

La figura 14 muestra la variación del Peso seco/L<sup>3</sup> a lo largo del ciclo anual. Para el cálculo de este índice se consideraron los valores medios de peso seco y longitud de cada muestra, habiéndose examinado 3.339 ejemplares en total, de longitudes comprendidas entre 29 y 88 mm.

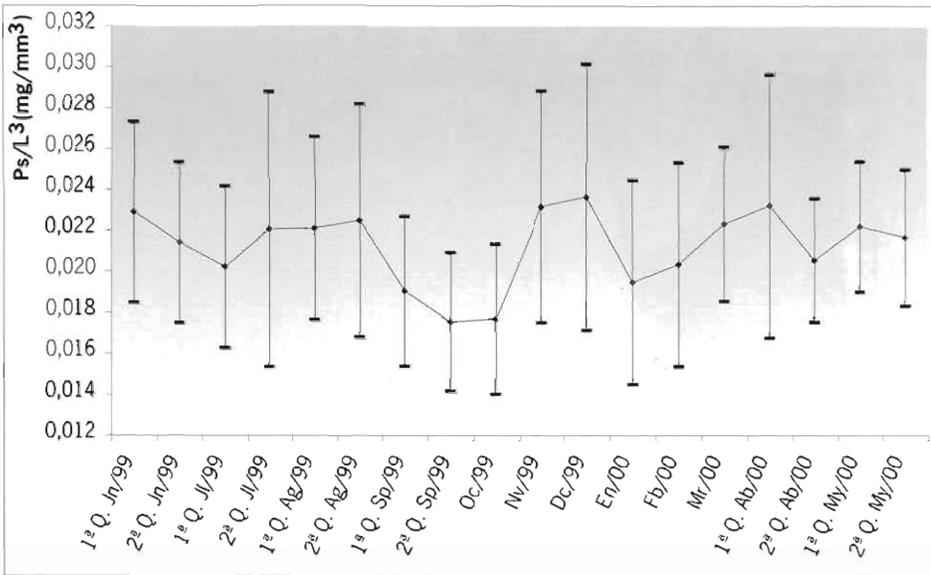


Figura 14. *A. tuberculata*. Variación del índice  $Ps/L^3$  a lo largo del ciclo. Las barras indican los valores de desviación típica.

El índice de condición obtenido en la población de corruco muestra ligeros altibajos aproximadamente trimestrales. El descenso neto más acusado se registra desde la segunda quincena de agosto hasta la segunda de septiembre. Durante el otoño, se produce una recuperación de estos valores, que vuelven a sufrir un descenso al inicio del invierno.

Si tenemos en cuenta que de acuerdo con el coeficiente de determinación de las rectas de regresión ( $p < 0,001$ ) el 80% de los cambios de peso seco en doce de las dieciocho muestras analizadas tienen su origen en cambios de longitud, el comportamiento reproductor de esta población presenta un grado de sincronización medio.

### 3.1.2.3 Ciclo gametogénico

Se han procesado histológicamente 539 ejemplares con longitudes comprendidas entre 31 y 77 mm, presentando todos gónada diferenciada.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la población de corruco de la Cala del Moral (AND 1-31) muestra un ciclo gametogénico con un periodo de reposo sexual, que comienza de forma clara en agosto y finaliza en diciembre, afectando la regresión de gametos a casi toda la población desde la primera quincena de septiembre hasta noviembre (Figura 15).

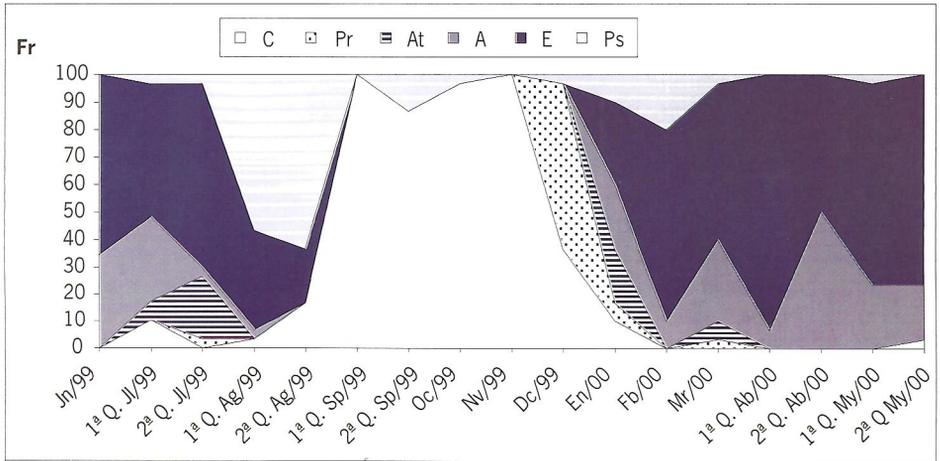


Figura 15. *A. tuberculata*. Frecuencia relativa de los distintos estados de desarrollo gonadal. C: citolítico; Pr: preactivo; At: activo temprano; A: activo; E: emisión; Ps: postactivo.

A partir de diciembre, comienza el periodo activo, el cual concluye a finales de verano. Durante toda esta fase se detectan individuos en emisión, si bien nunca se ha visto involucrado el 100% de la población observada. El principal pico de liberación de gametos acontece en la primera quincena de abril (93,33%), seguido, con relación al porcentaje de población afectada, por la puesta de la segunda quincena de mayo (76,67%). A principios de verano, la emisión se mantiene en valores superiores al 50%, produciéndose posteriormente un incremento de ejemplares postactivos.

### 3.1.2.4 Influencia de los factores ambientales

De forma general, se observa que la temperatura experimenta fuertes oscilaciones a lo largo del periodo de estudio, alcanzando el máximo (24,4<sup>o</sup> C) en la segunda quincena de agosto y registrando el mínimo (13,9<sup>o</sup> C) en enero (Figura 16).

La concentración de clorofila *a* responde a un ciclo irregular con valores que oscilan entre 0,27 µg/l en la primera quincena de abril y 2,76 µg/l en la segunda quincena de mayo, con cuatro picos de distinta intensidad (Figura 16).

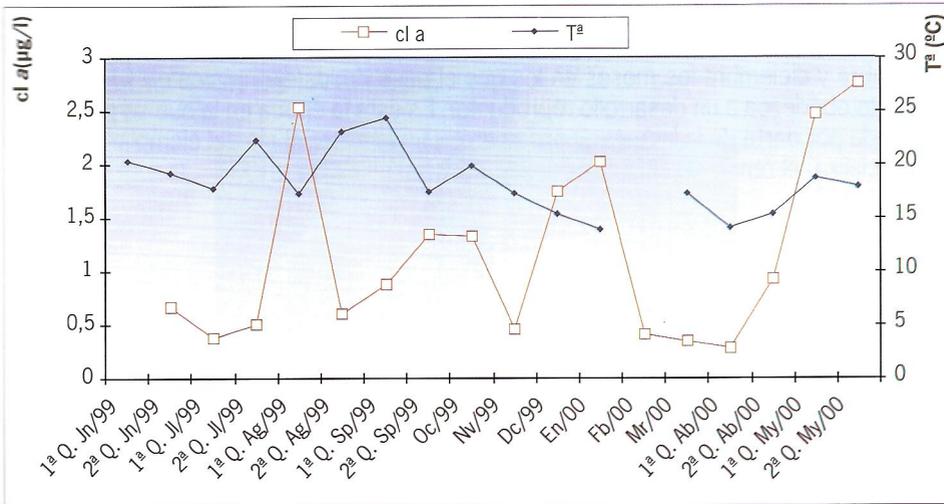


Figura 16. Evolución de la clorofila a y de la temperatura del agua de mar a 10 m de profundidad.

No se ha obtenido relación estadística significativa entre los factores ambientales y las distintas variables biológicas consideradas; no obstante, los resultados del ciclo gametogénico indican que los valores de temperatura y clorofila a son lo suficientemente benignos durante gran parte del ciclo, permitiendo emisiones de distinta intensidad que afectan a distintos porcentajes de la población en doce de las dieciocho muestras consideradas.

### 3.1.3 CONCLUSIÓN

La población de corruco de la Cala del Moral (AND 1-31) muestra un amplio periodo de emisión, atendiendo a los resultados del ciclo gametogénico. De igual forma, considerando los resultados de los índices de condición, son numerosos los periodos alternos, que se caracterizan por un descenso de los mismos y que podrían ser interpretados de forma errónea como emisiones o regresiones si no se dispusiera de los resultados aportados por el estudio histológico.

Por ello, conjugando los resultados de los dos métodos empleados, el periodo más importante de la reproducción de esta especie abarca de abril a julio, con dos claros descensos de peso seco relacionados con elevados porcentajes de emisión, el primero de los cuales acontece entre abril y mayo, y el segundo entre junio y julio. El porcentaje de emisión medio en ambos periodos ronda el 80% de la población, siendo ligeramente superior el descenso de peso seco estival.

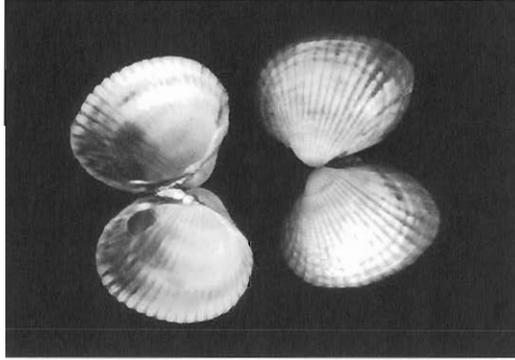
Si atendemos a la posible protección del asentamiento de juveniles fruto de la puesta primaveral, junio y julio son los meses en los que la interrupción de las capturas reportaría un mayor beneficio para esta población.



Cabe indicar que del estudio los índices de condición se desprende que desde la primera quincena de septiembre a diciembre la gónada está menos desarrollada, siendo noviembre y diciembre los meses en los que el peso de los ejemplares es superior, sin que esto obedezca a un desarrollo reproductor. Es esta la época en la que se produce la demanda por parte de la industria conservera, ya que al ser el pie del ejemplar lo que se comercializa, el rendimiento obtenido en estos meses es superior.

### 3.2 BERBERECHO (*Cerastoderma edule* (L., 1758))

#### 3.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE



Es una especie con ambas valvas iguales y asimétricas, que tienen el extremo anterior redondeado y el posterior truncado. El color exterior principalmente es amarillo cremoso, aunque existen formas blancas e incluso marrón oscuro, mientras que el interior es blanco con marcas pardas. Presenta entre 22 y 28 costillas radiales.

El sistema de articulación de las valvas está constituido en la valva derecha por dos dientes cardinales, dos dientes laterales anteriores y dos posteriores.

La longitud máxima recogida en la bibliografía es de 56 mm (Poppe & Goto, 1993). La longitud más abundante en la población de las marismas del Guadiana-Carreras (Huelva) es 24,5 mm y el máximo registrado 39,6 mm.

Su área de distribución se extiende desde el sur del mar de Barentz hasta Mauritania. No se encuentra en el Mediterráneo.

Se localiza en la franja infralitoral, en fango, arena o grava y en estuarios, tolerando un amplio rango de salinidades entre 34‰ y 20‰.

#### 3.2.2 RESULTADOS

##### 3.2.2.1 Determinación de la proporción de sexos

El berberecho no presenta una clara diferenciación sexual tras la observación macroscópica. En general, en época de activación sexual, la gónada de los machos adquiere una tonalidad anaranjada y la de las hembras blanquecina. Estas diferencias no se aprecian a lo largo de todo el ciclo anual y, según diversos autores, la coloración atribuida a los machos también puede responder a la presencia de parásitos, por lo que en este estudio no se ha realizado diferenciación macroscópica de sexos.

Para la determinación de la proporción de sexos de la población, se observaron microscópicamente 360 ejemplares durante todo el ciclo anual, de los cuales 174 son machos (48,33%) y 186 hembras (51,67%). Según los resultados obtenidos, se puede considerar que la población presenta una proporción de sexos 1:1 (Figura 17).

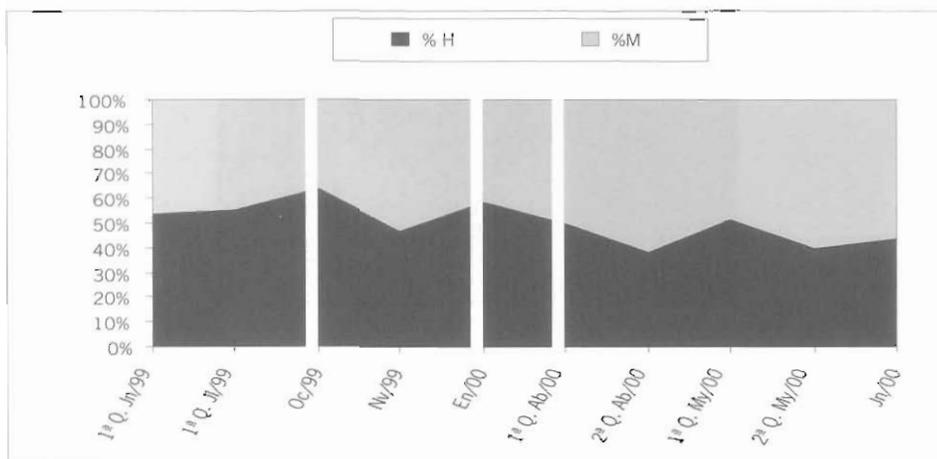


Figura 17. *C. edule*. Evolución del sex-ratio a lo largo del periodo de estudio. H: hembras; M: machos. Las líneas blancas indican un salto temporal.

### 3.2.2.2 Índices de condición

La figura 18 muestra la evolución del índice  $P_{s/L^3}$  a lo largo del ciclo anual, para lo que se examinaron 3.373 ejemplares con longitudes comprendidas entre 39 y 19 mm.

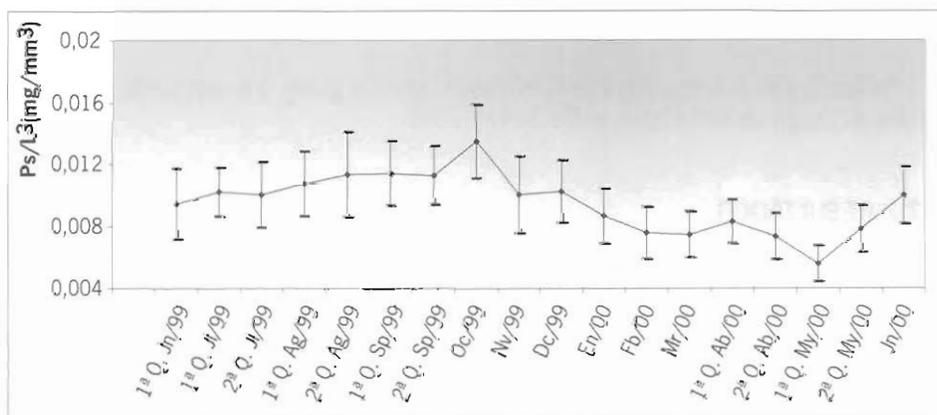


Figura 18. *C. edule*. Variación del índice  $P_{s/L^3}$  a lo largo del ciclo. Las barras indican los valores de desviación típica.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se registra un aumento del índice desde la primera quincena de junio hasta octubre, si bien es a principios de otoño cuando el incremento es brusco, seguido de una fuerte caída en noviembre. A continuación hay un descenso progresivo que alcanza su valor más bajo en la primera quincena de mayo, produciéndose posteriormente un aumento durante la segunda quincena de mayo y junio.

### 3.2.2.3 Ciclo gametogénico

Se han procesado histológicamente 515 individuos, con longitudes que oscilan entre 18 y 40 mm de los cuales el ejemplar de menor talla analizado, cuya identificación de sexo ha sido posible, mide 18,2 mm, aunque son escasos los ejemplares estudiados de tallas pequeñas.

La población de berberecho de la zona de las marismas del Guadiana - Carreras muestra un ciclo gametogénico en el que el desarrollo de la gónada comienza en octubre y finaliza en julio con un periodo de emisión progresivo desde noviembre a julio y porcentajes máximos en mayo y junio. A partir del mes de agosto comienza la regresión de la gónada, hasta tal punto que en septiembre no es posible identificar microscópicamente el sexo de un 39,29% de la población (Figura 19).

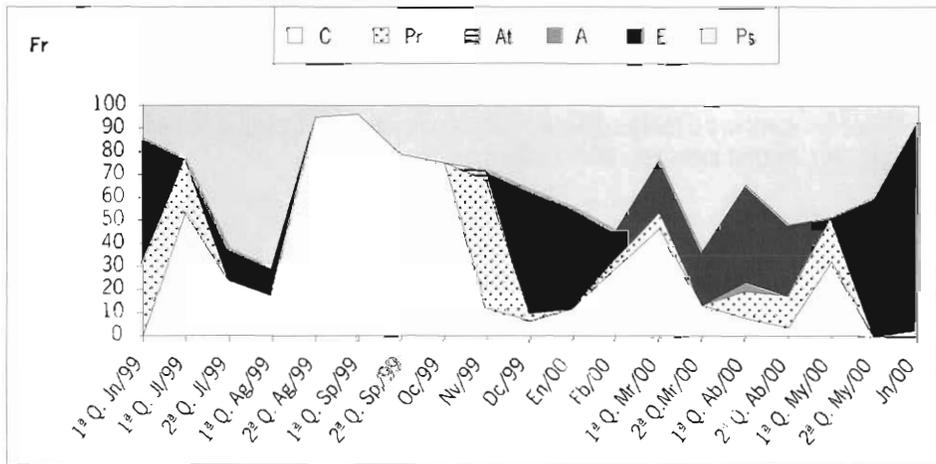


Figura 19. *C. edule*. Frecuencia relativa de los distintos estados de desarrollo gonadal de la población. C: citolítico; Pr: preactivo; At: activo temprano; A: activo; E: emisión; Ps: postactivo.

### 3.2.2.4 Influencia de los factores ambientales

La temperatura registra un incremento en los meses de primavera y verano, con un máximo de 28,4°C en la segunda quincena de agosto y un descenso en los meses invernales. A primeros de octubre se observa un ascenso de la temperatura respecto al mes de septiembre seguido de un pronunciado descenso en noviembre (Figura 20).



Los niveles de clorofila muestran un descenso en invierno y un incremento en primavera y verano. Se observa un máximo de 6,71  $\mu\text{g/l}$  la primera quincena de mayo y un segundo pico de menor intensidad en la segunda quincena de julio. Las concentraciones mínimas se registran en los meses de diciembre y febrero (0,83  $\mu\text{g/l}$ ) (Figura 20).

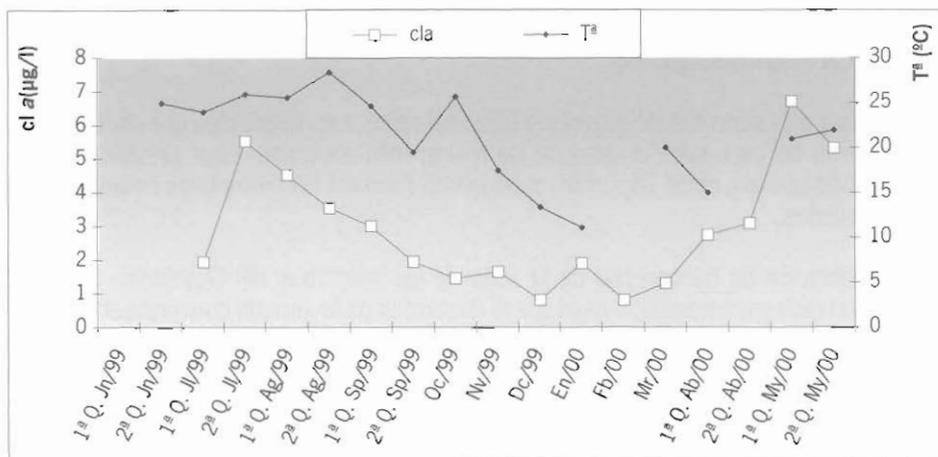


Figura 20. Evolución de la clorofila a y de la temperatura superficial del agua de mar.

Las pruebas estadísticas realizadas indican que la temperatura es responsable del 59,4% de los cambios directos del índice de condición, mientras que no se ha observado relación con las restantes variables biológicas consideradas.

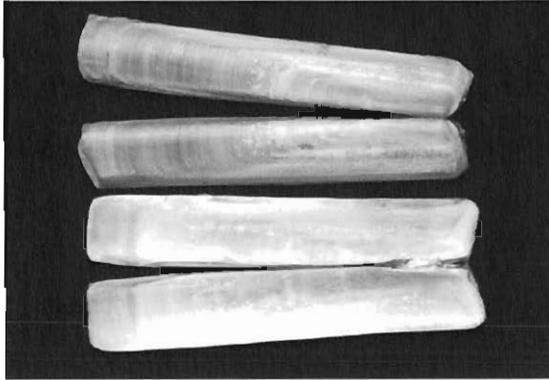
### 3.2.3 Conclusión

La población de berberecho de las marismas del Guadiana – Carreras (AND I-02) muestra un amplio periodo de emisión, atendiendo a los resultados del ciclo gametogénico. De igual forma, considerando los resultados del índice de condición, hay distintos periodos a lo largo del ciclo en los que se registra un descenso del mismo, que en algunas ocasiones (transición verano-otoño) no se relacionan con la puesta, sino con una regresión gonadal, según se desprende de los resultados histológicos.

Teniendo en cuenta los porcentajes de emisión y los descensos de peso seco registrados, mayo y junio son los meses clave en la reproducción de esta especie, puesto que en esta época coinciden elevados porcentajes de población en emisión con un importante descenso del índice de condición.

### 3.3 LONGUEIRÓN (*Solen marginatus* (L., 1758))

#### 3.3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE



Esta especie presenta una concha abombada, de forma rectangular, alargada posteriormente, con los márgenes dorsal y ventral rectos y ambos extremos truncados verticalmente y ampliamente abiertos cuando la concha está cerrada. Ambas valvas son iguales y asimétricas. El color externo varía de castaño verdoso a amarillento, y el interior es blanco o blanco-amarillento.

Las valvas se engarzan mediante dientes centrales, uno en cada una de ellas, ya que no existen dientes laterales. Presentan dos impresiones musculares alargadas, siendo mayor y más elíptica la anterior. El seno paleal no es muy profundo y confluye dorsal y ventralmente con la línea paleal.

Puede alcanzar 147 mm de longitud (Nobre, 1936; Montero, 1971), aunque la talla más abundante en la población del río San Pedro (Cádiz) es 75,8 mm y el máximo registrado 143 mm.

Esta especie se encuentra ampliamente distribuida en el Atlántico y en el Mediterráneo. En el Atlántico se ha encontrado desde Noruega y mar Báltico (Tebble, 1966) hasta Sudáfrica (Parenzan, 1976). En el Mediterráneo llega hasta el mar Negro (Tebble, 1966; Nordsieck, 1969; Parenzan, 1976).

Es una especie infralitoral (Nordsieck, 1969) que vive enterrada a poca profundidad, en fondos de arena o arena fangosa (Tebble, 1966).

### 3.3.2 RESULTADOS

#### 3.3.2.1 Determinación de la proporción de sexos

A simple vista se observa una cierta diferencia de tonalidad de la gónada entre los ejemplares masculinos y femeninos de longueirón, que radica en que en la época de activación gonadal las hembras presentan una coloración marrón y los machos mas bien amarillenta. Estas variaciones, si bien parecen fiables, no se producen todo el año y no han sido convenientemente contrastadas en un número significativo de ejemplares, por lo que no han sido utilizadas como instrumento de identificación sexual.

En la figura 21 se recoge la evolución de los sexos de la población durante el periodo estudiado. Se determinó, por observación microscópica, el sexo de 295 ejemplares, de los cuales 143 son machos (49,31%) y 152 hembras (50,69%). De acuerdo con estos datos, la relación de sexos de esta población puede considerarse 1:1.

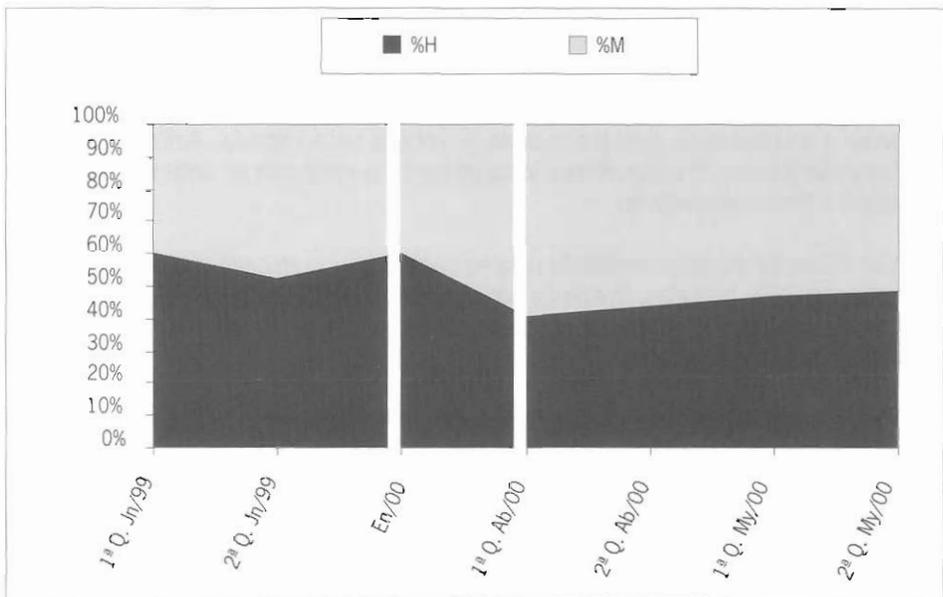


Figura 21. *S. marginatus*. Evolución del sex-ratio a lo largo del periodo de estudio. H: hembras; M: machos. Las líneas blancas indican un salto temporal.

#### 3.3.2.2 Índices de condición

En la figura 22 se muestra evolución del índice  $P_{seco}/L^3$  a lo largo del ciclo anual, para lo que se examinaron un total de 3.241 ejemplares con tallas comprendidas entre 55 y 143 mm.

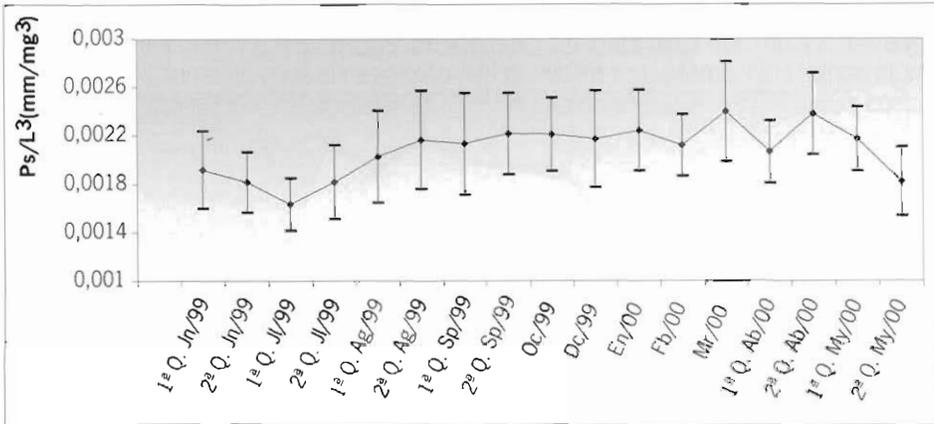


Figura 22. *S. marginatus*. Variación del índice  $Ps/L^3$  a lo largo del ciclo. Las barras indican los valores de desviación típica.

Este índice de condición muestra un descenso neto con oscilaciones desde primavera a mediados de verano, registrándose el mínimo anual en julio, si bien la bajada más intensa acontece entre la segunda quincena de abril y la segunda de mayo. Desde mediados de verano hasta la primavera el índice aumenta, aunque se pueden observar pequeñas bajadas. A continuación, y hasta llegar a la primavera, se va produciendo un aumento paulatino, que se ve interrumpido por el aumento del índice que se registra a finales de invierno.

### 3.3.2.3 Ciclo gametogénico

Se examinaron histológicamente un total de 474 ejemplares, de los cuales el de menor talla midió 58,5 mm y correspondió a una hembra citolítica en el mes de noviembre, mes en el cual el porcentaje de ejemplares en este estado de reposo sexual es elevado. A partir de 63 mm (talla correspondiente a los siguientes ejemplares analizados) todos los ejemplares estudiados presentaron una cierta diferenciación de la gónada, aunque no se ha estudiado un número elevado de ejemplares de estas tallas.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la población de longuerión estudiada muestra un ciclo gametogénico en el que el periodo de reposo sexual se produce desde finales de septiembre hasta diciembre. En enero comienza la activación gonadal (gametogénesis), detectándose emisión desde marzo hasta la primera quincena de septiembre, con casi la totalidad de la población en emisión (96,77%) en la primera quincena del mes de abril (Figura 23).

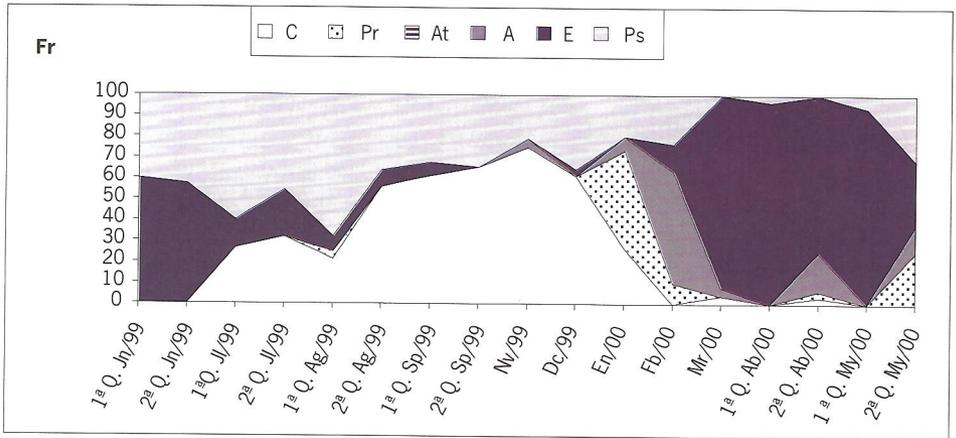


Figura 23. *S. marginatus*. Frecuencia relativa de los distintos estados de desarrollo gonadal de la población. C: citolítico; Pr: preactivo; At: activo temprano; A: activo; E: emisión; Ps: postactivo.

### 3.3.2.4 Influencia de los factores ambientales

La temperatura muestra un aumento en primavera y verano y un descenso en invierno. El valor máximo se registra en la segunda quincena de julio (28,5°C) y el mínimo en enero (10,9°C) (Figura 24).

La clorofila a presenta tres máximos, que por orden de magnitud suceden a finales de verano (5,34 µg/l en la primera quincena de septiembre), a mediados de primavera (5,02 µg/l en la primera quincena de mayo) y en invierno (3,43 µg/l en febrero). Los valores mínimos se registran desde finales de otoño a mediados de invierno (Figura 24).

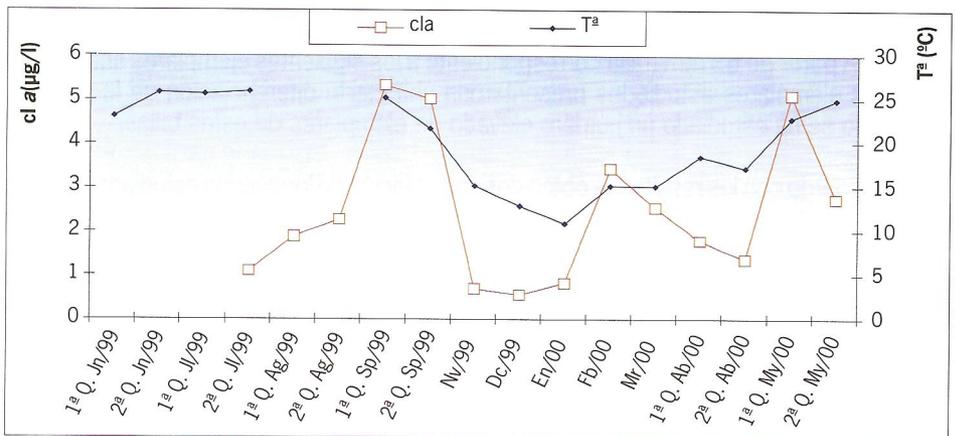


Figura 24. Evolución de la clorofila a y de la temperatura superficial del agua de mar.



Las pruebas estadísticas realizadas indican que los aumentos de la temperatura son responsables del 72,4% de los descensos en Pseco/L<sup>3</sup> del mismo mes y el 67,7% de los aumentos que el peso seco registra un mes más tarde. Ni la temperatura ni la clorofila inciden significativamente en ninguna otra de las variables biológicas consideradas.

### 3.3.3 CONCLUSIÓN

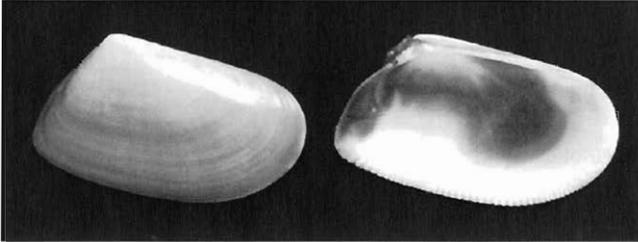
La población de longueirón de la desembocadura del río San Pedro (AND 1-14) muestra un periodo de emisión claramente estacional, atendiendo tanto a los resultados de evolución del sex-ratio, de la variación de biomasa, como a los del ciclo gametogénico.

Teniendo en cuenta los porcentajes de población en emisión y los descensos de peso seco registrados, se considera que abril y mayo son meses críticos para la reproducción de esta especie.



### 3.4 COQUINA (*Donax trunculus* (L., 1758))

#### 3.4.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE



La coquina se caracteriza por presentar una concha compacta, trigonal, alargada anteriormente, con el extremo anterior redondeado y el posterior en declive, con una truncatura poco acusada. Ambas valvas son iguales y asimétricas. El color externo es castaño, verde o castaño verdoso y el interior de color violeta, más o menos intenso.

El sistema de articulación de las valvas está constituido por dos dientes centrales y dos laterales en ambas valvas, el anterior de los cuales es poco patente en las dos mientras que el diente lateral posterior es prominente en la valva izquierda. Las dos impresiones musculares son de tamaño similar. El seno paleal es relativamente amplio.

La longitud máxima de esta especie es 45 mm (Guillou & Le Moal, 1980). La longitud más abundante en la población de Doñana (Huelva) es 27 mm, y el máximo registrado 44 mm.

Es una especie con una amplia distribución atlántico-mediterránea. Se encuentra en todo el Mediterráneo y en el mar Negro. En el océano Atlántico aparece desde Bretaña hasta Senegal, incluyendo las islas Canarias y las de Madeira.

En relación con el hábitat, se trata de una especie típicamente litoral. En la bahía de Málaga, se encontró esta especie desde 1 hasta 25 m, y sobre todo entre 1 y 5 m, en la zona de rompiente de olas. Es, asimismo, propia de fondos de arena fina cuyo contenido en materia orgánica sea inferior al 0,05 %.

#### 3.4.2 RESULTADOS

##### 3.4.2.1 Determinación de la proporción de sexos

La coquina es una especie en la que es posible diferenciar machos de hembras durante la época de actividad sexual, debido a la distinta coloración que adquiere la gónada, según contenga óvulos o espermatozoides. El ovario es de color azul intenso, al igual que los óvulos. El testículo es de color blanco anaranjado, y los productos sexuales son también de color blanco y viscosos.

La diferencia de color que existe entre la gónada y el resto de la masa visceral, hace que la identificación a simple vista del sexo sea más fácil en hembras que en machos, pudiendo ser identificadas como tales hembras que aún no han alcanzado su máximo grado de activación gonadal o que ya han iniciado la regresión de la misma.

La observación microscópica de la gónada, permite, de otro lado, sexar un número más elevado de ejemplares, si bien, en algunos casos la regresión de la gónada es tan intensa que no se encuentra ningún gameto residual.

Para la determinación de la proporción de sexos en la población, o sex-ratio, se consideraron los datos correspondientes a las muestras de ejemplares observados macroscópicamente y microscópicamente en los que no se ha detectado ningún espécimen indeterminado. Así, se han analizado un total de 2.564 ejemplares, de los cuales 1268 son machos (49,45 %), 1296 hembras (50,55%). De acuerdo con estos resultados, se puede considerar una proporción de sexos 1:1 (Figura 25).

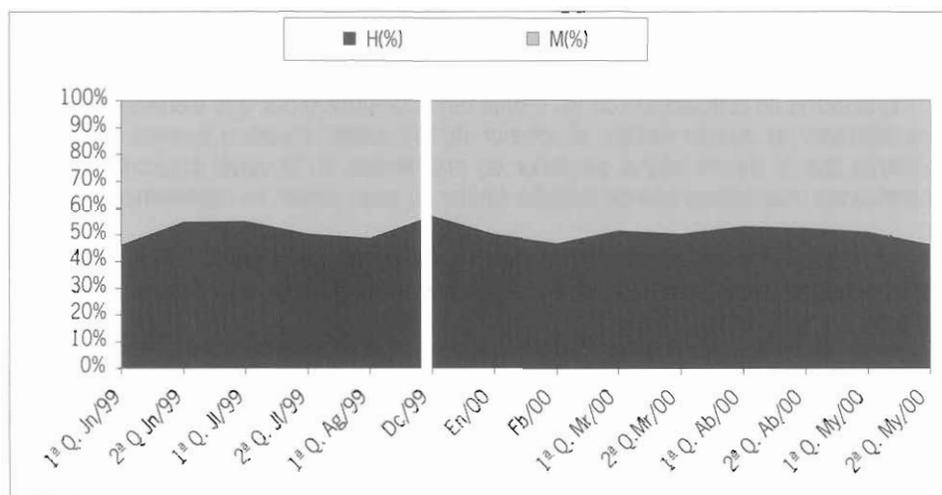


Figura 25. *D. trunculus*. Evolución del sex-ratio a lo largo del periodo de estudio. La línea blanca indica un salto temporal.

### 3.4.2.2 Índices de condición

La figura 26 muestra la variación del Pseco/L<sup>3</sup> a lo largo del ciclo anual. Para el cálculo de este índice se consideraron 3.798 ejemplares, de longitudes comprendidas entre 22 y 36 mm.

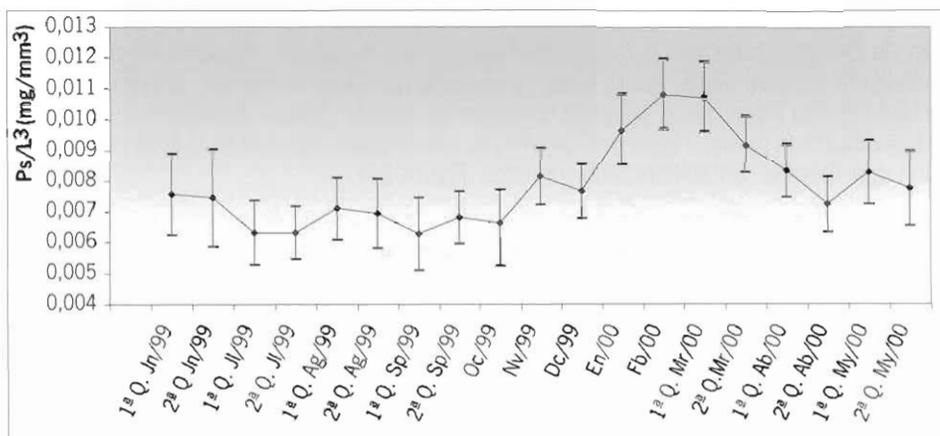


Figura 26. *D. trunculus*. Variación del índice  $Ps/L^3$  a lo largo del ciclo. Las barras indican los valores de desviación típica.

De acuerdo con el índice mencionado, el ciclo de la coquina presenta dos periodos diferenciados, indicando una clara estacionalidad. En el primero de ellos, que abarca desde febrero a la primera quincena de septiembre, se produce un descenso neto del índice, siendo esta disminución más acusada en primavera, concretamente entre marzo y la segunda quincena de abril. En mayo, tiene lugar una ligera recuperación de los valores del índice, que registran un descenso más atenuado, pero igualmente continuo en junio y julio, repitiéndose el mismo patrón en agosto y septiembre.

Durante la fase otoño-invernal, el modelo que se produce es opuesto al descrito, con una recuperación neta de los valores del índice considerado, con leves descensos en algunas muestras. El aumento más acusado del  $Pseco/L^3$  tiene lugar en invierno, entre diciembre y febrero.

Los datos del coeficiente de determinación indican que se trata de una población con un comportamiento reproductivo relativamente sincrónico, ya que en dieciocho de las diecinueve muestras consideradas, el peso del 70% de los individuos de la población se explica en función de su talla, mientras que la disparidad en la correspondencia longitud-peso, en el 30% restante, tiene su origen en el estado de desarrollo gonadal, de forma que dos individuos de la misma talla pueden tener pesos muy distintos si, por ejemplo, uno de ellos ha emitido y el otro está a punto de hacerlo.

### 3.4.2.3 Ciclo gametogénico

Para el estudio histológico se analizaron 532 ejemplares de longitudes comprendidas entre 13 y 44 mm. El ejemplar de menor talla estudiado fue una hembra de 13,8 mm, del mes de mayo, catalogada en emisión, talla ligeramente inferior a la de madurez sexual (16 mm) establecida para esta especie (Moueza & Frenkiel-Renault, 1973; Tirado & Salas, 1998).

De acuerdo con los resultados obtenidos, la población de coquina de la zona marítima de Doñana muestra un ciclo gametogénico en el que se produce un periodo de activación gonadal desde enero hasta la segunda quincena de agosto, con emisión continuada desde febrero a la segunda quincena de agosto. Desde la primera quincena de febrero hasta la primera quincena de agosto, porcentajes superiores al 55% de la población considerada, están liberando gametos (Figura 27).

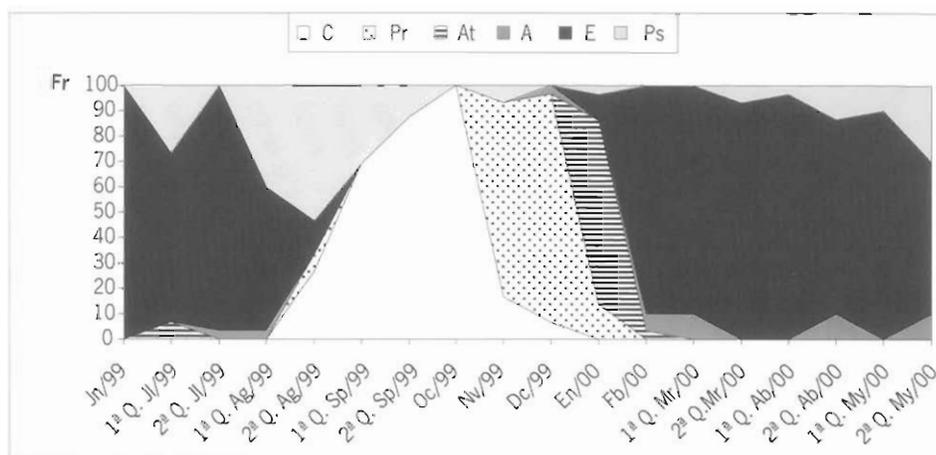


Figura 27. *D. trunculus* Frecuencia relativa de los distintos estados de desarrollo gonadal. C: citolítico; Pr: preactivo; At: activo temprano; A: activo; E: emisión; Ps: postactivo.

Dentro del amplio periodo de emisión se pueden considerar tres subgrupos, en los que las características de la observación microscópica de la gónada, apuntan a que se forman nuevas remesas de gametos, sin que ésta haya sufrido regresión. Así, se detectan tres picos de emisión que acontecen cronológicamente en la primera quincena de abril (96,67%), en junio (100%) y en la segunda quincena de julio (96,67%).

En septiembre, se observa una fuerte regresión de la gónada, hasta tal punto que es imposible diferenciar el sexo microscópicamente del 36% de la población, contabilizándose un 50% de ejemplares indiferenciados en octubre.

De los resultados obtenidos del ciclo gametogénico se desprende que se trata de una población con un comportamiento reproductor relativamente sincrónico, que se manifiesta en que, en la mayoría de las muestras estudiadas, coexisten ejemplares pertenecientes a tres e incluso cuatro de las categorías de desarrollo gonadal, si bien una de ellas es claramente dominante.

### 3.4.2.4 Influencia de los factores ambientales

De forma general, la temperatura experimenta fuertes oscilaciones a lo largo del periodo de estudio, alcanzando el máximo (23°C) en la segunda quincena de septiembre y registrando un mínimo (12,5°C) en febrero. A partir de este último valor, se observa una línea ascendente, con ligeras oscilaciones, hasta llegar al otoño (Figura 28).

El hecho más destacable de este ciclo estriba en los bruscos cambios que experimenta la temperatura entre algunas muestras consecutivas, como por ejemplo el fuerte descenso (9,5° C) entre octubre y noviembre, y el incremento (4,5°C) entre febrero y la primera quincena de marzo.

En relación con la concentración de clorofila *a*, se observa un ciclo irregular, con máximos de distinta intensidad. Entre ellos, destaca el elevado valor de esta variable entre la segunda quincena de agosto y la primera de septiembre. En otoño, los valores de clorofila *a*, son los más bajos del periodo estudiado, al mismo tiempo que la población permanece en estado de reposo sexual (Figura 28).

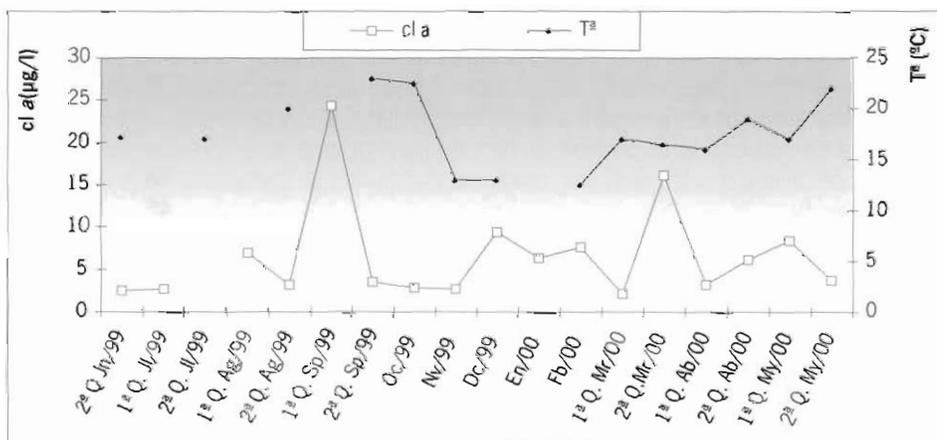


Figura 28. Evolución de la clorofila *a* y de la temperatura superficial del agua de mar.

Las pruebas estadísticas realizadas indican que los aumentos de temperatura originan descensos del índice Pseco/L<sup>3</sup> en el 54,1% de la población y del 43,8% del peso seco del individuo estándar.



### 3.4.3 CONCLUSIÓN

A tenor de los resultados obtenidos del estudio del ciclo reproductor, la población de coquina de la zona marítima de Doñana (AND 1-11), presenta un periodo de emisión importante desde febrero a finales de agosto. Atendiendo a la viabilidad socioeconómica de la aplicación de la prohibición de capturas, este periodo debe quedar reducido al de mayor efectividad para el mantenimiento de los bancos explotados.

Dos son los periodos claves para el mantenimiento de los bancos explotados, y a tenor de la conjugación de los resultados obtenidos por los distintos métodos empleados: uno primaveral (marzo y abril) y otro estival (junio y julio).

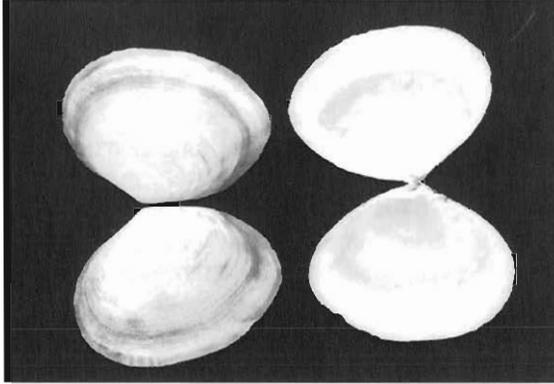
El descenso de peso seco en marzo y abril es superior al que acontece en verano, lo que indica una mayor liberación de gametos. A esto se une, la menor incidencia económica de la prohibición de capturas durante estos meses.

A favor de la alternativa estival estaría la salvaguarda de los juveniles procedentes de la puesta primaveral. Con respecto a este punto cabe señalar que los datos bibliográficos sobre esta especie en otras zonas señalan que algunas poblaciones presentan una segregación batimétrica entre juveniles y adultos, de suerte que los juveniles se sitúan en zonas de menor hidrodinamismo. Este hecho se ha comprobado en la población de esta especie en el litoral malagueño (Tirado, 1996), aunque no en otras zonas. Se desconoce el comportamiento de los juveniles de la población estudiada, y por tanto, si se decidiera establecer como periodo de prohibición de captura el propuesto como alternativa con la intención de proteger a los juveniles, previamente habría que comprobar la dinámica de esta población.



### 3.5 COQUINA DE FANGO (*Scrobicularia plana* (da Costa, 1778))

#### 3.5.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE



La coquina de fango presenta una concha de forma oval-redondeada, de color externo blanco crema y el interior, blanco, amarillento en la zona central. Ambas valvas son iguales y casi simétricas. La ornamentación externa está formada por finas estrias de crecimiento, que se hacen más acusadas en los márgenes, principalmente anterior y posteriormente. En la parte interna, en una pequeña depresión que se sitúa algo detrás del umbo, se aprecia una depresión triangular que alberga el ligamento interno.

El sistema de articulación de ambas valvas se realiza sobre una plataforma cardinal relativamente ancha, que está constituida en la valva derecha por dos pequeños dientes centrales y en la izquierda por sólo uno. No tiene dientes laterales. Las dos impresiones musculares son desiguales en forma y tamaño, siendo la anterior mayor y más alargada que la posterior. El seno paleal es amplio.

La longitud máxima alcanzada para esta especie de acuerdo con la bibliografía es 63,5 mm (Tebble, 1966). La longitud más abundante en la población del estuario del Guadalquivir es 37,2 mm, y el máximo registrado 53,8mm.

Tiene una amplia distribución geográfica atlántico-mediterránea. En el Atlántico aparece desde Noruega hasta el sur de Senegal (Pasteur-Humbert, 1962; Nordsieck, 1969; Parenzan, 1976; Tebble, 1966). En el Mediterráneo, según Parenzan (1976), sólo falta en el mar Negro. Hidalgo (1917) & Nobre (1936) la citan por todo el litoral español y portugués.

Según Hidalgo (1917) y Montero (1971), es una especie litoral, que vive a unos dos metros de profundidad, en fondos fangosos de estuarios o cerca de ellos. Tebble (1966) la señala como especie intermareal de fondos blandos, arcillosos o fangosos, con abundante materia orgánica.

## 3.5.2 RESULTADOS

### 3.5.2.1 Determinación de la proporción de sexos

En la coquina de fango no es posible una clara diferenciación de sexos en relación con la coloración de la gónada, si bien ésta puede variar de blanco a naranja. En época de máxima activación sexual la coloración naranja fuerte de la gónada se corresponde, generalmente, con individuos del sexo masculino. No ha sido posible determinar una clara coloración para las hembras, por lo que la observación macroscópica de la gónada no ha sido utilizada para el establecimiento de la proporción de sexos.

Se sexaron un total de 226 ejemplares, de los cuales 107 son machos (47,35 %) y 119 hembras (52,65 %). De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede considerar que se trata de una población con una proporción de sexos de 1:1 (Figura 29).

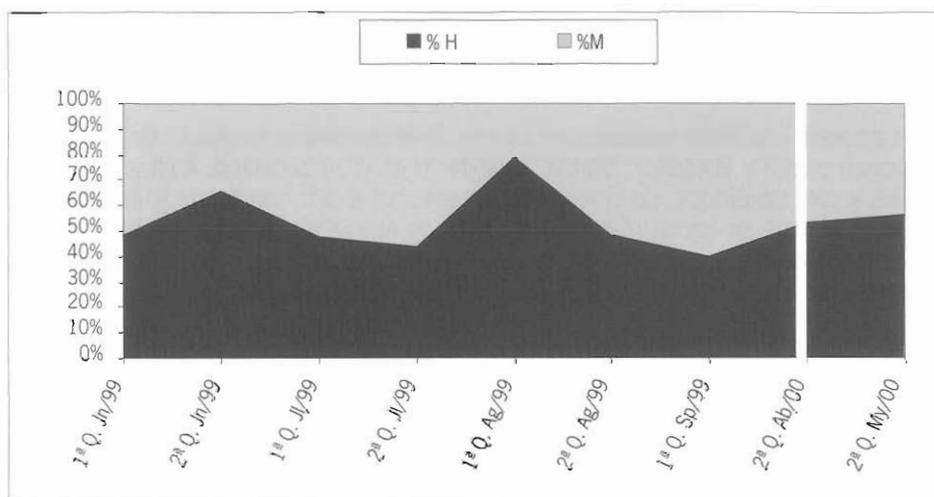


Figura 29. *S. plana*. Evolución del sex-ratio a lo largo del periodo de estudio. H: hembras; M: machos. La línea blanca indica un salto temporal.

De acuerdo con estos datos, y dado que la aparición de ejemplares indeterminados obedece a una regresión gonadal, esta población presenta un amplio periodo de reposo sexual, que se inicia a principios de otoño y finaliza a mediados de primavera.

### 3.5.2.2 Índices de condición

Para el análisis de la variación de peso seco se examinaron un total de 3.670 ejemplares cuyas longitudes varían entre 24 y 53 mm. En la figura 30 se muestra la variación del  $P_{\text{seco}}/L^3$  a lo largo del ciclo anual, para lo cual se consideraron los valores medios de peso seco y longitud para cada muestra.

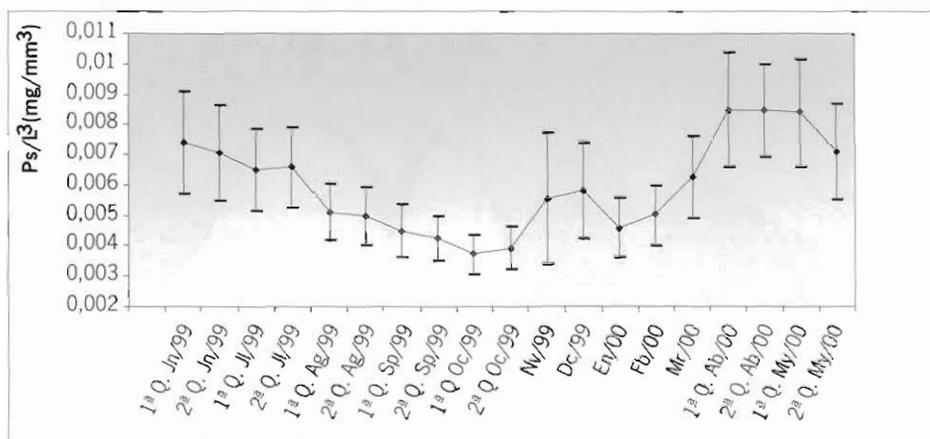


Figura 30. *S. plana*. Variación del índice  $Ps/L^3$  a lo largo del ciclo. Las barras indican las desviaciones típicas.

El índice de condición  $Psec/L^3$  muestra dos fases claramente diferenciadas. En la primera de ellas, que acontece desde mayo a octubre, hay un descenso continuado. Desde noviembre a mayo, el índice aumenta de forma considerable, siendo este incremento más intenso desde enero a la primera quincena de mayo. En la segunda quincena de mayo se produce una caída del índice de condición.

### 3.5.2.3 Ciclo gametogénico

Se observaron microscópicamente un total de 532 individuos, de longitudes comprendidas entre 23 y 54 mm. El ejemplar de menor talla analizado, cuya identificación de sexo fue posible, midió 23 mm. Se trató de una hembra en emisión de la muestra de marzo. Por encima de esta talla, todos los ejemplares observados que no pertenecían a periodos de reposo gonadal, presentaron gónada diferenciada, si bien el número de ejemplares de talla pequeña considerado no es representativo.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la población de coquina de fango de la zona del estuario del Guadalquivir I, el desarrollo de la gónada comienza en febrero y termina en la primera quincena de octubre. El periodo de emisión se extiende desde marzo hasta la segunda quincena de septiembre, con porcentajes máximos en la segunda quincena de mayo (96,88%) y la segunda quincena de julio (87,5%). El reposo sexual es muy prolongado, desde octubre hasta enero, y la gónada regresa hasta tal punto que durante este periodo no se ha podido determinar el sexo del 63,61% de la población (Figura 31).

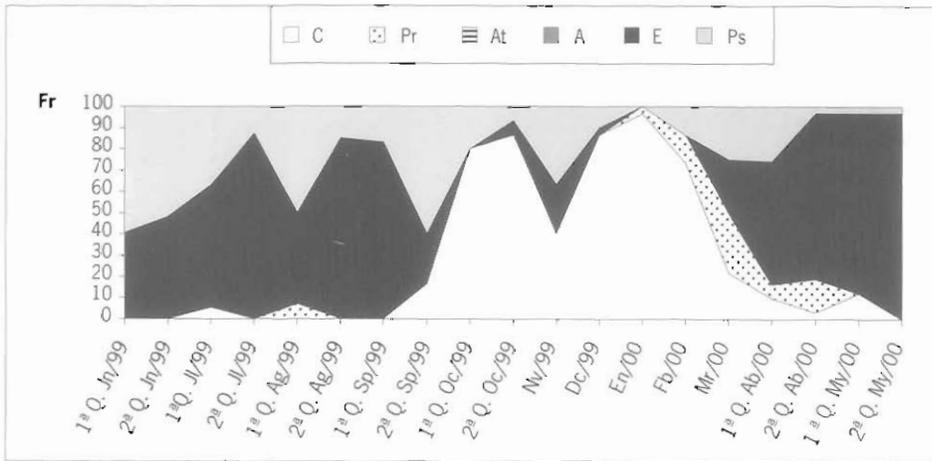


Figura 31. *S. plana*. Frecuencia relativa de los distintos estados de desarrollo gonadal de la población. C: citolítico; Pr: preactivo; At: activo temprano; A: activo; E: emisión; Ps: postactivo.

### 3.5.2.4 Influencia de los factores ambientales

Los valores de temperatura y clorofila *a* del agua de la zona donde habita la población de *S. plana* se muestran en la figura 32.

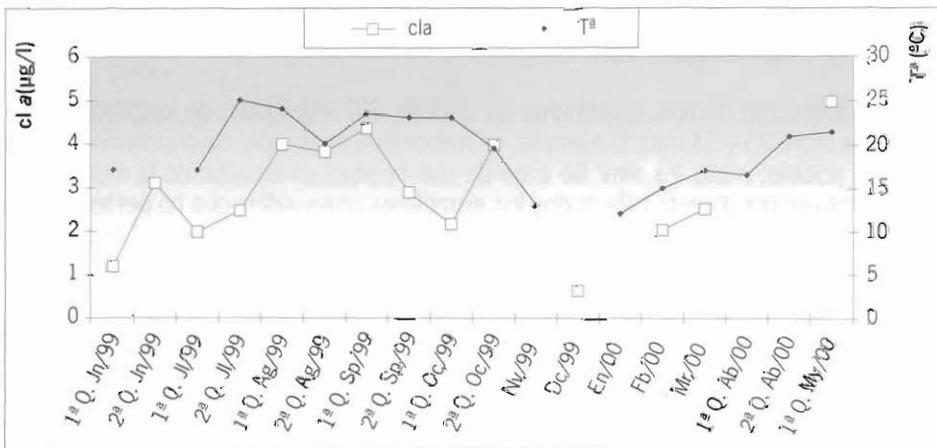


Figura 32. Evolución de la clorofila *a* y de la temperatura superficial del agua de mar.

La temperatura muestra dos periodos claramente estacionales, el primero delimitado por el máximo de julio (25°C) y el mínimo de enero (12°C), y el segundo, caracterizado por un aumento de las mismas, que es más intenso entre las dos quincenas de abril (Figura 32).

La clorofila *a* muestra un valor máximo la primera quincena de mayo (4,98  $\mu\text{g/l}$ ) y otro de menor intensidad la segunda quincena de septiembre (4,36  $\mu\text{g/l}$ ). Los máximos niveles de clorofila se dan en primavera y verano, mientras que en el invierno se observan los menores niveles, con un valor mínimo de 0,63  $\mu\text{g/l}$  en el mes de diciembre (Figura 32).

Las pruebas estadísticas realizadas indican que los incrementos de temperatura son responsables del aumento en un 50,2% de las emisiones. Aunque no existe ninguna otra correlación significativa de las variables ambientales con los índices biológicos, estos datos deben ser tomados con mucha cautela dada la irregularidad de los registros de temperatura y clorofila obtenidos.

### 3.5.3 CONCLUSIÓN

La población de coquina de fango del estuario del Guadalquivir II (AND1-13) muestra un periodo de emisión desde abril hasta septiembre, atendiendo al ciclo gametogénico. De igual forma, considerando los resultados de los índices de condición, presenta un amplio periodo de descenso de peso seco, coincidiendo con emisiones y regresiones.

Teniendo en cuenta los porcentajes de emisión y los descensos de peso seco registrados, se han considerado dos posibles periodos claves en la reproducción de esta especie, el primero en abril - mayo y el segundo en mayo - junio.

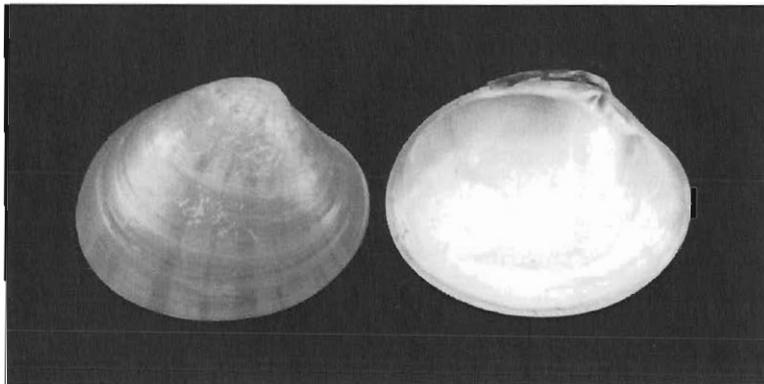
En el primero de estos periodos coinciden los mayores porcentajes de población en emisión con un descenso en los valores de los índices de condición y, por tanto, una bajada de peso de los individuos debido a la puesta, mientras que la regulación de las capturas en mayo- junio podría salvaguardar los juveniles de la puesta primaveral.





### 3.6 CONCHA FINA (*Callista chione* (L., 1758))

#### 3.6.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE



La concha fina o cebollera se caracteriza por presentar una concha gruesa, de forma oval trigonal, con dos valvas iguales y asimétricas. La parte exterior de la concha es brillante, de color rosa o castaño, más o menos intenso y el interior blanco.

La articulación de las valvas se realiza sobre una plataforma ancha, que en la valva derecha está formada por tres dientes centrales y dos dientes laterales anteriores y en la valva izquierda por tres dientes centrales un diente lateral anterior. Las dos impresiones musculares son similares en forma y tamaño. El seno paleal es relativamente amplio y de forma oval.

Es una especie de gran talla, con una longitud máxima de 92 mm (Salas Casanova, 1984). La longitud más abundante en la población de la Cala del Moral (Málaga) es 45 mm, y el máximo registrado 89 mm.

Su distribución es atlántico-mediterránea, aunque no se halla en el mar Negro. En el Atlántico se encuentra desde Inglaterra, norte de Gales e Irlanda hasta Marruecos; también aparece en las islas Canarias, Madeira y Azores (Tebble, 1966; Parenzan, 1976; Nordsieck, 1969).

En cuanto a su hábitat, se trata de una especie litoral, que no sobrepasa los 200 m de profundidad (Parenzan, 1976). En el litoral español, Hidalgo (1917) y Montero (1971) la indican a poca profundidad, entre 6 y 10 m. Con respecto al tipo de sedimento, los autores consultados coinciden en referirlas a fondos arenosos, donde vive enterrada.

### 3.6.2 RESULTADOS

#### 3.6.2.1 Determinación de la proporción de sexos

La concha fina es una especie en la que es imposible distinguir machos de hembras atendiendo a una distinta coloración de la gónada, durante cualquier época del año. Como en otras especies, en el periodo de actividad sexual, se observa un aumento en la turgencia de la gónada, pero esto no guarda relación con el sexo del ejemplar. Por ello, para la determinación de la proporción de sexos, sólo se emplearon los datos procedentes del estudio microscópico de la gónada. Así, de 302 ejemplares, 141 son machos (46,69%) y 161 hembras (53,31%). De acuerdo con estos resultados, se puede considerar una proporción de sexos 1:1 (Figura 33).

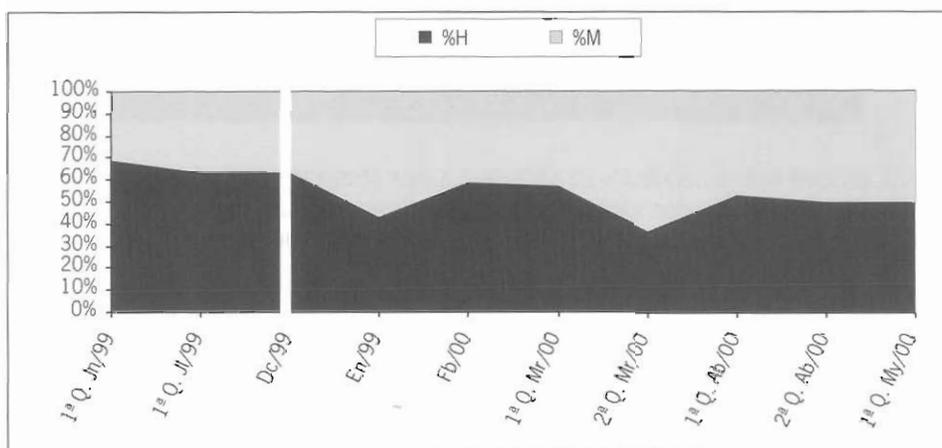


Figura 33. *C. chione*. Evolución del sex-ratio a lo largo del periodo de estudio. H: hembras; M: machos. La línea blanca representa un salto temporal.

De la figura 33, se desprende que la población experimenta una regresión gonadal intensa que imposibilita la identificación del sexo de algunos individuos en algunas muestras del año, concretamente desde la segunda quincena de julio hasta noviembre.

#### 3.6.2.2 Índices de condición

La figura 34 muestra la variación del Peso seco/L<sup>3</sup> a lo largo del ciclo anual. Para el cálculo de este índice se consideraron los valores medios de peso seco y longitud de cada muestra, habiéndose analizado un total de 3.172 ejemplares, con longitudes que oscilan entre 23 y 89 mm.

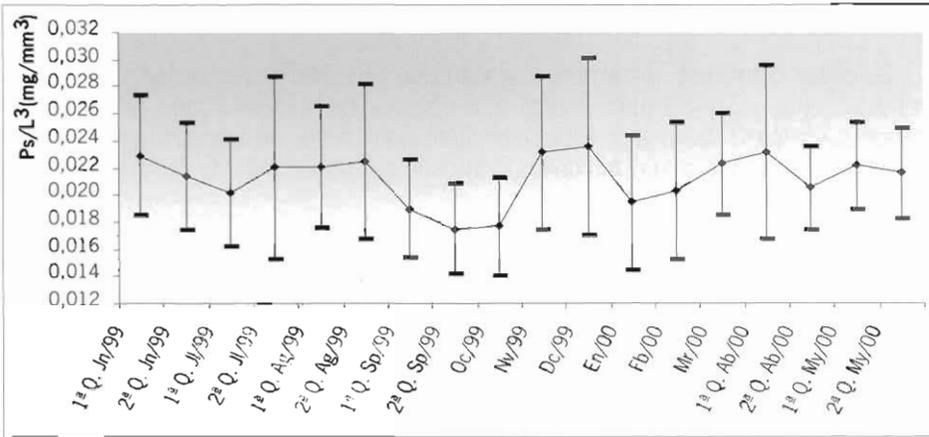


Figura 34. *C. chione*. Variación del índice  $Ps/L^3$  a lo largo del ciclo. Las barras indican los valores de desviación típica.

La población de concha fina muestra un descenso prolongado de este índice desde la segunda quincena de junio hasta octubre, con una leve recuperación en agosto. En otoño y hasta principios de diciembre se produce un aumento neto de este índice. En primavera, destaca el descenso que se registra entre las dos quincenas de abril, que se recupera en meses posteriores.

Los resultados obtenidos para un individuo estándar de 54 mm de longitud, difieren de los obtenidos para la población en su conjunto, con descensos de peso seco más acusados entre enero y marzo (Figura 35). La explicación a estos distintos resultados tiene su origen en el ciclo gametogénico, pudiendo encontrarse una explicación detallada en el informe técnico origen de esta obra.

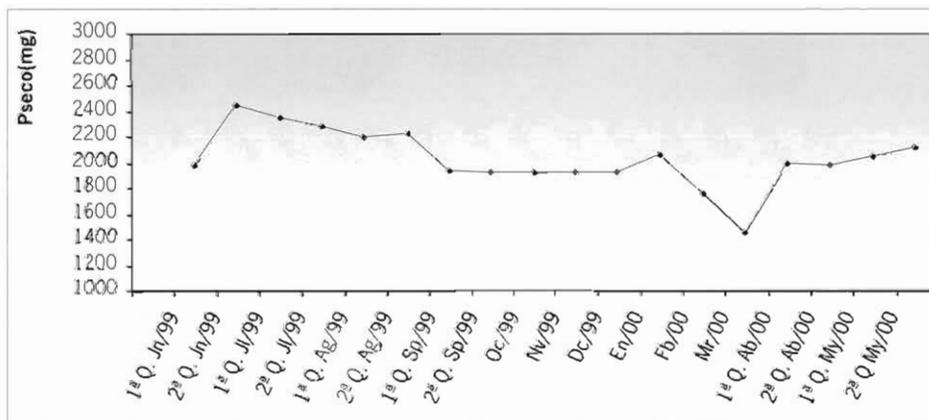


Figura 35. *C. chione*. Variación peso seco de un individuo estándar de 54 mm de longitud.

### 3.6.2.3 Ciclo gametogénico

Se observó microscópicamente la gónada de 511 ejemplares de longitudes comprendidas entre 23 y 85 mm. Debido a la escasez de representantes de las clases inferiores, y a que la mayoría de ellos se encuadran en meses de regresión gonadal, sólo es posible indicar que la mayoría de los individuos que miden más de 40 mm presentan gónada claramente diferenciada.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la población de concha fina de la Cala del Moral (AND 1-31) muestra un ciclo gametogénico que se caracteriza por presentar ejemplares en emisión en todas las muestras analizadas. El valor de emisión más bajo acontece en la primera quincena de septiembre (13,33%) y el más elevado en la primera quincena de mayo, con valores superiores al 30% en doce de las diecisiete muestras consideradas. De forma simultánea aparecen ejemplares con signos de ir hacia un estado de reposo de la gónada (Figura 36).

El periodo claramente de mayor actividad, si tenemos en cuenta que durante el mismo no se han encontrado ejemplares postactivos o citolíticos, abarca desde febrero a junio. A partir de este último mes se inicia la regresión de la gónada, con la manifiesta aparición de ejemplares postactivos, estado que se hace predominante de septiembre a diciembre.

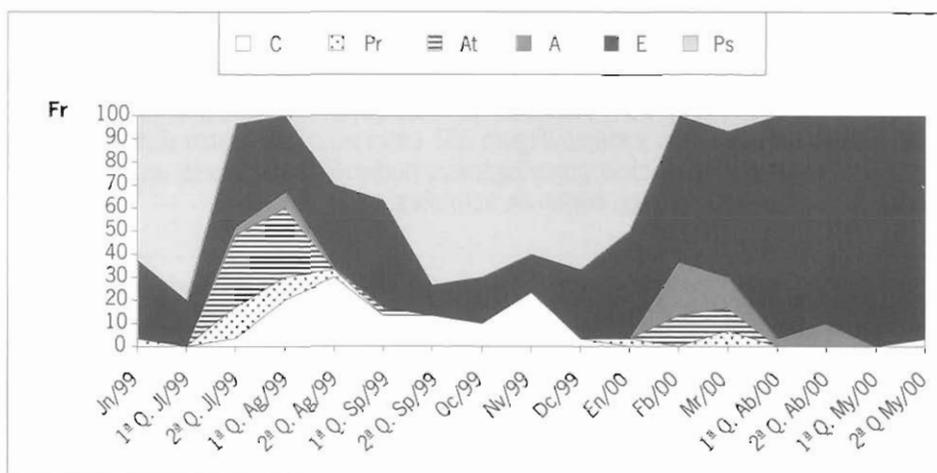


Figura 36. *C. chione* Frecuencia relativa de los distintos estados de desarrollo gonadal: C: citolítico; Pr: preactivo; At: activo temprano; A: activo; E: emisión; Ps: postactivo.

### 3.6.2.4 Influencia de los factores ambientales

En la figura 37 se muestran las variaciones de la temperatura y de la clorofila a a lo largo del periodo de estudio.

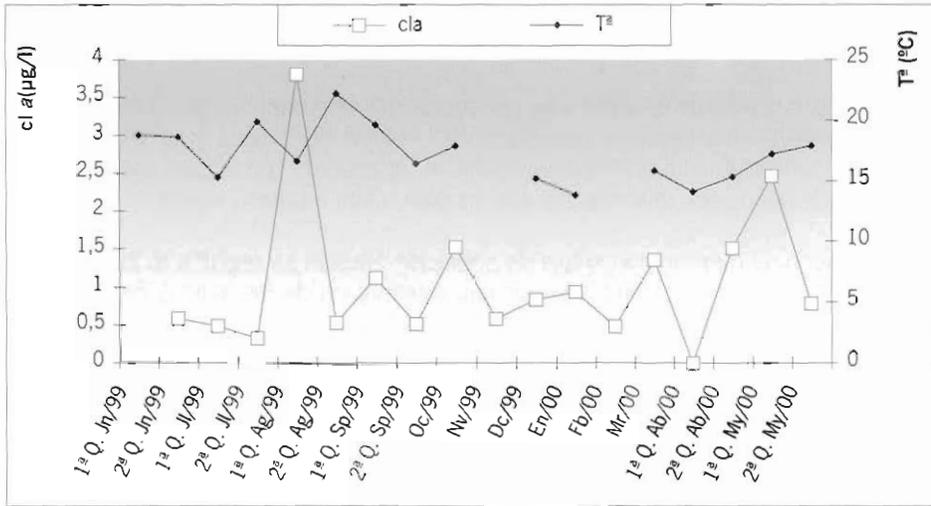


Figura 37. Evolución de la clorofila a y de la temperatura del agua de mar a 20 m de profundidad

De forma general, se observa que la temperatura a 20 m de profundidad varía entre 13,8 °C en enero y 22 °C, en la segunda quincena de agosto. Desde enero hasta junio aumenta prácticamente de forma continuada, con pequeñas oscilaciones. Este ciclo es más irregular durante el resto del año, con un incremento desde principios de verano hasta agosto y un descenso hasta diciembre; sin embargo, durante el verano las oscilaciones son más acusadas, con una subida de casi 6 °C en 12 días, y con descensos repetidos en torno a 3 °C (Figura 37).

Las concentraciones de clorofila a a 20 m, muestran un ciclo irregular con picos de distinta intensidad. A partir de febrero se registra un aumento hasta mayo, mes en el que se alcanza uno de los máximos parciales (2,47 µg/l). Este pico primaveral es seguido de un descenso durante el resto de la primavera y principios de verano. En la primera quincena de agosto tiene lugar un rápido incremento de esta variable, siendo éste el máximo absoluto (3,80 µg/l) a lo largo del ciclo, que desciende abruptamente en la segunda quincena de agosto (Figura 37).

Las pruebas estadísticas realizadas indican que la temperatura explica directamente el 63,8 % y el 50% de los cambios de Pseco/L<sup>3</sup> y de peso seco del individuo estándar, con dos meses de desfase.

### 3.6.3 CONCLUSIÓN

La población de concha fina de la Cala del Moral (AND 1-31) muestra un amplio periodo de emisión, atendiendo a los resultados del ciclo gametogénico. De igual forma, considerando los índices de condición, son numerosos los periodos alternos, que se caracterizan por un descenso de los mismos y que podrían ser interpretados de forma



errónea como emisiones o regresiones si no se dispusiera de los resultados aportados por el estudio histológico.

Por ello, con el fin de establecer un periodo de mayor eficiencia reproductora de esta población, se han conjugado los resultados del estudio histológico y de los índices de condición, concretamente del individuo estándar. De acuerdo con ambos, existe un claro descenso de peso seco relacionados con emisión, entre febrero y marzo.

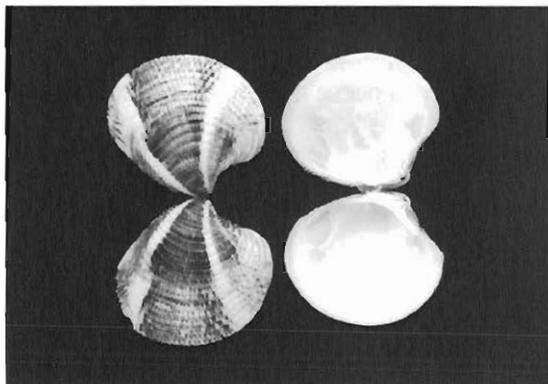
El periodo de máximo porcentaje de población emisión se registra en abril y mayo, aunque éste no se ve acompañado por una disminución de los índices de condición, debido a los fenómenos de neoformación de gametos.

Dos son, por tanto, los periodos que deben ser considerados decisivos en la gestión pesquera de esta población: febrero- marzo y abril- mayo, si bien la primera opción presenta la ventaja de ser la emisión más intensa, y consideramos, por tanto, que es la verdaderamente crucial.



### 3.7 CHIRLA (*Chamelea gallina* (L., 1758))

#### 3.7.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE



La chirla o almeja presenta una concha relativamente gruesa, de forma subtrigonal, con ambas valvas iguales y asimétricas. El color externo de la concha es muy variable, desde un fondo blanco o crema, sobre el que aparecen bandas radiales en número y tamaño desigual, a un castaño más o menos intenso. En algunos ejemplares se observan pequeñas bandas radiales y puntos en el resto de la superficie o manchas en zig-zag de color castaño, sobre fondo claro. Otros son casi blancos en su totalidad, salvo en la parte posterior donde pueden presentar un tono ligeramente pardo. En el litoral de Málaga son abundantes los ejemplares de color grisáceo. El interior es blanco, a veces con manchas de color violeta en la parte posterior y debajo del área cardinal. La escultura externa está formada por líneas concéntricas, en forma de cordoncillo, con disposición algo irregular y que apenas sobresalen.

El mecanismo de articulación de las valvas está constituido por tres dientes centrales en la valva derecha, cada uno con una forma característica. Las dos impresiones musculares son similares en forma y tamaño. El seno paleal es muy pequeño, corto y de forma triangular.

La talla máxima citada para esta especie es 35 mm. La longitud más abundante del presente estudio para las poblaciones de Huelva (AND 1-08, 1-11) y de Málaga (AND 1-32), son respectivamente 25 mm, 25 mm y 24,5 mm y los máximos registrados 34,1 mm, 34,2mm y 35,2 mm.

Presenta una distribución típicamente mediterránea y también se localiza en el golfo de Cádiz hasta el cabo de San Vicente. Se trata de una especie litoral, de poca profundidad y sedimentos arenosos.

### 3.7.2.1 Resultados *Chamelea gallina* de la región suratlántica I: Punta Umbría

#### 3.7.2.1.1 Determinación de la proporción de sexos

Para la determinación de la proporción de sexos de la población, se observaron ejemplares microscópicamente durante todo el año de estudio. De 423 individuos cuyo sexo ha sido posible identificar, 211 son machos (49,88%), y 212 hembras (50,11%). De acuerdo con estos resultados, se puede considerar que la población de chirla de Punta Umbría presenta una proporción de sexos 1:1 (Figura 38).

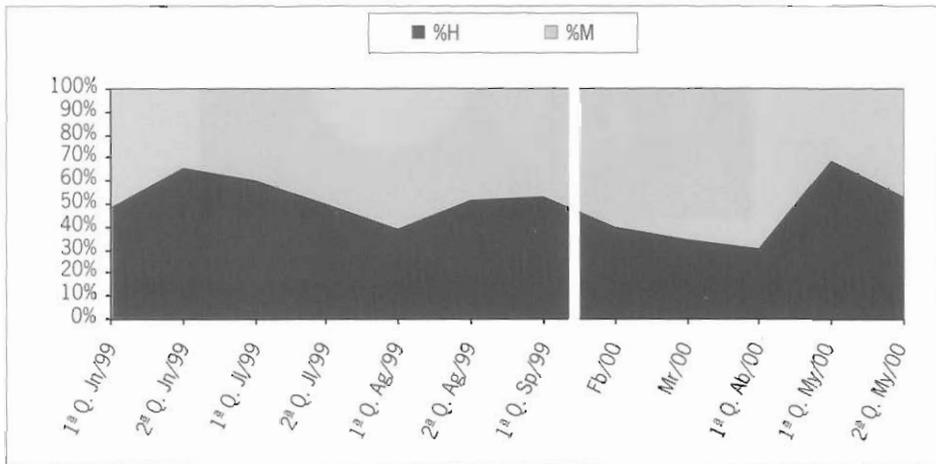


Figura 38. *C. gallina* AND 1-08. Evolución del sex-ratio a lo largo del periodo de estudio. H: hembras; M: machos. La línea blanca representa un salto temporal.

#### 3.7.2.1.2 Índices de condición

Para analizar la variación de peso seco de la población se consideraron 3.220 ejemplares con longitudes comprendidas entre 14 y 34 mm. En la figura 39 se muestra la variación de los valores medios del índice de condición  $P_{seco}/L^3$  a lo largo del ciclo anual.

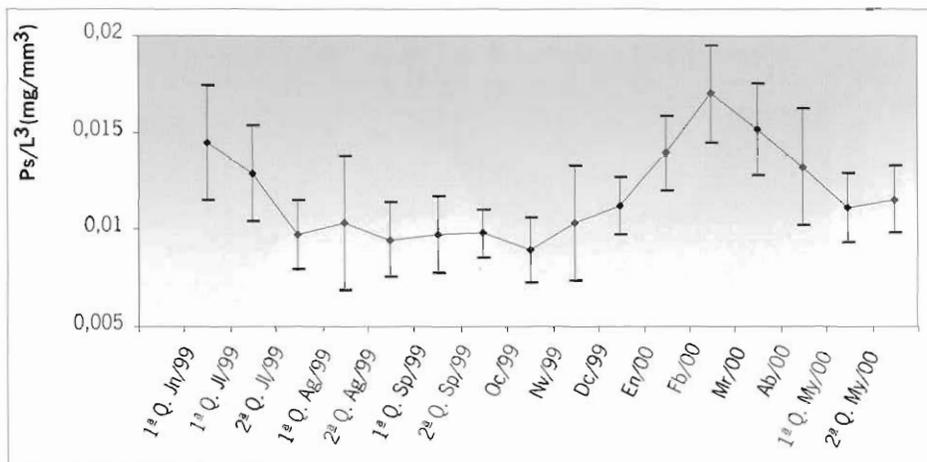


Figura 39. *C. gallina* AND 1-08. Variación del índice  $Ps/L^3$  a lo largo del ciclo. Las barras indican los valores de desviación típica.

Esta población muestra un ciclo claramente estacional, con valores que permanecen bajos y más o menos constantes, desde mediados de julio a octubre. En otoño comienza una recuperación del índice hasta alcanzar el valor máximo en febrero, tras lo cual tiene lugar la caída más intensa, que es seguida de otra de menor intensidad a principios de verano. La desviación típica es irregular a lo largo del año, aumentando durante los meses veraniegos hasta alcanzar su máximo en la segunda quincena de agosto (94,65%), siendo las variaciones de peso seco de los ejemplares de esta muestra, y no las distintas longitudes de los mismos, la responsable de este elevado valor.

### 3.7.2.1.3 Ciclo gametogénico

Para determinar el ciclo gametogénico de la población de *chirla* de Punta Umbría, se estudiaron 487 ejemplares. Todos los ejemplares analizados en meses de actividad, presentaron gónada diferenciada, siendo dos hembras en emisión los individuos de menor longitud (22,8 mm).

Según los resultados obtenidos, la población de *chirla* de Punta Umbría muestra un ciclo gametogénico con un periodo de actividad muy amplio, quedando el reposo sexual restringido a octubre y noviembre, si bien, tanto en la segunda quincena de septiembre como en diciembre la mayoría de los ejemplares se encuadran dentro de categorías inactivas. Se detecta emisión durante todo el ciclo menos en octubre y noviembre, con altos porcentajes, que llegan al 100% en abril y en junio (Figura 40).

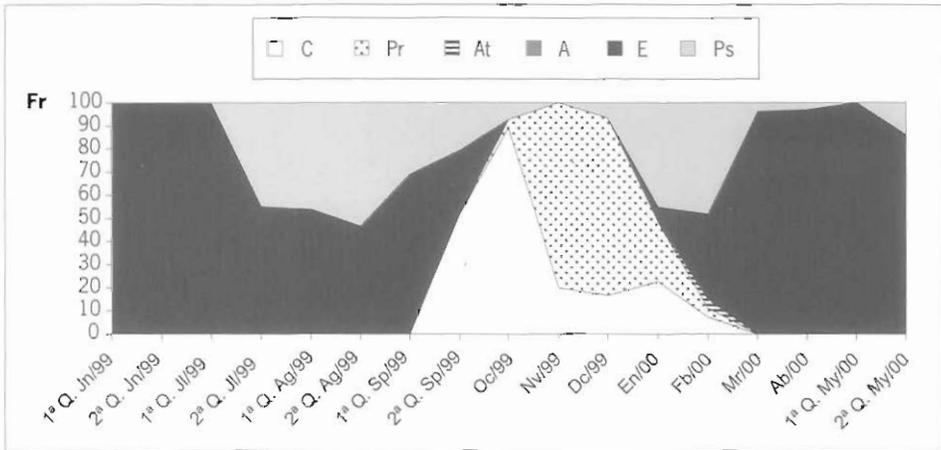


Figura 40. *C. gallina* AND (1-08). Frecuencia relativa de los distintos estados de desarrollo gonadal de la población. C: citolítico; Pr: preactivo; At: activo temprano; A: activo; E: emisión; Ps: postactivo.

### 3.7.2.1.4 Influencia de los factores ambientales

La temperatura muestra un incremento en primavera y verano, alcanzando su valor máximo de 24,1°C en la primera quincena de septiembre. A continuación va descendiendo durante los meses de invierno hasta llegar a los 13°C en enero. Pasado este punto, la temperatura va aumentando progresivamente (Figura 41).

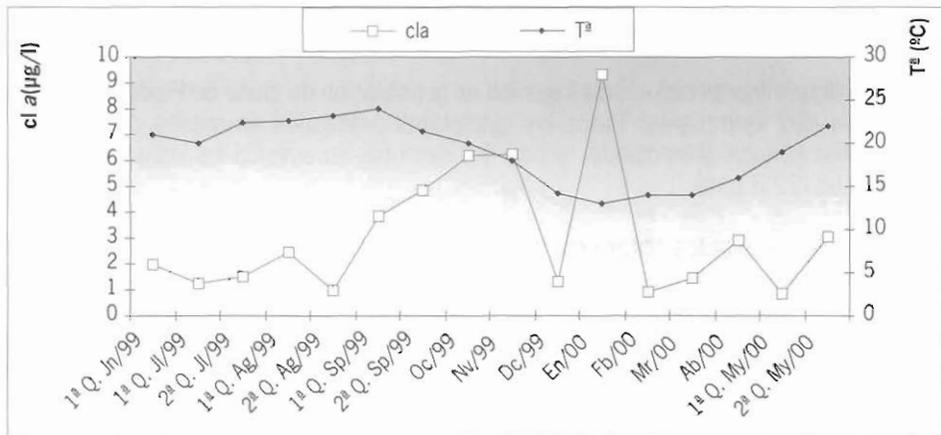


Figura 41. Evolución de la clorofila a y de la temperatura superficial del agua de mar.



La clorofila a presenta un perfil mucho más abrupto que la temperatura, caracterizado porque los valores más altos se registran desde finales de verano a principios de invierno, coincidiendo con el periodo de temperaturas más bajas. Durante la primavera y el verano se producen oscilaciones, pero no se alcanzan nunca las concentraciones de clorofila del periodo anterior (Figura 41).

De acuerdo con las pruebas estadísticas realizadas, los aumentos de temperatura provocan descensos de Pseco/L<sup>3</sup> en un 51,3% de la población.

### 3.7.2.2 Resultados *Chamelea gallina* de la región suratlántica II: zona marítima de Doñana

#### 3.7.2.2.1 Determinación de la proporción de sexos

Con objeto de establecer la proporción de sexos de *C. gallina* de la zona de producción AND 1-11 se ha recurrido al estudio histológico, técnica que permite identificar el sexo de un alto número de ejemplares incluso en época de reposo sexual. Se determinó el sexo de 363 ejemplares, de los cuales 177 son machos (48,76%) y 186 hembras (51,23%) Esta población presenta, por tanto, una proporción de sexos 1:1 (Figura 42).

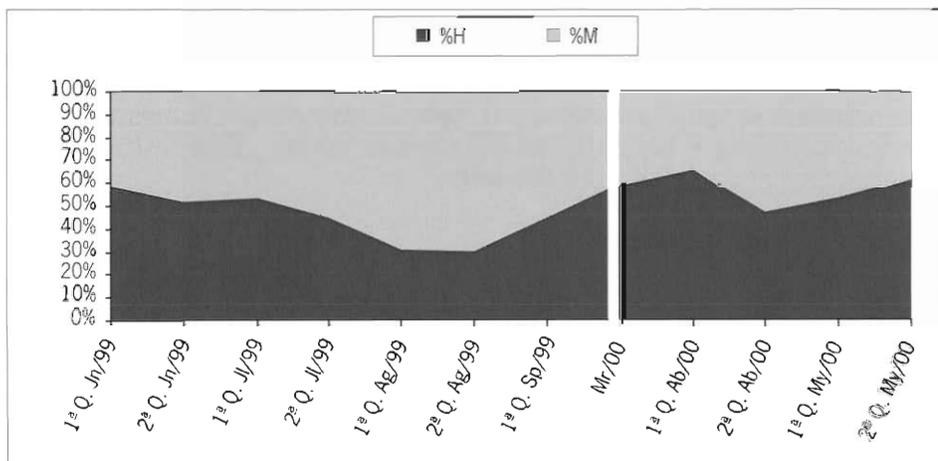


Figura 42. *C. gallina* AND 1-11. Evolución del sex-ratio a lo largo del periodo de estudio. H: hembras; M: machos. La línea blanca indica un salto temporal.

#### 3.7.2.2.2 Índices de condición

Para estudiar la variación del índice de condición de la población de *C. gallina* de la zona de Doñana, se analizaron 3.371 ejemplares con longitudes comprendidas entre 14 y 34 mm. La figura 43 muestra la variación del índice Pseco/L<sup>3</sup> a lo largo del ciclo anual.

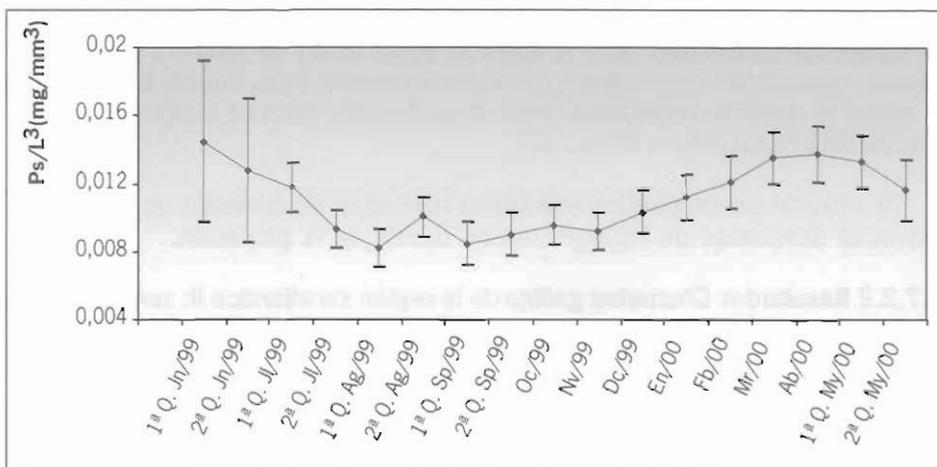


Figura 43. *C. gallina* AND 1-11. Variación del índice  $Ps/L^3$  a lo largo del ciclo. Las barras indican los valores de desviación típica.

Las variaciones que se producen son progresivas, sin cambios bruscos a lo largo del año de estudio. Durante los meses veraniegos (junio hasta la segunda quincena de agosto) se observa un descenso paulatino, con un ligero aumento a finales del mes de agosto. A partir de esta fecha, el incremento del índice de condición es gradual hasta el mes de abril en el que comienza de nuevo a descender.

### 3.7.2.2.3 Ciclo gametogénico

Se analizaron un total de 480 ejemplares de esta población de chirla, de los cuales los dos únicos ejemplares de menos de 20 mm procesados presentan gónada diferenciada.

Según los resultados obtenidos, la población de chirla de la zona marítima de Doñana muestra un ciclo gametogénico en el que el desarrollo de la gónada comienza en noviembre y termina en la segunda quincena de septiembre. El amplio periodo de emisión, que se extiende desde enero hasta septiembre, es seguido de un corto periodo de reposo sexual, desde octubre hasta noviembre, mes en el que se inicia la formación de gametos. Toda la población se encuentra en emisión en la primera quincena de mayo, el mes de junio y la primera quincena de julio (Figura 44).

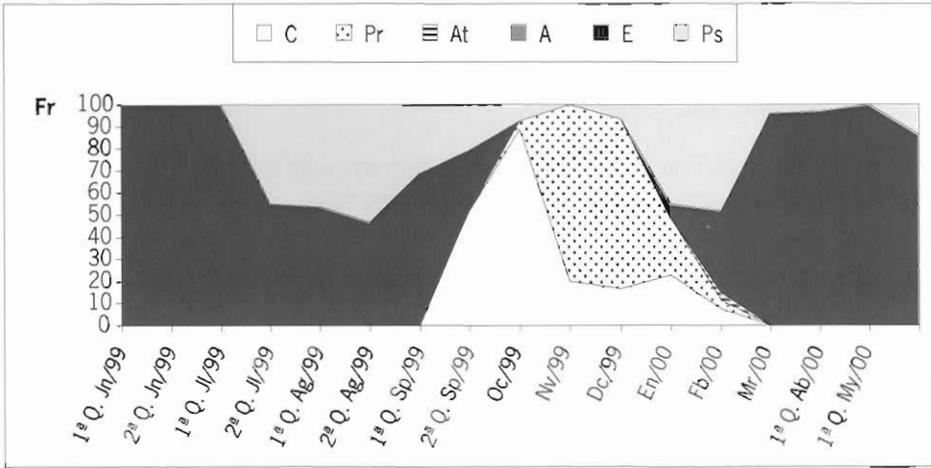


Figura 44. *C. gallina* AND 1-11. Frecuencia relativa de los distintos estados de desarrollo gonadal de la población. C: citolítico; Pr: preactivo; At: activo temprano; A: activo; E: emisión; Ps: postactivo.

### 3.7.2.2.4 Influencia de los factores ambientales

El valor máximo de temperatura se registra en la segunda quincena de julio (24°C), con un descenso progresivo hasta el valor mínimo en el mes de enero (11,3°C). Durante el resto del invierno y la primavera, se produce un aumento continuado, si bien se carece de datos de muchos meses (Figura 45).

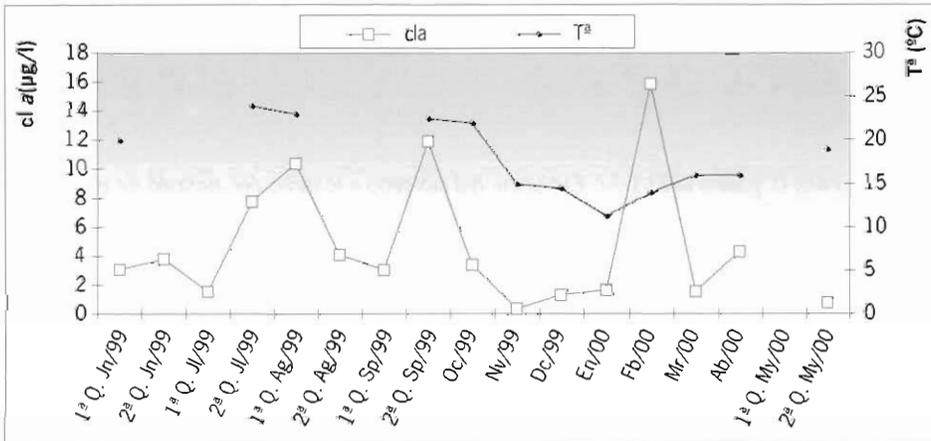


Figura 45. Evolución de la clorofila a y de la temperatura superficial del agua de mar.

La clorofila a presenta un pico máximo en el mes de febrero (15,87  $\mu\text{g/l}$ ) y dos de menor magnitud en la segunda quincena de septiembre (11,94  $\mu\text{g/l}$ ) y en la primera quincena de agosto (10,40  $\mu\text{g/l}$ ). El valor mínimo se registra en el mes de noviembre (0,383  $\mu\text{g/l}$ ) (Figura 45).

Las pruebas estadísticas realizadas indican que no existe relación entre los factores ambientales y los distintos índices biológicos considerados.

### 3.7.2.3 Resultados *Chamelea gallina* de la región surmediterránea

#### 3.7.2.3.1 Determinación de la proporción de sexos

Para la determinación de la proporción de sexos de la población de chirla de Fuengirola, se observaron microscópicamente 514 ejemplares, de los cuales 273 son machos (53,11%) y 241 hembras (46,89%). De acuerdo con estos resultados, se puede considerar que esta población presenta una proporción de sexos 1:1 (Figura 46).

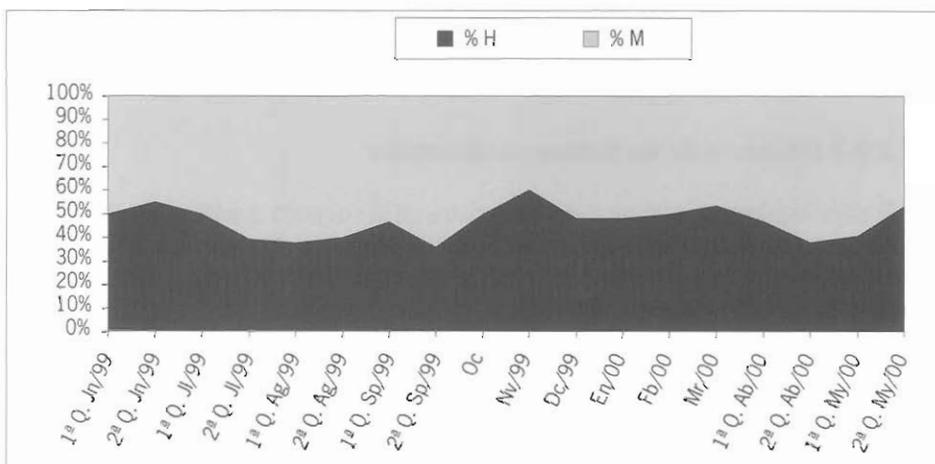


Figura 46. *C. gallina* AND 1-32. Evolución del sex-ratio a lo largo del periodo de estudio. H: hembras; M: machos.

#### 3.7.2.3.2 Índices de condición

Se analizaron 3.551 ejemplares con longitudes comprendidas entre 17 y 26 mm. La figura 47 muestra la variación de Peso seco/  $L^3$  a lo largo del ciclo anual.

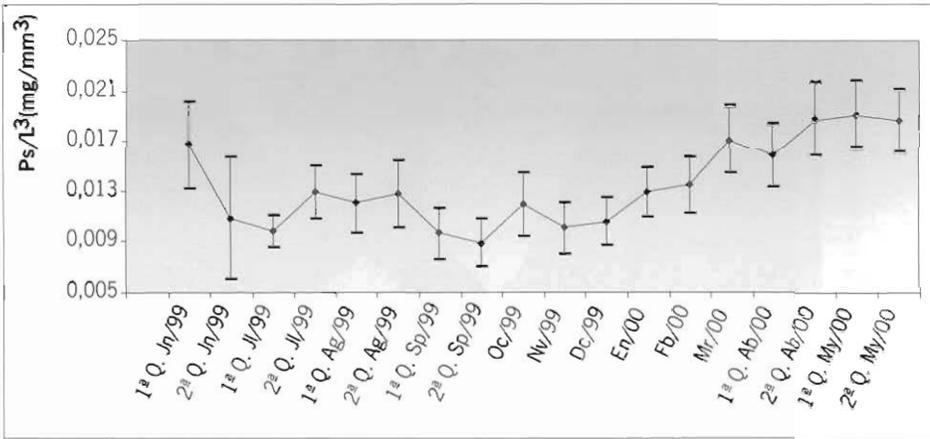


Figura 47. *C. gallina* AND 1-32. Variación del índice  $Ps/L^3$  a lo largo del periodo de estudio. Las barras indican los valores de desviación típica.

Se observa un descenso neto, con oscilaciones, en los meses de verano, y un posterior incremento durante el resto del año. Concretamente, el descenso más pronunciado se registra entre la primera quincena de junio y la primera quincena de julio.

### 3.7.2.3.3 Ciclo gametogénico

Con objeto de determinar el ciclo gametogénico de la población de chirla localizada en Fuengirola, se procesaron histológicamente 514 ejemplares, de longitudes comprendidas entre 15 y 35 mm. Todos los ejemplares observados en época de actividad sexual presentan gónada diferenciada, si bien el tamaño muestral de los ejemplares pequeños es muy bajo. En los meses de reposo sexual la mayoría de la población, independientemente de su longitud, se encuentra en estado citolítico (reposo).

De acuerdo con los resultados obtenidos, la población de *chirla* de la zona surmediterránea muestra un ciclo gametogénico en el que la actividad de la gónada abarca casi la totalidad del año, observándose un pequeño porcentaje de individuos citolíticos desde la segunda quincena de septiembre hasta febrero. La emisión se produce durante todos los meses del año, si bien en los meses más fríos el porcentaje de ejemplares en emisión es inferior al de primavera y verano. Desde marzo hasta la segunda quincena de agosto prácticamente el 100% de la población se encuentra en estado de emisión (Figura 48).

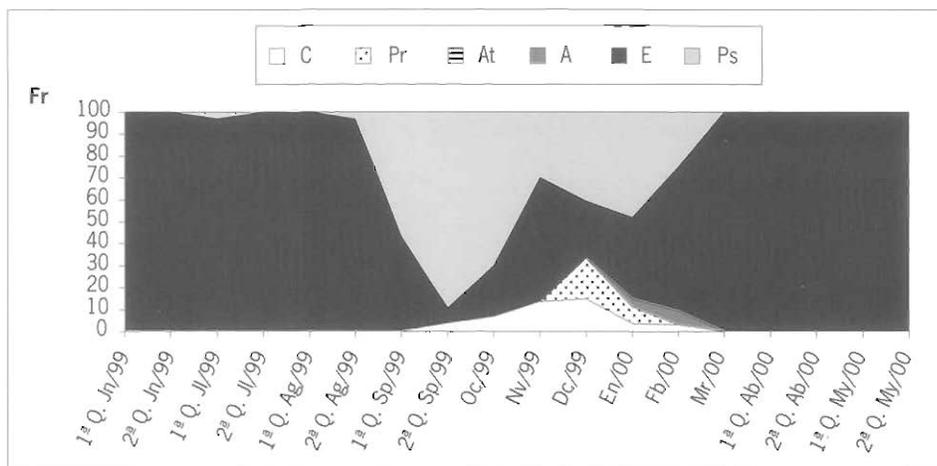


Figura 48. C. gallina AND 1-32. Frecuencia relativa de los distintos estados de desarrollo gonadal de la población. C: citolítico; Pr: preactivo; At: activo temprano; A: activo; E: emisión; Ps: postactivo.

### 3.7.2.3.4 Influencia de los factores ambientales

La temperatura muestra un aumento durante la primavera y el verano y un descenso en invierno. Los valores más elevados se alcanzan en los meses veraniegos, con el máximo en la segunda quincena de julio (24,4°C), mientras que el mínimo se registra diciembre (12,6°C) (Figura 49).

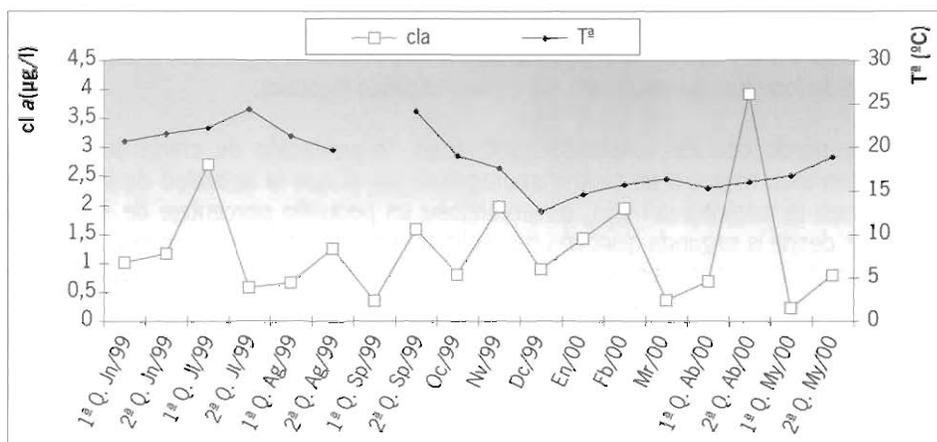


Figura 49. Evolución de la clorofila a y de la temperatura superficial del agua de mar.

La clorofila *a* presenta dos picos a lo largo del periodo de estudio. El de mayor intensidad se produce durante la segunda quincena de abril (3,92  $\mu\text{g/l}$ ), mientras que en la primera quincena de julio se registra el segundo máximo anual (2,69  $\mu\text{g/l}$ ). Las concentraciones mínimas de clorofila acontecen durante la primera quincena de septiembre (0,35  $\mu\text{g/l}$ ) y el mes de marzo (0,35  $\mu\text{g/l}$ ) (Figura 49).

Las distintas pruebas estadísticas realizadas indican que no existe relación entre los factores ambientales y ninguna de las variables biológicas consideradas; sin embargo, la amplitud de la actividad gametogénica apunta a la existencia de condiciones ambientales muy favorables en el medio.

### 3.7.4 CONCLUSIÓN

A tenor de los resultados obtenidos del estudio del ciclo reproductor, las poblaciones de *chirla* de las dos poblaciones de la región suratlántica y de la población de la región surmediterránea presentan emisión durante todo el año, si bien los meses de mayo y junio son los que registran los mayores descensos de los índices de condición, correspondiendo, en este caso, con una mayor liberación de gametos.

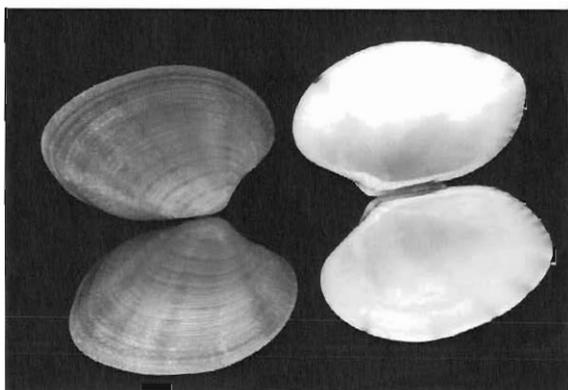
Por estas razones, la explotación sostenida de esta especie en el litoral andaluz, debería considerar una regulación especial de las capturas en alguno de los tres periodos claves en la reproducción de esta especie, todos comprendidos entre mediados de primavera y mediados de verano: mayo-junio, junio-julio y abril-mayo.





### 3.8 ALMEJA CHOCHA (*Venerupis rhomboides* (Pennant, 1777))

#### 3.8.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE



Esta almeja se caracteriza por presentar una concha relativamente gruesa, de forma oval, con ambos extremos redondeados. Ambas valvas son iguales y asimétricas. El color externo es muy variable; el fondo puede ser crema, castaño claro, castaño oscuro e incluso rosa; sobre él suelen aparecer bandas radiales y concéntricas, con manchas en zig-zag, en "V" o irregulares, a modo de punteado, con tonos más intensos que los del fondo de las valvas; en algún caso, por el contrario las bandas son blancas. El interior es de color blanco o crema, excepto en la zona del umbo, donde aparece una mancha amarillenta, anaranjada o rosa. La ornamentación externa está formada exclusivamente por estrias concéntricas que se acentúan más en las zonas marginales y en ambos extremos.

El sistema de articulación de las valvas está constituido por tres dientes centrales en cada valva, de los cuales uno es bifido en la valva izquierda, mientras que en la derecha lo son dos. No tiene dientes laterales. Las dos impresiones musculares son algo desiguales en forma y tamaño, siendo la anterior menor y algo más alargada. El seno paleal es profundo, de forma lanceolada y terminado en punta. No es confluyente ventralmente con la línea paleal.

La longitud máxima citada para esta especie es 63,5 mm (Tebble, 1966). La longitud más abundante en la población Fuengirola (Málaga) es 40 mm, y el máximo registrado 54,7 mm.

Se encuentra por todo el Mediterráneo, con exclusión del mar Negro, y por el Atlántico, desde Noruega hasta la costa atlántica marroquí (Pasteur-Humbert, 1962; Tebble, 1966; Fischer-Piette & Metivier, 1971; Parezan, 1976).

Según Tebble (1966), esta especie vive en Gran Bretaña, en fondos muy diversos, desde grava a arena fangosa; y desde la zona intermareal hasta 183 m de profundidad, siendo una especie bastante común. En el litoral español, Hidalgo (1917) y posteriormente Montero, (1971) la encuentran en torno a los 16 m en playas arenosas.

### 3.8.2 RESULTADOS

#### 3.8.2.1 Determinación de la proporción de sexos

Para la determinación de sexos de la población de almeja chocha de Fuengirola, se observaron microscópicamente durante el ciclo anual. Se han sexado 548 ejemplares, de los cuales 284 son machos (51,82%) y 264 hembras (48,18%). De acuerdo con estos resultados, se puede considerar que la población estudiada presenta una proporción de sexos 1:1 (Figura 50).

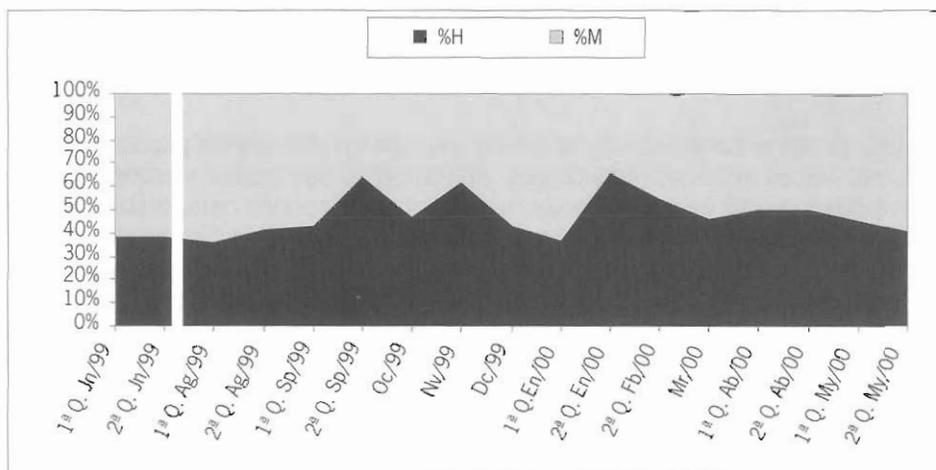


Figura 50. *V. rhomboides*. Evolución del sex-ratio a lo largo del periodo de estudio. H: hembras; M: machos. La línea blanca indica un salto temporal.

#### 3.8.2.2 Índices de condición

Se analizaron 3.801 ejemplares con longitudes comprendidas entre 28 y 42 mm. La figura 51 muestra la variación de Peso seco/L<sup>3</sup> a lo largo del ciclo anual.

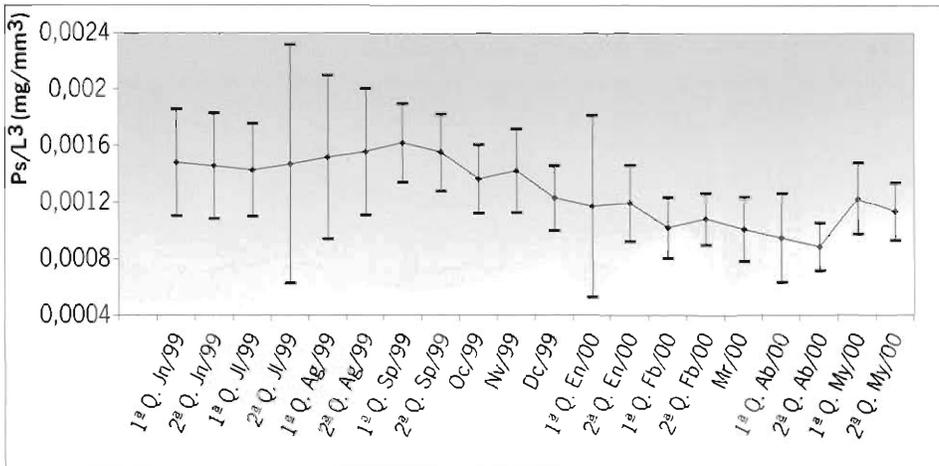


Figura 51. *V. rhomboides* Variación del índice Ps/L<sup>3</sup> a lo largo del ciclo. Las barras indican los valores de desviación típica.

De acuerdo con la figura 51, el índice de condición muestra dos periodos claramente diferenciados, el primero de los cuales, que se extiende desde finales de verano a mediados de invierno, se caracteriza por un descenso prácticamente continuado, con distintos altibajos. El resto del ciclo muestra un aumento, con valores similares a principios y finales del mismo, con el incremento más notable entre la segunda quincena de abril y la primera de mayo.

### 3.8.2.3 Ciclo gametogénico

Con objeto de determinar el ciclo gametogénico de la población de chocha de la zona de Fuengirola, se observaron cortes histológicos de 549 ejemplares, con longitudes comprendidas entre 20 y 55 mm. El ejemplar de menor talla analizado (20,9 mm) presentaba gónada diferenciada, pero no se han podido observar suficientes ejemplares pequeños para indicar una talla de madurez sexual.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la chocha presenta un ciclo gametogénico en el que es posible encontrar ejemplares en cualquiera de los estados que denotan actividad gonadal desde la segunda quincena de junio/99 hasta la segunda quincena de mayo/00. La emisión se produce prácticamente durante todos los meses del año, si bien en verano e invierno el porcentaje de ejemplares que liberan gametos es inferior al de primavera. El valor máximo de emisión se registra en la primera quincena de abril, con un 93,75% de la población en este estado (Figura 52).

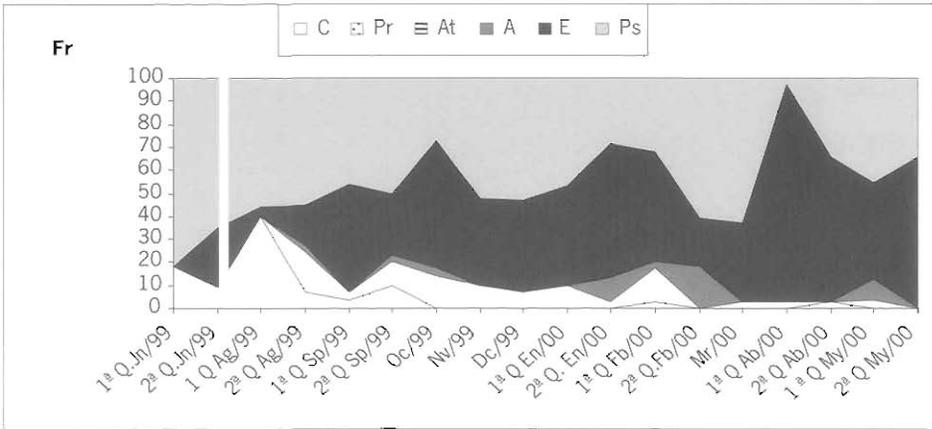


Figura 52. *V. rhomboides*. Frecuencia relativa de los distintos estados de desarrollo gonadal de la población. C: citolítico; Pr: preactivo; At: activo temprano; A: activo; E: emisión; Ps: postactivo. La barra blanca indica un salto temporal.

### 3.8.2.4 Influencia de los factores ambientales

La temperatura se midió a 15 m, profundidad a la que se colectó la población. Esta variable ambiental muestra un ciclo estacional con un máximo en la segunda quincena de agosto (21,6°C) y dos mínimos, de la misma intensidad, en la primera quincena de enero y de abril (14°C). En los meses de verano se registran las mayores temperaturas, que empiezan a descender en otoño y principios de invierno, comenzando la recuperación de los valores en la segunda quincena de febrero, con la excepción de la primera quincena de abril (Figura 53).

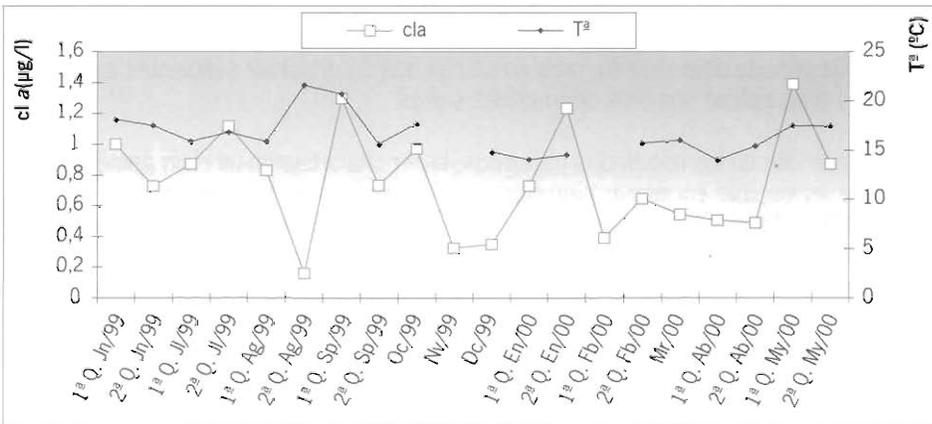


Figura 53. Evolución de la clorofila a y de la temperatura a 15 m de profundidad del agua de mar.



La clorofila *a* muestra un perfil más abrupto, donde se van sucediendo máximos y mínimos. Tres de los máximos se corresponden con niveles superiores a  $1,1 \mu\text{g/l}$  de clorofila y tienen lugar, por orden cronológico y de concentración creciente, a finales de verano (segunda quincena de septiembre), mediados de invierno (febrero) y mediados de primavera (mayo) (Figura 53).

No se ha observado incidencia de los factores ambientales en los distintos índices biológicos, a tenor de los resultados de las distintas pruebas estadísticas empleadas.

### 3.8.3 CONCLUSIÓN

La población de almeja chocha de Fuengirola (AND 1-32) muestra un amplio periodo de emisión, atendiendo a los resultados del ciclo gametogénico.

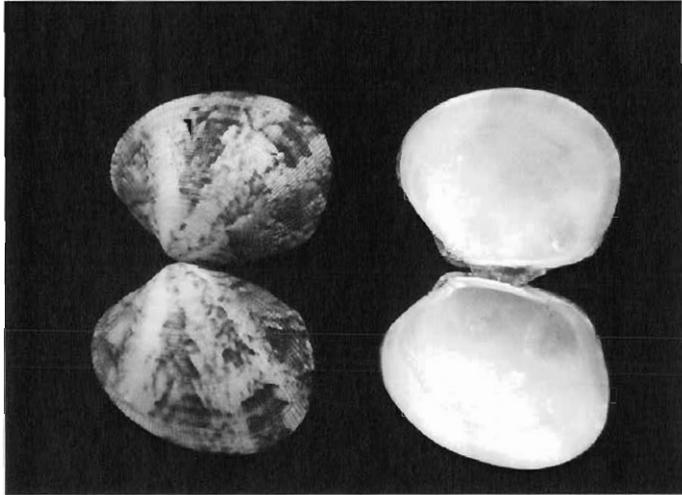
Desde un punto de vista histológico, la emisión acontece prácticamente durante todo el ciclo, por lo que este resultado debe ser considerado conjuntamente con los ofrecidos por los índices de condición a la hora de establecer un periodo de prohibición de capturas que sea compatible con el desarrollo de la pesca de esta especie. Atendiendo a ambos criterios, el periodo clave en la reproducción de esta población es abril-mayo, por ser en estos meses la liberación de gametos más intensa.





### 3.9 ALMEJA FINA (*Ruditapes decussatus* (L., 1758))

#### 3.9.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE



La almeja fina se caracteriza por tener una concha ovalada, con ambas valvas iguales y muy asimétricas, con el extremo anterior más corto, redondeado y estrecho que el posterior. La coloración externa de las valvas izquierda y derecha puede no ser igual y la coloración interna puede ser marrón, violeta o amarilla. Extremo del sifón inhalante con tres filas de tentáculos. Sifones separados a diferencia de la almeja japonesa (*Ruditapes philippinarum*).

La articulación de las valvas se realiza gracias a tres dientes centrales en cada una de ellas; el diente más central en la valva izquierda y el diente central y posterior en la derecha son bífidos. No tiene dientes laterales. El seno paleal es relativamente profundo aunque no sobrepasa el centro de la concha.

Esta especie puede alcanzar 76 mm de longitud (Poppe & Goto, 1993). La longitud más abundante en la población de las marismas del Guadiana- Carreras es 33,5 mm, y el máximo registrado 48,5 mm.

Se extiende por el Mediterráneo, el Adriático y por la costa atlántica europea, desde Andalucía hasta Noruega. En África se encuentra por las costas de Marruecos y Senegal (Pérez Camacho, 1991).

Habita en fondos de cascajo y arena más o menos fangosa, desde el nivel medio de marea hasta unos pocos metros de profundidad (Pérez Camacho, 1991).

### 3.9.2 RESULTADOS

#### 3.9.2.1 Determinación de la proporción de sexos

Para la determinación de sexos de la población de almeja fina de las marismas del Guadiana-Carreras, se observaron 542 ejemplares microscópicamente durante el ciclo anual. Se ha identificado el sexo de 350 ejemplares, de los cuales 187 son machos (53,42%), y 163 hembras (46,57%). De acuerdo con estos resultados, se puede considerar que esta población presenta una proporción de sexos 1:1 (Figura 54).

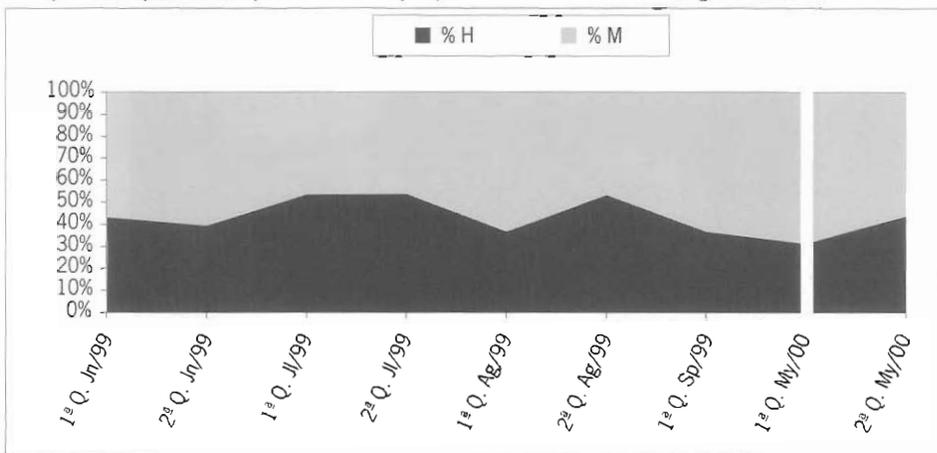


Figura 54. *R. decussatus*. Evolución del sex-ratio a lo largo del periodo de estudio. H: hembras; M: machos. La línea blanca indica un salto temporal.

#### 3.9.2.2 Índices de condición

Para el establecimiento del índice de condición de la población se analizaron 3.307 ejemplares con longitudes comprendidas entre 31 y 35 mm. En la figura 55 se recoge la variación de los valores medios de Pseco/L<sup>3</sup> a lo largo del ciclo anual.

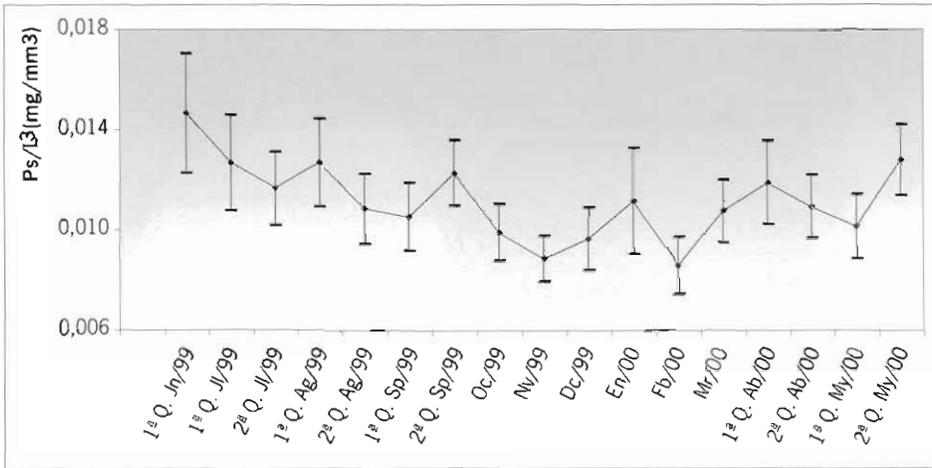


Figura 55. *R. decussatus*. Variación del índice  $Ps/L^3$  a lo largo del ciclo. Las barras indican los valores de desviación típica.

El índice de condición muestra un ciclo irregular con ascensos y descensos bimensuales, de los cuales el más intenso ocurre a principios de verano, mientras que la subida más importante de este índice tiene lugar entre febrero y abril. A pesar de este patrón tan irregular, se registra un descenso neto del individuo estándar desde la primera quincena de junio a febrero, y un aumento, con altibajos, desde este mes hasta la segunda quincena de mayo.

### 3.9.2.3 Ciclo gametogénico

Se observaron microscópicamente 542 ejemplares, de longitudes comprendidas entre 26 y 49 mm. El ejemplar de menor longitud (26,2 mm) no presentaba gónada diferenciada, si bien pertenecía a una muestra en la que el 31,25% de los ejemplares analizados fueron considerados indeterminados. El primer ejemplar con gónada diferenciada observado medía 27,5 mm.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la población de almeja fina de las marismas del Guadiana-Carreras presenta un ciclo gametogénico claramente estacional (Figura 56), con un periodo de actividad que se inicia en la primera quincena de abril y concluye a finales de verano, seguido de un reposo sexual en otoño, invierno e inicios de la primavera. Se observa un periodo continuado de emisión desde mayo hasta septiembre ambos inclusive, con un máximo (93,75% de los ejemplares en emisión) en la segunda quincena de mayo. Posteriormente, el periodo de reposo sexual abarca desde el mes de octubre hasta febrero, periodo en el cual la regresión de gónada es tal que en los meses de diciembre, enero y febrero es imposible determinar el sexo del 100% de la población.

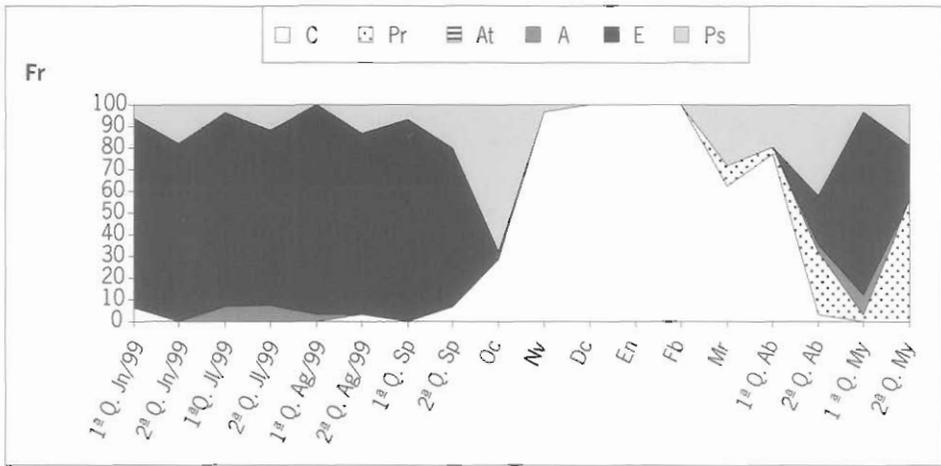


Figura 56. *R. decussatus*. Frecuencia relativa de los distintos estados de desarrollo gonadal de la población. C: citolítico; Pr: preactivo; At: activo temprano; A: activo; E: emisión; Ps: postactivo.

### 3.9.2.4 Influencia de los factores ambientales

La temperatura muestra un incremento en los meses de primavera y verano, con un valor máximo de 28,4°C en la segunda quincena de agosto y un descenso en los meses invernales. A primeros de octubre se observa un incremento de la temperatura seguido de un pronunciado descenso en noviembre. Los espacios indican la carencia de datos en esos meses (Figura 57).

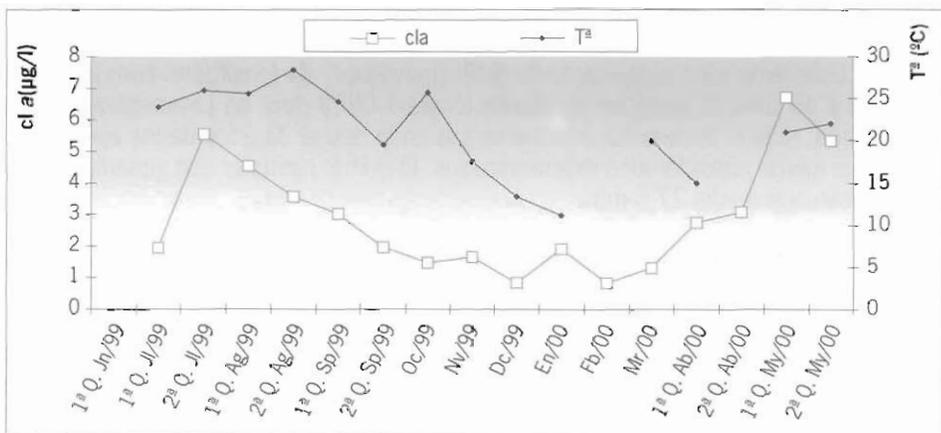


Figura 57. Evolución de la clorofila a y de la temperatura superficial del agua de mar.

Los niveles de clorofila *a* muestran un claro descenso neto desde la segunda quincena de julio hasta marzo, con un pequeño repunte en el mes de febrero. Posteriormente se registra un aumento, con un perfil de subida más abrupto que el registrado para el descenso. El valor máximo de 6,71  $\mu\text{g/l}$  se registra en la primera quincena de mayo, detectándose un segundo pico de menor intensidad la segunda quincena de julio. Los niveles mínimos de clorofila se observan en diciembre y febrero (0,83  $\mu\text{g/l}$ ).

Las distintas pruebas estadísticas realizadas indican que la temperatura deja sentir sus efectos en los distintos índices de condición considerados, tanto al mes siguiente como a los dos meses de producirse cambios en esta variable ambiental. En todos los casos, la temperatura es responsable de alrededor del 70% de los cambios que se registran en estos índices. De igual forma, el 54,7% y 52,8%, respectivamente, de los cambios en el porcentaje de población en emisión tienen su origen en las variaciones de temperatura y clorofila *a* del mes previo.

Con los resultados obtenidos podemos confirmar que los factores ambientales inciden directamente en los índices de condición y en el porcentaje de emisión de la población de almeja fina estudiada.

### 3.9.3 CONCLUSIÓN

La población de almeja fina de las marismas del Guadiana- Carreras (AND 1-02) muestra un ciclo reproductor claramente estacional, atendiendo a los resultados del ciclo gametogénico, con casi la totalidad de los individuos de la población en emisión en verano, que posteriormente experimentan una fuerte regresión gonadal en los meses invernales.

Teniendo en cuenta los porcentajes de emisión y los descensos de peso seco registrados, dos son los periodos considerados como claves en la reproducción de la especie: junio-julio y mayo-junio.

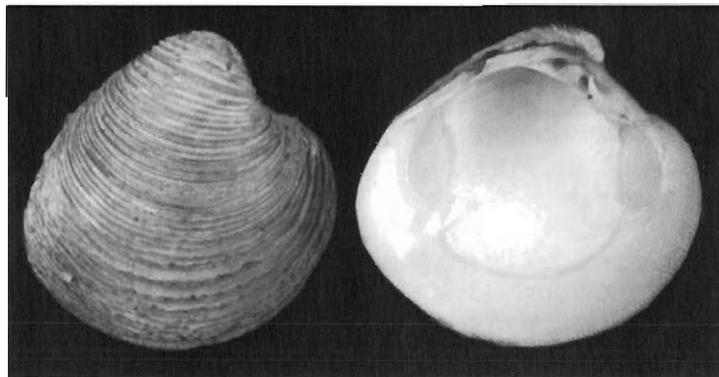
Ambos periodos muestran elevados porcentajes de emisión pero el descenso del índice de condición es más acusado en verano que en primavera. Con la primera propuesta, además, cabe la posibilidad de salvaguardar los juveniles del periodo primaveral.





### 3.10 ALMEJA BLANCA (*Venus nux* (Gmelin, 1790))

#### 3.10.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE



Esta especie tiene una concha oval- triangular, robusta, de color blanquecino con valvas muy convexas e iguales y asimétricas. La superficie externa presenta multitud de láminas concéntricas, muy juntas, cerca del borde ventral, algo separadas en el resto de la superficie, con otras más pequeñas intercaladas (Montero, 1971). El interior es de color blanco.

Ambas valvas se articulan gracias a tres dientes centrales en cada una de ellas. Las impresiones de los músculos abductores son similares. El seno paleal es pequeño, con forma triangular.

En la bibliografía, la longitud máxima registrada para esta especie es 45 mm (Poppe & Goto, 1993), aunque en la costa malagueña se capturan ejemplares con longitud superior a 55 mm (observaciones personales). La longitud más abundante en la población onubense es 33 mm y 41 mm para la malagueña, y los máximos registrados 49 y 55 mm respectivamente.

Esta especie está representada en el Mediterráneo, y en el Atlántico desde el sur de Portugal a Senegal y en la parte occidental de África (Poppe & Goto, 1993). Aunque estos autores apuntan a que su mayor abundancia se localiza en el sur y este de las costas españolas, este último dato no está claro y se considera que las poblaciones más numerosas se sitúan en la costa suratlántica española. Según Salas (1996), la especie está prácticamente restringida al mar de Alborán y golfo de Cádiz. En las costas de la provincia de Málaga, las citas de esta especie siempre están asociadas a fondos de tipo fangoso (Salas, 1996), y en la provincia de Huelva, en fondos cuya profundidad oscila entre 45 y 120 m, aunque es posible encontrar ejemplares fuera de este rango batimétrico, a más de 350 m (Salas, 1996), en fondos detriticos enfangados.

Su distribución batimétrica se sitúa desde la zona infralitoral hasta los 700 m de profundidad, en fondos arenosos y fangosos.

### 3.10.2.1 Resultados *Venus nux* de la región suratlántica

#### 3.10.2.1.1 Determinación de la proporción de sexos

La almeja blanca es una especie en la que es posible distinguir machos de hembras atendiendo a una distinta coloración de la gónada, en determinadas épocas del año, cuando la misma está fundamentalmente ocupada por gametos en proceso de maduración o habiendo alcanzado ésta.

Durante estos periodos, las hembras se corresponden con ejemplares que poseen una gónada blanquecina, mientras que los machos exhiben una gónada anaranjada; sin embargo, durante otras épocas este color se oscurece, llevando a conclusiones equivocadas en la asignación de sexo de los ejemplares.

Este mismo oscurecimiento de la gónada se observa en los ejemplares destinados al estudio histológico, de manera que no se ha obtenido una correspondencia total entre el sexo atribuido a ejemplares fijados con formol y cuya gónada se ha observado antes de proceder a su inclusión en parafina, y el posteriormente identificado de forma microscópica.

Por todo lo expuesto anteriormente, para el establecimiento del sex-ratio sólo se consideraron los ejemplares destinados al estudio histológico. De 249 ejemplares, 227 son machos (47,69 %) y 27 hembras (52,31%). De acuerdo con estos resultados, se puede considerar una proporción de sexos 1:1 (Figura 58).

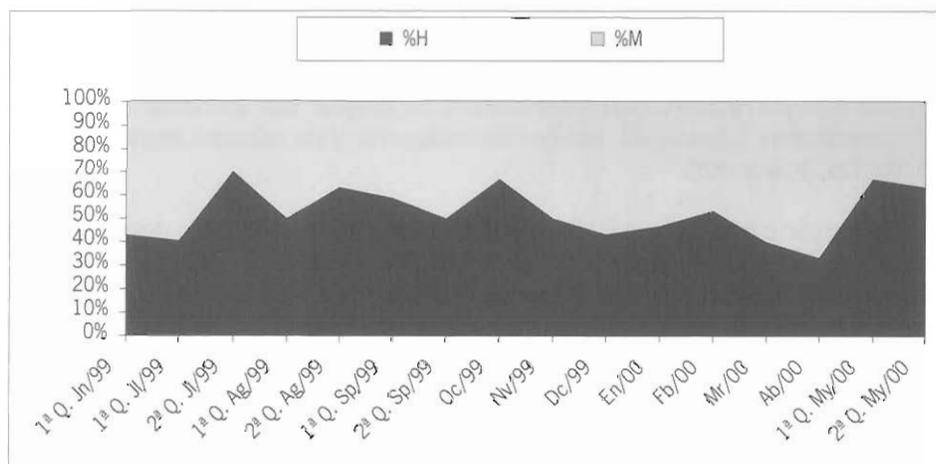


Figura 58. *V. nux* región suratlántica. Evolución del sex-ratio a lo largo del periodo de estudio. H: hembras; M: machos.

### 3.10.2.1.2 Índices de condición

La figura 59 muestra la variación del Peso seco/  $L^3$  a lo largo del ciclo anual, en un total de 3.152 ejemplares, cuyas longitudes oscilan entre 20 y 40mm.

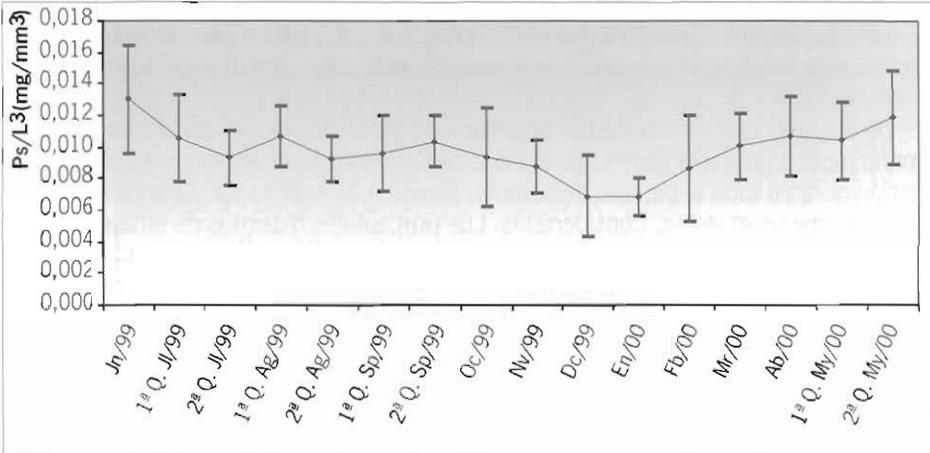


Figura 59. *V. nux* región suratlántica. Variación del índice  $Ps/L^3$  a lo largo del ciclo. Las barras indican los valores de desviación típica.

La población de almeja blanca de Punta Umbria muestra un descenso neto de este índice desde finales de primavera hasta finales de diciembre, con algunas oscilaciones, destacando por su magnitud la disminución que registra entre junio y la segunda quincena de julio. A partir de enero y hasta la segunda quincena de mayo, se produce un incremento sostenido.

Los resultados obtenidos del estudio de un individuo estándar de 32 mm de longitud son similares, en términos generales, con los obtenidos por el índice de condición de la población. Los datos de los coeficientes de determinación indican que se trata de una población con un comportamiento reproductor sincrónico siendo posible explicar las variaciones de peso de al menos el 80% de los ejemplares de 13 muestras en función de las variaciones de longitud.

### 3.10.2.1.3 Ciclo gametogénico

Se procesaron histológicamente 476 ejemplares, con longitudes comprendidas entre 16 y 49 mm, presentando el ejemplar de menor talla la gónada diferenciada. Dado que son pocos los ejemplares de longitudes pequeñas observados, no se puede hablar de talla de madurez sexual.

Esta especie presenta varias cohortes ovocitarias muy abundantes, estando muy reducido tanto el espacio intra como interfolicular en la gónada, es decir, se van produciendo continuas remesas de óvulos que tienen como consecuencia una gónada completamente llena de gametos. La emisión es continuada y por lo general leve, sin una liberación intensa de gametos en ningún momento. De igual modo, el estado postactivo de esta especie se caracteriza por la aparición de células fagocíticas y de músculo, pero mantiene un elevado número de gametos, que son lisados total o parcialmente. Esto se traduce en la posibilidad de identificar el sexo de todos los ejemplares observados.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la población de almeja blanca de Punta Umbría muestra un ciclo gametogénico que se caracteriza por presentar ejemplares en emisión durante todo el periodo de estudio, siendo este porcentaje superior al 50% en 10 de las quince muestras consideradas. Los porcentajes máximos de emisión se producen entre abril y la primera quincena de agosto, ambos inclusive, con una liberación de gametos del 100% de la población en la segunda quincena de julio y la primera de agosto. A partir de este momento se incrementa de manera notable el porcentaje de población que se encamina hacia estados de reposo, que en la mayoría de los casos no finalizan con la regresión total de la gónada, sino que conducen una nueva activación de la misma (Figura 60).

De acuerdo con estos datos, se puede considerar que el periodo en el que un mayor porcentaje de la población está en reposo es el comprendido entre la segunda quincena de agosto y enero, aunque estrictamente no debería hablarse de reposo.

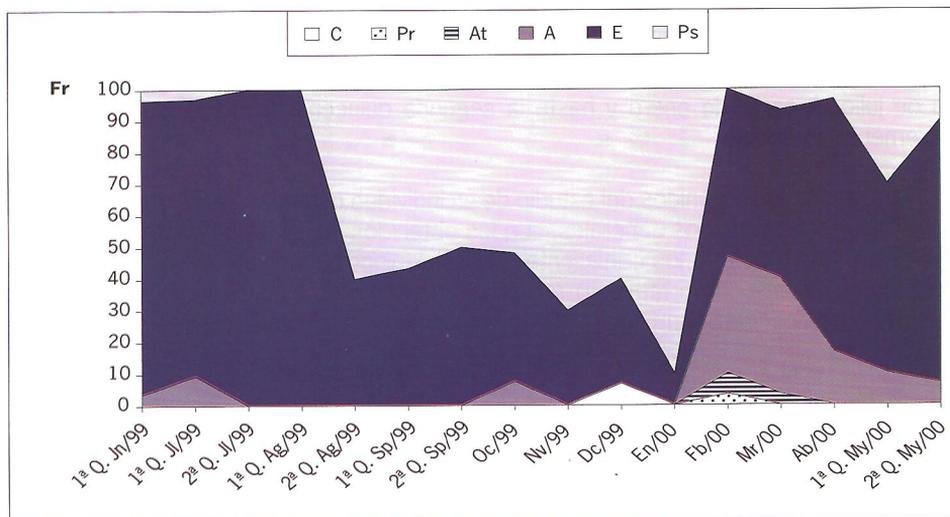


Figura 60. V. nux región suratlántica. Frecuencia relativa de los distintos estados de desarrollo gonadal. C: citofítico; Pr: preactivo; At: activo temprano; A: activo; E: emisión; Ps: postactivo.

### 3.10.2.1.4 Influencia de los factores ambientales

De forma general, se observa que la temperatura a 80 m de profundidad, experimenta pequeñas oscilaciones, entre 14 y 16° C, a excepción de octubre, en que se produce un descenso de la misma de 3° C (Figura 61).

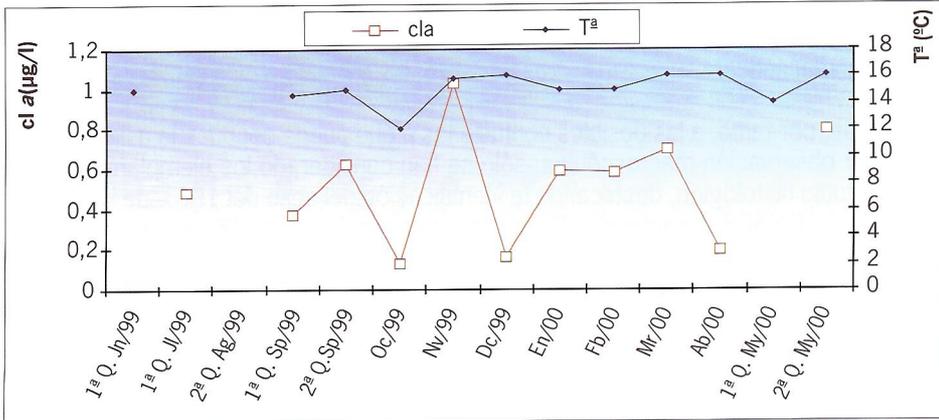


Figura 61. Evolución de la clorofila a y de la temperatura a 80 m de profundidad.

La concentración de clorofila a, a la profundidad a la que vive esta especie es inferior a 1 µg/l, superando este valor en noviembre. Esta variable muestra un ciclo irregular, con máximos parciales bimensuales o trimestrales, de los cuales el más importante es el que acontece en noviembre seguido del que se registra en la segunda quincena de mayo (Figura 61).

Las distintas pruebas estadísticas empleadas indican que no existe una influencia significativa de las variables ambientales en los distintos índices biológicos, aunque el origen de esta falta de correlación puede hallarse en la irregularidad de los datos de los factores ambientales de que se dispone.

### 3.10.3.1 Conclusión

La población de almeja blanca de la zona de Punta Umbría (AND 1-08) muestra un amplio periodo de emisión, atendiendo a los resultados del ciclo gametogénico, si bien muchas de estas emisiones son residuales, bien porque son pocos los gametos que se liberan, bien porque son escasos los ejemplares involucrados en las mismas.

De acuerdo con la conjugación de los resultados obtenidos de los índices de condición y del ciclo gametogénico, se considera que los meses claves para la reproducción de esta especie del litoral onubense, son junio y julio.



### 3.10.2.2 Resultados *Venus nux* de la región surmediterránea

#### 3.10.2.2.1 Determinación de la proporción de sexos

La población de almeja blanca del litoral malagueño presenta las mismas características de diferenciación macroscópica de la gónada, que la población de la misma especie del litoral onubense; es decir, las hembras presentan una coloración blanquecina de la gónada, y los machos anaranjada, cumpliéndose las mismas salvedades expuestas para la población atlántica.

Debido, por tanto, a las posibles confusiones a que puede conducir la asignación de sexos por observación macroscópica, sólo se han considerado los ejemplares destinados al estudio histológico, destacando la identificación del sexo del 100% de la muestra considerada. De 508 ejemplares, 280 son machos (55,12 %) y 228 hembras (44,88%). De acuerdo con estos resultados, se puede considerar una proporción de sexos 1:1 (Figura 62).

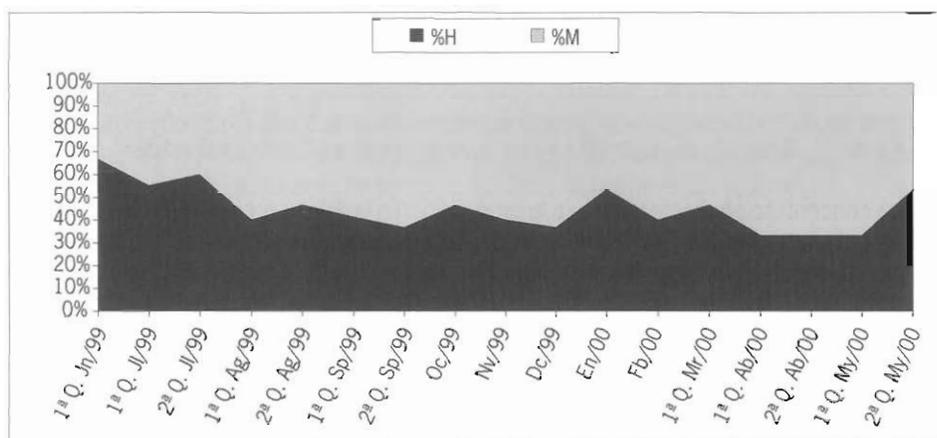


Figura 62. *V. nux* región surmediterránea. Evolución del sex-ratio a lo largo del periodo de estudio.

#### 3.10.2.2.2 Índices de condición

La figura 63 muestra la variación del Peso seco/ L<sup>3</sup> a lo largo del ciclo anual, habiéndose analizado 4.295 ejemplares en total, de entre 27 y 53 mm de longitud.

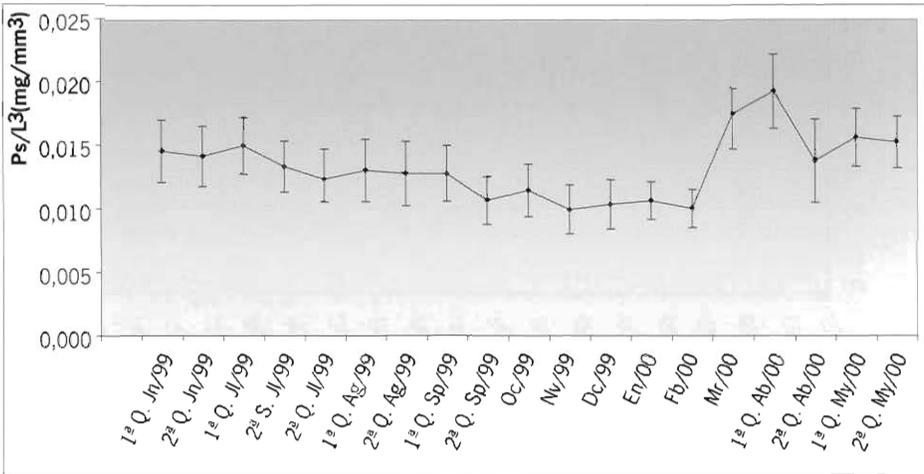


Figura 63. *V. nux* región surmediterránea. Variación del índice  $Ps/L^3$  a lo largo del ciclo. Las barras indican los valores de desviación típica.

La población de almeja blanca muestra un descenso prácticamente continuado y leve de este índice desde mayo a febrero con pequeñas oscilaciones. A finales del invierno y principios de primavera, se produce un fuerte incremento de los valores de  $P_{seco}/L^3$ , seguido de un intenso descenso entre abril y mayo.

Se han calculado las rectas de regresión ( $p < 0,001$ ) entre longitud y peso seco de cada mes, y las variaciones de éste último que experimenta un individuo estándar de 41 mm. Los valores de la  $R^2$ , son muy variables, oscilando entre 0,562 para la muestra de la segunda quincena de septiembre y 0,800 en la muestra de enero, aunque sólo se puede explicar como máximo las variaciones de peso seco en función de la longitud del 70% muestras en la mayoría del periodo de estudio. Esto nos da idea del comportamiento reproductor de esta población, con una liberación de gametos muy extendida en el tiempo, pero de poca intensidad.

La representación gráfica de los datos obtenidos de la variación de peso seco de un individuo estándar (Figura 64), muestra considerables variaciones con la obtenida por el índice de condición anteriormente descrito.

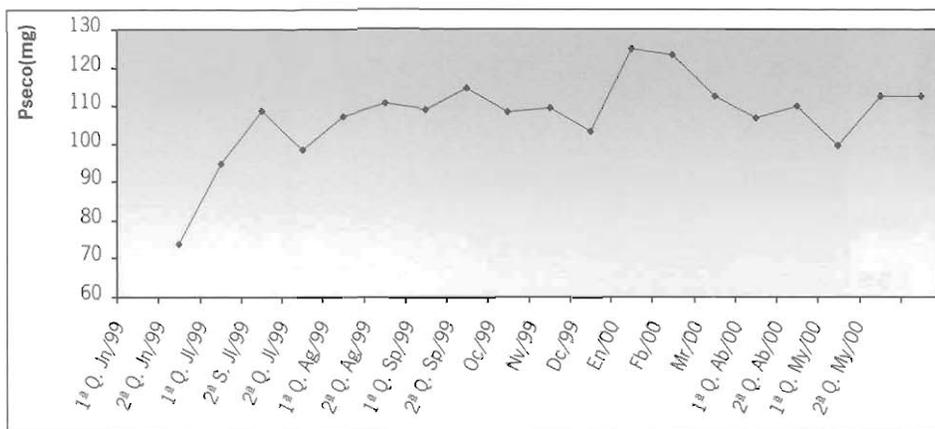


Figura 64. *V. nux* región surmediterránea. Variación de peso seco de un individuo estándar de 41 mm de longitud.

De acuerdo con el individuo estándar, se produce un descenso continuado de peso seco desde diciembre a hasta la segunda quincena de abril. Llama la atención, que mientras el individuo estándar muestra un fuerte incremento de peso seco entre junio y la primera quincena de julio, los índices de condición utilizados muestran valores similares en este tramo. Desde mediados de julio hasta noviembre el individuo estándar muestra oscilaciones de peso seco de escasa magnitud.

Las observaciones microscópicas de las gónadas de los ejemplares de esta población, nos permiten explicar el comportamiento de estos índices de acuerdo con su actividad gonadal.

### 3.10.2.2.3 Ciclo gametogénico

En relación con la talla de madurez sexual, cabe indicar que los ejemplares estudiados de la población de almeja blanca de Fuengirola, se distribuyen en un abanico de tallas entre 18 y 56 mm, aunque las longitudes inferiores a 30 mm se encuentran pobremente representadas. Los dos ejemplares inferiores a 20 mm examinados microscópicamente, pertenecen a la muestra de junio, y se han clasificado como individuos en emisión.

De acuerdo con los resultados obtenidos, esta población muestra un ciclo gametogénico que se caracteriza por presentar ejemplares en emisión durante todo el periodo de estudio, siendo este porcentaje de población en emisión superior al 50% en 12 de las diecisiete muestras consideradas (Figura 65).

Desde la segunda quincena de agosto hasta diciembre, se produce una disminución del porcentaje de individuos en emisión, acompañado de un incremento del porcentaje muestral en estado postactivo. Al igual que en la población atlántica, los postactivos presentan numerosos gametos, si bien éstos se ven acompañados de un engrosamiento de las paredes de los folículos y de la aparición de células fagocíticas.

De acuerdo con estos datos, se puede considerar que el periodo en el que un mayor porcentaje de la población está en reposo es el comprendido entre la segunda quincena de agosto y enero, aunque tampoco en este caso se debería hablar de reposo.

Tras este periodo en el que gran parte de la población permanece en una suerte de estado de latencia, desde enero a marzo, se produce una activación de la gónada, con aproximadamente el 70% de la muestra de febrero en estado activo.

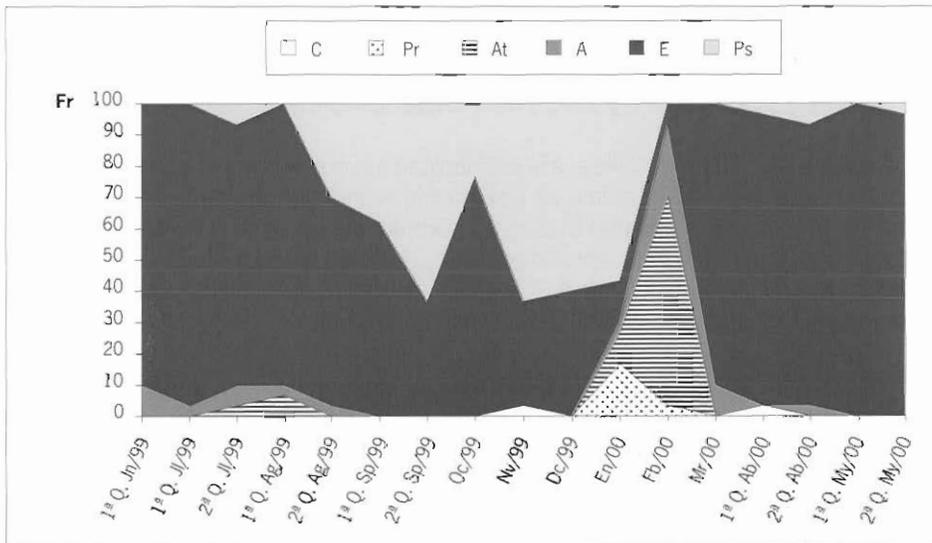


Figura 65. V. nux región surmediterránea. Frecuencia relativa de los distintos estados de desarrollo gonadal. C: citolítico; Pr: preactivo; At: activo temprano; A: activo; E: emisión; Ps: postactivo.

### 3.10.2.2.4 Influencia de los factores ambientales

Los valores de la temperatura del agua de mar a 30 m de profundidad en la zona de estudio son considerados como templados, con un mínimo invernal (13°C) en diciembre, y un valor máximo (21,8°C) a finales de julio. Destacan los descensos que se registran entre marzo y la primera quincena de abril, y entre la primera y segunda quincena de julio (Figura 66).

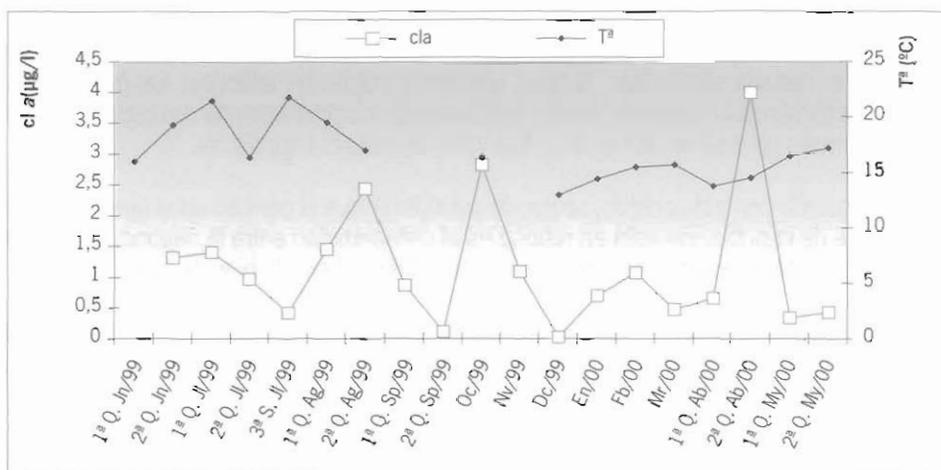


Figura 66. Evolución de la clorofila a y de la temperatura del agua del mar a 30 m.

La concentración de clorofila a, a la profundidad a la que vive esta población presenta tres valores máximos destacables, de distinta intensidad, que acontecen en primavera, verano y otoño respectivamente. El pico primaveral de clorofila a, concretamente de la segunda quincena de abril, se aproxima a 4 mg/l; de menor intensidad, es el valor de clorofila de la segunda quincena de agosto (2,44 mg/l), que se ve superado por el máximo que se alcanza en otoño (2,82 mg/l) (Figura 66).

Las pruebas estadísticas realizadas indican que los efectos de la temperatura se dejan sentir en el porcentaje de población en emisión y el índice Psec/L<sup>3</sup>, en ambos casos con dos meses de desfase.

### 3.10.3.2 Conclusión

La población de almeja blanca de Fuengirola (AND 1-32) muestra un amplio periodo de emisión, atendiendo a los resultados del ciclo gametogénico, con un periodo extenso de liberación intensa de gametos.

De la conjugación los resultados obtenidos por los índices de condición y por el ciclo gametogénico, se proponen dos posibles periodos, en los que la emisión es equiparable en magnitud, a tener en cuenta para la regulación de las capturas de esta especie. Estos periodos son abril- mayo y julio- agosto.

Dado que los ejemplares de la puesta primaveral se asientan entre junio y julio cabría la posibilidad de considerar este periodo como el más efectivo para proteger esta población; sin embargo, el hecho de que no se capturen ejemplares de talla pequeña, sin que esto pueda ser atribuido a la malla empleada, apunta a la posibilidad de una segregación batimétrica por tallas, con lo cual no se llevaría a efecto la salvaguarda de la recluta estival.



Por otra parte, estos juveniles fruto de la emisión de abril-mayo se asientan en un periodo de condiciones ambientales más favorables que los que rigen en el medio cuando se produce la recluta de la puesta de julio-agosto.

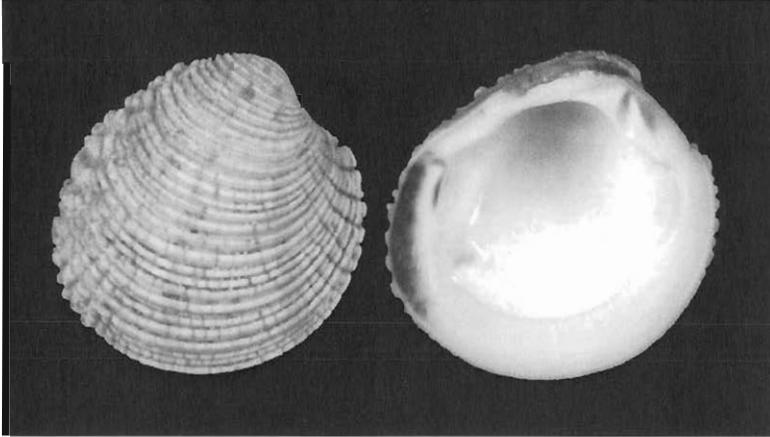
Por estas razones, si bien se consideran los dos periodos como importantes en el ciclo de esta población, el crucial para la regulación de las capturas es el primaveral, en el que, además, son coincidentes los datos obtenidos por los distintos índices de condición.





### 3.11 Bolo (*Venus verrucosa* (L., 1758))

#### 3.11.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE



Es una especie con una concha gruesa, globosa, de forma casi circular, en la que ambas valvas son iguales y asimétricas. El color exterior es castaño claro, pudiendo aparecer radios irregulares de color castaño oscuro, mientras que el interior es blanco. La ornamentación externa está formada por fuertes estrías concéntricas, que forman una especie de cordones, atravesados anteriormente y sobre todo posteriormente, por surcos radiales, delimitándose así hileras de tubérculos.

La articulación de las valvas se efectúa sobre una plataforma cardinal grande, en la que se diferencian en ambas valvas tres dientes centrales y ningún diente lateral. Las impresiones de los dos músculos abductores son similares en forma y tamaño. El seno paleal es pequeño, con forma triangular.

La longitud máxima de esta especie es 72 mm de acuerdo con los datos citados en la literatura (Nordsieck, 1969), aunque en el estudio se hallaron ejemplares que superan los 76 mm. La longitud más abundante de esta población de Marbella es 53 mm.

En relación con su hábitat, el bolo es una especie litoral, que se encuentra desde el límite inferior intermareal hasta, aproximadamente, 100 m (Tebble, 1966; Parenzan, 1976). El tipo de fondo en el que se encuentra suele ser arena, fina o mezclada con piedras (Tebble, 1966) o también de tipo coralígeno.

Esta especie muestra una amplia distribución geográfica. En el Mediterráneo sólo falta en el mar Negro. En el Atlántico se presenta desde el oeste de Escocia y sudoeste de Irlanda hasta el cabo de Buena Esperanza, hallándose también en las islas Canarias, Madeira y Cabo Verde (Fischer-Piette, 1975).



### 3.11.2 RESULTADOS

#### 3.11.2.1 Determinación de la proporción de sexos

El bolo es una especie en la que es imposible distinguir machos de hembras, de forma fiable, atendiendo a una distinta coloración de la gónada. Por tanto, para el establecimiento del sex-ratio, sólo se consideraron los ejemplares cuyo sexo se ha determinado tras la observación microscópica de sus gónadas. De un total de 420 ejemplares, 228 son machos (54,29%) y 192 hembras (45,71%). De acuerdo con estos resultados, se puede considerar una proporción de sexos 1:1 (Figura 67).

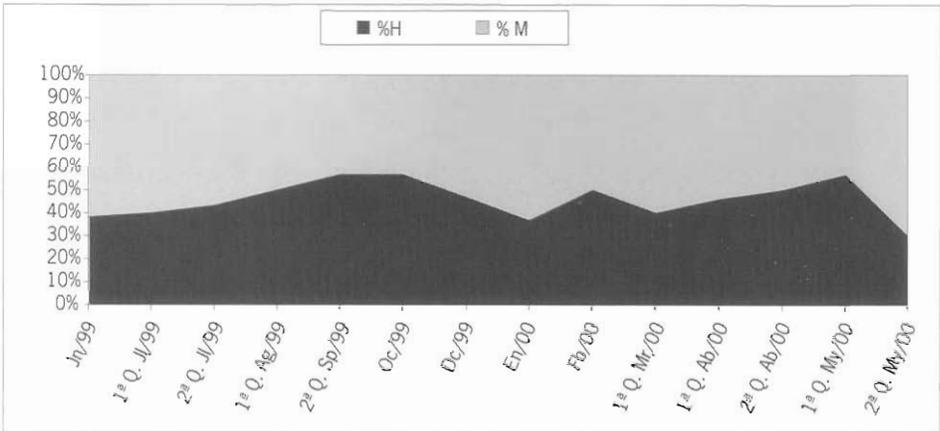


Figura 67. *V. verrucosa*. Evolución del sex-ratio a lo largo del periodo de estudio. La línea blanca indica un salto temporal.

#### 3.11.2.2 Índices de condición

La figura 68 muestra la variación del Peso seco/ L<sup>3</sup> a lo largo del ciclo anual, de un total de 2.933 ejemplares de longitudes comprendidas entre 30 y 69 mm.

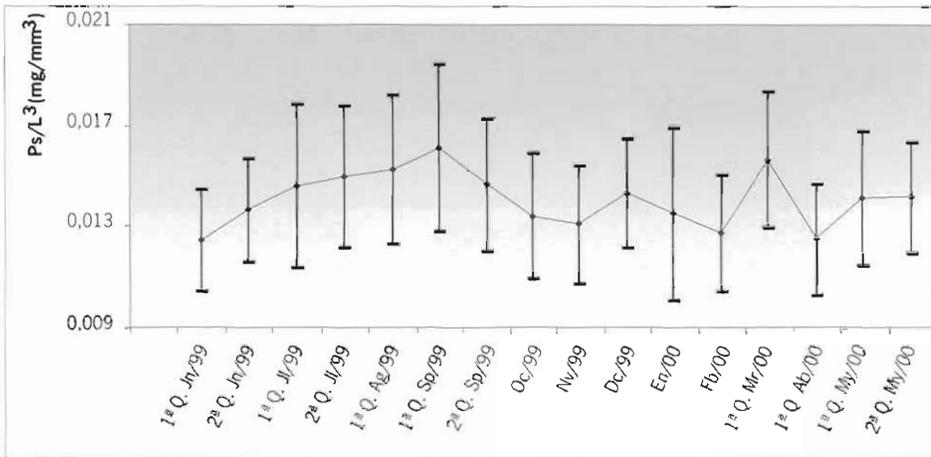


Figura 68. *V verrucosa*. Variación del índice  $Ps/L^3$  a lo largo del ciclo. Las barras indican los valores de desviación típica.

La población de bolo muestra un fuerte descenso de este índice entre marzo y abril. Durante todo el verano se registra un aumento continuado seguido por una disminución, prácticamente sostenida, durante el otoño y el invierno, a excepción de un punto de inflexión en enero.

### 3.11.2.3 Ciclo gametogénico

Se procesaron histológicamente 536 ejemplares de tallas comprendidas entre 23 y 76 mm. El ejemplar de menor longitud corresponde con una hembra, con una gónada de pequeño tamaño y óvulos que parecen proceder de una regresión. A partir de 32 mm, se ha podido identificar el sexo de todos los ejemplares, los cuales se encuentran en distintos estados de desarrollo gonadal.

Debido al reducido tamaño muestral de ejemplares de tallas inferiores, a título indicativo se puede decir que por encima de 32 mm los ejemplares muestran gónada diferenciada. Es posible que la talla de madurez sexual difiera de ésta, pero los datos apuntan a una diferenciación anómala de la gónada del individuo de 23,7 mm que presentaba óvulos, pudiendo tratarse de una primera maduración de ensayo.

Como en casos anteriores, se hace necesario un estudio exhaustivo y pormenorizado de las tallas inferiores en meses de clara actividad sexual.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la población de bolo presenta ejemplares en emisión durante todo el ciclo, con porcentajes superiores al 50% de la población en la mayoría de las muestras (Figura 69).

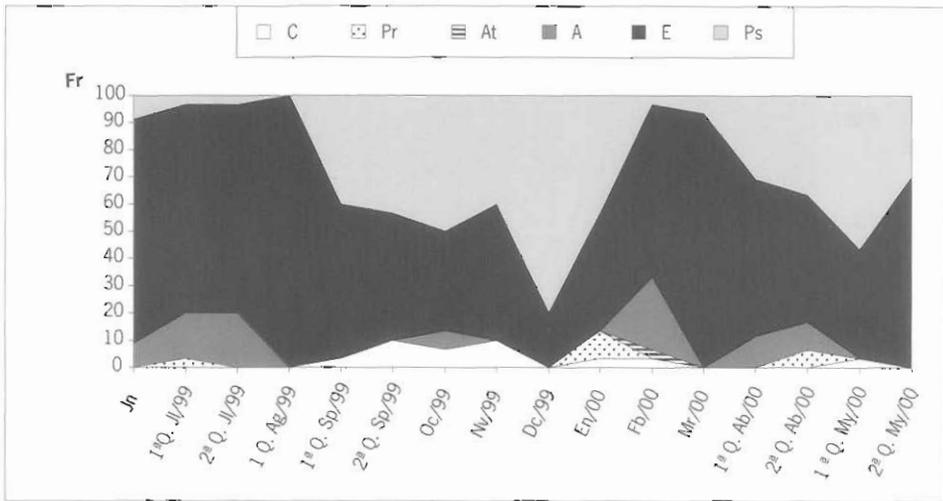


Figura 69. *V. verrucosa*. Frecuencia relativa de los distintos estados de desarrollo gonadal. C: citolítico; Pr: preactivo; At: activo temprano; A: activo; E: emisión; Ps: postactivo.

Se observan tres picos de emisión que tiene lugar, por orden cronológico, en primavera (marzo), principios de verano (junio) y, el más importante, en cuanto al porcentaje de población involucrada, a mediados de verano (primera quincena de agosto).

A partir de la primera quincena de septiembre y hasta diciembre, aumenta el número de individuos que entran en un estado inactivo, bien sea encuadrados dentro de la categoría de postactivos o habiendo sufrido ya una regresión gonadal tan fuerte, que deben ser considerados citolíticos.

### 3.11.2.4 Influencia de los factores ambientales

Aunque el registro de temperaturas durante el ciclo ha sido irregular, de acuerdo con los datos disponibles, las temperaturas oscilan entre 15 y 20 °C, por tanto propias de agua templada (Figura 70).

El ciclo de clorofila a muestra tres máximos de distinta intensidad, de los cuales el más importante es el que se registra en agosto, con valores superiores a 4 µg/l. Tras este máximo, disminuye la cantidad de clorofila a en el medio, para alcanzar un nuevo pico de menor intensidad en noviembre. Con el inicio de la primavera se observa una recuperación de los niveles de clorofila, alcanzando un máximo primaveral (2,67µg/l) en la primera quincena de mayo (Figura 70).

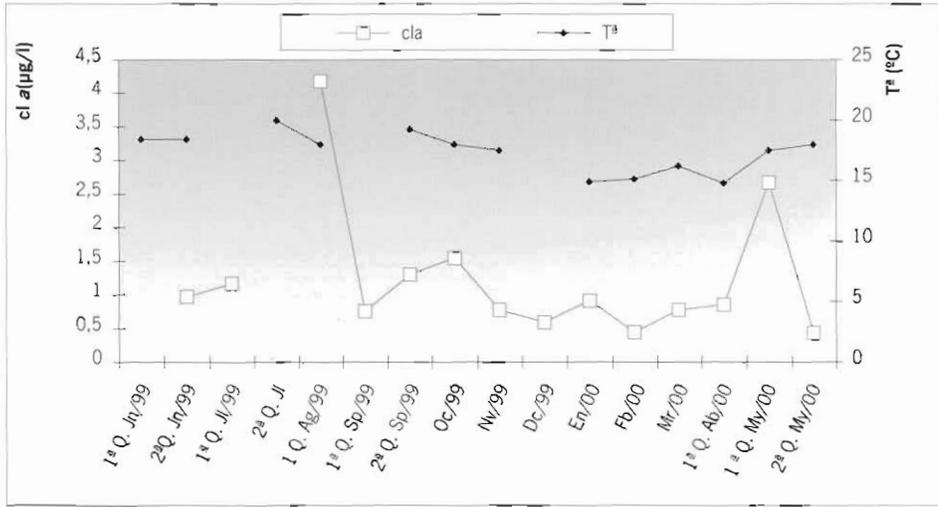


Figura 70. Evolución de la clorofila a y de la temperatura superficial.

Los resultados de las pruebas estadísticas indican que la temperatura incide directa y simultáneamente en el individuo estándar, mientras que sus efectos sobre el Pseco/L<sup>3</sup> se perciben con dos meses de desfase. De manera similar, los niveles de clorofila a influyen de forma directa con dos meses de desfase en el porcentaje de emisión. No se ha hallado relación significativa entre ninguna de las restantes variables.

### 3.11.3 CONCLUSIÓN

La población de bolo de Marbella (AND 1-29) muestra un amplio periodo de emisión, atendiendo a los resultados del ciclo gametogénico. De igual forma, considerando los resultados de los índices de condición, hay tres periodos de descenso alternos con otros de recuperación de los mismos, que podrían ser interpretados de forma errónea como emisiones o regresiones si no se dispusiera de los resultados aportados por el estudio histológico.

Como en casos anteriores, y más aún si tenemos en cuenta que histológicamente se detecta emisión durante todo el ciclo, si consideramos ambos criterios por separado, el periodo de veda que se podría establecer sería tan extenso que su aplicación sería totalmente inviable desde un punto de vista socioeconómico.

Teniendo en cuenta los porcentajes de emisión y los descensos de peso seco registrados, se han considerado dos periodos claves para la reproducción de esta especie, uno claramente primaveral (marzo-abril) y otro estival (junio-julio).

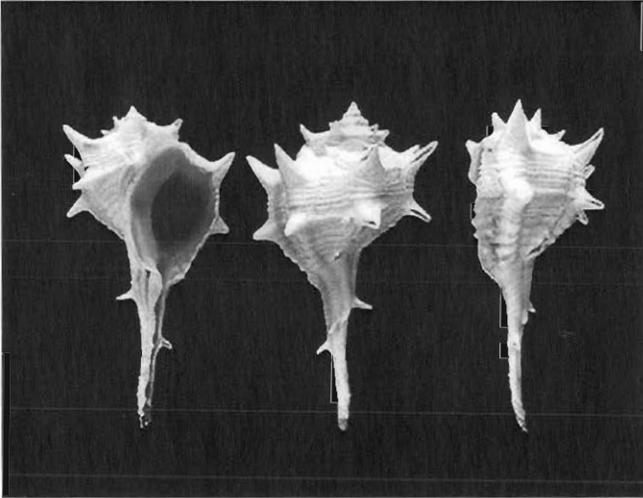
Los dos periodos propuestos muestran elevados porcentajes de emisión, superiores como media al 70%; sin embargo, el descenso del índice de condición es más importante en primavera que en verano.



## 4. GASTERÓPODOS

### 4.1 CAÑAILLA (*Bolinus brandaris* (L., 1758))

#### 4.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE



Esta especie es denominada popularmente “cañailla”, a excepción de Málaga donde es conocida como “búsano”. Es una concha globosa, con sifón largo (Parenzan, 1976). Los bordes del sifón están separados por una estrecha fisura y jamás se sueldan (Sabelli, 1982). Presenta siete vueltas de espira, las cuatro primeras muy pequeñas, la quinta y la sexta angulosas en la base y espinosas, la última muy grande con dos filas de espinas agudas, acanaladas, distantes entre sí. Toda la superficie está recorrida por cordones espirales, con dos estrías en la misma dirección.

La coloración normal es amarilla cremosa, blanca, marrón oscura e incluso existen conchas rosadas (Poppe & Goto, 1991). La abertura oval es blanca o anaranjada, alguna vez de color castaño oscuro, brillante, borde derecho aserrado en el margen, borde izquierdo adherente por arriba, ensanchado por abajo y cóncavo (Hidalgo, 1917).

Se trata de una especie de gran talla. La altura media se sitúa en 70 mm, aunque existen formas enanas de menos de 50 mm. Pueden superar los 90 mm.

Su área de distribución en el Atlántico va desde Portugal hasta Tánger. Es muy frecuente en el Mediterráneo en fondos de arena o arena fangosa, entre 1 y 200 m de profundidad (Poppe & Goto, 1991).



## 4.1.2 RESULTADOS

### 4.1.2.1 Determinación de la proporción de sexos

La cañailla es una especie de gasterópodo, que presenta sexos separados, en la que a priori es posible identificar a los machos por la presencia de un pene muscular que se sitúa por encima del tentáculo derecho; sin embargo, en los últimos años, se ha descrito el desarrollo de pene en las hembras, como respuesta a la presencia en el medio de TBT. Esto hace que la determinación de sexo basándose en este carácter no sea del todo fiable.

Son tres los patrones básicos de coloración encontrados:

√ Salmón: se trata de hembras en fase de vitelogénesis o vitelinas.

√ Naranja: por lo general, responde a machos en fase de actividad, aunque algunas hembras vitelinas pueden presentar la gónada de color naranja.

√ Marrón, en distintas tonalidades, verde e incluso rojizo: se corresponde con individuos indiferenciados, hembras regresionadas o no vitelinas y machos inactivos.

De acuerdo con estos datos, se puede decir que todos los ejemplares que poseen gónada de color salmón son hembras con óvulos vitelinos en alguna medida, aunque no todas las hembras vitelinas exhiben una gónada de este color. La distinta coloración de algunos ejemplares parece estar relacionada con el desarrollo de pene por parte de estas hembras.

Debido, por tanto, a la posible confusión que se puede originar si sólo atendemos a la presencia de pene o al color de la gónada, la determinación de la proporción de sexos se estableció en función de los datos histológicos de todos aquellos ejemplares cuyo sexo se ha podido identificar. De acuerdo con los resultados obtenidos, de una muestra de 565 ejemplares, 280 son hembras (49,56 %) y 285 machos (50,44%), con lo que el sex-ratio es 1:1 (Figura 71).

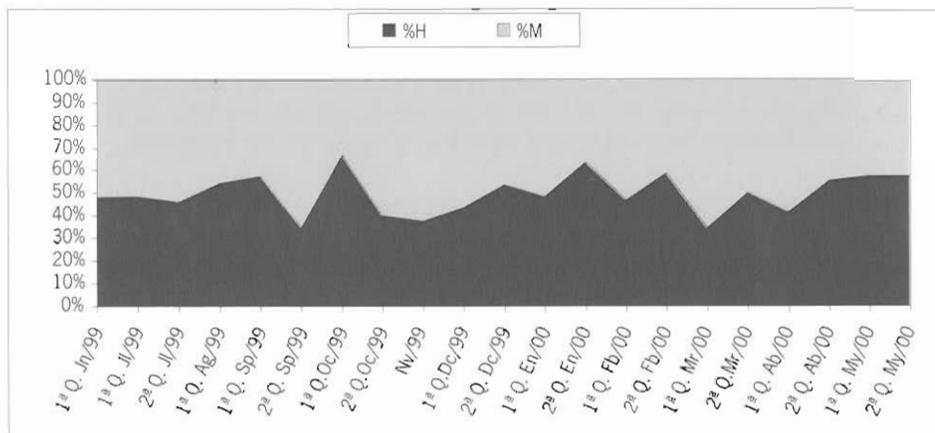


Figura 71. *B. brandaris*. Evolución del sex-ratio a lo largo del periodo de estudio.

#### 4.1.2.2 Índice de condición

La figura 72 muestra la variación del Peso seco/ Dm (Peso seco/diámetro) a lo largo del ciclo anual. Para el cálculo de este índice se consideraron los valores medios de peso seco y longitud de cada muestra, habiéndose analizado 1.761 ejemplares en total.

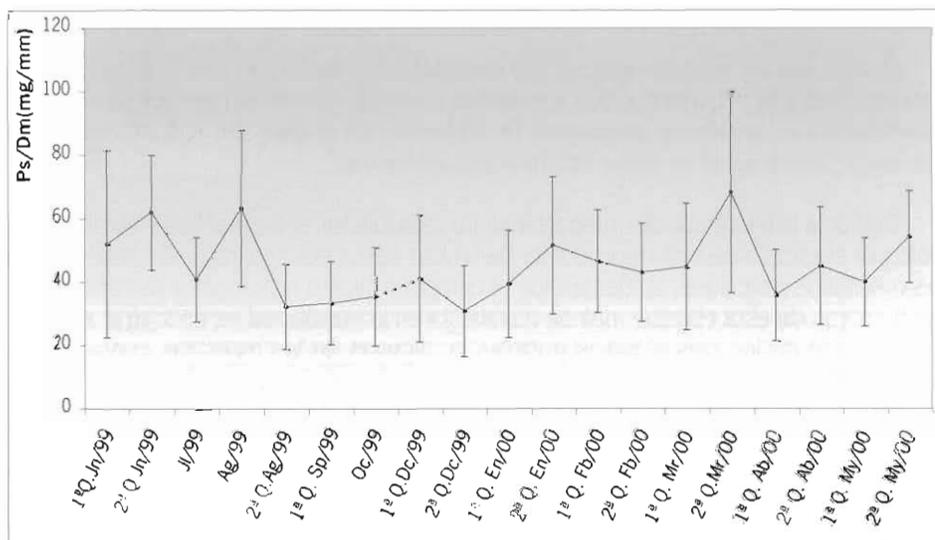


Figura 72. *B. brandaris*. Variación del índice Ps/Dm a lo largo del ciclo. Las barras indican los valores de desviación típica. La línea discontinua representa un salto temporal.



Este índice se caracteriza por presentar los valores más bajos desde finales de verano a finales de invierno con una subida importante en marzo, seguida de una fuerte caída en la quincena siguiente. Durante el resto de la primavera y parte del verano, se registran distintas oscilaciones, de entre las que destaca la que acontece en julio y agosto, cuyo patrón es similar al observado en marzo, pero de menor intensidad.

La interferencia que el contenido del hepatopáncreas, voluminoso en estos ejemplares, tiene sobre este índice, hace que su fiabilidad sea cuestionable, ya que cabe la posibilidad de que las variaciones de peso seco no obedezcan a un cambio de actividad del complejo gonadal. Por todas estas razones, los resultados del índice de condición considerado deben ser tomados con cautela.

#### 4.1.2.3 Ciclo gametogénico

Se procesaron histológicamente 642 ejemplares, cuyos diámetros oscilaron entre 15 y 49 mm, y que se corresponde con ejemplares de 30 y 60 mm de altura. Todos los ejemplares de 30 y 40 mm de altura, o bien no tenían gónada, o bien ésta presentaba características que en la mayoría de los casos no permitía la identificación del sexo. A partir de 50 mm, algunos ejemplares presentaron signos de actividad gonadal, pero la gran mayoría no, de tal manera que el 63,54% de los 96 ejemplares considerados o no presentaban gónada o ésta respondía a un estado de inactividad.

En el intervalo de 60-65 mm, el 64,81% de los 54 ejemplares observados presentaba gónada desarrollada de forma clara, y el 100% de los ejemplares entre 65-70 mm. De acuerdo con estos datos, la talla de madurez sexual se situaría en 65 mm.

*Bolinus brandaris* es una especie que presenta fecundación interna. Tras la cópula, la hembra almacena el esperma en el receptáculo seminal, durante un periodo de duración indeterminada. Cuando se produce la fecundación, los óvulos son rodeados por una cubierta, y expulsados en forma de una masa gelatinosa.

Debido a la diferencia de comportamiento reproductor entre machos y hembras, se optó por el estudio del ciclo reproductor de ambos sexos por separado. De acuerdo con los resultados obtenidos, se desprende el comportamiento reproductor asincrónico de las hembras de esta especie, que se manifiesta en la posibilidad de encontrar ejemplares en cinco de los seis estadios posibles en algunas de las muestras consideradas (Figura 73).

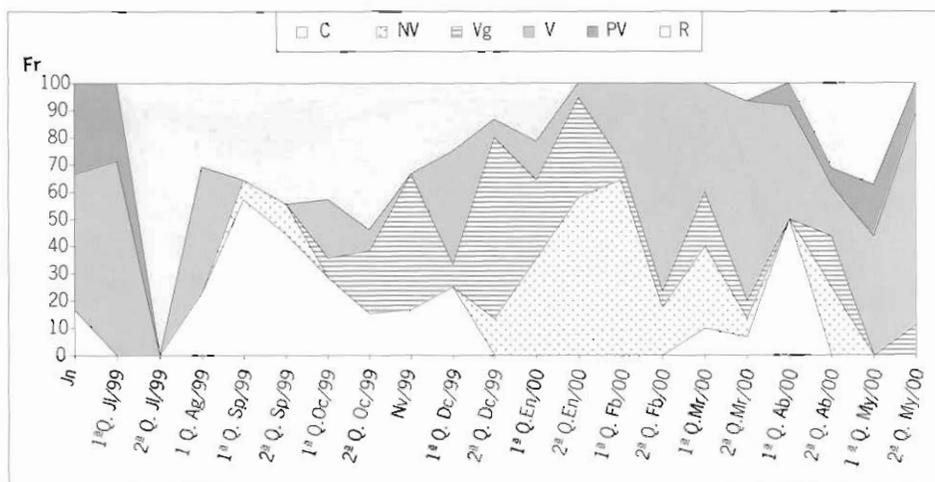


Figura 73. *B. brandaris* Frecuencia relativa de los distintos estados de desarrollo gonadal de las hembras de: C: citolítico; NV: no vitelina; Vg: en vitelogénesis; V: vitelina; PV: postvitelina; R: reabsorción o regresión.

El periodo de menor actividad se extiende desde mediados de verano hasta mediados de otoño. El mayor porcentaje de hembras vitelinas se registra en la segunda quincena de mayo, seguida, en importancia, de la segunda quincena de febrero, mientras que sólo aparecen hembras postvitelinas desde abril a la primera quincena de julio.

Los machos presentan, al igual que las hembras, un amplio periodo de actividad, con ejemplares en cualquiera de los estados de actividad (activo, emisión o postemisión) durante todo el año (Figura 74). La segunda quincena de julio y la primera de agosto, son los periodos de "inactividad", si tenemos en cuenta que los ejemplares que no son citolíticos, se encuentran en postemisión.

A partir de la primera quincena de septiembre se observa un aumento continuado del porcentaje de ejemplares activos hasta finales de año. Desde enero hasta mayo se registra un nuevo incremento de ejemplares activos, con ligeras oscilaciones, produciéndose un descenso claro de los mismos entre esta muestra y la de junio y primera quincena de julio. Desde mediados de octubre hasta mediados de primavera el porcentaje de machos activos se sitúa por encima del 50%, con dos excepciones, la segunda quincena de enero y la primera de abril, en el que los machos en este estado suponen un porcentaje algo inferior (45%) (Figura 74).

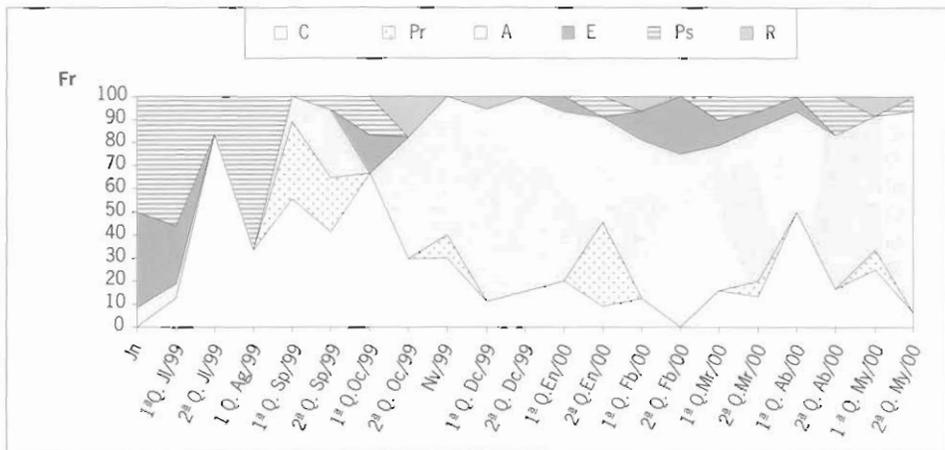


Figura 74. *B.brandaris* Frecuencia relativa de los distintos estados de desarrollo gonadal de los machos de. C: citolítico; Pr: preactivo; A: activo; E: emisión; Ps: postemisión; R: regresión.

#### 4.1.2.4 Influencia de los factores ambientales

Es conocido el efecto de la temperatura en algunos aspectos reproductivos de otras especies de neogasterópodos. Se desconoce la incidencia de los niveles de clorofila *a* en el ciclo, aunque teniendo en cuenta que ésta no es una fuente de alimentación directa como ocurre en bivalvos, sino que favorece el desarrollo de éstos últimos, que son las presas de estos gasterópodos, su posible efecto sobre el ciclo, si existe, puede quedar difuminado. Dado que se siguió este proceso para el estudio de los ciclos reproductores de bivalvos, se midió la temperatura del agua de mar y los niveles de clorofila de la misma, para detectar su posible influencia sobre el ciclo (Figura 75).

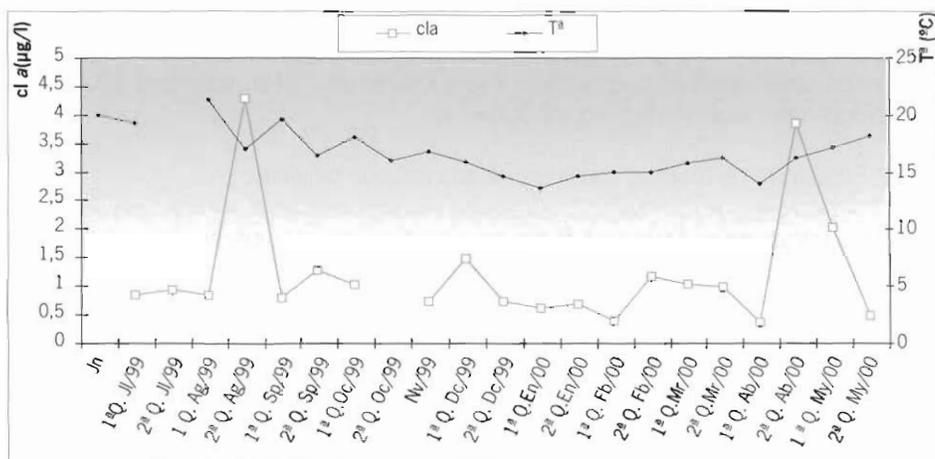


Figura 75. Evolución de la clorofila a y de la temperatura del agua de mar a 10 m.

De forma general, la temperatura presenta un ciclo de valores moderados, con un valor mínimo de 13,6°C en enero y un máximo de 21,4°C en agosto. Desde enero hasta la primera quincena de marzo se observa un aumento continuado de cómo máximo dos grados. Este incremento es de hasta 5º C desde la segunda quincena de abril hasta la primera de agosto. Entre las quincenas de este mes, el descenso de temperatura es igualmente apreciable, superior a 3ºC (Figura 75).

En relación con la concentración de clorofila a, se observa un ciclo irregular con dos máximos de intensidad similar, uno de los cuales acontece en la segunda quincena de agosto y otro en la primera de abril. Durante el otoño y la primavera, se registran oscilaciones, con el valor más bajo en la primera quincena de abril (Figura 75).

De la simple comparación entre los factores ambientales y los ciclos gametogénicos, no se observa una incidencia clara de los primeros en los segundos. Tan sólo indicar que las condiciones ambientales deben ser lo suficientemente benignas como para permitir un ciclo de actividad tan amplio en cualquiera de los sexos.

#### 4.1.3 CONCLUSIÓN

La población de *B. brandaris* de Marbella (AND 1-29) muestra un amplio periodo de actividad, atendiendo a los resultados del ciclo gametogénico. Sin embargo, si tenemos en cuenta que se trata de una especie con fecundación interna, es necesario atender a algunas características del ciclo, que nos indiquen que ésta se ha producido.

Por ello, con el fin de establecer un periodo de prohibición de captura de esta especie se han tenido en cuenta dos aspectos del ciclo gametogénico:



√ Porcentaje de hembras vitelinas o postvitelinas, es decir, hembras con óvulos en el estado de maduración óptimo para ser fecundado, o incluso aquellas que muestran un ovario con características que señalan a que los óvulos ya han pasado a otra de las estructuras del complejo reproductor femenino.

√ Porcentaje de machos con visos de una emisión reciente.

De la conjugación de ambos factores, se considera que los periodos a tener en cuenta en la regulación de las capturas de esta especie son mayo - junio y junio - julio.

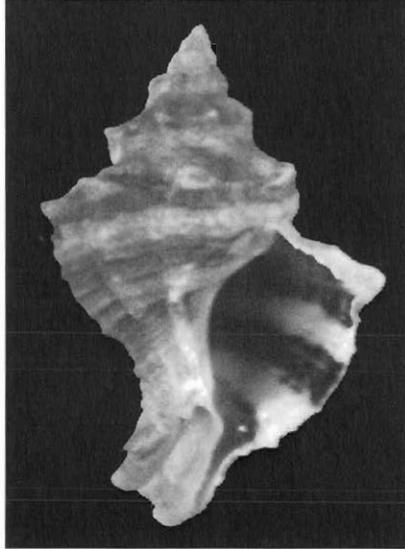
La primera opción, reúne el hecho de ser los meses en los que las hembras vitelinas y postvitelinas son las más abundantes, unido a la existencia de machos con signos de vaciado reciente del testículo.

En la segunda opción, los porcentajes de hembras y machos con signos de emisión son también elevados, pero en la segunda quincena de julio, las hembras muestran una clara inactividad.



## 4.2 Búsano (*Hexaplex trunculus* (L., 1758))

### 4.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE



Su nombre vulgar es "burgarao", "búsano", y "cañailla" en Málaga. Se trata de un gasterópodo con concha globosa-acuminada, sólida, espira con ocho vueltas angulosas en el medio y la última ventruda, con el ángulo en la parte superior y terminada por abajo en un canal o sifón relativamente corto, abierto y muy encorvado hacia el dorso. Por encima del ángulo las vueltas presentan estriás espirales, y por debajo, además de las estriás, varios cordones también espirales, que son nudosos en el centro del espacio que hay entre una y otra variz. En el ángulo de las vueltas de espira, unos ejemplares tienen espinas robustas y acanaladas y otros solamente nudos (Hidalgo, 1917).

Su coloración normal es crema con bandas marrón oscura, pero también existen ejemplares aparentemente de otros colores, debido a distintos organismos tapizantes (Poppe & Goto, 1991). Abertura oval, borde derecho delgado, un poco aserrado en el margen, reforzado por fuera por la última variz.

De acuerdo con Poppe & Goto (1991), las dimensiones oscilan entre 40 y 80 mm de altura, aunque puede alcanzar 100 mm (Parenzan, 1976).

Es una especie típicamente mediterránea que también se encuentra presente en el atlántico marroquí, y ocasionalmente en las costas canarias y portuguesas, entre 1 y 100 m de profundidad. Prefiere fondos fangosos y con piedras y sobrevive fácilmente en aguas polucionadas (Poppe & Goto, 1991).

## 4.2.2 RESULTADOS

### 4.2.2.1 Determinación de la proporción de sexos

El búsono (*H. trunculus*) es una especie de gasterópodo que presenta sexos separados, en los que a priori sería posible identificar los machos por la presencia de un pene muscular que se sitúa por encima del tentáculo derecho; sin embargo, al igual que en el caso de la cañailla (*B. brandaris*) el desarrollo de pene en las hembras, como respuesta a la presencia en el medio de TBT hace que la determinación de sexo basándose en este carácter no sea del todo fiable.

Se intentó comprobar la posible relación entre el color de la gónada y el sexo del ejemplar; sin embargo los resultados no han sido satisfactorios, siendo la gama de variación de color de la misma, sobre tonos amarillentos, anaranjados, verdes o marrones, sin que se puedan relacionar con el sexo o el estado de actividad gonadal. Los escasos ejemplares con gónada salmón se corresponden con hembras en vitelogénesis o vitelinas.

Debido, por tanto, a la posible confusión que se puede originar si sólo atendemos a la presencia de pene o al color de la gónada, la determinación de la proporción de sexos se estableció en función de los datos histológicos.

Para ello, se consideraron 565 ejemplares, de los cuales 280 son hembras (49,56 %) y 285 machos (50,44%), con lo que el sex-ratio es 1:1 (Figura 76).

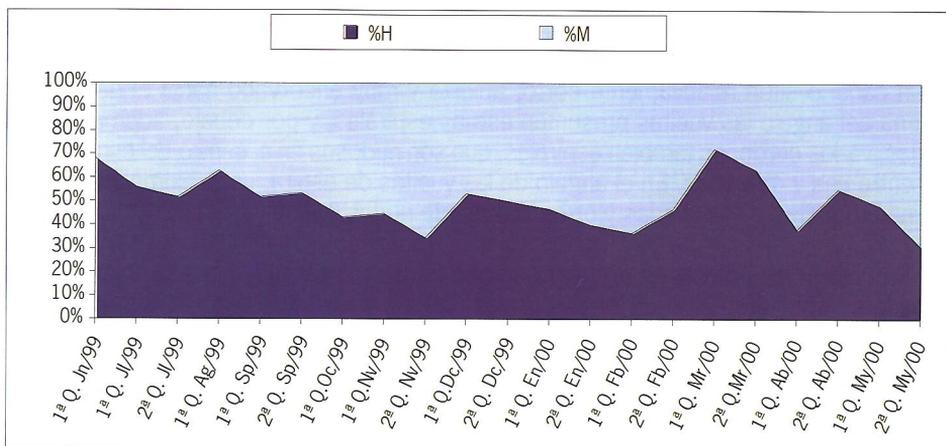


Figura 76. *H. trunculus*. Evolución del sex-ratio a lo largo del periodo de estudio.

Para el establecimiento de la talla de madurez sexual, se utilizaron las muestras destinadas al estudio histológico, que son las únicas que proporcionan información sobre el sexo de los ejemplares y que oscilan entre 37 y 90 mm de altura.

El único ejemplar de 37 mm analizado no ha desarrollado gónada. Aunque algunos ejemplares del intervalo de 40-50 mm, presentan gónada desarrollada, por lo general, la mayoría no la han diferenciado o ésta es muy reducida, aunque sólo se han observado 11 ejemplares de este intervalo.

De los 125 ejemplares de entre 50 y 60 mm, más del 70% muestran una gónada claramente desarrollada, por lo que la talla de madurez sexual de esta especie, a partir de los datos del presente estudio, se situaría en torno a 50 mm, aunque el estudio del intervalo inferior en épocas de máxima actividad, podría modificar la misma.

#### 4.2.2.2 Índice de condición

La figura 77 muestra la variación del Peso seco/ Dm (Peso seco/Diámetro) a lo largo del ciclo anual. Para el cálculo de este índice se consideraron los valores medios de peso seco y diámetro medio de cada muestra, habiéndose analizado 2.039 ejemplares en total.

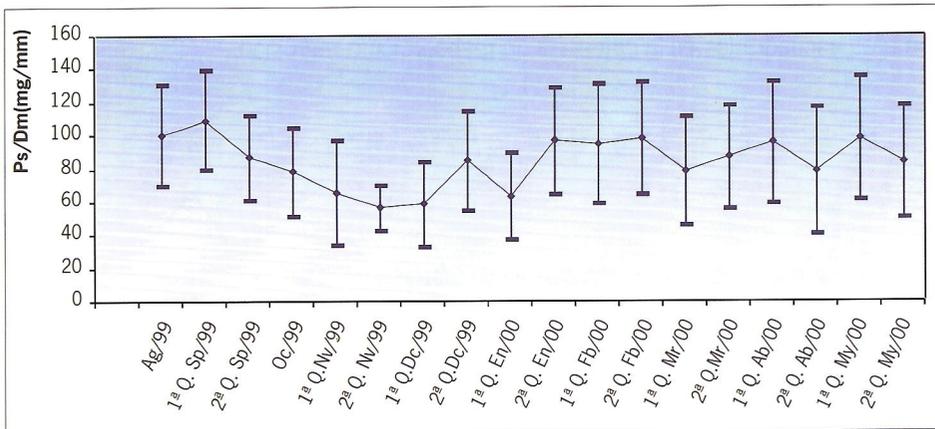


Figura 77. *H. trunculus*. Variación del índice Ps/Dm (Peso seco / Diámetro medio) a lo largo del ciclo. Las barras indican los valores de desviación típica.

Este índice refleja un descenso continuado desde la primera quincena de septiembre hasta la primera de diciembre. Durante el invierno y la primavera se observa un incremento de los valores, con oscilaciones. Debido a problemas en el muestreo a principios de verano, se desconoce el comportamiento de ambas variables en junio y agosto.

Este índice, sin embargo, como se comentó en la cañaila (*B. brandaris*), no es muy fiable por la interferencia que el contenido del hepatopáncreas tiene sobre el mismo, por lo que, se hace más necesario si cabe, el estudio del ciclo reproductor mediante técnicas histológicas.

### 4.2.2.3 Ciclo gametogénico

El comportamiento reproductor del búsano es similar al descrito para la cañailla, por lo que se ha optado por el estudio del ciclo reproductor de ambos sexos por separado.

De acuerdo con los resultados obtenidos, las hembras de la población de *H. trunculus* de Marbella muestran un ciclo gametogénico, con un periodo de actividad muy extenso, en el que coexisten ejemplares en distintas fases de vitelogénesis, con otros cuya gónada está en proceso de reabsorción, o bien ha regresionado totalmente. El periodo de menor actividad de las hembras tiene lugar desde mediados de verano hasta principios del otoño, estación a partir de la cual, aparecen ejemplares en distintas fases de activación (Figura 78).

Desde finales de invierno hasta mediados de primavera, las hembras vitelinas constituyen la fracción más abundante del total de hembras. De igual forma, la presencia de ejemplares en vitelogénesis en numerosas muestras, nos indica que se trata de una población de hembras cuya gónada no entra en un reposo estricto, a excepción de la muestra de la segunda quincena de julio. También se detectan durante todo el año las hembras encuadradas en la categoría de reabsorción o regresión.

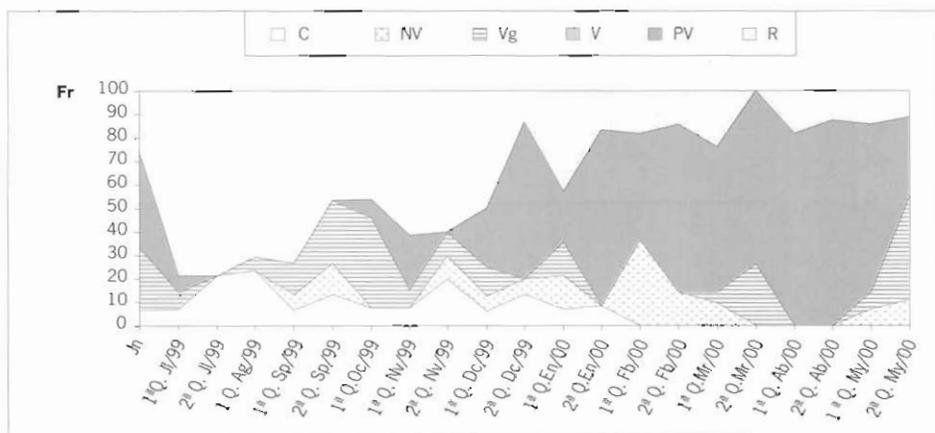


Figura 78. *H. trunculus*. Frecuencia relativa de los distintos estados de desarrollo gonadal de las hembras. C: citolítico; NV: no vitelina; Vg: en vitelogénesis; V: vitelina; PV: postvitelina; R: reabsorción o regresión.

Los machos presentan, al igual que las hembras, un amplio periodo de actividad, con una gran asincronía en la población, puesta de manifiesto por la existencia de ejemplares, en al menos tres de los estados posibles, en casi todas las muestras analizadas. El periodo de reposo es muy corto, abarcando desde la segunda quincena de julio hasta finales de agosto (Figura 79).

A principios de otoño se observa un inicio de la actividad sexual, marcada por la aparición de ejemplares preactivos y activos. Durante este amplio periodo de actividad, el porcentaje de machos activos supera el 40% durante el otoño, el invierno, y la mayor parte de la primavera.

En relación con las emisiones, éstas son frecuentes en numerosas muestras estudiadas, siendo más abundantes a finales de primavera y principios de verano, lo que se ve corroborado por el aumento de ejemplares catalogados en estado de postemisión en junio y la primera quincena de julio (Figura 79).

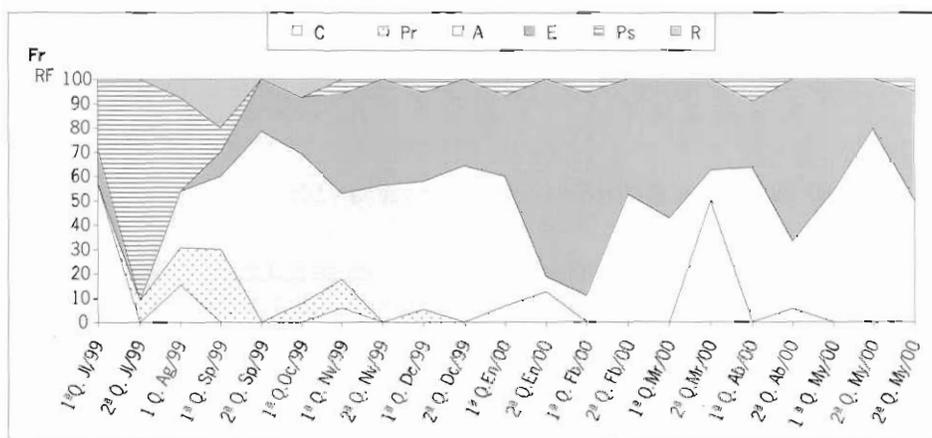


Figura 79. *H. trunculus*. Frecuencia relativa de los distintos estados de desarrollo gonadal de los machos C: citolítico; Pr: preactivo; A: activo; E: emisión; Ps: postemisión; R: regresión.

#### 4.2.2.4 Influencia de los factores ambientales

De forma general, se observa que la temperatura responde a valores moderados, con un valor mínimo de 13,6°C en enero y un máximo de 20,2 °CC en agosto. Desde enero se registra un incremento paulatino de las temperaturas, con un punto de inflexión en abril, que se mantiene hasta agosto (Figura 80).

Con la llegada del otoño, este ciclo se invierte, y el descenso de temperaturas se hace continuado hasta alcanzar el mínimo de enero. En ningún caso se observan aumentos o descensos bruscos de temperatura.

En relación con la concentración de clorofila a, se observa un ciclo irregular con dos máximos de intensidad similar, uno de los cuales uno acontece en la segunda quincena de agosto y otro en la primera de abril. Durante el otoño, el invierno y la primavera, se registran oscilaciones, con el valor más bajo en la primera quincena de abril (Figura 80).

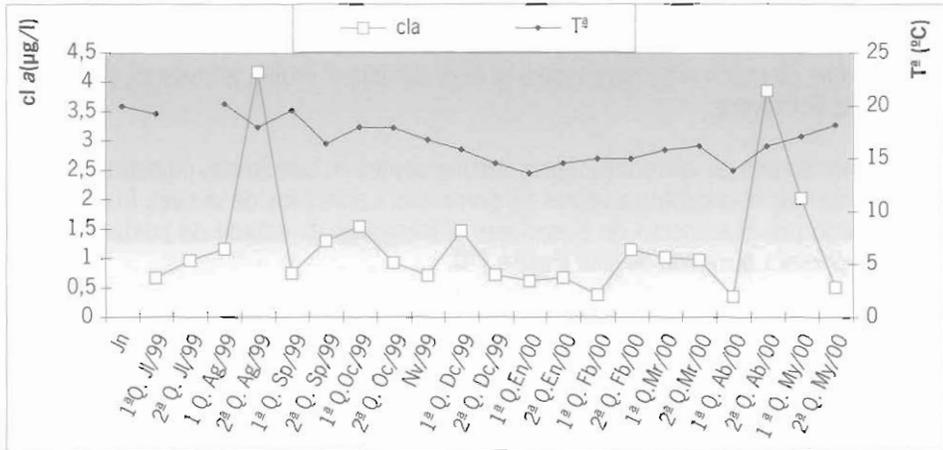


Figura 80. Evolución de la clorofila a y de la temperatura a 10 m.

Por las mismas razones que en el caso anterior, no se considera conveniente establecer correlaciones entre las variables ambientales y las biológicas. Indicar que el medio debe ser lo suficientemente benigno y poco limitante como para permitir ciclos de actividad tan amplios como los registrados en esta especie.

#### 4.2.3 CONCLUSIÓN

La población de búzano (*H. trunculus*) de Marbella (AND 1-29) muestra un amplio periodo de actividad, atendiendo a los resultados del ciclo gametogénico. Sin embargo, si tenemos en cuenta que se trata de una especie con fecundación interna, es necesario atender a algunas características del ciclo, que nos indiquen que ésta se ha producido.

De la conjugación de hembras vitelinas o postvitelinas, coincidiendo con machos con signos de emisión reciente, se consideran que dos periodos claves en la reproducción de esta especie: abril-mayo y junio-julio.

La primera opción, reúne el hecho de ser los meses en los que se registra la proporción más elevada de hembras vitelinas, aunque no son muchos los machos en emisión o con signos de haber emitido; sin embargo, el porcentaje de ejemplares en posternición de junio y julio, nos indica que la cópula se ha producido con anterioridad.

En la segunda opción, los porcentajes de hembras vitelinas son menores, mientras que los machos con signos de haber emitido aumentan, pero tanto los machos como las hembras se dirigen hacia un corto periodo de reposo, por lo que se considera que el periodo primaveral es el realmente adecuado.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

Amor, J.M. (1988). Algunos aspectos del aparato reproductor masculino de *Murex brandaris* (Gastropoda, Prosobranquia). *Iberus*, 8 (1): 51-58.

Ansell, A. D. & A. Bodo (1979). Comparison of event in the seasonal cycle for *Donax vittatus* and *Donax trunculus*. Pp. 191-198. In: E. Naylor and R. G. Hartnoll (eds.). Cyclic phenomena in marine plants and animals, proc. 13th Europ. Mar. Biol. Symp., Pergamon Press, Oxford and New York.

Ansell, A. D., L. Frenkiel & M. Möueza (1980). Seasonal changes in tissues weight and biochemical composition from the bivalve *Donax trunculus* L. on the Algerian Coast. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 45: 105-116.

Barnes, R. A (1990). Zoología de los invertebrados. Ed. Interamericana: 957 pp.

Bayne, B.L. (1976). Marine mussels, their ecology and physiology. International Biological Programme; Cambridge University Press eds: 411 pp.

Bayne, B.L., D. L. Holland, M.N. Moore, D. M. Lowe and J. Widdows (1978). Further studies on the effects of stress in the adult on the eggs of *Mytilus edulis*. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 58: 825-842.

Beukema, J.J. (1974). Seasonal changes in the biomass of the macrobenthos of a tidal flat area in the Dutch Wadden Sea. *Neth. J. Sea Res.* 8 : 94-107

Blackmore, G. (2000). Imposex in *Thais clavigera* (neogastropoda) as an indicator of TBT (Tributyltin) Bioavailability in coastal waters of Hong Kong. *J. Moll. Stud.* 66 :1-8.

Bodo, A. & H. Massé (1978). Quelques parametres permettant de suivre la production organique d'un mollusque bivalve au cours d'un cycle saisonier. Publ. Sci. Tech. CNEOX: Acta Colloq. 7: 753-756.

Boyden, C. R. (1971). A comparative study of the reproductive cycles of the cockles *Cerastoderma edule* et *C. glaucum*. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 51: 605-622.

Crosby, M. P. & L. D. Gale (1990). A review and evaluation of bivalve condition index methodologies with a suggested standard method. *J. Shellf. Res.* 9: 233-237.

Chipperfield, P.N. J. (1953). Observations on the breeding and settlement of *Mytilus edulis* (L) in British waters. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 49: 97-116.

De Villiers, G. (1975). Reproduction of the sand mussel *Donax serra* Röding. Invest. Rep. Sea fish. Brch. Repl. S. Afr. 109: 1-31.



Fernández, I. (1991). Reproducción y acondicionamiento de bivalvos en el criadero. Unidades didácticas de Acuicultura. Consellería de Pesca, Marisqueo e Acuicultura. Xunta de Galicia. Tema 16, 35 pp.

Fischer-Piette, E. (1975) Revision des Venerinae s.s. (Molusques Lamellibranches). *Mém.Mus.Nat.Hist.Nat., Ser.A. Zool.*, T. XCIII :1-64.

Fischer-Piette, E. & B. Metivier (1971). Revision des Tapetinae (Molusques Lamellibranches). *Mém.Mus.Nat.Hist.Nat., Ser.A. Zool.*, T. LXXI: 1-106.

Fretter, V. & A. Graham (1962). British Prosobranch Molluscs. Ray Society, nº 144, 755 pp.

Galinou-Mitsoudi, S.A. & I. Sinis (1994). Reproductive cycled and fecundity of the date mussel *Lithophaga lithophaga* (Bivalve, Mytilidae). *J.Moll.Stud.*60: 371:385.

Grassé, P. (1968). *Traité de Zoologie: Molusques gasteropodes et scaphopodos. Anatomie, systematique, biologie.* Masson et Cie Editeurs, Paris. 1083 pp.

Guillou, J. & Y. Le Moal (1980). Population dynamics of *Donax vitatus* and *Donax trunculus* in the Baie of Douarnenez, France. *Ann. Inst. Oceanogr.* 56 (1), 55-64.

Gutiérrez, M. (1967). Coloración histológica para ovarios de peces, crustáceos y moluscos. *Inv. Pesq.* 31 (2): 265-271.

Heffernan, P.B. & R.L. Walker (1989). Quantitative image analysis methods for use in histological studies of bivalve reproduction. *J. Moll. Stud.*, 55, 135-137.

Hidalgo, J. (1917). Fauna malacológica de España, Portugal y Las Baleares. *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat. Madrid. Ser. Zool.* nº30, 751 pp.

Iwata, K.S. (1952). Spawning of *Mytilus edulis*. II. Discharge by electrical stimulation. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries*, 15: 443-446.

Jeffrey, S. W. & G.T. Humphrey (1975). New spectrophotometric equation for determining chlorophylls a, b, c<sup>1</sup> and c<sup>2</sup> in higher plants, algae and natural phytoplankton. *Biochem. Physiol. Pflanz.* 167:191-194.

Lowe, D.M., M. N. Moore y B. L. Bayne (1982). Aspects of gametogenesis in the marine mussel *Mytilus edulis* L. *J.Mar.Biol.Ass.U.K.*62: 133-145.

Lubet, P. (1959). Recherches sur le cycle sexuel et l'émission des gamètes chez les Mytilides et les Pectinides. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.* 23 (4): 388-545.

Montero, I. (1971). Moluscos Bivalvos españolas. *Pub.Univ. Sevilla.An.Univ.Hisp.Ser. Veterinaria* nº5: 230-239.



Morales-Alamo, R. & R. Mann (1989). Anatomical features in histological sections of *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791) as an aid in measurements of gonad area. *J. of Shellf. Res.*, 8: 71-82.

Morvan, C. & A.D. Ansell (1988). Stereological methods applied to reproductive cycle of *Tapes rhomboides*. *Mar. Biol.*, 97: 355-364.

Möueza, M. (1975). Contribution à l'étude de la biologie de *Donax trunculus* L. (mollusque lamelibranche) dans l'Algérois. Thèse de Doctorat, Université d'Aix-Marseille; 207 pp.

Möueza, M. & L. Frenkiel-Renault (1973). Contribution à l'étude de la biologie de *Donax trunculus* L. (Mollusques Lamelibranches) dans l'Algérois: la reproduction. *Cah. Biol. Mar.* 14: 261-283.

Newell, R. J. E., T. H. Hilbish, R. K. Koehn & C. J. Newell (1982). Temporal variation in the reproductive cycle of *Mytilus edulis* L. (Bivalvia, Mytilidae) from localities on the east coast of the United States. *Biol. Bull.* 162: 299-310.

Nobre, A. (1936). Moluscos marinhos de Portugal. Companhia Editora do Minho (2º vol.). Ed. Barcelos: 377 pp.

Nordsieck, F. (1969). Die europäischen Meersmuscheln (Bivalvia) von Eismeer bis Bapverden Mittelmeer und Schawarzes Meer. G. Fischer Stuttgart: 256 pp.

Parenzan, P. (1976). Carta d'identita delle conchiglie del Mediterraneo. Vol. II, Bivalvi (II). Ed. Bios. Taras. Taranto; 263 pp.

Pasteur-Humbert, Ch. (1962). Les Mollusques Marins Testacés du Maroc. II. Les Lamelibranches et les Scaphopodes. Travaux de l'Institut Scientifique Chérifien, Sér. Zool., No. 28, 188pp.

Pérez Camacho, A. & G. Román (1987). La reproducción en los moluscos bivalvos. CAICYT. Capítulo 2: 133-184, 321 pp.

Pérez Camacho, A. (1991). Cultivo de almejas en playa. Unidades didácticas de Acuicultura. Consellería de Pesca, Marisqueo e Acuicultura. Xunta de Galicia. Tema 14: 40 pp.

Poppe G. T. & Y. Goto (1991). European Seashells. Vol. I. Ed. Christa Hemmen, Wisbaden: 352 pp.

Poppe G. T. & Y. Goto (1993). European Seashells. Vol. II Ed. Christa Hemmen, Wisbaden: 221pp.

Ricker, W. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish population. *Bull. Fish. Res. Board Can.* 191: 1-382.



Ruppert, E. E. & R. D. Barnes (1996). Zoología de los invertebrados. Ed. McGraw Hill Interamericana. 5ª ed; 1114 pp.

Sabelli, B. (1982). Moluscos. Guías de la Naturaleza. Ed. Grijalbo; 512 pp.

Salas Casanova, C. (1984). Contribución al conocimiento de los moluscos macrobentónicos infralitorales (en especial bivalvos) de la bahía de Málaga. Tesis Doctoral, Universidad de Málaga; 551 pp.

Salas, C. (1996). Marine Bivalves from off the Southern Iberian Peninsula collected by the Balgim and Fauna 1 expeditions. *Haliotis*, 25: 33-100.

Seed, R. (1969). The ecology of *Mytilus edulis* L. (Lamellibranchiata) on exposed rocky shores. I. Breeding and settlement. *Oecologia*, 3: 277-316.

Snyder, D.E. (1985). Fish eggs and larvae. In: L.A. Nielsen, D.L. Johnson and S.S Lampton(eds). Fisheries techniques. American Fisheries Society Bethesda, Maryland. pp. 165-197.

Tebble, N. (1966) Britttish Bivalves Seashells. Britttish Musseum (Natural History). London: 212 pp.

Tirado, C. (1996). Estudio de la reproducción de los Donacidae (Mollusca:Bivalvia) del litoral de Málaga. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga: 250 pp.

Tirado, C. & C. Salas (1998). Reproduction and fecundity of *Donax trunculus* L., 1758 (Bivalvia:Donacidae) in the littoral of Málaga (Southern Spain). *J. Shellf. Res.*, 17 (1): 169-176.

Tirado, C & A. Rodríguez de la Rúa (2000). "Estudio del ciclo reproductor de los moluscos bivalvos y gasterópodos del litoral andaluz". Informe técnico de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía: 357 pp.

Vilela, H. (1950). Vida Bentónica de *Tapes decussatus* (L.). *Trav. Sta. Biol. Marit.*, Lisbonne, núm. 53.2.



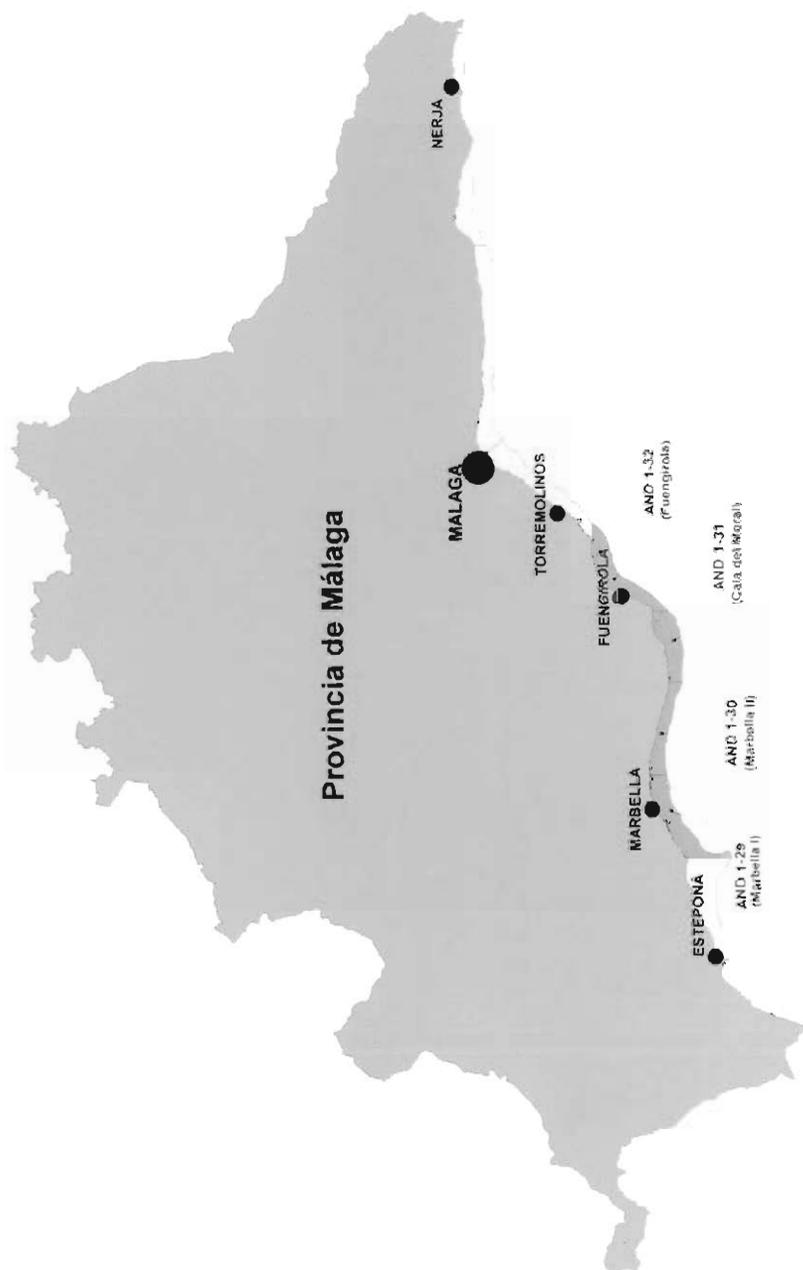
## 6. ANEXO



MAPA 1.- Zonas de producción muestreadas (Provincia de Huelva).



MAPA 2.- Zonas de producción muestreadas (Provincia de Cádiz).



MAPA 3.- Zonas de producción muestreadas (Provincia de Málaga).



AGRICULTURA	
GANADERÍA	
PESCA Y ACUICULTURA	
POLÍTICA, ECONOMÍA Y SOCIOLOGÍA AGRARIA	
FORMACIÓN AGRARIA	
CONGRESOS Y JORNADAS	
R.A.E.A.	

ISBN 84-8474-040-4



9 788484 740407  
P.V.P. 14,12 €



JUNTA DE ANDALUCÍA

Consejería de Agricultura y Pesca