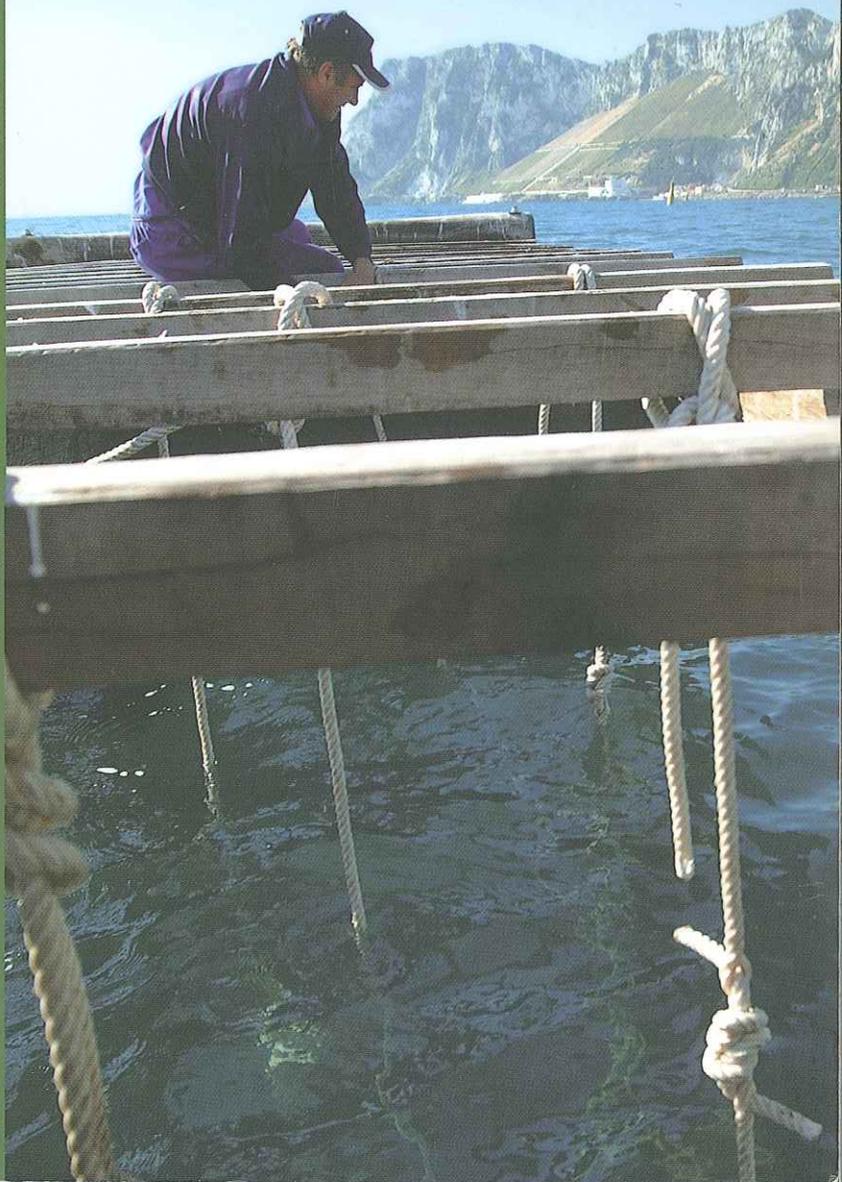


CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA



# CULTIVO DE MEJILLÓN

ASPECTOS GENERALES Y EXPERIENCIAS EN ANDALUCÍA



JUNTA DE ANDALUCÍA



# CULTIVO DE MEJILLÓN

ASPECTOS GENERALES Y EXPERIENCIAS EN ANDALUCÍA

**EDITA: Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca**

**DIRECCIÓN:** Dirección General de Pesca y Acuicultura. Servicio de Estructuras Pesqueras y Acuícolas.

**DIRECCIÓN FACULTATIVA:** D. José Manuel Gaitero Rey, D<sup>a</sup>. Rosa Villarías Molina

**EJECUCIÓN:** Empresa pública Desarrollo Agrario y Pesquero. Subdirección de Recursos Pesqueros

**EQUIPO TÉCNICO RESPONSABLE:**

D. José Carlos Macías Rivero(Coordinación)

D. Cristina Tirado Narváez

D. Daniel Gómez Morero

D. M<sup>a</sup> José Martín

D. Manuel Manchado(Genética)

D. Carlos Infante(Genética)

D. Carolina Alamo Zurita(Cartografía)

D. Fernando Del Castillo y Rey(Cartografía)

**FOTOGRAFÍA:**

**DISEÑO Y MAQUETACIÓN:** Forma Animada S.L.L.

**I.S.B.N.:**

**DEPÓSITO LEGAL:**

# INDICE

## Presentación

## Agradecimientos

### I. INTRODUCCIÓN.....

### II. ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO DE MEJILLÓN.....

- II.1. LA ESPECIE.....
- II.2. LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN.....
- II.3. EL CONTROL SANITARIO DE LA PRODUCCIÓN.....
- II.4. EL DESTINO DE LA COSECHA.....
- II.5. EL APROVISIONAMIENTO DE SEMILLA.....
- II.6. ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES.....
- II.7. EL CONTROL SANITARIO DE LA PRODUCCIÓN.....
- II.8. EL SISTEMA EMPRESARIAL Y ORGANIZATIVO DEL SECTOR.....
- II.9. LA COMERCIALIZACIÓN.....
- II.10. ASPECTOS ECONÓMICOS.....

### III. EXPERIENCIA DE CULTIVO DE MEJILLÓN EN ANDALUCÍA.....

- III.1. METODOLOGÍA.....
- III.2. RESULTADOS DEL ESTUDIO GENÉTICO DE LA POBLACIÓN DE MEJILLÓN.....
- III.3. RESULTADO DE LA LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA SEMILLA DE MEJILLÓN.....
- III.4. RESULTADO DEL SEGUIMIENTO DE LA POBLACIONES CULTIVADAS EN BATEAS (PROVINCIA DE CÁDIZ).....
- III.5. RESULTADOS DEL SEGUIMIENTO DE LAS POBLACIONES CULTIVADAS EN LÍNEAS (PROVINCIA DE MÁLAGA).....
- III.6. RESULTADOS DEL SEGUIMIENTO DE LAS POBLACIONES NATURALES..
- III.7. RESULTADOS DEL SEGUIMIENTO DEL CONTROL SANITARIO Y PATOLOGÍAS ASOCIADAS.....

### IV. CONCLUSIONES.....

### V. BIBLIOGRAFÍA.....



## PRESENTACIÓN

La Ley 1/2002, de 4 de abril, de Ordenación,

**TIENEN QUE VOLVER A ENVIARLA**



## AGRADECIMIENTOS

En la presente obra se aportan datos relacionados con múltiples aspectos del cultivo del mejillón, obtenidos durante cuatro años. La amplitud de los temas tratados y la escasez de datos sobre este sector en Andalucía ha favorecido que los autores hallan contactado con multitud de profesionales en la materia que han ofrecido un asesoramiento desinteresado en distintos aspectos abordados. Es justo pues, realizar un agradecimiento a todos ellos.

En primer lugar, a todos los trabajadores de las empresas de cultivo que de una u otra forma han colaborado para la obtención de las muestras, y muy especialmente a Irina Corro (Pescados y Mariscos del Mar de La Línea, S.L), Enrique Bea (Cultivos Marinos de Andalucía, S. L.), José Juan Nogales (Azucarera del Guadalfeo) y Juan José Alférez (Piscifactoría Framar).

A Miguel Carmona Jiménez por su inestimable empeño en la recogida de semilla para el cartografiado.

A los profesores del Departamento de Biología Animal de la Facultad de Málaga, Dra. Carmen Salas y Dr. Serge Gofas, por su apoyo en la identificación de algunas especies, así como por toda la bibliografía proporcionada.

Al Dr. Eugenio Fernández Pulpeiro, profesor del Departamento de Biología Animal de la Universidad de Santiago de Compostela, experto que desde el primer momento, amablemente ha prestado su asesoramiento en todos los aspectos planteados relacionados con el cartografiado de la semilla de mejillón. Así mismo, se agradece el envío de los trabajos de su colaboradora Elena Brea Bermejo que han servido de refuerzo al trabajo desarrollado.

También al Dr. Antonio Villalba, del Centro de Investigaciones Marinas, de la Consellería de Pesca, Marisqueo e Acuicultura de la Xunta de Galicia, por atender las consultas sobre patologías y facilitar apoyo bibliográfico

Finalmente, a la Delegación Provincial de la Consejería de Agricultura y Pesca en Málaga y especialmente a Leandro Jiménez por cedernos amablemente algunas fotografías.





# I

INTRODUCCIÓN



## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la acuicultura marina en Andalucía viene experimentando un desarrollo muy importante como actividad productiva que utiliza el litoral como soporte espacial. La evolución mantenida desde el año 1990 hasta el año 2004, en la que hemos pasado de 768 a más de 7415 toneladas y evidencia el potencial de crecimiento de esta actividad y la importancia que adquiere en nuestra región.

En Andalucía en el año 2004 se han producido 878 Tm de moluscos, siendo el mejillón la especie claramente dominante representando el 86,72%, seguida por la almeja japonesa, que supone el 8,7%.

Sin embargo, estas diferencias se minimizan cuando atendemos al valor económico de ambas especies ya que, el elevado precio medio anual de la almeja japonesa (7 €/kg), sitúa sus ventas en el 40,62% en valor económico, frente al 44,80% que supone el mejillón, cuyo precio medio anual fue en 2004 de 0,77 €/kg.

El interés de la acuicultura como sector de futuro no solo estriba en la capacidad de producción y su aporte de proteínas al mercado alimentario, sino que cobra mayores expectativas atendiendo al comportamiento del mercado y a las tendencias en el consumo de productos pesqueros.

De los análisis realizados en las últimas décadas, desde el Congreso de Cultivos Marinos de Lanzarote en 1982, hasta el Libro Blanco de la Acuicultura en España publicado en 2001, se desprende que el eje central de la producción acuícola nacional sigue siendo el mejillón, que a su vez, representa un 25% de la producción total de esta especie en Europa.

En general, en áreas litorales donde la acuicultura y los subsectores que comprende están altamente desarrollados, las estrategias a seguir por las empresas se orientan hacia el crecimiento, la internalización, el liderazgo en costes y comercialización, etc., sin embargo, en otras zonas donde algunos subsectores no alcanzan tales desarrollos, es necesaria una ordenación previa de la actividad, acorde con la disponibilidad de recursos y la protección del medio ambiente. Este es el caso del cultivo de mejillón en Andalucía donde, hasta la fecha, su presencia ha sido poco significativa y no se dispone de experiencia suficiente que garantice un desarrollo integral de la actividad.

En los últimos años, se ha detectado un elevado interés por el cultivo de mejillón en Andalucía, produciéndose una gran demanda de solicitudes de autorización para esta actividad, fundamentalmente en las provincias de Cádiz, Málaga y Granada.



Embarcación auxiliar trabajando en una instalación de bateas flotantes en Andalucía.

Por estos motivos, como consecuencia del incipiente interés despertado en nuestro litoral por nuevos inversores que promueven el cultivo de mejillón, surge la necesidad de conocer, identificar y establecer los principales aspectos y criterios a tener en cuenta para llevar a cabo un desarrollo ordenado de esta actividad.

Ante una demanda de tales dimensiones, la primera cuestión que se plantea es conocer cuáles son las causas de esta tendencia y para ello, en el año 2002, la Dirección General de Pesca y Acuicultura realizó un informe previo sobre los aspectos socioeconómicos relacionados con el cultivo, del cual, se extrajeron los factores condicionantes hacia los que debían dirigirse posteriores estudios.

A partir de este informe previo, surgió la necesidad de conocer aspectos propios del cultivo de mejillón, que permitieran a la Dirección General de Pesca y Acuicultura, un desarrollo ordenado de este sector.

Así, durante los años 2003 y 2004 se ha realizado un estudio enfocado hacia las siguientes líneas:

- Seguimiento de las dos instalaciones de cultivo autorizadas en Andalucía
- Identificación genética de la especie presente en la costa de Andalucía.
- Disponibilidad natural de semilla en el medio natural.
- Índices de condición y tiempo necesario para alcanzar una talla comercial
- Aspectos sanitarios del cultivo (entendiéndose por tal las patologías detectadas en los mismos, así como un análisis de la frecuencia y aparición de fenómenos biotóxicos)
- Aspectos de la incidencia ambiental de estos cultivos en el medio.

En la presente publicación, se exponen a modo de resumen los datos más relevantes de ambos trabajos.



# II

ASPECTOS GENERALES  
DEL CULTIVO DE MEJILLÓN



## II.1. LA ESPECIE

El mejillón cultivado en Galicia fue considerado tradicionalmente como *Mytilus edulis*; sin embargo, estudios basados en la morfología del espermatozoide (Crespo *et al*, 1990) en diferencias genéticas en loci aloclímicos (Sanjuán *et al*, 1990) y en el cariotipo (Martínez-Lage, *et al*, 1992) han llevado a su identificación como *Mytilus galloprovincialis*. Esta se trata de una especie que se encuentra en el suroeste de Inglaterra, costas atlánticas francesas, españolas, portuguesas, marroquíes y en el Mar Mediterráneo.

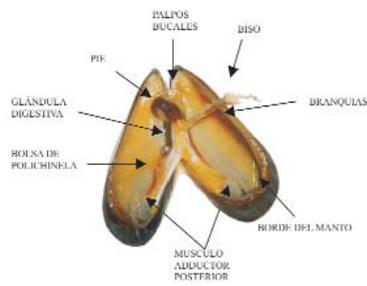
En España, la especie cultivada es *M. Galloprovincialis*. Aunque diversas publicaciones como el Libro Blanco de la Acuicultura en España señalan que el mejillón cultivado en Cataluña es el *M. edulis*, realmente la especie cultivada en las costas catalanas, según las estadísticas procedentes de la Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalidad de Cataluña, es *M. galloprovincialis* al igual que ocurre en la Comunidad Autónoma de Valencia, donde se conoce a esta especie comúnmente como "Clotxina de Valencia".

El mejillón es un bivalvo perteneciente a los eulamelibranquios. Su concha está constituida por dos valvas alargadas, simétricas y de forma triangular, que se abren y cierran por la acción de la charnela, el ligamento y dos músculos abductores, de los cuales el anterior está muy reducido. El manto reviste la parte interna de las valvas, y está soldado excepto para la salida de los sifones y el pie. Este último está poco desarrollado, y presenta en su cara ventral un pequeño abultamiento con actividad secretora, la glándula del biso, que genera unos filamentos que permiten la fijación del mejillón. El color y grosor del manto varían dependiendo del estado de actividad de las gónadas. A través del manto, de color verde negruzco se observa el hepatopáncreas. Detrás de él, el corazón, menos visible, y un orificio situado en la parte dorsal posterior llamado orificio sifonal, que corresponde al sifón exhalante y por el que se expulsa el agua de la cavidad paleal después de haber pasado por las branquias.

Los mejillones tienen sexos separados, aunque se conocen casos de hermafroditismo. No presentan dimorfismo sexual y la proporción de machos y hembras en la población es similar. Las gónadas están alojadas en el interior de la bolsa de Polichinela, que se localiza en la parte posterior del pie. La gametogénesis por lo general ocurre en invierno, aconteciendo la puesta en primavera, si bien, la duración del periodo de actividad gonadal está muy relacionada con condiciones ambientales tales como la temperatura o la disponibilidad de alimento. La fecundación ocurre en el agua de mar y la talla a la que el mejillón alcanza la madurez sexual es 35 mm según Aguirre (1979), si bien Figueras (1989) la sitúa entre 40-50 mm, y la primera puesta sucede antes de completar el primer año de vida.

Se considera que la temperatura es el factor desencadenante de la puesta de aquellos animales que han culminado la gametogénesis. La puesta es sincronizada debido a la liberación junto con los gametos, de unas sustancias denominadas gamonas, que estimulan el desove de los mejillones contiguos.

Los distintos datos bibliográficos relativos a poblaciones gallegas indican que la puesta se extiende durante toda la primavera y en menor medida durante el verano (Villalba, 1995; Cáceres-Martínez & Figueras, 1998), aunque de acuerdo con el primer autor, existen diferencias entre zonas, detectándose puestas en otoño y a principios de invierno en algunas de las instalaciones estudiadas. Algunos autores en estudios previos, (Ferrán, 1992; Aguirre, 1979; Pérez & Román, 1979, Andreu, 1958), indican puestas en primavera y otoño, si bien son las primaverales las más intensas.



Esquema de la morfología interna de un mejillón.

Este patrón concuerda con los periodos de fijación detectados por diversos autores en distintas rías gallegas, que centran la mayor fijación entre abril y septiembre (Fuentes & Molares, 1994; Cáceres-Martínez *et al*, 1993; Aguirre, 1979; Pérez y Román, 1979). Estos mismos autores indican variaciones en el ciclo gonadal de los mejillones dependiendo de la procedencia de los mismos, y es sabido que la temperatura y la disponibilidad de alimento son los factores exógenos que más influencia tienen en la reproducción (Seed, 1976; Sastry, 1979).

El número de gametos liberados oscila entre medio millón y un millón. En el desarrollo se distinguen dos fases larvarias, la trocófora, de vida libre y breve, que se forma a los dos días de la fecundación, y la larva veliger, también planctónica, y cuya duración depende de factores ambientales. Al final de la fase larvaria, la veliger, mide alrededor de 0,5 mm, ha desarrollado una protoconcha y se inicia la fijación a un sustrato mediante la secreción del bisco.

En cuántas etapas se produce esta fijación es un tema en controversia; mientras tradicionalmente se consideraba que había dos e incluso tres fijaciones previas a la definitiva, otros autores apuntan a una única fijación. El motor principal de esta fijación lo constituyen las corrientes marinas dominantes en cada zona.

Aquellos autores que han considerado una fijación en dos etapas indican que, en primera fase, tienen predilección por sustratos filamentosos como algunas algas, hidrozoos, etc, hasta alcanzar el tamaño de 1-2 cm, con una fijación secundaria al sustrato definitivo. Sin embargo, Cáceres-Martínez *et al* (1993,1994) indican que se produce una fijación de las larvas directamente desde el plancton a distintos sustratos (filamentos del bisco de otros mejillones, algas filamentosas y membranosas, rugosidades de la concha de los adultos) y una migración posterior de los individuos previamente fijados si el sustrato no es el adecuado, o si se rompen los filamentos de anclaje por acción del oleaje.

Los mejillones son organismos de carácter sedentario y gregario, que se fijan formando grandes colonias, recubriendo rocas, grietas, hendiduras, sobre conchas, guijarros, cascos de barcos o cualquier objeto sumergido. Compiten con otros organismos por el sustrato en la

zona sublitoral y litoral, incluido con ejemplares de su misma especie, pudiendo llegarse a la asfixia de los ejemplares situados en el estrato más bajo. Esta situación se acentúa en la época de fijación de las semillas.

Aunque el mejillón puede vivir en aguas entre 0 y 26 °C, la temperatura óptima para su desarrollo se sitúa entre 10 y 20°C, afectando la temperatura a las tasas de filtración y crecimiento. Igualmente tolera salinidades muy variables, aunque su óptimo se sitúa ente 30 y 40 %.

Los mejillones son filtradores y se alimentan de partículas de materia en suspensión y fitoplancton. Las branquias están muy desarrolladas, y son empleadas tanto para la respiración como para la alimentación. En condiciones normales, un mejillón de talla media filtra de 4 a 5 litros de agua a la hora (tasa de filtración), siendo capaz de captar con eficiencia partículas con diámetros entre 2-5 micras (Puerta Henche, 1995). Figueras (1989) indica que una cuerda de mejillón puede filtrar más de 90000 litros de agua en un día y que una batea puede por tanto ingerir 180 Tm de materia orgánica en un año de los cuales 100 Tm retornan al medio en forma de detrito. La acumulación de tales cantidades de detrito en el fondo del mar puede hacer peligrar la supervivencia de otras especies bentónicas.

Muy relacionada con la tasa de filtración se encuentra la tasa de aclaración, que es el volumen de agua aclarado de partículas en suspensión por unidad de tiempo (l/h). La tasa de aclaración es representativa de la tasa de filtración cuando la materia particulada total no supere de 3-5 mg/l (Bayne *et al*, 1993).

Winter (1978) estableció la capacidad de los bivalvos para ajustar la tasa de aclaramiento (CR) en respuesta a un incremento de la concentración de partículas, de modo que se establece una ingestión regulada. Navarro e Iglesias (1993) pusieron de manifiesto la plasticidad de los mecanismos reguladores en respuesta a cambios de la dieta, modificando la tasa de filtración.

Navarro *et al* (1996), en distintas experiencias llevadas a cabo en la Ría de Arosa, indican que las características del alimento disponible en la misma, con concentraciones de seston por debajo del umbral de producción de pseudoheces (3 mg/l) permiten que el alimento ingerido sea procesado con una elevada eficiencia. Todo ello repercute en las tasas de crecimiento observadas en Galicia muy superiores a las observadas en otros ecosistemas con mayores concentraciones de seston y/o valores de la calidad de la dieta y con fluctuaciones más amplias que las observadas en las rías gallegas.

Los bivalvos eliminan productos de desecho como resultado de una digestión incompleta y del propio metabolismo, siendo los compuestos de nitrógeno, y principalmente el amonio, el producto final dominante en el catabolismo de las proteínas (Bayne & Newell, 1983). Las pérdidas energéticas debidas a la excreción se han estimado inferiores al 10% del gasto metabólico total en *M. edulis* (Hawkins & Bayne, 1985) Los valores obtenidos para *M. galloprovincialis* en Galicia muestran un aumento en la excreción de amonio entre enero y marzo, y una disminución durante la primavera y el verano (Labarta, 2004).

Pero el crecimiento no se explica sólo en función de la eficiencia en el aprovechamiento de las sustancias alimenticias del medio, sino que la edad de los ejemplares y las características ambientales locales tienen también una gran influencia. Incluso en mejillones de la misma clase de edad y localidad se registran distintas tasas de crecimiento.

Entre los principales factores que afectan al crecimiento destacan la temperatura, la edad y talla, la luz, la estructura de la población y la situación con respecto al nivel de las mareas (Seed, 1969). Así, de acuerdo con Wilson, el crecimiento relativo es mayor en periodos de incremento de la temperatura. Numerosos trabajos apuntan a un descenso en el crecimiento relacionado con la edad, aunque la senilidad no sea la causa más importante de esta reducción (Seed, 1969).

Wilson & Hodgkin (1967) demostraron el efecto negativo que, en el crecimiento, tienen las elevadas densidades poblacionales. Este hecho es el que conduce a los procesos de desdoble en los cultivos de mejillón. También se ha observado que los mejillones situados en el supralitoral crecen más lentamente que los que habitan en el meso o infralitoral. Estos factores afectan igualmente al crecimiento de los juveniles por lo que las tasas de crecimiento pueden ser muy distintas según se trate de reclutas primaverales u otoñales. Asimismo, los mejillones que habitan zonas de fuerte oleaje, refuerzan el biso para favorecer la fijación, restando la energía que se destina al crecimiento. El oleaje es también responsable de las morfologías con umbos un tanto curvados, y con conchas más gruesas de algunos mejillones. Se cree que la distinta anchura entre la parte anterior y posterior de las valvas es consecuencia de la adaptación a la vida en masa y con oleaje, anclando fuertemente el extremo anterior, quedando la parte posterior más libre y con más capacidad para su desarrollo.

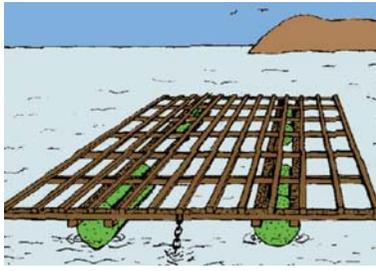
Según datos de trabajos realizados sobre instalaciones situadas en Galicia, la tasa de crecimiento del mejillón en cultivo es distinta a la observada en mejillones en roca, consecuencia de las distintas condiciones en las que se encuentran expuestos los primeros con respecto a las poblaciones en roca. En una zona en condiciones de crecimiento medias, una semilla de mejillón de 15-20 mm, encordada en primavera, crecerá una media de 7 mm al mes, y al cabo de cuatro o cinco meses podrá alcanzar los 5 cm, procediéndose entonces al desdoble. En cuanto al peso, se incrementa una media de 2 gr/mes, pasando de 0,5 g a 8-10 g en el momento del desdoble. Si el encordado se realiza durante el otoño, el crecimiento se reducirá casi a la mitad en los meses fríos, y el mejillón necesitará de 7 a 8 meses para alcanzar la talla de desdoble. (Pérez Camacho, 1992). Tras el desdoble, se necesita alrededor de un año para alcanzar la talla comercial de 8 cm y 40 g. Durante este año se alternarán fases de crecimiento lento en épocas de aguas frías y poco alimento, con otras en el que éste se acelera.

## II. 2. LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Los sistemas de cultivo para la producción de mejillón actualmente empleados en España son tres: bateas flotantes, líneas de cultivo o long-lines y bateas fijas o mejilloneras. A continuación se realiza una breve descripción de estos sistemas.

### II. 2. 1 Bateas flotantes

Las bateas son estructuras flotantes ancladas al fondo. Es el sistema de cultivo empleado comúnmente en Galicia, por ser el que mejor rendimiento ofrece para las condiciones hidrodinámicas y bioecológicas de esta zona.



Esquema de una batea flotante de mejillón

Los componentes de una batea son:

- Emparrillado, formado por un entramado de vigas de madera, situado por encima del agua a una distancia tal que las semillas no se pueden adherir a las vigas maestras y desgastar la madera, al mismo tiempo que en caso de oleaje no se produzca un fuerte balanceo que pueda causar graves daños estructurales.

Las vigas que forman el emparrillado son de madera de eucalipto, si bien también se han probado de hierro, polietileno, acero galvanizado y otros materiales con distintos resultados. Recientemente, se están probando bateas de acero, capaces de ser sumergidas y fondeadas mediante un sistema que permite su reflotamiento para la inyección de aire.

La superficie del emparrillado está limitada en algunas Comunidades Autónomas a 550 m<sup>2</sup>. Las vigas que forman el emparrillado se dividen en vigas maestras, vigas de través, vigas de amarre y látigos.

- Sistemas de flotación, que han variado a lo largo del tiempo de forma que al principio se utilizaban cascos de barcos y posteriormente se pasó a los flotadores de madera y progresivamente se ha ido avanzando hasta los actuales flotadores de chapa de hierro.
- Sistemas de sujeción, mediante los cuales se ancla la batea al fondo con una cadena cuyo



Detalle de flotadores de chapa de hierro marino recubiertos de poliéster.

extremo se fija o engrilleta a un bloque de hormigón denominado muerto y que, tiene un peso aproximado de 10 toneladas, si bien depende del lugar de fondeo. La longitud de la cadena es variable, y para su cálculo se toma la profundidad durante la máxima pleamar equinoccial.

- Sistema de cultivo, formado por las cuerdas de cultivo. Los tipos y características son muy variables pero como norma general las cuerdas tienen una longitud de 10 a 12 metros útiles como máximo, siendo el número de cuerdas aproximado para este tipo de bateas de 300 a 500.



Detalle del sistema de fondeo de las bateas: cadena, bloque de hormigón o "muerto".

En función de los sistemas de flotación, se pueden diferenciar distintos tipos de bateas:

- Bateas de barcos recuperados (empleadas en la costa valenciana).
- Bateas de dos prismas triangulares paralelos o en catamarán: es un modelo antiguo y no utilizado en la actualidad.
- Bateas de 4 a 6 flotadores: es la batea más común.
- Bateas de 4 flotadores tubulares de poliéster.
- Bateas de flotadores cilíndricos verticales.



Barco batea utilizado para cultivo de mejillón en Valencia.

## II. 2. 2 Líneas de cultivo o Long lines.

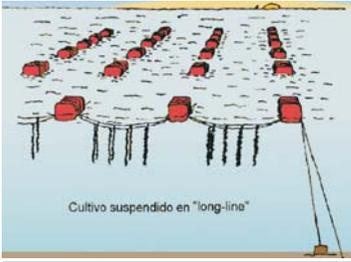
El cultivo en líneas es muy utilizado en países como Estados Unidos de América, Suecia e Irlanda, si bien en España aún no está muy extendido.

La estructura básica de este sistema consta de:

Sistema de flotación, que consiste en una línea de flotadores de distinto tamaño y material. El número de flotadores o boyas depende del momento del cultivo, de modo que en aquellas fases en que las cuerdas soportan poco peso, debe reducirse el número de éstos, para evitar la inestabilidad de la estructura. Conforme el cultivo va avanzando, y por tanto aumenta el peso de las cuerdas, se deben añadir más flotadores para evitar el hundimiento de la estructura.

Sistema de soporte, denominado línea madre, es una cuerda de la que penden las cuerdas de cultivo. Las líneas de cultivo pueden ser a viento (una sola línea madre por línea de flotadores) o, para incrementar la densidad de cultivo, de dos o más vientos. La instalación más habitual es la de dos líneas madres colocadas paralelamente entre sí.

Sistema de cultivo, al igual que en las bateas, se realiza en cuerdas, generalmente de nylon, cuya longitud varía dependiendo de la profundidad de la zona de cultivo, y que cada 30-45 cm están atravesadas por unos palos para evitar el desprendimiento del mejillón.



Esquema de una instalación de cultivo en líneas o long-line

Sistema de amarre, formado por varios pesos o muertos situados en el fondo, que se unen a flotadores colocados al final de cada sección de la línea madre. Con esto se consigue además de anclar la estructura al punto de fondeo, mantener la tensión del sistema de soporte.

La ventaja de este método de cultivo radica en su mejor adaptación a zonas más expuestas. Sin embargo, a pesar de su mejor adecuación a estas zonas, este método no se podía utilizar en muchas áreas potenciales de cultivo debido, entre otras causas, a condiciones oceanográficas desfavorables (Labarta *et al*, 2004). Para solucionar este problema, se ideó una línea de cultivo subsuperficial, que se mantiene sumergida en el agua, en la que existen flotadores en superficie, otros bajo el mar, y otros laterales para garantizar la tensión de la estructura.

El último avance es la línea de cultivo continua, en el que se emplea una única cuerda que puede superar los 2000 m de largo y que se va enganchando a modo de zigzag, en unos lazos separados que cuelgan de la línea madre y que distan entre sí unos 40 cm. Con este sistema se facilitan las operaciones de desdoble y recolección. Las fases de cultivo y la maquinaria empleada en cada una de ellas son las mismas que las seguidas para el cultivo en batea.

### II.2.3 Bateas fijas o mejilloneras.

Es un sistema de cultivo muy utilizado en la zona mediterránea, sobre fondos que no sobrepasan los 10 m de profundidad. Es común en Francia, Italia y en España en el Delta del Ebro (Cataluña).

La estructura consiste en un armazón fijo, formado por un conjunto de palos o pilares clavados en el fondo y de un entramado de vigas y travesaños del que cuelgan las cuerdas de cultivo.

El cultivo se inicia con semillas de 2 a 4 centímetros de longitud, que se disponen en una red tubular de nylon, con una malla lo suficientemente grande que permita la salida del mejillón.

Las cuerdas de cultivo se cuelgan de la batea a unos 50 cm por debajo de la superficie del agua, separadas del fondo entre 0,5 y 1 m y se amarran a los travesaños con alambre.

Con este sistema de cultivo, en las zonas donde se emplea esta técnica, la duración del ciclo es de un año aproximadamente. En Francia, el periodo de preengorde comienza en mayo y finaliza en febrero. La talla mínima comercial de mejillón es 4 cm y sólo se recogen los ejemplares de mayor tamaño. Las tallas son más pequeñas porque crecen en la zona intermareal y por la influencia negativa que los altos niveles de materia orgánica suspendida tienen sobre el crecimiento (Figueras, 1989).

## II.3. LAS FASES DEL CULTIVO

El esquema productivo del cultivo de mejillón consta de distintas etapas, entre las que podemos diferenciar las propias del cultivo y otras relacionadas con la comercialización y posible transformación que ésta conlleva. Las fases propias del cultivo son las mismas independientemente del sistema empleado (bateas, líneas o mejilloneras).

Las labores fundamentales del cultivo del mejillón son la obtención de la semilla, el encordado, el preengorde, el desdoble y la cosecha. Aunque estas fases son comunes a todos los sistemas de cultivo, algunas de las consideraciones que se indican a continuación se fundamentan en el desarrollo de esta actividad en Galicia, por lo que no son completamente aplicables a cultivos en otras Comunidades Autónomas, sobre todo en aquellos aspectos en los que existe una fuerte influencia de las condiciones ambientales.

### II.3.1. Obtención de la semilla



Detalle de fijaciones de semillas de mejillón sobre roca

La cría o semilla de mejillón se obtiene bien recolectándola de las rocas (marisqueo), o bien utilizando cuerdas colectoras, estas últimas dispuestas en la misma batea o en las líneas de cultivo.

La semilla de roca es, tradicionalmente, la preferida por los cultivadores debido a que ofrece una mayor resistencia a ser despegada, consecuencia del tiempo que permanecen al descubierto en la zona intermareal, a pesar de que, de acuerdo con investigaciones desarrolladas por distintos autores (Labarta *et al.*, 2004), el uso de

semillas procedentes de cuerdas colectoras garantiza una mayor potencialidad de crecimiento y rendimiento que la semilla de roca.

La recolección de semillas procedentes de las rocas se realiza mediante el rascado de la roca con una rasqueta, durante la bajamar de las mareas vivas. Se buscan rocas planas de fácil acceso y rascado.

Otro método de obtención de semilla procedente del medio natural se basa en la utilización de colectores, resto de redes y las propias cuerdas, que se mantienen sumergidos a 1 ó 2 metros de profundidad, durante la época de reproducción del mejillón, permitiendo la fijación de las larvas sobre ellos.

En cuanto al tamaño se trata de buscar la semilla más pequeña, no superior a los 2 cm, ya que se pueden colocar más piezas por unidad de volumen, lo que se traduce una mayor rentabilidad del cultivo.

### II.3.2. Encordado

Es el proceso mediante el cual, la semilla captada del medio es colocada en las cuerdas de cultivo, para su posterior engorde.

Las semillas que se captan del medio natural por medio de colectores se fijan antes a las cuerdas, mientras que las que son obtenidas mediante marisqueo hay que adherirlas. Este método consta de tres etapas: el carro, la red, y la colocación.

El carro consiste en un sistema de cajones elevados con unos rodillos sobre los cuales se desplaza la cuerda. Una vez que el mejillón está dentro del carro se empieza la labor de encordado por el extremo más bajo de la cuerda, con la ayuda de un ovillo de red de mallado especial y de consistencia determinada para aguantar el peso del mejillón.



Encordado de semilla previa a la siembra

La red se fabrica con materiales especiales tales como nylon, acetato, algodón o una mezcla de ellos. La red de nylon agarra mejor al mejillón, pero no se degrada con lo que hay que limpiar la cuerda después de cada uso. Este inconveniente es solventado utilizando red de algodón, autodegradable, y cuya sujeción aumenta dando varias vueltas al ovillo.

En la colocación, la semilla se envuelve con la red, para lo cual se van colocando entre ésta y la cuerda. La red ha de estar lo suficientemente apretada para que el mejillón no quede flojo y no se mueva antes de que se fije por el biso. El espesor de la capa que se coloca alrededor de la cuerda es variable, quedando a criterio del cultivador.

Se fijan de 1,5 a 1,75 kg de semilla por metro de cuerda, pero si la semilla es de talla pequeña (inferior a 1 cm) se colocan menos semilla por metro para permitir el posterior crecimiento de los ejemplares (Figueras, 1989).

### II.3.3. Preengorde

Esta fase es la comprendida entre la colocación de las cuerdas de semilla en el medio y el momento en que los individuos alcanzan 4-5 cm de longitud.



Cuerda de semilla de mejillón lista para el desdoble



Mejillones de tres tallas procedente de la cuerda previa al desdoble

En el caso de la experiencia en Galicia, Pérez Camacho (1989) indica un peso inicial de las cuerdas en el momento de su colocación en el mar de 15 kg. Al cabo de 5-6 meses, los ejemplares han crecido considerablemente, multiplicándose enormemente el peso de las cuerdas y haciendo que, el crecimiento de los mejillones, sea más lento y se incremente la variedad de tallas que se pueden encontrar en una cuerda.

Es por tanto el momento de proceder a lo que se denomina “desdoble” de la cuerda, cuyo objetivo es obtener mejores tasas de crecimiento y una homogenización de las tallas en las cuerdas.

En términos generales, cada cuerda multiplica por 10 su peso al llegar al desdoble (Mariño *et al*, Pérez Camacho y Román, 1979).

#### II.3.4. Desdoble

El desdoble consiste en confeccionar nuevas cuerdas a partir de las cuerdas de semilla preengordada, obteniéndose de 3 a 4 cuerdas de desdoble con individuos de talla más homogénea, y con una menor densidad de individuos por metro de cuerda.

En la fase de desdoble es posible encontrar ejemplares de distintas tallas, consecuencia de las distintas tasas de crecimiento y de la fijación natural de semillas. Estos ejemplares serán clasificados por tallas y colocados en distintas cuerdas.

Las nuevas cuerdas obtenidas tienen un peso que oscila entre 30 y 80 Kg, según las zonas y el tipo de mejillón que se quiera obtener. En el momento del desdoble los mejillones son de

un tamaño comprendido entre 45 y 55 mm (Pérez Camacho, 1992.)

Para el izado de las cuerdas de mejillón se emplean grúas hidráulicas de las embarcaciones auxiliares del cultivo.

La separación del mejillón de las cuerdas se realiza manualmente o bien con la ayuda de maquinaria.

Posteriormente, las masas de mejillón sueltas se introducen en una desgranadora, cuya misión es individualizarlos para su clasificación por tallas, bien mecánicamente, bien manualmente con la ayuda de una mesa clasificadora.

Generalmente el desdoble se realiza en el periodo de junio a septiembre si bien, en zonas donde la fijación de semilla de forma natural se produce de manera continuada, pueden realizarse desdobles en otros meses.

Las densidades excesivas de mejillón conducen a crecimientos más lentos, al tiempo que se incrementa el riesgo de desprendimiento en periodos de temporal. El desdoble debe hacerse cuando la densidad de mejillones alcanza 10 Kg/m.



Desgranadora



Encordado de mejillón tras el desdoble.

Aunque algunos cultivadores efectúan dos desdobles, para obtener un mejillón de mayor tamaño, otros consideran que esta técnica no es muy recomendable, debido a las pérdidas en la cosecha que se pueden producir al manipular las cuerdas. Según *Labarta et al* (2004), una forma de optimizar la producción y equilibrar la calidad (tamaño) de la misma es adecuar la densidad de mejillón a la disponibilidad de alimento y a la velocidad de la corriente de agua, de tal manera que, en aquellas zonas pobres en nutrientes, esta carencia debería compensarse con bajas densidades de mejillón.

Tras un periodo de 7 a 14 meses (dependiendo de la época en la que se realiza el desdoble, la situación de la batea y la zona de cultivo), el mejillón alcanza una talla entre 7 y 10 cm, listo para su venta. La duración del cultivo en Galicia oscila entre 13 y 20 meses, con un valor medio de 17 meses (*Mariño et al*, 1982). En la ría de Arosa el crecimiento anual de los mejillones ha descendido debido a la elevada tasa de filtración de los mejillones suspendidos de las bateas combinado con el gran número de bateas en el medio. En el pasado, la semilla de mejillón alcanzaba la talla comercial de 8 a 10 cm en 8-9 meses,

mientras que ahora en la parte central de la ría transcurren de 12 a 14 meses entre el encordado y el engorde (Figueras, 1989).



Izado de la cuerda dentro del cesto

### II.3.5 Cosecha

La cosecha, es la última fase del cultivo y tiene lugar a lo largo de todo el año, si bien la venta se concentra principalmente a finales de año.

El momento de la cosecha a veces es decidido teniendo en cuenta el rendimiento en carne de los ejemplares. Así, Figueras (1989) indica que de agosto a diciembre, la condición del mejillón es excelente y el peso de la carne puede alcanzar el 50% del peso total húmedo. Este peso se reduce entre un 40-50% durante la cocción, y se considera que un rendimiento en carne ya cocinada del orden del 20-25% es bueno.

El proceso de cosecha es similar al seguido para el desdoble, comenzando con el consiguiente izado de las cuerdas, desprendimiento y separación de los ejemplares. Posteriormente, los mejillones serán limpiados, clasificados y, si su destino es el mercado de consumo fresco, se procederá al embolsado.

El contenido en carne del mejillón está muy relacionado con la época de reproducción, de tal forma que durante la gametogénesis se incrementa, y en el momento de la puesta se reduce considerablemente. Así, en el periodo estival, el contenido en carne es bajo, por lo que el producto es preferiblemente desviado hacia la conserva.

## II.4. DESTINO DE LA COSECHA

En Galicia, en las décadas de los 50 y 60, la práctica totalidad de la producción se destinaba al consumo fresco y cocederos pero, debido a la diversificación de los mercados, el espectacular aumento de la producción, la competencia de los mercados conserveros, de congelados y la fabricación de platos preparados en cuya elaboración se emplea mejillón, ha ido cobrando más importancia el destino de este producto a la industria conservera y de congelado. Se observa por tanto, una adaptación de la comercialización del mejillón a las nuevas demandas del mercado.



Proceso de cosecha

Desde los años 70 hasta el 2000, de acuerdo con distintas fuentes, decrece el porcentaje de mejillón destinado al consumo en fresco. Así en 1974, los datos aportados por Porta y Pardellas (1987), indican que el 65% de la producción se destinaba al consumo en fresco, mientras en 1995 y 1996, sólo alcanzaba el 40% (Castelo y Pérez Dorca, 1997; Vietes, 1998). En los años 2000 y 2001 (Labarta *et al*, 2004), la aportación del mejillón fresco representa el 60% de la facturación total.

El sector de mercado del mejillón para la industria o transformado es el que ha experimentado una evolución más importante, absorbiendo un 60% de la producción. Así, de acuerdo con los datos de SOMEGA (Sociedad Mejillonera Gallega), el 59% de la producción total de mejillón de 1975 era destinado a conservas y el 1% era congelado, porcentaje éste último que aumentó hasta el 28% en el periodo 1995-1996 (Vietes, 1998 en Labarta *et al*, 2004) y que actualmente se cifra en el 30-32% (Labarta *et al*, 2004).

El Real Decreto 571/1999 por el que se establecen las normas aplicables a la producción y comercialización de moluscos bivalvos vivos, indica que sólo si éstos proceden de zonas de producción clasificadas como tipo A, pueden destinarse al consumo directo, sin haber sido previamente sometidos a tratamiento en un centro de depuración o tras su reinstalación en una zona adecuada.

De acuerdo con el mencionado Real Decreto, entre los requisitos que se establecen para la comercialización de los moluscos bivalvos vivos para el consumo humano directo se indica que éstos deberán haberse obtenido y transportado de la zona de producción a un centro de expedición, un centro de depuración, una zona de reinstalación o un establecimiento de transformación. Por centro de expedición se entiende toda instalación terrestre o flotante, homologada, en la que se reciben, acondicionan, lavan, limpian, calibran o envasan moluscos bivalvos aptos para el consumo humano.

Los mejillones también pueden reinstalarse, entendiéndose como tal la operación que consiste en trasladar moluscos bivalvos vivos a zonas marítimas, laguneras o de estuario autorizadas, bajo el control de la autoridad competente, durante el tiempo necesario para la eliminación de contaminantes de tipo microbiano.

En Galicia, la comercialización del mejillón para fresco se realiza a través de las empresas depuradoras ya que, antes de su consumo, deben someterse a un proceso de saneamiento o higienización. El consumo de moluscos crudos o ligeramente cocidos procedentes de estas zonas, puede suponer la ingesta de sustancias nocivas con el riesgo de contraer diversos tipos de enfermedades. Esta circunstancia hace necesario someter al molusco destinado a consumo fresco, a un proceso que elimine en la medida de lo posible los potenciales patógenos que puedan contener. Este proceso es la “depuración” que se realiza en unos establecimientos destinados a tal efecto, las Estaciones Depuradoras, que serían los establecimientos dotados de instalaciones necesarias para conseguir la eliminación en los moluscos vivos de gérmenes patógenos para el consumo humano, inmediatamente antes de su envasado en el mismo centro.

Durante las 42 horas que la legislación española fija que el molusco debe estar inmerso en el agua depurada, el animal filtra agua, llenando su sistema digestivo de agua libre de bacterias y hongos, y expulsando aquellas sustancias que tenía en su interior.

Entre los sistemas de depuración más extendidos se encuentran la cloración y la ozonación, empleándose también otros métodos tales como la esterilización mediante radiación ultravioleta, el generador de ozono, el método del cloro naciente, la generación de cloro naciente mixto con ozono, iodóforos, ultrasonidos e ión stick. Amplia información sobre los métodos de depuración se pueden encontrar en el Estudio Sectorial de Caixa Galicia “La depuración de moluscos bivalvos” (Puerta Henche, 1995).

El mejillón transformado, bien para congelado, bien para la industria, se comercializa a través de industrias conserveras (53%) o de cocederos (47%). La primera de ellas produce y comercializa entre 10000-12000 toneladas de mejillón en lata, de las cuales aproximadamente el 10% es producción foránea (Labarta, 2000). En este mercado de transformados, la tendencia apunta a mejoras técnicas para ofertar un producto de mejores rendimientos en carne y presentaciones. También se han producido cambios importantes en el mercado de fresco, adaptándose las categorías a los gustos de mercado y a mejores rendimientos en carne.

Entre las medidas adoptadas para la obtención de mayores beneficios en la comercialización cabe destacar la creación del “Consejo Regulador del Mejillón de Galicia” (1994), integrado por representantes de los productores, comercializadores y centros de expedición así como por vocales técnicos de la Consellería de Pesca Marisqueo e Acuicultura de la Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia. Las funciones básicas de este consejo son las siguientes:

- Normativizar las actividades y características que deban concurrir en el producto para superar un estándar que satisfaga al consumidor.
- Controlar que esta normativa sea ejecutada.
- Garantizar, mediante una etiqueta, que el producto que adquiere el consumidor presenta las mejores características de calidad.
- Promover y valorizar el producto.

Las actividades de este Consejo regulador llevaron al establecimiento de la denominación de origen protegida para el “Mejillón de Galicia” ratificada en la Orden del MAPA de 2 de agosto de 2001. La importancia de esta denominación radica en la utilización de este distintivo sólo en mejillón originario de las rías gallegas. Desde el punto de vista comercial, los distintivos de origen son considerados por los consumidores como indicativos de calidad y seguridad, por lo que suponen un valor añadido en su comercialización.

## II.5. EL APROVISIONAMIENTO DE SEMILLA DE MEJILLÓN

La obtención de la semilla es un aspecto de gran importancia para el desarrollo del cultivo de mejillón en cualquier zona de producción y a este respecto cabe destacar que normalmente, en las zonas donde se produce mejillón, esta actividad esta regulada y es la administración con

competencias en pesca, marisqueo y acuicultura quien autoriza la recolección de dicha semilla.

La semilla utilizada para iniciar el cultivo está compuesta de ejemplares entre los 5 y los 20 mm. Una batea de 400-500 m<sup>2</sup> y unas 500 cuerdas de 10-12 m de longitud, necesita aproximadamente 1500 kg semilla/año. Pérez Camacho et al (1995) y Cáceres Martínez (1994), calculan unas necesidades medias de semilla para todas las bateas, en Galicia, en torno a las 7500 ó 6500 Toneladas por año.



Semilla de mejillón preparada para el encordado

El segundo autor estima es que el 35% de estos requerimientos es recolectado directamente de los bancos naturales de esta especie, lo que supone una explotación marisquera de aproximadamente 21,6 hectáreas de superficie de sustrato rocoso. Estos datos concuerdan con los aportados por Fernández Pulpeiro *et al* (2001) y Brea Bermejo (2004 a,b)

El éxito del cultivo de mejillón en Galicia se debe, en gran medida, a la abundancia de semilla de mejillón (Lustres Pérez, 2002; Brea Bermejo, 2004 b) en sus costas, favorecida por el propio método de cultivo, que permite múltiples puestas generalizadas de los adultos que permanecen en las bateas antes de la comercialización (Mariño *et al*, 1982) y por la rapidez con que se produce la recolonización de las zonas explotadas para la extracción de la semilla de mejillón (Fernández Pulpeiro *et al*, 2002; en Brea Bermejo, 2004 a).

Como se ha indicado en apartados anteriores, el aprovisionamiento de semilla de mejillón puede llevarse a cabo de dos formas, por medio de colectores colocados en las propias bateas en los cuales se van fijando las larvas de mejillón y, la más extendida, mediante su recolección en las rocas, empleando rascadores.

En Galicia, la extracción de semilla de mejillón de los bancos naturales se regula por la Orden de 26 de octubre de 2000, de la Consejería de Pesca, Marisqueo y Acuicultura de la Xunta de Galicia, la cual recoge el abastecimiento de los viveros con semilla de mejillón procedente de banco natural, las habilitaciones, zonas y periodos de extracción y las cantidades máximas a extraer en cada zona. De acuerdo con esta orden, el periodo autorizado en Galicia para la extracción de semilla de roca en las zonas autorizadas es el comprendido entre el 1 de diciembre y el 30 de abril, prohibiéndose la actividad en sábados, domingos y festivos. En cada periodo se podrán extraer como máximo 3500 kg de semilla por batea. La extracción y transporte de la semilla se realizará por recolectores debidamente autorizados.

El abastecimiento de semilla en cuerdas colectoras viene regulado por el Decreto 406/1996, de 7 de noviembre, que ha sido parcialmente modificado por el Decreto 174/2002, de 10 de mayo, de la Consejería de Pesca y Asuntos Marítimos de la Xunta de Galicia. En estos Decretos se autoriza la colocación de cuerdas colectoras de semilla de mejillón desde 1 de

abril a 30 de septiembre, de modo que el número de cuerdas colectoras no superen las 100 respecto a las que le corresponde a la batea en cuestión.

Este periodo puede ser modificado por la delegación territorial cuando fenómenos medioambientales excepcionales alteren el ciclo normal de reproducción de la especie, modificándose la época de fijación larvaria. Así, el vertido del Prestige que obligó a esta Consejería a prohibir la actividad extractiva en todo el litoral desde la fecha del accidente hasta febrero, afectando a la semilla de mejillón, llevó a adoptar medidas excepcionales en el Decreto 108/2003, de 13 de marzo, por el que se permitía la colocación de como máximo 150 cuerdas colectoras respecto al máximo que le corresponde a cada batea, desde el 1 de marzo hasta el 30 de septiembre de 2003.

En otras comunidades autónomas como Cataluña y Valencia, las consejerías competentes en materia de pesca y acuicultura, autorizan a los productores a la recolección de semillas del medio natural si bien, en condiciones de escasez de éstas, se autoriza a la importación de semillas de otros lugares bien nacionales como internacionales (Francia e Italia).



Semilla de mejillón

En Andalucía, la actividad pesquera, marisqueo y acuicultura, está regulada por la Ley 1/2002, de 4 de abril pero, en ningún apartado de los distintos capítulos y artículos relacionados con la acuicultura y el marisqueo, se regulan las actividades relacionadas con la captación y obtención de semillas de mejillón.

## II.6. ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES

Los aspectos medioambientales más significativos del cultivo de mejillón van a depender fundamentalmente de la densidad de las instalaciones y de las características oceanográficas donde se localicen las mismas.

Los aspectos ambientales asociados a una sola instalación son escasos, estando relacionados principalmente con los biodepósitos en los fondos situados debajo de la batea, la posible alteración de la comunidad bentónica y los residuos procedentes del laboreo.

En la publicación del MAPA de 2002 “La Gestión Medioambiental de la Acuicultura Española” se indica que una batea, con una producción media de 75 toneladas anuales de mejillón, libera en torno a 200 Kg/año de sedimentos en peso seco. Los sedimentos localizados bajo estas instalaciones presentan contenidos en materia orgánica superiores a los sedimentos no afectados. En la siguiente tabla se resumen las posibles incidencias en el medio que se pueden derivar de las distintas fases del cultivo de mejillón:

Instalación / Actividad	Aspectos Medioambientales	Cuantificación
Obtención de semilla	Recolección de larvas de mejillones de las rocas	Alteraciones físicas y biológicas en hábitats naturales
Encordado y Desdoble	Consumo de recursos Introducción de M.O. en el med.marino	Poco significativo Materia orgánica y sólidos en suspensión
Mantenimiento y limpieza de instalación	Generación de residuos del laboreo Incremento de la turbidez y sólidos en suspensión en el medio	Alteración biológica de fondos Alteración biológica de fondos
Preengorde y Engorde	Alteración del gradiente normal de nutrientes y productores primarios Depósito de materia orgánica	Cambios en la estructura de la biocenosis Alteración física y modificación de la estructura de las poblaciones bentónicas
Cosecha	Incremento de turbidez Vertido de residuos biológicos Consumos de materiales Generación de residuos del laboreo	Alteraciones físico-químicas y biológicas de la columna de agua Alteración de fondos Poco significativo 10-15% de la producción
Tráfico marítimo	Consumos de recursos Emisiones atmosféricas Aporte de contaminantes al medio Generación de residuos	Poco significativo Poco significativo Vertidos ocasionales Poco significativo

Aspectos medioambientales del cultivo de mejillón

Fuente: Libro Blanco de la Acuicultura en España, MAPA, 2001.

La recolección de semilla del medio en los hábitats naturales puede producir alteraciones de los mismos, al recolectarse de forma accidental otros organismos, y producirse modificaciones del sustrato sobre el que viven otras especies. Por ello, como se ha indicado en apartados anteriores, la recolección tanto de roca como mediante cuerdas colectoras debe estar sujeta a regulación. Las funciones propias del cultivo y del laboreo podrían aumentar la turbidez de las aguas y la materia orgánica del sedimento, y los residuos del laboreo constituyen otro capítulo importante, destacando iniciativas destinadas al aprovechamiento de estos residuos.

En cuerpo de agua semicerrados como bahías y estuarios, las propiedades físico-químicas del medio pueden verse alteradas por distintas causas, entre las que cabe destacar el aumento del contenido de nitrógeno que provocan una menor oscilación de la concentración de fitoplancton y un mayor crecimiento de las algas, que unido a determinadas condiciones oceanográficas podría conducir a la eutrofización del medio.

Otra fuente potencial de contaminación podrían ser las instalaciones de depuración de moluscos cuando vierten los efluentes de las plantas al mar, ya que se vierten aguas con elevadas concentraciones de materia orgánica procedente de la depuración del marisco.

Todos estos aspectos relacionados con la influencia de los cultivos de mejillón sobre el medio ambiente son conocidos a partir del sector mejillonero en otras comunidades autónomas y

especialmente en Galicia. Del cultivo de mejillón en Galicia se conocen en profundidad los efectos ambientales producidos por el cultivo del mejillón, sin embargo, hay determinados aspectos que son difíciles de extrapolar a nuestras zonas de cultivo, principalmente por las diferencias oceanográficas.

El grado de interacción entre los cultivos y el medio, dependerá del tipo y magnitud de cultivo, pero sobre todo va a depender de las características oceanográficas, es decir, batimetría, corrientes, mareas, tipos de fondo, pendientes, etc. Así pues, aunque se conozcan los parámetros condicionantes, no se conoce el comportamiento de nuestro medio de cultivo (litoral andaluz) ante el desarrollo de los mismos. Para que esta actividad se desarrolle en Andalucía de manera respetuosa con el medio ambiente, es imprescindible conocer experimentalmente las interacciones medioambientales que se producen, de forma que las autorizaciones que se concedan se hagan atendiendo a las peculiaridades concretas de cada una de ellas.

A su vez, el cultivo del mejillón está sometido a graves riesgos ambientales procedentes de otras actividades realizadas en las zonas marítimas y así queda reflejada y pormenorizada en el “Estudio sobre identificación de riesgos ambientales para el cultivo del mejillón en Galicia”, publicado por el MAPA (2001).

## II.7. EL CONTROL SANITARIO DE LA PRODUCCIÓN

El mejillón procedente de cultivos de las zonas de producción de moluscos bivalvos, está sometido a las normativas sanitarias establecidas en Andalucía desde el año 1994, en cumplimiento de la Directiva Comunitaria 91/492 por la que se fijan las normas sanitarias aplicables a la producción y puesta en el mercado de moluscos bivalvos, la Consejería de Agricultura y Pesca realiza el Control Sanitario de las Zonas de Producción de Moluscos Bivalvos y Gasterópodos, Tunicados y Equinodermos del Litoral Andaluz.

La Orden de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía de 25 de marzo de 2003, modifica a la de 15 de julio de 1993, en la que se declaran 47 zonas de producción de moluscos bivalvos, gasterópodos, tunicados y equinodermos, de las que 34 zonas están clasificadas como tipo A y 13 zonas tipo B. Éstas últimas se localizan en el litoral de Huelva (42% de las zonas de su litoral) y Cádiz (57% de sus zonas de producción). Los criterios por los que se denomina a una zona tipo A o tipo B son los siguientes:

Zonas Tipo A. Se corresponde con zonas de mar abierto. Los moluscos bivalvos extraídos de esta zona tendrán:

- Menos de 300 coliformes fecales o menos de 230 *E.coli*/100 g de carne de molusco y líquido intervalvar en una prueba de NMP.
- Los moluscos destinados a consumo humano deben cumplir las condiciones establecidas en el R.D. 345/1993 de 5 de Marzo, por el que se establecen las normas de calidad de las aguas y de la producción de moluscos y otros invertebrados marinos vivos en la normativa comunitaria.

**Zonas Tipo B.** Se corresponde con zonas de estuarios y marismas. Los moluscos bivalvos extraídos en estas zonas tendrán:

- Menos de 6000 coliformes fecales/100 g de carne y menos de 4600 *E.coli* por cada 100 g/ de carne en el 90% de las muestras y y líquido intervalvar en una prueba de NMP.
- Los moluscos destinados al consumo humano deberán someterse a tratamiento en un centro de depuración o tras su reinstalación.



Localización de las zonas de producción de nuestro litoral encuadradas en la categoría de zonas tipo B

En Andalucía, la práctica totalidad de la producción marisquera proviene de los bancos naturales de moluscos que se distribuyen por todo el litoral, extraídos fundamentalmente por la flota de rastro remolcado y con menor importancia, mediante el marisqueo a pie y la acuicultura, por lo que recientemente, el mejillón procedente de cultivo se ha incorporado al programa de seguimiento realizado por la Administración.

Este sistema de control contribuye a garantizar la calidad sanitaria de los productos recolectados, permitiendo la adopción de medidas preventivas cuando los valores detectados se sitúan fuera de los límites establecidos.

Mediante este control se analiza tanto el agua, con el objeto de vigilar la contaminación fecal y fitoplancton tóxico, como los moluscos, controlando su salubridad (niveles o presencia de

coniformes fecales, salmonela, biotoxinas metales pesados, compuestos organo-halogenados y radionucleidos). La periodicidad de los análisis está en función del valor a analizar, las características de las zonas y de las especies de moluscos.

Según la Normativa Comunitaria, la puesta en el mercado de moluscos bivalvos vivos para el consumo humano directo, independientemente de la zona de donde procedan, debe cumplir, entre otros, los siguientes requisitos:

- Proceder de las zonas de producción.
- Deben obtenerse y transportarse de la zona de producción a un centro de expedición y/o depuración.
- Deberá haberse efectuado un control sanitario, de acuerdo con las siguientes características:

Parámetro	Valor
Características visuales	Frescura y viabilidad Ausencia de suciedad en la concha Cantidad de líquido intervalvar normal
Coliformes fecales y E.Coli	< 300 Coliformes fecales/100 g.carne y < 230 E.coli/100 g. de carne y líquido
Salmonella	- No habrá salmonella en 25 g.de carne
Compuestos Tóxicos	- Ausencia o en todo caso siempre dentro de los valores establecidos legalmente.
Radionucleidos	- No debe rebasar los límites fijados por la normativa aplicable.
PSP(Toxina Paralizante)	< 80 µg/100 g de carne
DSP(Toxina Diarréica)	Negativo
ASP(Toxina Amnésica)	< 20 µg de ácido domoico/g (HPLC)

**Condiciones aplicables a los moluscos bivalvos vivos.**  
Fuente: R.D. 345/1993 de 5 de Marzo, por el que se establecen las normas de calidad de las aguas y de la producción de moluscos y otros invertebrados marinos vivos.

De entre todos los factores que afectan a la salubridad de los moluscos, la contaminación por biotoxinas es la que más incide en la comercialización, al ser un fenómeno natural, cuya aparición y duración no es predecible, que se produce de manera recurrente y no puede ser eliminada por depuración.

La contaminación por biotoxinas, amnésica, diarreaica y paralizante (ASP, DSP y PSP), es provocada por una alta concentración de determinados flagelados en el agua en unas condiciones especiales de climatología y oceanografía (quietud del agua y abundancia de nutrientes); Sin embargo, aún siendo una contaminación de origen natural, puede verse

favorecida por la contaminación antropogénica, que aumenta tanto la frecuencia como la duración de las mareas rojas. Estas sustancias, que apenas tienen efecto negativo en el molusco, modifican el medio marino, aumentando la viscosidad de las aguas y provocando un agotamiento del oxígeno, a lo que hay que unir la producción de potentes toxinas; la frecuencia y duración de los episodios tóxicos son variables. El inicio, desarrollo y desaparición de las mareas rojas depende de la interacción de muchos factores: biológicos, bioquímicos, hidrogeográficos y meteorológicos. Se ha observado que las temperaturas moderadas, los días largos, el descenso de salinidad, las aguas tranquilas, el aporte de nutrientes y la presencia de ciertas sustancias son importantes en su origen y desarrollo.

Dentro de los diferentes tipos de biotoxinas que existen, las saxitoxinas pueden causar importantes mortandades en las larvas y semillas de moluscos bivalvos, por lo que la persistencia de mareas rojas podría tener un importante efecto sobre el reclutamiento o la producción de semilla para el cultivo.

Las repercusiones económicas de las mareas rojas en la acuicultura están en relación directa con la persistencia de los procesos tóxicos y con la época en la que se produzcan (periodos de fuerte demanda por los consumidores), ya que se produce una inestabilidad en los mercados, que en determinados momentos se ven desabastecidos, mientras que en otros la oferta es muy elevada por la necesidad de los empresarios de vender su producción. De igual forma, la época del año en que se producen estos episodios y su duración es fundamental para el rendimiento del cultivo, ya que el cierre en periodos en los que los temporales son más intensos o duraderos, provoca pérdidas por desprendimiento de ejemplares en aquellas cuerdas con individuos que ya han alcanzado la talla de comercialización.

La incidencia de las mareas rojas en la miticultura ha sido puesta nuevamente de manifiesto en el Estudio sobre identificación de Riesgos ambientales para el cultivo de mejillón en Galicia (2001), según el cual, sobre la base del análisis de los agentes causales y actividades que afectan al sector miticultor, atendiendo a la frecuencia y entidad del impacto, las biotoxinas (amnésica y paralizante) se han erigido como los agentes con mayor repercusión sobre el sector miticultor gallego en el periodo estudiado (de julio a octubre de 2000).

Según datos indicados por Pérez Camacho (1989), en el año 1986 la explotación de mejillón estuvo interrumpida, en las distintas rías y polígonos de cultivo gallegos, por periodos que oscilan entre los 29 días de la ría de Ares a los 125 de las zonas más externas de la ría de Arosa, al no ser simultáneos los periodos de cierre por DSP y PSP.

De acuerdo con los datos de la Organización de Productores de Mejillón de Galicia (OPMEGA), el número de días de cierre por subzona de cultivo acumulado a lo largo del año 2002 afectó aproximadamente al 24% de la capacidad teórica de producción. La reducción de la cantidad comercializada se vio compensada desde el punto de vista económico con precios medios más altos que en el 2001 (0,47 euros frente a 0,45) (Labarta et al, 2004).

En resumen, el control sanitario de la producción de mejillón se presenta como uno de los condicionantes más fuertes a la hora de desarrollar este tipo de cultivo, ya que las zonas de producción mediterráneas presentan frecuentes episodios de contaminación por biotoxinas y por lo tanto habrá que tener especial precaución en controlar las ventas de producto en situaciones de cierre de las zonas.

## II.8. EL SISTEMA EMPRESARIAL Y ORGANIZATIVO DEL SECTOR

Un modelo básico de organización en la industria del mejillón en Galicia, es un núcleo formado por los productores primarios, bateas y líneas de cultivo, cuyas relaciones principales son los fabricantes de barcos y las empresas de suministros de materiales y maquinaria, así como la venta de producto a las empresas transformadoras, depuradoras, conserveras y cocederos.

Un segundo grupo es el formado por las empresas de transformación y comercializadoras del producto, depuradoras, cocederos y conserveras. Este grupo está directamente relacionado con las empresas de suministros de transformadores y comercializadores.

La estructura tradicional del sector gallego productor de mejillón, constituida por pequeños núcleos familiares, generó una dependencia del sector comercializador, donde las relaciones económicas impedían no solo un desarrollo y capitalización del sector, sino que generaban en los productores una baja rentabilidad y la asunción de los riesgos derivados de las erróneas estrategias del sector comercializador.

Tras varios intentos de distintas organizaciones de productores, en 1986, al amparo de la normativa europea, surge la Organización de Productores de Mejillón de Galicia (OPMAR, actualmente OPMEGA). En 1995 se constituyó, con la aprobación de la denominación de producto gallego de calidad, y a partir del año 2000 con la denominación de origen protegida de la Unión Europea, Mexillón de Galicia, cuyo éxito radica en la percepción diferencial de este producto por los consumidores.

De acuerdo con los datos proporcionados en el libro “Bateiros, mar, mejillón. Una perspectiva bioeconómica” (Labarta *et al*, 2004), en los últimos años la situación organizativa del sector se ha ido diferenciando paulatinamente y junto con OPMEGA, que aglutina a 1860 bateas con titularidad de 1280 socios-productores, se han diferenciado AGAME (Asociación Gallega de Mexilloeiros), que integra 900 bateas y la Federación de Asociaciones de Mejilloneros de Aurosa y Norte con 600 bateas.

La primera de estas asociaciones tiene la primacía en las cantidades de mejillón destinado a fábrica (68%), mientras que AGAME destina el 73% de su producción al fresco.

Estas organizaciones son el núcleo básico sobre el que se puede realizar el asentamiento y la expansión del mercado del mejillón, promoviendo una adecuada rentabilidad, una estabilidad de mercado y un suministro de productos que responda a la demanda del consumidor y de la industria.

Análisis recientes indican que junto con el bacalao de cultivo, el mejillón es uno de los productos de mayor potencial de expansión, siendo necesario el desarrollo de estrategias de incrementos en la producción y optimizando la misma con objeto de reducir el diferencial entre producto cosechado y producto comercializado.

Si observamos lo que ocurre en otras comunidades autónomas, el sistema empresarial del sector del mejillón en Cataluña (Delta del Ebro), se caracteriza por ser explotaciones familiares tradicionales, que además mantienen esta actividad conjuntamente con otras como la agricultura (cultivo del arroz), o el marisqueo. Es un sector también atomizado ya que la mayoría de las unidades productivas, es decir, la mejillonera, pertenece a un solo dueño y son escasos los propietarios que disponen de varias unidades.

En Valencia, el sistema empresarial se basa en explotaciones tradicionales y familiares que suelen mantenerse con otras actividades complementarias, en este caso de tipo pesquero-marisquero. La mayoría de los propietarios poseen una unidad. Los productores se organizan en varias asociaciones de productores, como la Unión de Productores del Puerto de Valencia, que aglutina a la mayoría de ellos, y entre cuyas funciones está la de representar los intereses del sector respecto las administraciones competentes.

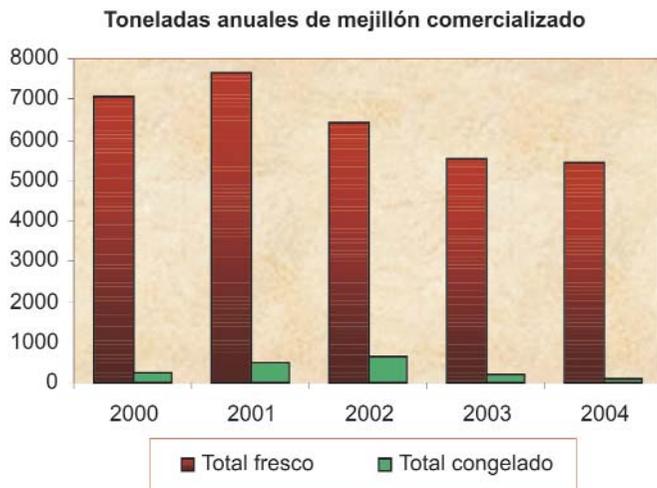
## II.9. LA COMERCIALIZACIÓN DEL MEJILLÓN

La producción total de mejillón, de acuerdo con los datos de FAO en 2002, superó las 1,4 millones de toneladas, con un ligero incremento desde el año 2000 (1,3 millones de toneladas). Entre los años 1991 y 2000, el crecimiento de la producción mundial de mejillón de cultivo fue del 23%. En el año 2000, el principal cultivador de mejillón fue China, con 500.000 toneladas, seguido de España con más de 250000 toneladas, e Italia, Nueva Zelanda, Francia y Holanda, que superaron todos ellos las 60000 toneladas. En este contexto se mantiene la primacía de producción de Galicia, con cerca del 40% de la producción europea.

Se observan incrementos de la producción en Italia y el Reino Unido, y el resto de los países europeos mantienen una producción estabilizada, aunque aquellos países que realizan el cultivo en el fondo (Holanda, Alemania y Dinamarca) presentan una variabilidad anual más amplia debido a condiciones ambientales. Por lo que respecta a la producción en otros países

fuera de estas áreas principales, se observan incrementos de producción importantes en Canadá, Brasil, Chile y, sobre todo, Nueva Zelanda, con producciones, esta última, próximas a las 70000 toneladas.

Atendiendo a los datos proporcionados por Mercamadrid, entre el periodo 2000-2004, las ventas de mejillón fresco a partir de 2001 han descendido. Estos descensos podrían explicarse en el caso de 2002 por la incidencia de episodios tóxicos, como se ha comentado en apartados anteriores.



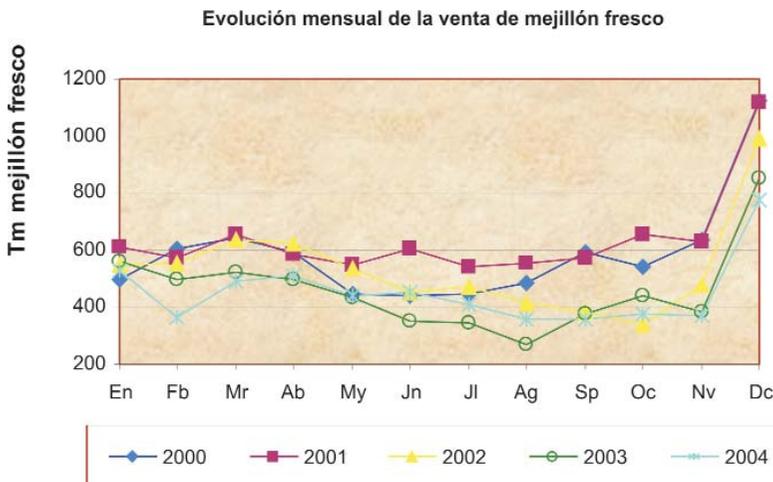
**Cantidades de mejillón comercializado en Mercamadrid en los años 2000 a 2004**

Fuente: Mercamadrid

Si analizamos la evolución mensual de la venta de producto fresco, destaca la fuerte demanda que se registra en diciembre, mientras que los volúmenes de venta más bajos se producen generalmente en verano (ver página siguiente).

En cuanto a la procedencia del mejillón, más del 99% es gallego, principalmente de Pontevedra, aunque también en este mercado central, se realizan importaciones de mejillón procedente de Francia, que en contadas ocasiones superan el 0,50% y puntualmente aparece mejillón Italia, Gran Bretaña, Portugal e Irlanda.

En relación con los precios desde el año 2000 hasta octubre de 2002, se producen oscilaciones mensuales, con un precio mínimo de 1,06 euros en septiembre y octubre de 2000, y un valor máximo en octubre de 2002. A partir de noviembre de 2002, los precios se mantienen estables mensualmente (1,62 €/kg), con un incremento de 3 céntimos a partir de enero de 2004.



**Cantidad mensual de mejillón fresco comercializado en Mercamadrid en los años 2000 a 2004**

Fuente: Mercamadrid

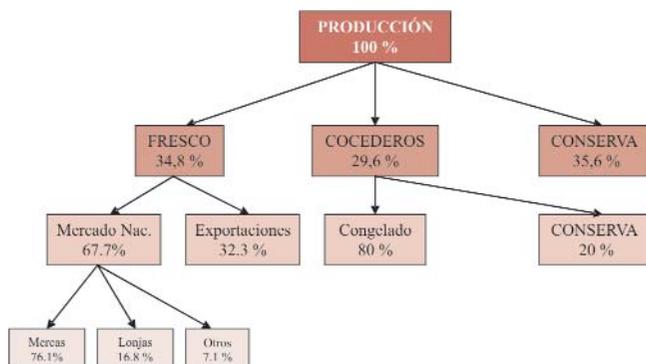
El mejillón congelado comercializado por Mercamadrid ha experimentado un retroceso a partir de 2002, año en el que supuso más del 10% de la venta de producto fresco, mientras que en 2004 no alcanzó el 2%. Los precios se mantuvieron en el periodo 2000-2002 (3,91 €/kg), y en el periodo 2003-2004 (4,21 €/kg).

Para conocer más aspectos sobre la comercialización de mejillón, como para la mayoría de los casos, la referencia más objetiva la encontramos en el sector gallego. Así, respecto a la comercialización del mejillón en Galicia, hay que destacar su rápida evolución, motivada por el intenso desarrollo del sector y favorecida en un primer momento por la existencia de la industria conservera y el mercado del fresco hacia destinos nacionales y extranjeros. Posteriormente, se abrió el canal de los productos congelados y precocinados con un importante crecimiento en los últimos años.

En el año 2000, y según datos del Consello do Mexillón de Galicia, del total de la producción de este año, el 65 % fue destinado a mejillón procesado o con valor añadido, mientras que el 35% restante se comercializó en fresco, con dos calidades (normal y especial). A este dato cuantitativo sobre la importancia relativa de la industria mejillonera en el contexto de la producción pesquera de fresco, puede añadirse el de su importancia económica: según Miranda (1998), el valor del mejillón en primera venta representa el 15% de la producción pesquera de fresco vendida en Galicia en 1996, porcentaje que se eleva a un 21% en 1997.

La comercialización del mejillón para fresco se realiza a través de las empresas depuradoras, sector que ha venido sufriendo una importante transformación en relación con los sistemas de ventas centralizados por el sector mejillonero.

Los porcentajes de destinos de la comercialización del mejillón se representan en términos generales en el siguiente esquema:



#### Destinos de comercialización del mejillón

Fuente: Libro Blanco de la Acuicultura en España. Mapa 2001

El mejillón destinado a la industria, de acuerdo con los datos de OPMEGA (2001), se comercializa bien a las industrias conserveras (53%), bien a través de cocederos de mejillón (47%). La industria conservera produce y comercializa entre 10000 y 12000 toneladas anuales de mejillón enlatado, de las cuales aproximadamente un 10% del mejillón enlatado es foráneo (Labarta et al, 2004). De acuerdo con los datos aportados por este autor, la venta para fresco es más rentable para el productor, ya que con un 40% de la producción se consigue un 60% de la facturación, lo que corrobora los datos aportados por Miranda (1998).

Por lo que respecta a los precios alcanzados por el mejillón en Galicia, y de acuerdo con los datos del propio Consejo Regulador, nos encontramos que la facturación del producto destinado a transformación representa un 45% de la facturación total, respecto al porcentaje de la producción destinado a este mercado (65,2%), frente a un 55% de la facturación que representa el mejillón fresco, con un 34,8% de la producción. Todo ello se corresponde con los precios por kg de mejillón, que, mientras en el transformado eran de 0,36 €/kg, en el fresco para 1999 alcanzaban las 0,68 €/kg, lo que suponía un incremento de un 10% respecto a los precios de 1998, mientras que en los precios de producto transformado había una disminución de un 3%.

En la medida en que se incrementen los mercados de producto transformado es previsible que haya una incidencia en los precios al productor, y ello no sólo de acuerdo con la diferencia

existente actualmente entre un tipo de mercado y otro, sino también porque las ventajas competitivas de proximidad a los mercados que presenta la comercialización del fresco, desaparecen en el caso de productos transformados y, por lo tanto, la incidencia en dichos mercados de productos de otras procedencias puede tener efectos directos e inmediatos sobre la producción española.

Frente a esta situación son necesarias innovaciones que permitan incrementar la productividad y calidad del mejillón gallego, adaptándose a las nuevas características del mercado, donde, de acuerdo con Monfort (1999), España es un gran consumidor de mejillón, pero es un exportador neto de su producción.

Respecto a las forma de comercialización, en los últimos años ha habido cambios importantes en el mercado de fresco, pasándose de comercializar cuatro categorías a comercializar dos, con un tamaño más ajustado a los gustos del mercado y mejores rendimientos en carne.

Respecto a lo que sucede en otras comunidades autónomas, la comercialización del mejillón en Cataluña se realiza fundamentalmente a través de minoristas y su distribución es de ámbito regional. Un aspecto destacable de la comercialización del mejillón es su acusada estacionalidad, ya que por motivos de viabilidad y supervivencia del cultivo, las producciones se extraen en períodos cortos y siempre antes del aumento de las temperaturas del agua con la llegada del verano, por tanto la forma principal de comercialización del mejillón es en fresco.

La comercialización del mejillón de Valencia se realiza en fresco, y su destino es el mercado local, ya que las producciones son pequeñas y la época extracción coincide con el período estival y por tanto el consumo aumenta de forma importante. El mejillón de Valencia tiene una gran aceptación local y regional y por ello los precios que alcanza este producto suelen estar siempre por encima del mejillón procedente de otros mercados, alcanzando las 2,10 €/kg respecto a las 1,05 €/kg de los mejillones de otras zonas.

En Andalucía, la producción de mejillón comenzó de manera incipiente, de modo experimental en 1997, con una producción de 20 Tm, y 22,5 Tm en el año 2001, procedente de dos experiencias de cultivo. La primera de las empresas con producción en 2001 comercializó el 90% a través de empresas gallegas fuera de Andalucía, y el 10% en fresco al mercado local mientras que la segunda comercializó todo en fresco y hacia el mercado local de la provincia de Málaga.

Por tanto, hasta esta fecha, se puede decir que prácticamente todo el mejillón comercializado en Andalucía proviene de otras comunidades, concretamente de Galicia y, en general, su comercialización se realiza en gran medida a través de las unidades alimentarias integradas en la red de mercas (Mercasevilla, Mercamálaga, Mercacórdoba y Mercagranada) así como en la sala de segundas ventas presente en la lonja de El Puerto de Santa María. No obstante también es posible encontrar mejillón expuesto en las sesiones de subasta en lonja aunque en

cantidades insignificantes si se comparan con los volúmenes que mueven estos grandes centros mayoristas.

Así, durante el año 2001 se comercializaron en estos centros de distribución cerca de 3377 Tm de mejillón fresco procedente en su totalidad directamente de Galicia (A Coruña y Pontevedra), producción que reportó una facturación superior a los 4,9 millones de euros. Si se consideran las aproximadamente 90000 toneladas de mejillón para consumo en fresco que producen anualmente las rías gallegas, se obtiene que estos centros mayoristas absorben anualmente entre el 3 y el 4% de toda la producción de mejillón en fresco que genera Galicia. Estos datos se recogen en la siguiente tabla:

Centros de distribución mayorista analizados	Kg.	%	Euros	%	€/kg	Nº Operad. Mayorist.
Mercamálaga	1.094.000	32%	1.295.289,27	26%	1,18	4
Mercasevilla	751.525	22%	1.264.691,74	26%	1,68	2
Lonja Pto. Sta. Mª	654.322	19%	1.179.766,33	24%	1,80	6
Mercagranada	668.000	20%	883.247,39	18%	1,32	4
Mercacórdoba	209.059	6%	277.679,85	6%	1,33	12
Total Andalucía	3.376.906	100%	4.900.674,58	100%	1,45	28

Ventas de mejillón en Andalucía en el año 2001.

Fuente: Dirección General de Pesca y Acuicultura

En 2001, la mayor actividad comercial se registra en Mercamálaga, que concentra la tercera parte de todo el volumen y la cuarta parte de la facturación que genera el mejillón fresco en Andalucía, seguida de Mercasevilla y la segunda venta de El Puerto de Sta. María, mercados que presentan una capacidad comercial muy similar comprendida entre las 650 y las 750 toneladas anuales de este producto, con un volumen de negocio próximo a 1200000 euros. No obstante, una gran cantidad de la producción vendida en la lonja portuense procede de reexpediciones efectuadas por mayoristas asentados en Mercasevilla por lo que es probable que estos datos estén parcialmente duplicados. El precio medio del mejillón fresco comercializado en Andalucía fue en este año de 1,45 €/kg y su rango de oscilación va desde 1,18 €/kg. de Mercamálaga a los 1,8 €/kg. de El Puerto.

La comercialización en Andalucía del mejillón fresco presenta una estructura muy concentrada en torno a una treintena de grandes empresas mayoristas que movilizan anualmente alrededor de 120 toneladas de producto con una facturación media de 29 millones de pesetas. Sin embargo estas cifras promedio no resultan significativas a juzgar por la variabilidad que presentan los datos comerciales asociados a cada uno de esos centros alimentarios, que van desde las 375 toneladas de producto y los 600000 euros anuales contabilizados por los mayoristas de Mercasevilla hasta las apenas 17 toneladas y los 24000 euros anuales de los asentadores ubicados en Mercacórdoba.

## II.10. ASPECTOS ECONÓMICOS

A continuación se muestran una serie de datos económicos a modo orientativo de las inversiones necesarias para el desarrollo de la actividad, teniendo como base el trabajo editado por la Fundación Caixa Galicia, con la Colaboración del Consejo Regulador de Mejillón de Galicia y Escuela de Negocios Caixa-Nova (2001) cuyos datos están basados en precios de mercado en 1998. No obstante, a pesar de las variaciones en los precios de mercado que se hayan producido, en términos porcentuales esta información se considera de gran interés para apoyar análisis económicos de nuevos proyectos e inversiones.

En cuanto a los costes derivados de la producción de mejillón en Galicia se pueden clasificar de la siguiente forma:

Costes de explotación		Amortizaciones	
Materia prima(semilla)	1,07%	Bateas	4,21%
Consumo prod. degradables	24,25%	Barcos	8,19%
Otros Consumos	2,11%	Grúas y maquinaria	1,04%
Gastos de Mantenimiento	10,97%	Embarcaciones y vehículos	1,11%
Gastos de asociaciones	3,44%	Inmovilizados de Asociaciones	0,19%
Subtotal	42,09 %	Subtotal	14,73 %
<b>Resultado bruto</b>		<b>43,18%</b>	

Costes derivados de la explotación del mejillón en Galicia (año 1998)  
García E. *et al.* La contribución de la actividad mejillonera al desarrollo local de Galicia.

Esta distribución de gastos refleja los índices de rentabilidad de la actividad mejillonera, si bien todo ello va a depender de la calidad de las aguas en la zona de producción donde se ubique la instalación y por supuesto del número de artefactos colocados en el polígono de cultivo. Así, solo una batea situada en una buena zona es rentable, lo cual no significa que empresarialmente esto sea interesante, siendo el polígono medio tipo el formado por 10-15 bateas.

El desarrollo de la actividad de cultivo consta de una serie inversiones que constituyen el inmovilizado de la empresa (bateas, barcos, maquinaria, cuerdas, oficinas, etc) y gastos corrientes (semilla, productos degradables, etc). Las principales industrias suministradoras del inmovilizado de la empresa son la, industria maderera, la industria naval (astilleros), la industria mecánica y las cordelerías.

La industria maderera, surte de los elementos necesarios para la construcción del emparrillado de la batea; la industria del metal, aporta los flotadores así como las cadenas y sistemas de anclaje de la batea. y las empresas constructoras se encargan de la fabricación de las estructuras de fondeo.

ELEMENTO	Total (€)
Flotadores	14.400
Madera	18.000
Cadena	2.200
Estructura de Fondo	800
Total batea	35.400

**Costes de una batea mejillonera**  
Fuente: García E. et al. La contribución de la actividad mejillonera al desarrollo local de Galicia.

Como se puede observar en la tabla el precio de la batea está en 35400 € si bien la colocación de la misma en zona de condiciones climatológicas adversas necesita una serie de adaptaciones de la estructura base que puede incrementar su coste hasta los 48.000 €

Otro elemento de gran importancia en el sector productor son los barcos. Su precio varía en función de los materiales con que se construyan, el tipo de motor de propulsión que tengan, maquinaria auxiliar del que se le dote, sistemas de navegación y de transmisiones del que dispongan.

En los últimos años, en la acuicultura y otros sectores de la pesca, la tendencia es hacia la construcción de barcos de poliéster, debido a que los costes de construcción y de mantenimiento posterior son notablemente inferiores a las embarcaciones de madera y hierro.

Tipo de material	Precio medio unitario (€/ud)	Vida media (años)
Madera	165000,00	25
Hierro	310000,00	30
Poliéster	275000,00	25

**Coste de los distintos tipos de barcos empleados**  
Fuente: García E. et al. La contribución de la actividad mejillonera al desarrollo local de Galicia.

Otras inversiones importantes que ha de realizar el productor son los gastos en maquinaria de trabajo: encordado, desgranadoras, tolvas, cintas y parrillas clasificadoras. Los suministradores de esta maquinaria son pequeños talleres del metal. En la siguiente tabla se aportan los datos de precio y vida de estas unidades.

Concepto	Precio Medio Unitario (€/ud)	Vida Media (Años)
Maquina de encordado	2200,00	10
Maquina desgranadora	1800,00	10
Tolvas y cintas	1500,00	10
Parrillas clasificadoras	950,00	15

**Coste de los distintos tipos de barcos empleados**  
Fuente: García E. et al. La contribución de la actividad mejillonera al desarrollo local de Galicia.

Entre los equipos auxiliares con que cuentan las instalaciones se encuentran las pequeñas embarcaciones, neumáticas o con casco de poliéster con motores fuera borda, usadas para las labores de mantenimiento, recolección de semillas y acceso a los barcos (6000 € con una vida media de 15 años), los pequeños camiones para el transporte de equipos, materiales (18000 € y suelen tener una vida media de 10 años).

En el siguiente cuadro resumen se engloba las inversiones en equipos que ha de realizar un productor:

Concepto	Inversión
Batea (Ud.)	35400,00€
Barco	300000,00 €
Maquinaria de trabajo	6450,00 €
Vehículos y embarcaciones aux.	24000,00 €
Total	365850,00 €

**Inversiones necesarias en términos generales para una instalación de cultivo de mejillón en batea(Caso de Galicia).**  
Fuente: Fuente: García E. *et al.* La contribución de la actividad mejillonera al desarrollo local de Galicia.

Además de estas inversiones generales, imprescindibles para llevar a cabo el cultivo, existen una serie de gastos adicionales en semilla, herramientas, ropa, materiales consumibles, mantenimiento de la batea, mantenimiento del barco. En la siguiente tabla se aporta un valor medio del coste de estas partidas:

Concepto	Precio Medio Unitario (€ud)
Semilla	303,00
Equipamiento trabajadores	529,00
Herramientas	141,00
Consumibles (Sacas, cordajes...)	6887,00
Mantenimiento batea	1085,00
Mantenimiento barco	2031,00
Total	10976,00

**Coste de los distintos tipos de barcos empleados**  
Fuente: García E. *et al.* La contribución de la actividad mejillonera al desarrollo local de Galicia.





# III

EXPERIENCIA DE  
CULTIVO DE MEJILLÓN  
EN ANDALUCÍA



## III.1 METODOLOGÍA

### III.1.1. Seguimiento a las instalaciones de cultivo

El estudio se desarrolló tomando como control dos instalaciones de cultivo de mejillón existentes en Andalucía. Las distintas condiciones ambientales inciden entre otros, en aspectos biológicos tales como los ciclos reproductores y el crecimiento. Cabe destacar aquí los trabajos desarrollados por distintos autores (Seed, 1976; Suchanek, 1985; Seed y Suchanek, 1992) de los que se desprenden diferencias en el ciclo gonadal de poblaciones de distintas áreas geográficas o los publicados por Seed (1976) y Lowe *et al* (1982), en los que se indican diferencias interanuales en una misma localidad. En ambos casos las diferencias se han relacionado con la influencia que los factores ambientales ejercen sobre el ciclo reproductor.

La extensión del litoral andaluz, y las distintas características ambientales que se registran, llevaron a realizar un planteamiento de estudio que tuviera en cuenta estos condicionantes. Se analizaron para ello muestras de cuatro zonas de nuestras costas, dos correspondientes a sendas empresas dedicadas al cultivo en Andalucía y dos de empresas de cultivo de peces en los que, de manera natural, se fija población salvaje de mejillón. En éstas últimas, el estudio se centró en aspectos de la biología de la especie, mientras que en las empresas miticultoras se abordaron además aspectos ambientales.

En este apartado se expone de forma resumida los aspectos relacionados con la metodología de muestreo, tratamiento de datos, etc.

Los muestreos se iniciaron en la primavera de 2003 y finalizaron en la primavera de 2004. Los trabajos de muestreo en mar abierto se realizaron con el apoyo de los barcos de las empresas colaboradoras.

En los polígonos de cultivo sobre los que se planteó realizar el seguimiento, se establecieron una serie de estaciones de muestreo con objeto de comprobar posibles variaciones en los parámetros físicos, químicos y biológicos. En dichas estaciones se tomaron medidas de temperatura del agua y pH en las proximidades de las distintas cuerdas control, que en el caso de las líneas de cultivo se refirieron a las condiciones a 20 m, mientras que en el cultivo en batea se tomaron en dos profundidades distintas (1 m y 20 m). Estos parámetros han sido medidos con la ayuda de una sonda multiparamétrica.



Sonda multiparamétrica y botella Niskin utilizados en los muestreos



Embarcaciones de apoyo utilizadas en los muestreos

Para determinar la cantidad de clorofila *a* y de sólidos en suspensión en el medio, se tomaron muestras de agua en cada punto de referencia, con la ayuda de una botella Niskin.

La cuantificación de clorofila *a* se realizó siguiendo la fórmula tricromática de Jeffrey & Humphrey (1975).

La determinación de los sólidos en suspensión se calculó por diferencia de peso entre el filtro empleado antes de la filtración y el valor obtenido tras permanecer 24h en la estufa a 100 °C tras el filtrado.

Las muestras de sedimento se cogieron con una draga Van Veen, en los puntos de referencia anteriormente citados. Sobre el sedimento se determinó mensualmente la cantidad de materia orgánica presente, calculada por las diferencias de peso obtenidas entre la muestra calcinada y la muestra seca.

Para la caracterización bionómica del sedimento se realizaron muestreos trimestrales, consistentes en un arrastre de cinco minutos de duración con un rastro marisquero equipado con una doble malla de las cuales, la más pequeña tenía 1 cm de lado. Con este método se pretendía capturar parte de la macrofauna que generalmente no es capturada mediante la draga.

Una vez recogidas las muestras eran llevadas al Laboratorio de Pesca de Málaga perteneciente a la Empresa Pública Desarrollo Agrario y Pesquero, para la posterior identificación de las especies. Las muestras procedentes de la draga eran tamizadas para así facilitar la separación de los ejemplares de menor tamaño anotándose posteriormente la clasificación taxonómica del ejemplar a ser posible a nivel especie, así como el número de individuos presentes.

Con los datos obtenidos se ha caracterizado la composición y estructura de la comunidad: número de especies (riqueza específica), la dominancia (D) (abundancia relativa de una especie en una muestra), la frecuencia (F) (calculada como el porcentaje de muestras trimestrales en la que una especie aparece a lo largo del año), abundancia total (número de individuos por muestra), el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') (Krebs, 1989) y el índice de equitatividad o equirrepartición (Pielou, 1969).



Draga VAN Veen y rastro con doble malla empleados para la toma de muestra de sedimento y la captura de fauna bentónica respectivamente

La similitud/disimilitud de las muestras, en base a datos cualitativos (presencia/ausencia) y cuantitativos (abundancia), se analizó por métodos multivariantes, calculando el índice de similitud de Bray-Curtis (Clarke, 1993) (representada la agrupación en un dendrograma) y realizando posteriormente un análisis multidimensional no métrico (MDS). La significaciones estadísticas de las agrupaciones obtenidas fueron realizadas en base al análisis de similitud ANOSIM. Tanto el análisis multivariante, como su significación, se han realizado con el paquete informático PRIMER.

### **III.1.2. Características de la especie: crecimiento, índices de condición y ciclo gametogénico.**

Son distintas las técnicas empleadas para el estudio del crecimiento: estudio de líneas de crecimiento mediante cortes de concha, seguimiento de cohortes, etc. En el presente estudio se optó por realizar el marcaje de una cuerda de cultivo de cuyos ejemplares se seguiría el crecimiento.

Aunque en un principio parece un método de fácil ejecución, presenta algunos inconvenientes derivados de la falta de control sobre el medio natural y de las tareas de laboreo en las propias instalaciones. Entre los primeros inconvenientes cabe destacar la fijación casi continua de juveniles en las cuerdas, lo que lleva a una disminución de la talla media en su conjunto. Respecto a las tareas de laboreo propias de la instalación, hay que destacar que en la labor de desdoble se desprenden ejemplares de distintas cuerdas para colocarlos en otras, con una menor densidad y con la consiguiente mezcla de ejemplares que no corresponden todos a la cuerda marcada.

Para intentar paliar ambos hechos y teniendo en cuenta la talla media de los ejemplares de la cuerda el primer mes, por una parte se eliminaron de las muestras mensuales aquellos ejemplares de menos de tres centímetros, porque teniendo en cuenta las tasas exponenciales que presentan los bivalvos en las fases tempranas tras su fijación, los ejemplares de tamaños inferiores al antes indicado no deben corresponderse con las semillas que se sembraron inicialmente en las cuerdas. No obstante, en meses sucesivos, estos ejemplares continúan su crecimiento, sobrepasando los 3 cm que se ha establecido. Para evitar esta última interferencia, se ha considerado el porcentaje de variación que supone la desviación típica en la muestra inicial y se ha supuesto un porcentaje de variación constante en las muestras sucesivas. Los ejemplares cuya talla se sitúa por fuera del rango establecido por la longitud media de ese mes fueron desestimados.

El efecto causado por el desdoble no ha podido ser eliminado, si bien es fácilmente detectable en los datos obtenidos.

El estudio del crecimiento del mejillón se abordó tomando como referencia muestras situadas en el extremo superior e inferior de una cuerda previamente marcada en cada una de las instalaciones. También se han tomado muestras de cuerdas colocadas en otros dos puntos del polígono.

Paralelamente, y con objeto de comprobar si se producen variaciones en el ciclo dependiendo de la procedencia de la muestra, se han analizado poblaciones silvestres de mejillones procedentes de dos puntos de la región surmediterránea (Carboneras y Salobreña). Estas muestras proceden de las fijaciones naturales que se producen en las jaulas de los cultivos de peces, y fueron facilitadas por dos empresas del sector ubicadas en Salobreña (Granada) y Carboneras (Almería).

Los índices de condición en acuicultura pueden perseguir dos propósitos: el primero, un fin económico, en el que el índice es un referente de la calidad comercial del producto; y el segundo es un fin ecofisiológico, en el cual el índice se emplea para caracterizar el aparente grado de salud del cultivo, al englobar la actividad fisiológica de los animales (crecimiento, reproducción, secreción, etc.), bajo determinadas condiciones ambientales (Lucas & Beninger, 1985). Debido a la estrecha relación que presentan con la actividad fisiológica, los cambios más importantes en los mismos se producen de acuerdo con su ciclo reproductor y por tanto, una vez superada la talla de madurez sexual (Aguirre, 1979). Aunque ambos índices no son totalmente coincidentes, los englobados en la última categoría proporcionan información sobre el valor comercial en un momento determinado.

El empleo de índices en los que, para su cálculo, se consideran peso completo del animal y peso húmedo es controvertido porque, ciertos estados fisiológicos inferiores pueden ser compensados con la toma de agua por el animal. No obstante, dado que en este trabajo se pretenden obtener datos más cercanos al sector productivo, se ha optado por el empleo varios índices de condición con el fin de extraer la mayor información posible.

Para el estudio de la evolución de los índice de condición a lo largo del ciclo se procesaron mensualmente 100 ejemplares de más de 50 mm de longitud (talla que supera la talla de madurez sexual de 35 mm indicada por Aguirre) de cada una de las muestras tomadas. A cada uno de estos ejemplares se le ha medido su longitud y altura, se ha anotado el peso completo (peso vivo), el peso fresco (peso del animal una vez



Distintas fases del proceso de laboratorio

cortados los músculos aductores posteriores y tras escurrir 2 h sobre papel de filtro), el peso de las valvas y el peso seco (peso obtenido tras permanecer en la estufa a 100 °C 24 h).

De todos los índices calculados, sólo se expondrán aquí los resultados de cuatro, uno formulado en función del peso seco de los ejemplares con respecto a la longitud al cubo como estimación de volumen, y los tres restantes en base a las variaciones de peso seco, peso escurrido o peso vivo de acuerdo con el peso de las valvas, aplicando las siguientes fórmulas:

$$IC1 = \text{Peso seco} \times 100/L^3$$

$$IC2 = \text{Peso seco} \times 100/\text{Peso valvas}$$

$$IC3 = \text{Peso vivo} \times 100/\text{Peso valvas}$$

$$IC4 = \text{Peso escurrido} \times 100/\text{Peso valvas}$$

El contenido en carne es otra medida fundamental del valor comercial de los ejemplares. Su cálculo se ha realizado de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Rendimiento en carne} = (\text{Peso húmedo} / \text{Peso vivo}) \times 100$$

Para el estudio histológico del ciclo reproductor y de las posibles patologías se han procesado histológicamente 30 ejemplares con carácter mensual, siguiendo los protocolos habituales. Las preparaciones histológicas, de 5 micras de espesor, fueron teñidas con hematoxilina de Carazzi-eosina y V.O.F.

Estos cortes se han examinado al microscopio y anotado su estadio de desarrollo gonadal de acuerdo con la escala propuesta por Lubet (1959). De acuerdo con la misma se distinguen cuatro estados, cuyas características se indican a continuación:

Estadio 0: Periodo de reposo sexual.

Los folículos gonadales se encuentran muy comprimidos, apenas sin lumen, debido al gran desarrollo del tejido conjuntivo. En las paredes foliculares únicamente se observan células madres de las gonias y espermatogonias u ovogonias.

Estadio I: multiplicación de las gonias.

En este estadio los folículos gonadales aumentan de tamaño. La actividad mitótica es importante pues, por un lado, las gonias aumentan de tamaño y se dividen y por otro, las células madres dan lugar a nuevas gonias.



Proceso de inclusión y tinción de los ejemplares

### Estadio II: progresión de la gametogénesis.

*Ovogénesis.* Este estado se caracteriza por la aparición y desarrollo de los ovocitos en el interior de los folículos gonadales. No obstante, siempre queda en la periferia de los folículos una reserva de células precursoras (células madres y ovogonias) susceptibles de evolucionar ulteriormente. Inicialmente los ovocitos están ampliamente enraizados en la pared del folículo. A lo largo de la ovogénesis los ovocitos aumentan progresivamente de tamaño como consecuencia de la acumulación de productos de reserva (vitelogénesis) alargándose perpendicularmente a la pared folicular y proyectándose hacia la luz del folículo; el núcleo se desplaza hacia el centro y el ovocito queda unido a la pared folicular por un pedúnculo.

*Espermatogénesis.* Las espermatogonias forman una o dos capas periféricas en los folículos gonadales. Su división da lugar a sucesivos tipos celulares de la línea germinal (espermatoцитos I, espermatoцитos II, espermátidas y espermatozoides) que se disponen en estratos concéntricos dentro de los folículos.

A medida que ovogénesis y espermatogénesis progresan, el diámetro de los folículos gonadales aumenta, ocupando un porcentaje del manto cada vez mayor. Paralelamente, el tejido de reserva se reduce.

### Estadio III

#### Estadio IIIA: madurez.

Estadio IIIA1: se caracteriza por la presencia casi exclusiva de gametos maduros en los folículos, que obturan el lumen folicular, aunque los mejillones no son capaces de responder a los estímulos desencadenantes de las puestas. En las hembras, la mayor parte de los ovocitos ha completado su desarrollo y aparecen imbricados, en contornos poligonales. Existen además algunos ovocitos en curso de vitelogénesis. En el caso de los machos existe una reducida capa periférica de células precursoras (espermatogonias, espermatoцитos y espermátidas). Los espermatozoides se organizan en columnas radiales, con los flagelos orientados hacia el eje central del folículo.

Estadio IIIA2: los mejillones responden a los estímulos desencadenantes de las puestas. En las hembras, los ovocitos muestran un contorno más redondeado y el pedúnculo de unión con la pared folicular se adelgaza considerablemente. En los machos, los espermatozoides aparecen desorganizados en el seno del folículo.

En este estado de madurez gonadal los folículos ocupan prácticamente la totalidad del manto y el tejido de reserva queda muy reducido o desaparece.

Estadio III B: vaciado de los folículos. Éstos aparecen parcialmente vacíos como consecuencia de la emisión de gametos. En el caso de las hembras, algunos ovocitos de

pequeña talla no son emitidos. Las ovogonias que darán lugar a nuevas oleadas de gametos aparecen en la periferia de los folículos. En el caso de los machos, se observan espermatogonias y espermatoцитos junto con algunos espermatozoides no emitidos.

**Estadio III C:** restauración gonadal. Este estadio se caracteriza por la coexistencia de gametos maduros no emitidos en la puesta previa, que ocupan el área central de los folículos, y las figuras propias de ovogénesis y espermatogénesis.

**Estadio III D:** reabsorción gonadal. El lumen de los folículos únicamente está ocupado por gametos residuales y hemocitos que lo invaden para fagocitar y destruir los restos no emitidos tras la última puesta. En la pared folicular quedan algunas células madres y gonias así como pequeñas masas necróticas resultantes de la degradación de gonias. El diámetro de los folículos gonadales se reduce progresivamente hasta casi llegar a su desaparición. Paralelamente, el tejido de reserva se desarrolla notablemente, ocupando la casi totalidad del manto. Entre las células del tejido de reserva hay abundantes hemocitos.

### III. 2. RESULTADOS DEL ESTUDIO GENÉTICO DE LA POBLACIÓN DEL MEJILLÓN

A la hora de autorizar un cultivo es necesario establecer con claridad la especie a cultivar, y a este respecto durante muchos años, ha existido la controversia sobre el estatus específico del mejillón de nuestras costas, que ha sido clasificado como *M. edulis* o *M. galloprovincialis*, según distintos autores, si bien los últimos estudios indican que se trata de esta última especie.

La diferenciación de especies del género *Mytilus* es una tarea compleja considerando la capacidad de hibridación entre ellas y el fenómeno de introgresión, unido al que hay que agregar la presencia de dos tipos de ADN mitocondrial que se heredan según la herencia doble uniparental, a diferencia de la herencia maternal de la mayoría de los metazoos.

Rawson y Hilbish (1998) describieron una reducción del haplotipo A (que incluye a mejillones de las especies *M. edulis* y *M. galloprovincialis*) desde las poblaciones del norte de Europa, hasta las poblaciones del Mediterráneo, que iba en paralelo con el incremento del haplotipo D, sólo de *M. galloprovincialis*.

Con el fin de comprobar si estos datos se extienden a otras poblaciones de mejillón andaluz e identificar si existen caracteres poblacionales diferenciadores en todo el litoral de Andalucía y con respecto a poblaciones de mejillón cultivado de Galicia y en el Delta del Ebro, se ha



Van a enviar otra

realizado en el Laboratorio de Identificación de Especies Pesqueras y Acuícolas, ubicado en el Centro de Investigación y Formación Pesquera y Acuícola “EL Toruño”, el análisis de las muestras atlánticas y mediterráneas, tanto de poblaciones silvestres como cultivadas. Para ello se han utilizado ejemplares de las distintas poblaciones recolectadas para el ciclo gametogénico, así como de poblaciones silvestres cercanas a los cultivos existentes actualmente.

Por tanto, el objetivo fue caracterizar genéticamente las 23 poblaciones de mejillones recogidas (420 ejemplares en total) procedentes de distintos puntos localizados a lo largo de las costas andaluzas muestreadas durante los años 2002 y 2003. Asimismo, se incluyeron en el estudio ejemplares procedentes de cultivos de Galicia y delta del Ebro como controles externos. Los puntos de origen de las muestras se indican en la siguiente figura:



Localización de las distintas poblaciones de mejillón analizadas en este estudio

### Aspectos metodológicos

El ADN total se aisló a partir de 150 mg de tejido usando FastDNA® kit durante 40 segundos y a velocidad 5 en el Fastprep® FG120 instrumento (Bio101, Inc). En los casos de individuos más pequeños, se utilizó el ejemplar completo para el aislamiento de ADN sin modificar el resto del protocolo.

Para la amplificación mediante PCR de un fragmento de las regiones de control del ADN mitocondrial de tipo F se usaron los cebadores directo MytRC•1 y reverso MytRC•2. Para el mitocondrial de tipo M se empleó el mismo cebador reverso MytRC•2, junto al cebador

directo MytRC•3. Dichos cebadores se diseñaron a partir de las secuencias existentes en las bases de datos para la región de control en las especies del género *Mytilus* utilizando el programa Oligo® v6.82 (Medprobe).

Los productos de ADN obtenidos se purificaron usando un kit comercial (Marligen), y seguidamente se secuenciaron usando Bigdye® Terminator v3.1 (Applied Biosystems).

Puesto que resultados de estudios previos llevados a cabo en este laboratorio habían mostrado que la mayor variabilidad de secuencia se concentra en la primera mitad de los fragmentos amplificados mediante PCR con los cebadores antes citados, todos los fragmentos se secuenciaron únicamente usando los cebadores directos MytRC•1 (para el tipo F) y MytRC•3 (para el tipo M).

Las secuencias de nucleótidos obtenidas se analizaron usando los programas Sequencing Analysis v3.4.1 (Applied Biosystems) y Seqman v5.05 (DNASTAR).

Los parámetros de diversidad haplotípica (Hd)(NEI, 1987) y diversidad de nucleótidos (NEI and TAJIMA, 1983), así como el resto de parámetros de polimorfismo de ADN presentados, se estimaron usando el programa DNAsp v3.99 (ROZAS and ROZAS, 1999).

El análisis de la varianza molecular AMOVA (Excoffier *et al.*, 1992) se llevó a cabo usando el programa ARLEQUIN v2.0 (Schneider *et al.*, 2000). Para la diferenciación entre poblaciones se realizaron varios tipos de análisis diferentes entre todos los posibles pares de poblaciones. Por un lado se llevaron a cabo tests de probabilidad basados en frecuencias haplotípicas descritos por Raymond y Rousset (Raymond & Rousset, 1995). Por otro, se calcularon los valores del estadístico Fst descrito por Wright (Wright, 1978) basados en las frecuencias haplotípicas y a las distancias genéticas de Tamura-Nei (Tamura & Nei, 1993) observadas dentro de cada población. Por último, se calcularon los valores de estadístico Snn (Hudson, 2000) en base a las secuencias de ADN de los haplotipos presentes en cada población. Para determinar si los valores observados de los estadísticos eran estadísticamente significativos, se llevaron a cabo tests basados en un método de permutaciones. Puesto que se realizaron multitud de tests simultáneamente, se les aplicaron las correcciones secuenciales de Bonferroni correspondientes (Rice, 1989).

Se clasificaron en 158 haplotipos diferentes, los 420 fragmentos de tipo F analizados, siendo los más abundantes el A2a14 y el A2b12, presentes en el 24,76% y el 12,38% de los individuos analizados, respectivamente. Cabe reseñar el hecho de que el 79,75% de los haplotipos está representado por un único individuo, indicativo del alto grado de variabilidad genética existente en la región de control mitocondrial.

Los valores más altos de todos los parámetros calculados se hallaron en la población de Carboneras, lo que indica que se trataría de la población más heterogénea desde el punto

de vista genético; por el contrario es la población de Estepona la que ofrece los parámetros de diversidad genética menores, indicativo de que se trataría de la más homogénea de todas.

Se ha efectuado igualmente un análisis similar a partir de la composición haplotípica de tipo M de las poblaciones. En este caso se encontraron un total de 115 haplotipos distintos entre las 137 secuencias analizadas, no existiendo ningún haplotipo representado con una frecuencia significativa; al contrario, casi todos ellos están presentes en un único individuo. Desde el punto de vista del mitocondrial de tipo M, la población de Cádiz sería la más homogénea de todas, siendo en general las más heterogéneas las de Estepona, Málaga y Marbella (recolectada de la semilla sembrada por la instalación).



Van a enviar otra

Finalmente, se ha determinado si con los datos de los que se dispone es posible encontrar un grado de diferenciación genética significativa entre las poblaciones en cuestión. Para ello se llevó a cabo en primer lugar un análisis de la varianza molecular AMOVA (Excoffier *et al.*, 1992), donde se observa para el mitocondrial de tipo F y en base a las frecuencias haplotípicas, la mayor parte de la variabilidad genética se debe a diferencias dentro de las poblaciones (98,16% de la varianza total), mientras que solamente un 1,84% de la varianza total se debe a diferencias entre las poblaciones.

Resultados ligeramente distintos se obtuvieron al llevar a cabo el análisis a partir de las distancias genéticas de Tamura-Nei. En este caso la varianza interpoblacional fue mayor (8,59% del total), mientras que la interpoblacional alcanzó un valor de 91,41%.

En el caso del mitocondrial de tipo M los resultados fueron considerablemente distintos, teniendo en cuenta los valores tan elevados de diversidad haplotípica en las poblaciones, no resulta sorprendente comprobar como la varianza interpoblacional calculada a partir de frecuencias haplotípicas no alcanzó un 1%. Sin embargo, los cálculos de AMOVA efectuados a partir de distancias genéticas dieron un resultado totalmente opuesto, con una varianza interpoblacional incluso mayor que la intrapoblacional (53,70% frente a 46,30%).

Para conocer si era posible determinar la existencia de alguna población en particular con características diferenciales, se llevó a cabo un estudio comparativo del mitocondrial de tipo F y M entre todos los posibles pares de poblaciones. La población procedente del litoral de Cataluña (Delta del Ebro), es notoriamente diferente a la mayor parte de las poblaciones andaluzas de mejillón, lo que concuerda con los datos obtenidos por otros autores, en el sentido de que existe una transición genética brusca entre las poblaciones de *M. galloprovincialis* atlánticas y mediterráneas, tanto si se estudian marcadores nucleares

(Daguin *et al*, 2001) como marcadores mitocondriales (Quesada *et al*, 1995; Sanjuán, 1996). También las poblaciones de Algeciras y Sotogrande poseen características particulares diferenciadoras respecto a la mayor parte de las demás poblaciones.

A la vista de los resultados obtenidos, existen varios puntos que deben tomarse en consideración:

1. El análisis de la región de control mitocondrial de tipo F nos permite determinar la existencia de un cierto grado de diferenciación en la estructura genética de las poblaciones analizadas, y de un alto grado con respecto al mitocondrial de tipo M.
2. La población de Rota presenta características genéticas claramente distintivas frente a la mayor parte de las demás poblaciones con respecto al estadístico Snn. Los individuos pertenecientes a dicha población se recogieron de las instalaciones de cultivo de dorada existentes en la zona. Dado que hoy en día dichas instalaciones ya no existen, y que en las costas de Rota no se han localizado mejillones en roca y por tanto ése no es su origen, sería interesante realizar un seguimiento de las poblaciones de mejillones localizadas en zonas costeras cercanas para estudiar la posible implantación de esta población en otros lugares y el impacto que podría causar en la estructura genética de dichas poblaciones.
3. Las poblaciones de Algeciras y Sotogrande, por el contrario, sí están presentes en rocas situadas en la costa andaluza. Ambas muestran características propias diferenciadoras en base al análisis del mitocondrial de tipo M. Por tanto, es muy importante tener en cuenta el posible impacto debido a la implantación de cultivos con semilla de mejillón de otras áreas geográficas. Por ello, sería recomendable la realización de seguimientos periódicos que permitieran evaluar el impacto sobre las características genéticas de ambas poblaciones.
4. En general, el resto de las poblaciones andaluzas de mejillones que se han analizado no muestran diferencias significativas entre ellas, ni con respecto a la de Galicia usada como control externo.

Un aspecto de gran importancia para el desarrollo del cultivo de mejillón en cualquier zona es la obtención de la semilla para el inicio del cultivo, que se puede obtener mediante colectores o bien recolectándola de sustratos rocosos en el medio natural.

Con el fin de aportar datos que puedan contribuir a mejorar la gestión de la extracción de semilla del sustrato rocoso, se diseñó una campaña de muestreo a lo largo de todo el litoral andaluz.

Dados su duración, planteamiento y alcance, el presente trabajo supone un estudio preliminar cuyos resultados no son concluyentes, pero que proporciona información acerca de aquellos puntos de mayor interés y sobre los cuales sería conveniente recabar más información, mediante una nueva campaña de muestreo con un mayor número de réplicas y una frecuencia mensual, al menos durante un año completo.

Al tratarse de un estudio puntual y no de un seguimiento espacial ni temporal acerca de la fijación de las larvas de mejillón en nuestras costas, dos han sido los aspectos fundamentales a la hora de diseñar la campaña de muestreo: en qué zonas y hasta qué profundidad se muestrea y elegir en qué momento se realizan los mismos.

Andalucía dispone de 1101 Km lineales de costa, diferenciadas en dos grandes grupos, la costa atlántica y la mediterránea. La costa atlántica se caracteriza por un relieve plano en el que desembocan grandes ríos, con una plataforma continental más extensa, una mayor presencia de estuarios y marismas intercaladas entre extensas playas y formaciones arenosas y una menor representación de las formas acantiladas. A su vez, se ven afectadas por la dinámica general de las aguas del golfo de Cádiz, por la existencia de mareas que tienen una mayor amplitud que en el mediterráneo, por lo que genera una importante zona de influencia que puede llegar decenas de kilómetros hacia el interior.

Por el contrario, la costa mediterránea se caracteriza por la proximidad de relieves montañosos de los sistemas béticos, que se hundien directamente sobre el mar. Como consecuencia, la plataforma continental tiene una extensión mucho menor y predominan las formaciones de acantilados.

De acuerdo con datos de 2002 de la Consejería de Medio Ambiente, la costa andaluza está constituida fundamentalmente por playas, las cuales representan el 66,7%, seguida de acantilados y otros (estuario, marismas, dunas, etc), y en menor medida costa baja. Esta distribución se esquematiza en el siguiente gráfico:

**Porcentajes de tipos de costa presentes en el litoral de Andalucía**



Cantidad mensual de mejillón fresco comercializado en Mercamadrid en los años 2000 a 2004

Fuente: Mercamadrid

Si atendemos a los datos por provincias, Cádiz es la que presenta mayor extensión de costa (382,5 Km) y Granada la que tiene un litoral más reducido (84,3 Km). En posiciones intermedias se sitúan Almería (274,9 Km), Málaga (212,6 km) y Huelva (146,6 Km).

Los distintos datos bibliográficos recopilados sobre poblaciones de semilla en las costas de Galicia, centran la mayor fijación entre abril y septiembre. Aunque estos mismos autores indican variaciones en el ciclo gonadal de los mejillones dependiendo de la procedencia de los mismos, y es sabido que la temperatura y la disponibilidad de alimento son los factores exógenos que más influencia tienen en la reproducción (Seed, 1976; Sastry, 1979). Dado que en el momento de la realización de este estudio se desconocía el ciclo de esta especie en nuestro litoral se decidió comenzar en una zona intermedia como es Málaga, continuando hacia la zona oeste para posteriormente proseguir con las provincias orientales de Andalucía.

### Aspectos metodológicos

Distribuidos en estas provincias, y tomando como base cartografiados previos para otras especies que indicaban la existencia de roca en el entorno, se eligieron 157 zonas de muestreo. Para los muestreos se utilizó una cuadrícula de 20 cm de lado y se obtuvieron un mínimo de dos réplicas por zona. En cada zona se anotaban características de la misma tales como las coordenadas de inicio y fin de la zona recorrida, la distancia en metros de la zona muestreada y si se trataba de una playa con rocas o una zona de acantilado, y por tanto si el acceso es fácil desde la playa o se necesita una embarcación. Tras observaciones experimentales en el medio y contacto con algunas personas relacionadas con el sector, se decidió iniciar los muestreos en la primera semana de mayo, concluyendo los mismos en la primera de junio.

En recientes trabajos de cartografiado de semilla de mejillón en las costas gallegas (Brea Bermejo, 2003, 2004, se hace referencia a métodos de muestreo de acuerdo con lo descrito por Cesar Aldariz (2000) y Lustres Pérez (2002), en los que las muestras se recolectan a lo largo de un transecto que se extiende desde el límite inferior de la bajamar hasta el nivel en el que se deja de observar la presencia de la especie en cuestión.

El acceso a las playas se hizo a pie, equipados con trajes de neopreno, siendo necesario el empleo de embarcaciones en las zonas de acantilados de las provincias de Málaga, Granada y Almería.

En cada uno de los puntos se buscó en la roca aquella zona en la que había mayor cantidad de mejillón pequeño, sobre la que se colocaba la cuadrícula de 20 cm de lado, se rascaba con la ayuda de una espátula y el contenido se guardaba en una bolsa convenientemente identificada. Cada una de las réplicas era identificada con el nombre la zona en cuestión, el código de la misma (dos primeras letras de cada provincia seguida del número de la muestra) y el número de réplica. Estas muestras eran almacenadas en frío hasta su traslado al laboratorio.



Cuadrícula utilizada en los muestreos

El número de zonas muestreadas es superior en las provincias mediterráneas que en las atlánticas como consecuencia de la mayor superficie de sustrato rocoso. En la siguiente tabla se indican los puntos muestreados por provincias:

PROVINCIA	Huelva	Cádiz	Málaga	Granada	Almería
Nº zonas muestreadas	16	27	33	25	56

Dadas las características de gran parte del litoral andaluz, en el que las diferencias de mareas son inapreciables, y que no existen, por lo general, grandes masas rocosas, se optó por recoger varias réplicas en las distintas rocas encontradas.

### III.3.1. Análisis de las muestras y tratamiento de la información

Encuadrados en la Familia *Mytilidae* (Superfamilia Mytiloidea) hay descritas una serie de especies que pueden aparecer en nuestras costas y que no superan en estado adulto la talla de lo que se consideraría un juvenil de mejillón. Entre estas especies, de acuerdo con la bibliografía, es posible hallar ejemplares de *Modiolus adriaticus*, *Modiolus barbatus*, *Amygdalum phaseolinum*, *Mytilaster lineatus* y *Mytilaster minimus*, si bien es ésta última la que puede plantear más problemas de confusión, entre otras consideraciones por ser la más abundante.

Junto a ellas es posible encontrar juveniles de otra especie, *Perna picta*, cuyos adultos viven en colonias con *Mytilus galloprovincialis*. Si coincidieran los periodos de fijación de ambas especies, sus juveniles podrían ser confundidos por personas no conocedoras de ambas especies.



Semilla de mejillón recolectada sobre sustrato duro

*Mytilaster minimus* es una especie que en estado adulto no supera los 20 mm, de concha lisa, con numerosas estrías de crecimiento y color marrón más o menos claro. El umbo es subterminal, pequeño e incurvado, el interior de las valvas es brillante, madreperláceo, con reflejos púrpuras, y presenta 3 pequeños dientes cardinales.

*Perna picta* puede alcanzar 9 cm en estado adulto; su forma es triangular, alargada; la charnela presenta un solo diente; el color es marrón-verdoso, aunque es muy variable; presenta un patrón en zig-zag, en la mitad superior de las valvas, de un color más claro que el resto.



De izquierda a derecha: *M. minimus*, *M. galloprovincialis* y *Perna picta*

El conocimiento de la proporción en la cual se encuentran estos ejemplares en nuestras costas puede ser decisivo a la hora de elegir la zona de la que se puede recolectar semilla. Así, aquellas zonas en las que alguna de estas especies aparezca de forma notoria, deberían ser descartadas.

Las muestras se congelaban al llegar al laboratorio, y posteriormente se procedía a pesar la muestra y a separar las distintas especies y ejemplares que la componían. Luego, se anotaba el número de ejemplares de las especies que no eran *Mytilus galloprovincialis* y los pertenecientes a ésta eran a su vez clasificados por tallas según la siguiente tabla:

Talla 1	Talla 2	Talla 3	Talla 4	Talla 5	Talla 6	Talla 7
< 0.5 cm	0.5-1 cm	1-1.5cm	1.5-2 cm	2-2.5 cm	2.5-3 cm	> 3 cm

Con estos datos se puede inferir cuando se produjo la puesta, además de proporcionar información sobre en qué momento puede resultar más ventajosa la recolección de semilla, habida cuenta que la rentabilidad aumenta cuando ésta no supera 1 cm de longitud.

Durante el trabajo de muestreo además se tuvo especial atención en la detección de posibles especies de moluscos con algún grado de protección ambiental.

Paralelamente se realizó una descripción de la muestra al nivel de incrustaciones como algas calcáreas, si es fácil o difícil su limpieza, aspecto de la semilla encontrada, etc., debido a que, dependiendo de las condiciones en las que se encuentran los mejillones en las rocas, su crecimiento será más lento o más rápido que en cultivo y en determinadas zonas éstos adquieren morfologías curvadas, presentando además numerosa fauna epibionte.

Con los datos obtenidos se calculó la densidad de semilla de *Mytilus galloprovincialis* por centímetro cuadrado, el porcentaje que representaba cada una de las especies “problema”, la representación de ejemplares menores de 1 cm y se realizó una clasificación de las zonas teniendo en cuenta estos factores y las proporcionadas en la etapa de muestreo.

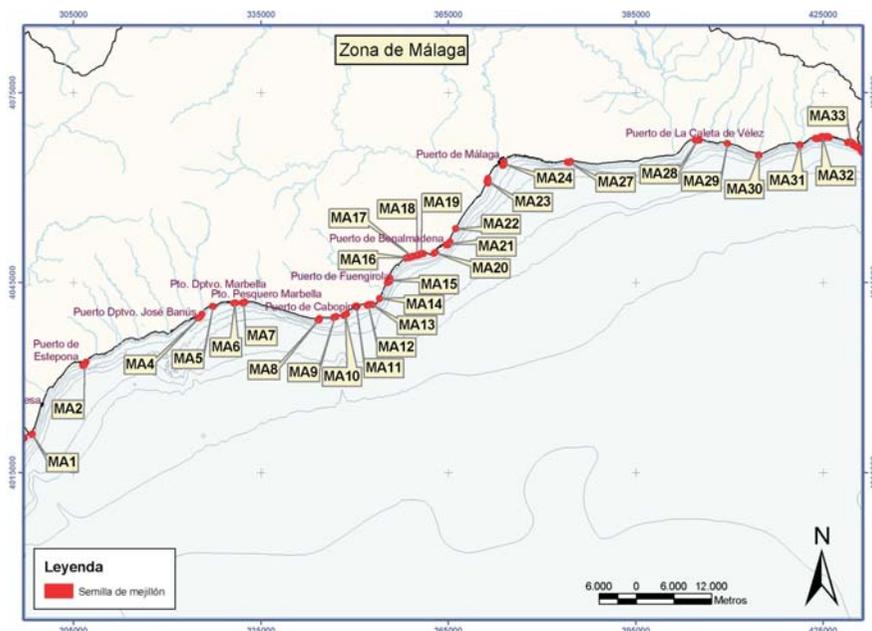
Péres y Picard (1964) adaptaron a las comunidades bentónicas marinas un índice de abundancia basado en el método fitosociológico de Braun-Blanquet (1951). Esta escala presenta valores de 0 a 7, dependiendo del número de individuos y del grado de recubrimiento en el transecto. Al no adaptarse nuestro método de muestreo a un transecto en sentido estricto consideramos conveniente establecer una escala basada fundamentalmente en el número de efectivos menores de 1 cm de *M. galloprovincialis*/cm<sup>2</sup>, y que lleva implícita la representación en la muestra de los ejemplares de las *M. minimus* y *P. picta*, y la talla de los ejemplares de mejillón, ya que a menor talla de éstos, mayor suele ser la densidad.

La clasificación de las zonas propuesta, en la que si bien se han considerado distintos aspectos, éstos son en algunos casos interdependientes, se muestra en la siguiente:

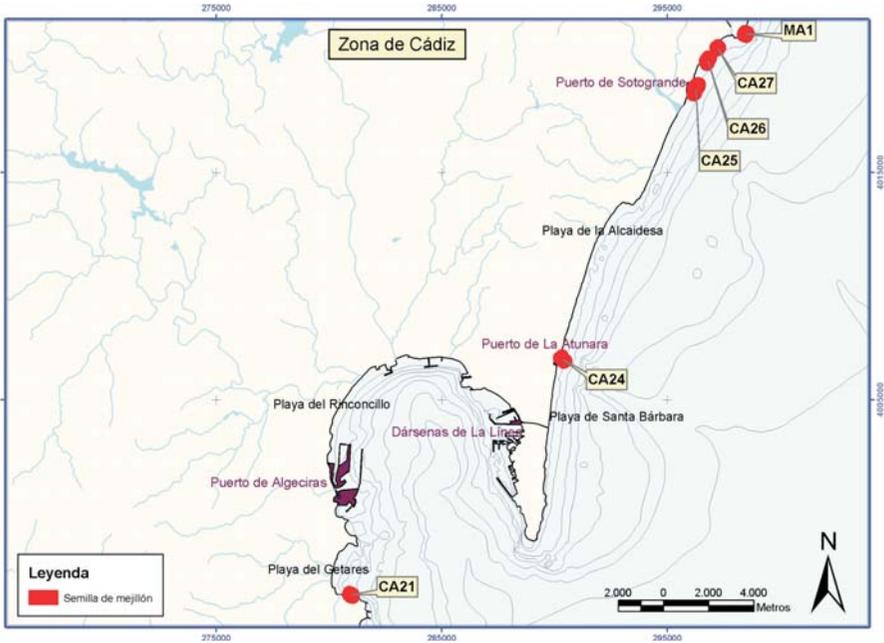
Clasificación	Mala	Escasa	Buena	Excelente
Densidad <i>M. galloprovincialis</i>	<1 ind./cm <sup>2</sup>	1-2.9 ind./cm <sup>2</sup>	3- 5 ind./cm <sup>2</sup>	>5 ind./cm <sup>2</sup>
% especies afines	>10%	>10%	<10%	<10%
Morfología	Inadecuada	Variable	Idónea	Idónea
Sustrato	Difícil limpieza	Dificultad moderada	Fácil	Fácil
Acceso	Difícil	Dificultad moderada	Fácil	Fácil

En total se muestrearon 157 zonas, siendo el litoral almeriense el que ha sido objeto de un seguimiento más minuciosodebido a que su costa presenta una orografía teóricamente más adecuada para la presencia del mejillón, al contrario que la costa onubense, razón por la cual ha sido la menos muestreada. En los siguientes cuadros y planos se indican las zonas muestreadas en cada provincia:

**Málaga** (33 zonas): Pl.Chullera, Pto. Estepona, Pta. Pinillos, Pto Banús, Pl. Ancón, Pto D. Marbella, Pl. Torrenueva, Pto. P. Marbella, Pto. Cabopino, T. Caleta, Cala de Mijas, El Chaparral, Pta Calaburras, Pl. Los Tajos, Pto. Fuengirola, Carvajal, La Perla, Torremuelle, Torrequebrada, Pl. Torrevigía, Pto Marina, La Carihuela, La Térmica, Pto Málaga, Baños Carmen, Pto Candado, El Cantal, Pto Caleta, Lagos, Pta Torrox, Pl. Torrecilla, Pl. Maro-T. Miel, El Cañuelo.

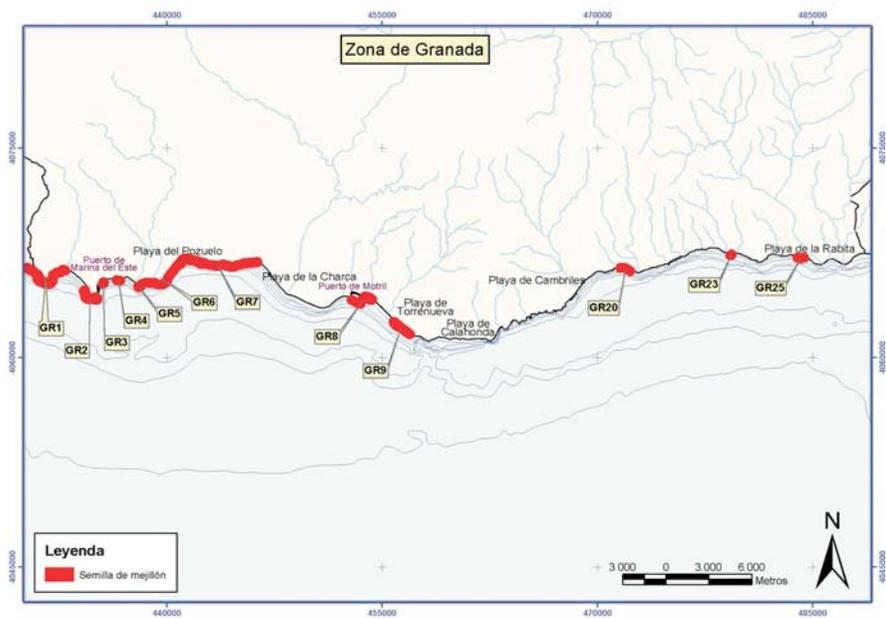
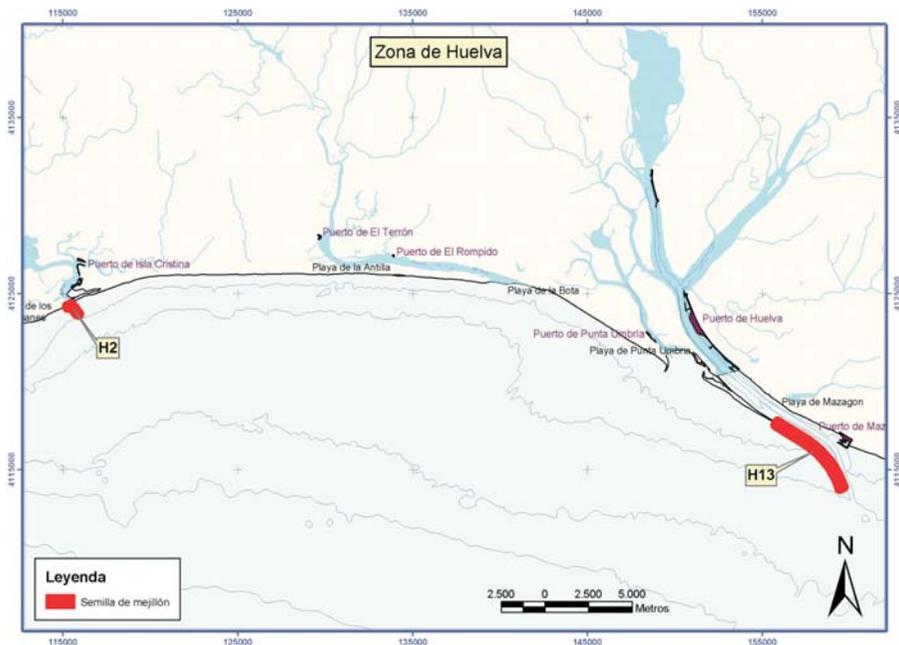


**Cádiz** (27 zonas): Pl. Aguadulce, Pl Peginas, Pta. Peginas, Pl. Pta. Candor, Pta Candor, Pl. Piedras Gordas, Pl. Costilla, Pto. Rota, Pto Sherry, Esp. R. Guadalete, P. Levante , Pto. Cádiz, Pl. Sancti Petri, Caños de Meca, Pto. P. Barbate, Bolonia, Pto. P. Tarifa, Cala Secreta , Cala Parra, Pta. Carnero, Ens. Getares, Pta. San García, Pto. P. Algeciras, Pto. P. Atunara, Pto. D. Sotogrande, Pl. Torreguadiaro, Cala Sardina.

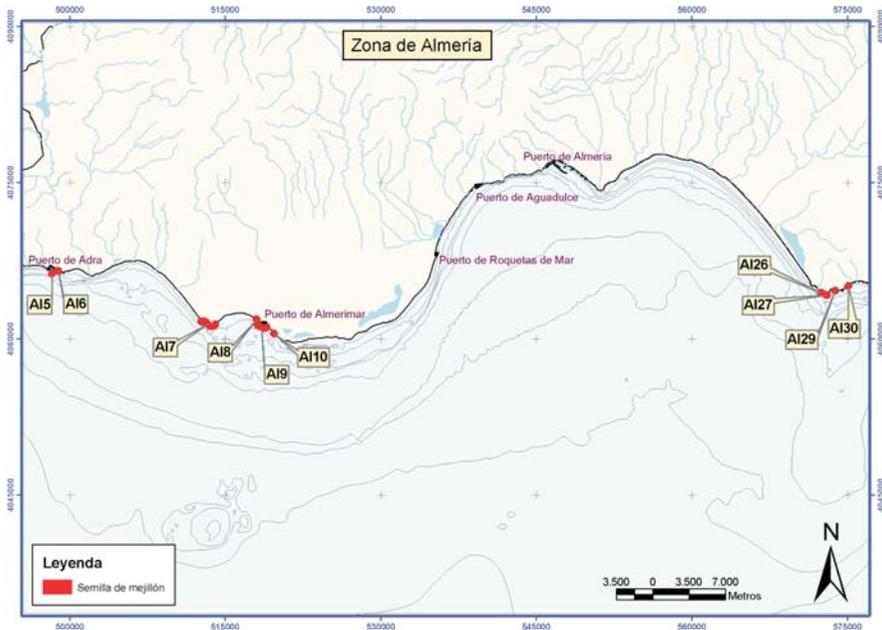


**Huelva** (16 zonas): Pto. P. Ayamonte, Desemb. R. Carreras, Pta Moral, Pto. P. I. Cristina , Pto. D. I. Cristina, Playa I. Antilla, Playa de la Antilla, Pto. Terrón, Pto. del Rompido, Muelle P. P. Umbría, Muelle Pas. P. Umb., Muelle D. P. Umbría, Dique J. Carlos I, Pto. P. Huelva, Pto. Merc. Huelva, Pto. Mazagón. (Página siguiente)

**Granada** (17 zonas): Cerro Gordo, Pta Mona, Pl. del Muerto, Pl. Cotobro, Peñón Santo, Pl. Pta Mar, Pl. Cabria-Pl., uardia, Pto Motril, Pl. Torrenueva, Pl. Calahonda, E. Zacafín, Pta. Cerrón, Cala Higuera, Pta. Arraijana, Pl. Rijana, Pta. Melonares, Pta. Tajo Justo, Pl. Rincón Benacha, Pl. Cambiles, Pl. del Lance, Pl. Castillo Baños, Pl. la Mamola, Pta., Negra, Cala Chinchas, Pl. Rábita. (Página siguiente)



**Almería** (56 zonas): Pto Garrucha, Pl La Juana, Pl Calderilla, Pl. de Guainos, Pl. Lance Virgen, Pto. Adra, Ol. , analuquete, Pta. Culo Perro , Pl. S.Miguel Poniente, Pt. Almerimar , Pl. S. Miguel Levante, Pta. Entinas , Pl. Entinas, Pta. Sabinar, Pto. Roquetas, Pto. Aguadulce, El Puntazo, Pl. del Palmer, Pl. de las Olas, Pto. P. Almería, Pto. Ind. Almería, Pto D. Almería, Pl. S. Miguel, Pl. Zapillo, Pta. Río, Pl. Fabriquillo , Arrec. Las Sirenas, Pta. Génova, Cala Rajá, Arrec. Del Dedo , Cala Pta. Colora , Pta. Redonda, Cala Carbón , Pta. Monsul , Pl. Monsul, Morón Genoveses , Pta. , astillo, Pl. San José, Pto. D. San José, Cala Higuera, Pta. Sombrerillo, Cala Grande , Pl. Piedra Galera, Pta. Esparto , Emb. Escullos , Pl. del Arco, Pl. Peñón Blanco , Playazo Rodalquilar, Pl. Negras, Cala S. Pedro, Pl. Aguamarga, Pta. , uertos, Pl. Muertos, Pto. Ind. Carboneras, Pto Carboneras.



## b. Resultados

Desde el punto de vista cualitativo, y una vez analizadas todas las muestras recogidas se puede concluir que, es la costa malagueña, la que presenta una mayor proporción de zonas con semillas (90,91%), seguida de Granada, en la que se detectó semilla en 12 de las 25 zonas analizadas, mientras que, las costas de Cádiz y Huelva presentan porcentajes de presencia de semilla en algo más del 18% y del 12% de los puntos muestreados respectivamente, porcentajes que, en el caso de Cádiz, quedan relegados a la parte mediterránea de su litoral (desde Getares al límite con Málaga).

Cabe destacar que, siendo Almería la provincia cuya costa ofrece más zonas de posible fijación de larvas, tan sólo se ha detectado semilla en el 17% de las zonas muestreadas. Los resultados obtenidos en términos generales se recogen en la siguiente tabla:

Provincia	Zonas muestreadas	Presencia
Málaga	33	30(90.91%)
Cádiz	27	5(18.52%)
Huelva	16	2(12.5%)
Granada	25	12(48%)
Almería	56	10(17.86%)
Total	157	59 (37.58%)

Relación del número de zonas muestreadas en cada provincia, indicando el porcentaje de ellas en las que se ha hallado semilla.

A nivel de provincia se observa que la zona comprendida entre Motril (Granada) y la Ensenada de Getares, es la que presenta mayor continuidad en la presencia de semilla. En las restantes zonas, esta presencia queda relegada a pequeños puntos del poniente almeriense y a Cabo de Gata y, de igual forma, a dos puntos en la provincia de Huelva, uno de los cuales es el puerto de la capital onubense.



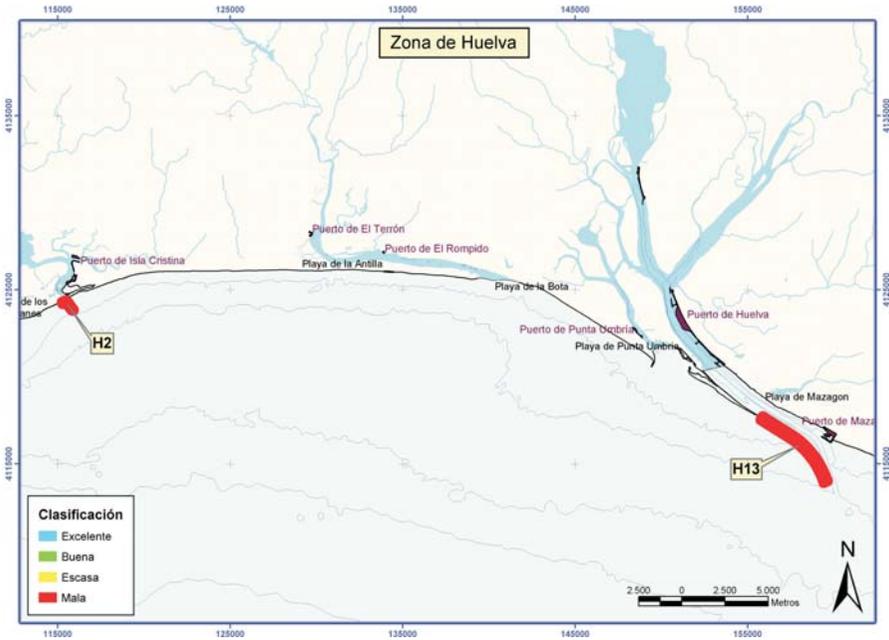
Zonas muestreadas en pequeños acantilados

En las provincias de Granada, Almería y la costa más oriental de Málaga destaca que, numerosas zonas muestreadas se corresponden con acantilados, lo que hace muy difícil el empleo de una embarcación aún de pequeñas dimensiones, debiendo realizarse el acercamiento a las rocas a nado. Por tanto, sin tener en cuenta el resultado de la muestra obtenida, supone un encarecimiento considerable en relación con aquellas muestras a las que se accede a pie, sin que el agua sobrepase el metro y medio de profundidad, o a las que se toman en los puertos.

Por otra parte, las zonas de acantilados así como las playas rocosas fundamentalmente de Almería y Granada, se caracterizan por estar tapizadas de distintas especies de algas, en cuya trama se encuentran imbuidas tanto la semilla de mejillón, como otras especies.

### III.3.2. Resultados en la provincia de Huelva.

En el litoral atlántico, son escasas las zonas rocosas naturales que permitan la fijación de larvas. Aún así, son numerosos los espigones de puertos visitados en Huelva, pero a excepción del Dique de Juan Carlos I (Zona HU-13), y en la desembocadura del Río Carreras (Zona HU-2), no se ha detectado la presencia de ninguna especie de mejillón.



En ambas zonas, además de *Mytilus galloprovincialis*, se han encontrado ejemplares *Mytilaster minimus* y de *Perna picta* aunque con escasa representación, tal y como se comprueba en las fichas de trabajo que se incluyen en este informe. Ambas áreas son catalogadas como malas.

## Desembocadura Río Carreras

HU2

Huelva

**Punto inicial:** 37° 11' 17,7" N / 7° 20' 05,8" W

**Punto final:** 37° 10' 55,6" N / 7° 19' 34,6" W

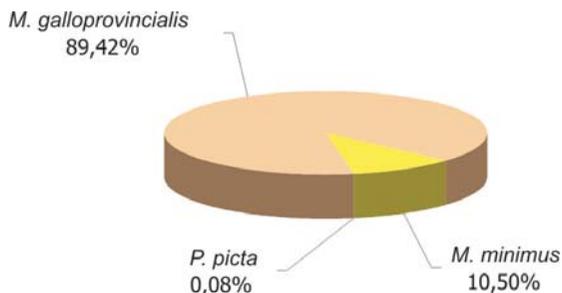
**19/05/2003**

**Réplicas analizadas: 2**



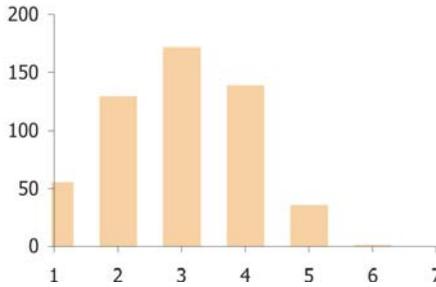
**Desembocadura Río Carreras - Punta de Afuera (TM: Ayamonte):** zona donde existe una playa de un kilómetro de distancia y anchura media de 80 m, de arena dorada y muy fina, además de la existencia de un espigón de unos 600 metros.

	Nº de ejemplares de las especies en cada réplica					
	R1	R2	%R1	%R2	Rm	%Rm
<i>M. galloprovincialis</i>	142	923	100,00	87,99	532,5	89,42
<i>M. minimus</i>	0	125	0,00	11,92	62,5	10,50
<i>P. picta</i>	0	1	0,00		0,5	0,08
Total	142	1049			595,5	
P fresco(g)	463,6	531,4				



Distribución de los ejemplares de <i>M. galloprovincialis</i> en clases de talla						
Clases	Intervalos	R1	R2	Rm	de	F. relativa
1	<0,5 cm	4	106	55	72,12	10,33
2	0,5-1	12	247	129,5	166,17	24,32
3	1-1,5	64	280	172	152,74	32,30
4	1,5-2	49	229	139	127,28	26,10
5	2-2,5	11	60	35,5	34,65	6,67
6	2,5-3	2	1	1,5	0,71	0,28
7	>3	0	0	0	0,00	0,00
Total		142	923	532,5		

Distribución en clases de talla de los ejemplares de *M. galloprovincialis*



Densidad de ejemplares menores de 1 cm de <i>M. galloprovincialis</i>		
Réplicas	Densidad	Clasificación
R1	0,04	
R2	0,88	
Rm	0,46	Mala

**Resultados:** las dos muestras analizadas presentan grandes diferencias; mientras una está constituida por escasos ejemplares sólo de *M. galloprovincialis*, en la otra más del 10% corresponde a *M. minimus*. El número de ejemplares menores de 1 cm por cm<sup>2</sup> es 0,46, catalogándose como “**mala**”. Si ampliamos la clasificación, incluyendo a los ejemplares hasta 2 cm, la muestra pasa a ser considerada “**escasa**” (1,23 individuos/cm<sup>2</sup>).

**Dique Juan Carlos I**

**HU13**

**Huelva**

**Punto inicial:** 37° 06' 34,4" N / 6° 49' 52,1" W

**Punto final:** 37° 08' 27,8" N / 6° 52' 28,4" W

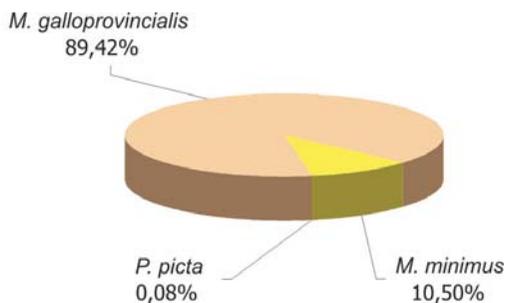
**19/05/2003**

**Réplicas analizadas:** 3



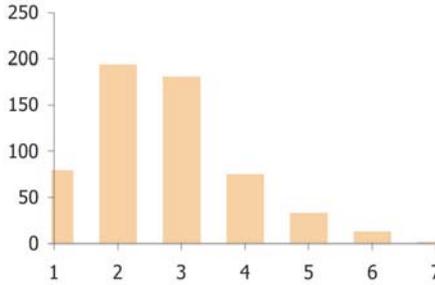
**Dique Juan Carlos I (TM: Huelva):** es un dique de aproximadamente 25 kilómetros de longitud, que en su extremo final se ubica una playa denominada del espigón de 3 kilómetros de longitud y de anchura 30 metros. La arena es muy fina y dorada. Las muestras se han recogido en el espigón final.

	Nº de ejemplares de las especies en cada réplica							
	R1	R2	R3	%R1	%R2	%R3	Rm	%Rm
<i>M. galloprovincialis</i>	991	570	1411	100,00	98,62	95,53	990,67	97,57
<i>M. minimus</i>	0	8	66	0,00	1,38	4,47	24,67	2,43
<i>P. picta</i>	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	991	578	1477				1015,33	
P fresco(g)	703,3	625,6	1038,1					



Distribución de los ejemplares de <i>M. galloprovincialis</i> en clases de talla							
Clases	Intervalos	R1	R2	R3	Rm	De	Frelativa
1	<0,5 cm	10	21	207	79,33	110,70	13,74
2	0,5-1	43	32	508	194,33	271,70	33,66
3	1-1,5	11	148	384	181,00	188,68	31,35
4	1,5-2	15	28	183	75,33	93,47	13,05
5	2-2,5	6	6	87	33,00	46,77	5,72
6	2,5-3	1	0	38	13,00	21,66	2,25
7	>3	0	0	4	1,33	2,31	0,23
Total		86	235	1411	577,33		

Distribución en clases de talla de los ejemplares de *M. galloprovincialis*



Densidad de ejemplares menores de 1 cm de <i>M. galloprovincialis</i>		
Réplicas	Densidad	Clasificación
R1	0,13	Mala
R2	0,13	
R3	1,79	
Rm	0,68	

**Resultados:** en dos de las tres réplicas analizadas aparecen ejemplares de *M. minimus*. Aunque en ninguno de los casos superan el 5%. En la muestra conjunta, el 97,57% son ejemplares de *M. galloprovincialis* correspondiendo el resto a *M. minimus*. La clase de talla más abundante es la correspondiente a ejemplares 0,5-1cm. La zona es clasificada como “**mala**”, aunque ésta pasa a ser “**escasa**” si la ampliamos a los ejemplares de 2 cm.



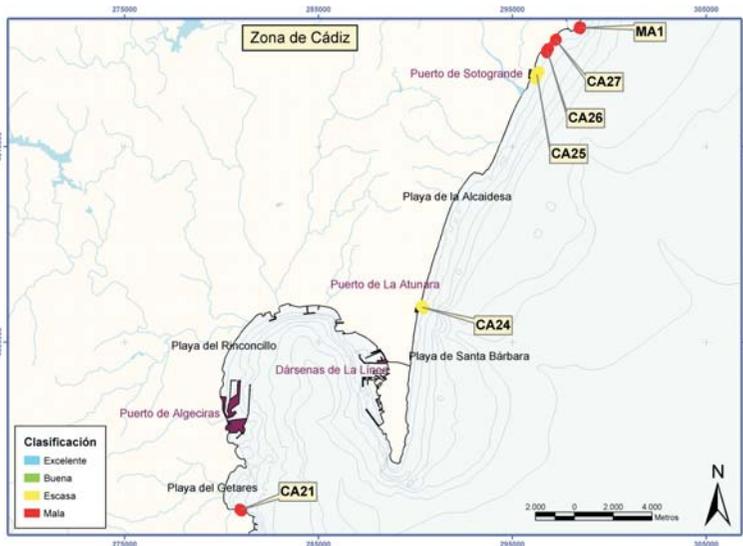
### III.3.3. Resultados Provincia de Cádiz.

En Cádiz, cabe destacar que la semilla de *M. galloprovincialis* desaparece de las rocas conforme aumenta la proximidad con el océano Atlántico. De las 5 zonas en las que esta especie ha sido hallada (CA-21, CA-24, CA-25, CA-26 y CA-27), en todas comparte hábitat con *M. minimus*, mientras que no se han detectado ejemplares de *P. picta*. Tres de estas zonas son clasificadas como “malas”, mientras que el Puerto de la Atunara y Sotogrande son escasas.

Consultas realizadas con otros técnicos y mariscadores de la zona indican que la playa de Torreguadiaro se ha caracterizado por una importante población de *M. minimus*. Sería por tanto muy interesante realizar un seguimiento tanto de esta zona, como del Puerto de la Atunara, para comprobar su evolución a medida que se intensifique la actividad de las bateas instaladas en la Atunara.

De este último punto cabe también destacar, la densidad de semilla, si lo comparamos con las zonas colindantes, lo que puede indicar que esta semilla guarda relación con la instalación en años precedentes de una batea experimental en la zona.

De las cinco zonas en las que se ha detectado *M. galloprovincialis*, únicamente se adjuntan las fichas de resultados de las zonas consideradas como “escasa”: Puerto pesquero de la Atunara (CA-24) y Puerto deportivo de Sotogrande (CA-25) así como los resultados obtenidos en la playa de Torreguadiaro (CA-26) que, si bien presenta una categoría de “mala”, posee una significativa abundancia de *M. minimus*.



**Puerto Pesquero La Atunara**

**CA24**

**Cádiz**

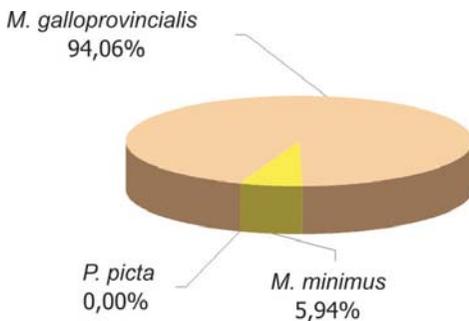
**Punto inicial:** 36° 10' 58,9" N / 5° 19' 57,5" W  
**Punto final:** 36° 10' 53,3" N / 5° 19' 49,7" W

**08/05/2003**  
**Réplicas analizadas:** 2



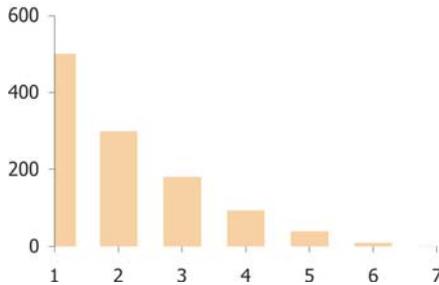
**Puerto Pesquero de la Atunara (TM: La Línea de la C.):** este puerto tiene una longitud de muelle de 409 metros y un calado en la bocana de 3 metros.

	Nº de ejemplares de las especies en cada réplica					
	R1	R2	%R1	%R2	Rm	%Rm
<i>M. galloprovincialis</i>	1780	467	93,29	97,09	1123,5	94,06
<i>M. minimus</i>	128	14	6,71	2,91	71	5,94
<i>P. picta</i>	0	0	0,00		0	0,00
Total	1908	481			1194,5	
P fresco(g)	886,2	358,4				



Distribución de los ejemplares de <i>M. galloprovincialis</i> en clases de talla						
Clases	Intervalos	R1	R2	Rm	De	Frelativa
1	<0,5 cm	868	135	501,5	518,31	44,64
2	0,5-1	446	152	299	207,89	26,61
3	1-1,5	219	144	181,5	53,03	16,15
4	1,5-2	158	29	93,5	91,22	8,32
5	2-2,5	72	4	38	48,08	3,38
6	2,5-3	15	3	9	8,49	0,80
7	>3	2	0	1	0,00	0,09
Total		1780	467	1123,5		

Distribución en clases de talla de los ejemplares de *M. galloprovincialis*



Densidad de ejemplares menores de 1 cm de <i>M. galloprovincialis</i>		
Réplicas	Densidad	Clasificación
R1	3,29	
R2	0,72	
Rm	2,00	Escasa

**Resultados:** la abundancia de ejemplares en las dos muestras analizadas es muy distinta, con cuatro veces más individuos en una de ellas que en la otra. En ambas muestras se detectan ejemplares de mejillón “enano”, que en la muestra conjunta ronda el 6%. Llama la atención la representación decreciente de cada una de las clases de talla, en la que los ejemplares más numerosos son los de menos de 0,5 cm. Dadas las diferencias entre las dos réplicas analizadas, de acuerdo con una de ellas la zona es “buena”, mientras que la segunda lleva a una clasificación como “mala”; así, la muestra conjunta es considerada “escasa”.

## Puerto Deportivo Sotogrande

CA25

Cádiz

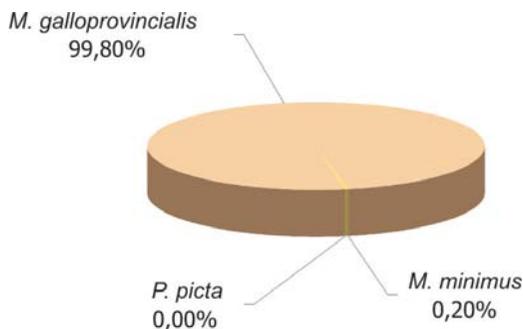
Punto inicial: 36° 17' 17,8" N / 5° 16' 08,9" W  
Punto final: 36° 17' 34,7" N / 5° 16' 07,5" W

08/05/2003  
Réplicas analizadas: 2



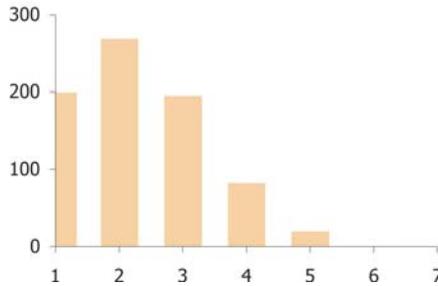
**Puerto Deportivo de Sotogrande (TM: Guadiaro):** está formado por un dique y un contradique de abrigo de tres alineaciones.

	Nº de ejemplares de las especies en cada réplica					
	R1	R2	%R1	%R2	Rm	%Rm
<i>M. galloprovincialis</i>	915	618	99,67	100,00	766,5	99,80
<i>M. minimus</i>	3	0	0,33	0,00	1,5	0,20
<i>P. picta</i>	0	0	0,00		0	0,00
Total	918	618			768	
P fresco(g)	606,4	940,4				



Distribución de los ejemplares de <i>M. galloprovincialis</i> en clases de talla						
Clases	Intervalos	R1	R2	Rm	De	Frelativa
1	<0,5 cm	325	74	199,5	177,48	26,03
2	0,5-1	298	241	269,5	40,31	35,16
3	1-1,5	172	219	195,5	33,23	25,51
4	1,5-2	91	74	82,5	12,02	10,76
5	2-2,5	28	10	19	12,73	2,48
6	2,5-3	1	0	0,5	0,71	0,07
7	>3	0	0	0	0,00	0,00
Total		915	618	766,5		

Distribución en clases de talla de los ejemplares de *M. galloprovincialis*



Densidad de ejemplares menores de 1 cm de <i>M. galloprovincialis</i>		
Réplicas	Densidad	Clasificación
R1	1,56	
R2	0,79	
Rm	1,17	Escasa

**Resultados:** la presencia de *M. minimus* es testimonial, con sólo 3 individuos en el total. Los ejemplares de *M. galloprovincialis* más numerosos miden entre 0,5 –1cm, mientras que las clases anterior y posterior suponen algo más del 25% cada una. La clasificación de la zona es “escasa”, aún cuando se incluyan ejemplares de hasta 2 cm.

Playa de Torreguadiaro

CA26

Cádiz

Punto inicial: 36° 18' 13,6" N / 5° 15' 47,8" W

Punto final: 36° 18' 08,1" N / 5° 15' 52,7" W

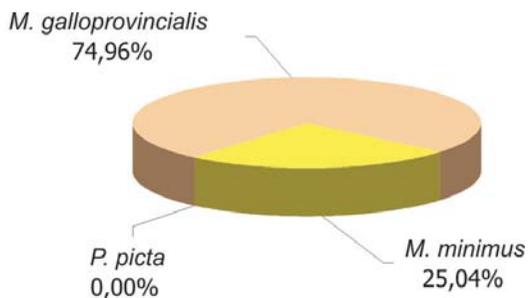
08/05/2003

Réplicas analizadas: 2



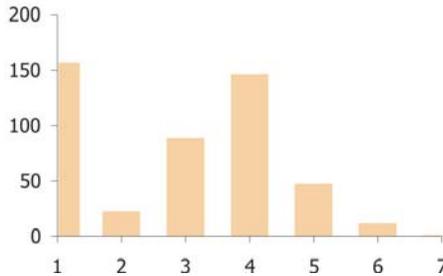
**Playa de Torreguadiaro (TM: S. Roque):** es una playa de arena gris y grosor medio, de longitud superior al kilómetro y anchura media de 50 metros, donde aparecen con frecuencia afloramientos de rocas. Fácil acceso desde la N-340.

	Nº de ejemplares de las especies en cada réplica					
	R1	R2	%R1	%R2	Rm	%Rm
<i>M. galloprovincialis</i>	556	393	64,80	96,32	474,5	74,96
<i>M. minimus</i>	302	15	35,20	3,68	158,5	25,04
<i>P. picta</i>	0	0	0,00		0	0,00
Total	858	408			633	
P fresco(g)	896	668,3				



Distribución de los ejemplares de <i>M. galloprovincialis</i> en clases de talla						
Clases	Intervalos	R1	R2	Rm	De	Frelativa
1	<0,5 cm	305	9	157	209,30	33,09
2	0,5-1	37	8	22,5	20,51	4,74
3	1-1,5	93	84	88,5	6,36	18,65
4	1,5-2	94	199	146,5	74,25	30,87
5	2-2,5	27	68	47,5	28,99	10,01
6	2,5-3	0	23	11,5	16,26	2,42
7	>3	0	2	1	0,00	0,21
Total		556	668	474,5		

Distribución en clases de talla de los ejemplares de *M. galloprovincialis*



Densidad de ejemplares menores de 1 cm de <i>M. galloprovincialis</i>		
Réplicas	Densidad	Clasificación
R1	0,86	
R2	0,04	
Rm	0,45	Mala

**Resultados:** es una muestra complicada, ya que más del 25% de la muestra conjunta se corresponde con *M. minimus*, que además coinciden con más del 37% de ejemplares de *M. galloprovincialis* menores de 1 cm, lo que a simple vista podría llevar a recolectar una muestra que no es la más adecuada. La muestra es clasificada como “mala”.





## Punta Calaburras

MA13

Málaga

Punto inicial: 36° 32' 21,7" N / 4° 37' 02,0" W  
Punto final: 36° 32' 39,8" N / 4° 36' 46,8" W

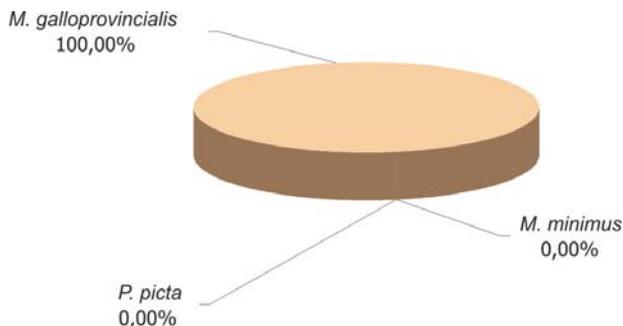
02/05/2003

Réplicas analizadas: 2



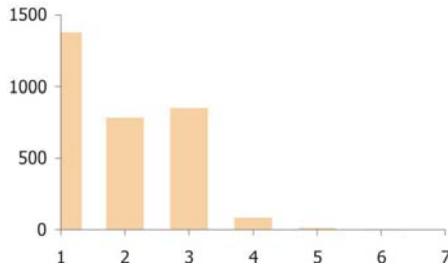
**Punta de Calaburras (TM: Mijas):** presencia de esta zona de multitud de afloramientos de rocas; a unos 100 m de la orilla en dirección sureste y a una profundidad que oscila ente los 0,3 y 2 m de agua, existen agrupaciones de rocas. Se trata de una zona muy expuesta a los vientos, lo cual provoca que el oleaje sea moderado y ocasionalmente fuerte. Fácil acceso desde la carretera nacional 340.

	Nº de ejemplares de las especies en cada réplica	
	R1	%R1
<i>M. galloprovincialis</i>	3115	100,00
<i>M. minimus</i>	0	0,00
<i>P. picta</i>	0	0,00
Total	3115	
P fresco(g)	866,1	



Distribución de los ejemplares de <i>M. galloprovincialis</i> en clases de talla			
Clases	Intervalos	R1	Frelativa
1	<0,5 cm	1381	44,33
2	0,5-1	780	25,04
3	1-1,5	849	27,26
4	1,5-2	87	2,79
5	2-2,5	13	0,42
6	2,5-3	4	0,13
7	>3	1	0,03
Total		3115	

Distribución en clases de talla de los ejemplares de *M. galloprovincialis*



Densidad de ejemplares menores de 1 cm de <i>M. galloprovincialis</i>		
Réplicas	Densidad	Clasificación
R1	5,40	Excelente

**Resultado:** la única muestra tomada está constituida por mejillones pequeños de color negro brillante, sin que se haya detectado ningún ejemplar ni de *M. minimus* ni de *P. picta*. El 69,37 % de la semilla de mejillón no supera el centímetro, por lo tanto, la densidad asciende a 5,40 *Mytilus/cm*<sup>2</sup>, catalogándose la zona como “**excelente**”. Si ampliáramos la clasificación a los ejemplares de hasta 2 cm, la densidad de mejillones por centímetro cuadrado se sitúa en 7,74.

**Puerto de Fuengirola**

**MA15**

**Málaga**

**Punto inicial:** 36° 30' 28,4" N / 4° 38' 39,4" W

**Punto final:** 36° 30' 27,8" N / 4° 38' 35,0" W

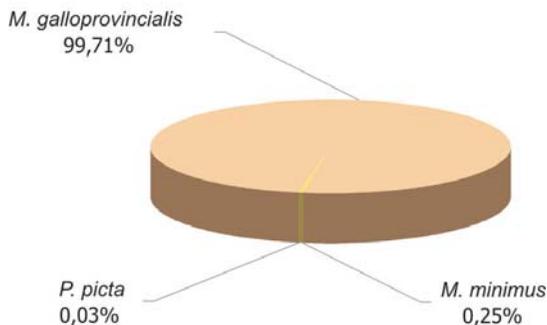
**02/05/2003**

**Réplicas analizadas: 1**



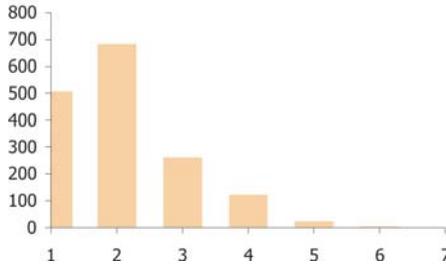
**Puerto Pesquero de Fuengirola (TM: Fuengirola):** presenta el típico dique portuario además de algunas escolleras exteriores.

	N° de ejemplares de las especies en cada réplica					
	R1	R2	%R1	%R2	Rm	%Rm
<i>M. galloprovincialis</i>	2195	944	99,68	99,79	1569,5	99,71
<i>M. minimus</i>	7	1	0,32	0,11	4	0,25
<i>P. picta</i>	0	1	0,00		0,5	0,03
Total	2202	946			1574	
P fresco(g)	372	377,9				



Distribución de los ejemplares de <i>M. galloprovincialis</i> en clases de talla						
Clases	Intervalos	R1	R2	Rm	De	Frelativa
1	<0,5 cm	785	229	507	393,15	31,60
2	0,5-1	1123	245	684	620,84	42,63
3	1-1,5	228	295	261,5	47,38	16,30
4	1,5-2	81	166	123,5	60,10	7,70
5	2-2,5	39	9	24	21,21	1,50
6	2,5-3	9	0	4,5	6,36	0,28
7	>3	0	0	0	0,00	0,00
Total				1604,5		

Distribución en clases de talla de los ejemplares de *M. galloprovincialis*



Densidad de ejemplares menores de 1 cm de <i>M. galloprovincialis</i>		
Réplicas	Densidad	Clasificación
R1	4,77	Buena
R2	1,19	
Rm	2,98	

**Resultado:** prácticamente se puede decir que la muestra está totalmente constituida por mejillón, ya que los ejemplares de *M. minimus* suponen tan solo el 0,25%. La segunda clase de talla alcanza más del 40% de la muestra de mejillón, superando el 70% los ejemplares menores de 1 cm. La zona es clasificada como **“buena”** (densidades de 2,98 y 3,94 mejillones por centímetro cuadrado para ejemplares de hasta 1 y 2 cm de longitud respectivamente).

Punta de Torremolinos

MA22

Málaga

Punto inicial: 36° 37' 3,2" N / 4° 29' 51,4" W

Punto final: 36° 37' 5,0" N / 4° 29' 46,8" W

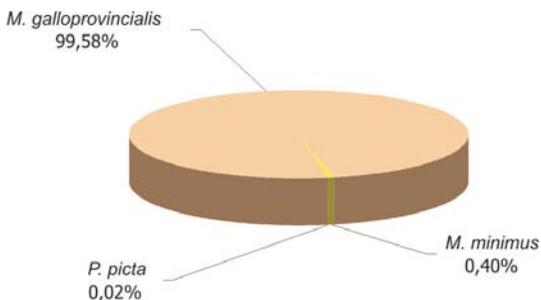
05/05/2003

Réplicas analizadas: 2



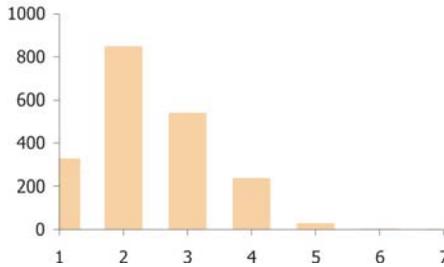
**Playa de La Carihuela (TM: Torremolinos):** es una playa de arena gris y de textura media, con una pequeña punta rocosa. La playa está muy bien comunicada desde el paseo marítimo.

	Nº de ejemplares de las especies en cada réplica					
	R1	R2	%R1	%R2	Rm	%Rm
<i>M. galloprovincialis</i>	1615	2378	98,96	100,00	1996,5	99,58
<i>M. minimus</i>	16	0	0,98	0,00	8	0,40
<i>P. picta</i>	1	0	0,08		0,5	0,02
Total	1632	2378			2005	
P fresco (g)	657,3	1034				



Distribución de los ejemplares de <i>M. galloprovincialis</i> en clases de talla						
Clases	Intervalos	R1	R2	Rm	De	Frelativa
1	<0,5 cm	226	436	331	148,49	16,58
2	0,5-1	735	966	850,5	163,34	42,60
3	1-1,5	391	690	540,5	211,42	27,07
4	1,5-2	203	272	237,5	48,79	11,90
5	2-2,5	48	13	30,5	24,75	1,53
6	2,5-3	8	0	4	5,66	0,20
7	>3	4	1	2,5	0,00	0,13
Total				1996,5		

Distribución en clases de talla de los ejemplares de *M. galloprovincialis*



Densidad de ejemplares menores de 1 cm de <i>M. galloprovincialis</i>		
Réplicas	Densidad	Clasificación
R1	2,40	Buena
R2	3,51	
Rm	2,95	

**Resultados:** el número de mejillones de una de las muestras analizadas supera en más de 70% los contabilizados en la segunda. En la muestra conjunta, el 99,58 % son mejillones, habiéndose detectado 1 solo ejemplar de *P. picta*. En función de los ejemplares menores de 1 cm, la muestra es clasificada como “buena” y “excelente” si consideramos los individuos de hasta 2 cm.

**Puerto de Málaga**

**MA24**

**Málaga**

**Punto inicial:** 36° 42' 29,6" N / 4° 24' 50,5" W

**Punto final:** 36° 42' 52,0" N / 4° 24' 48,0" W

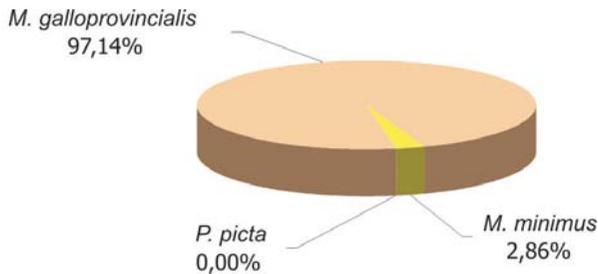
**05/05/2003**

**Réplicas analizadas: 2**



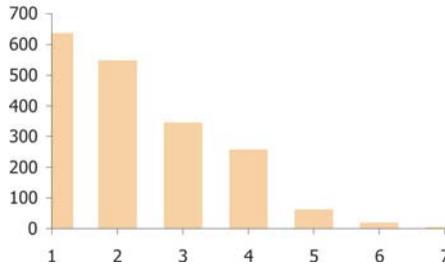
**Puerto de Málaga (TM: Málaga):** constituido por 7 muelles, además del puerto pesquero donde se sitúa la lonja. El dique de Levante presenta unas dimensiones de 607 metros lineales y 13,50 de ancho.

	Nº de ejemplares de las especies en cada réplica					
	R1	R2	%R1	%R2	Rm	%Rm
<i>M. galloprovincialis</i>	2765	1044	100,00	90,31	1904,5	97,14
<i>M. minimus</i>	0	112	0,00	11,73	56	2,86
<i>P. picta</i>	0	0	0,00	0,00	0	0,00
Total	2765	1156			1960,5	
P fresco (g)	891	954,6				



Distribución de los ejemplares de <i>M. galloprovincialis</i> en clases de talla						
Clases	Intervalos	R1	R2	Rm	De	Frelativa
1	<0,5 cm	1190	83	636,5	782,77	33,97
2	0,5-1	839	256	547,5	412,24	29,22
3	1-1,5	442	247	344,5	137,89	18,39
4	1,5-2	162	352	257	134,35	13,72
5	2-2,5	47	77	62	21,21	3,31
6	2,5-3	21	20	20,5	0,71	1,09
7	>3	2	9	5,5	0,00	0,29
Total				1873,5		

Distribución en clases de talla de los ejemplares de *M. galloprovincialis*



Densidad de ejemplares menores de 1 cm de <i>M. galloprovincialis</i>		
Réplicas	Densidad	Clasificación
R1	5,07	Buena
R2	0,85	
Rm	2,96	

**Resultados:** más del 10% de una de las muestras analizadas corresponde a mejillón enano, mientras que éste no ha sido detectado en la otra. En la muestra conjunta, el 97% es *M. galloprovincialis*, de la que el 63,19% no superan el centímetro. La muestra es considerada como “buena”.



### III.3.5. Resultado en la provincia de Granada.

De las 12 zonas de las que se han recogido muestras, en todas ellas está presente *M. minimus*, mientras que *P. picta* sólo aparece en 8. El 92% de las muestras son consideradas malas, mientras que la Playa del Muerto (GR-3) se cataloga como escasa.

Del resto de zonas, destaca la Playa del Lance (GR-20), en la que el porcentaje de *M. minimus* alcanza el 80% en la réplica unificada. Son las fichas correspondientes a estas dos zonas las que se incluyen en este documento



Playa del Muerto

GR3

Granada

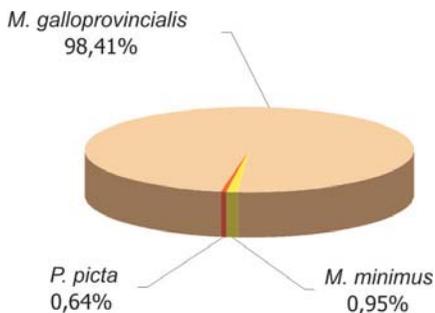
Punto inicial: 36° 43' 54,3" N / 3° 43' 13,8" W  
Punto final: 36° 43' 49,7" N / 3° 43' 19,9" W

13/05/2003  
Réplicas analizadas: 2



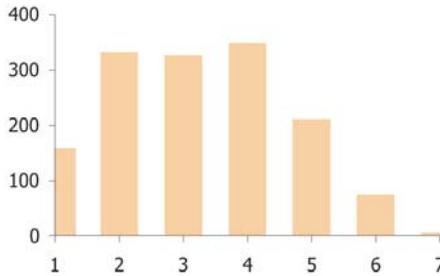
**Playa del Muerto (TM: Almuñécar):** es una playa de reducidas dimensiones, de arenas gris de grosor medio, con abundantes piedras, y existencias de escollos. De fácil acceso desde N-340.

	Nº de ejemplares de las especies en cada réplica					
	R1	R2	%R1	%R2	Rm	%Rm
<i>M. galloprovincialis</i>	1337	1576	100,00	97,10	1456,5	98,41
<i>M. minimus</i>	0	28	0,00	1,73	14	0,95
<i>P. picta</i>	0	19	0,00	1,17	9,5	0,64
Total	1337	1623			1480	
P fresco (g)	799,3	840,1				



Distribución de los ejemplares de <i>M. galloprovincialis</i> en clases de talla						
Clases	Intervalos	R1	R2	Rm	De	Frelativa
1	<0,5 cm	184	132	158	36,77	10,85
2	0,5-1	367	296	331,5	50,20	22,76
3	1-1,5	321	332	326,5	7,78	22,42
4	1,5-2	306	392	349	60,81	23,96
5	2-2,5	135	288	211,5	108,19	14,52
6	2,5-3	21	128	74,5	75,66	5,12
7	>3	3	8	5,5	3,54	0,38
Total				1456,5		

Distribución en clases de talla de los ejemplares de *M. galloprovincialis*



Densidad de ejemplares menores de 1 cm de <i>M. galloprovincialis</i>		
Réplicas	Densidad	Clasificación
R1	1,38	
R2	1,07	
Rm	1,22	Escasa

**Resultados:** el porcentaje de *M. galloprovincialis* supera, en ambas réplicas analizadas, el 99%, mientras que sólo en una de ellas se ha detectado la presencia de *M. minimus* de forma muy reducida. Los ejemplares entre 1.5 cm y 2 cm son los más abundantes en la réplica conjunta, mientras que los que miden menos de 0.5 cm sólo suponen el 1,5% de la muestra. Debido al escaso número de individuos, independientemente de la talla, la muestra conjunta es considerada como “**mala**”.

Playa del Lance

GR20

Granada

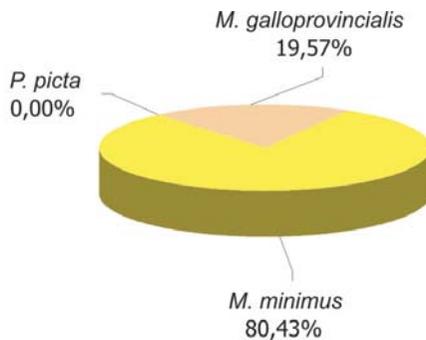
Punto inicial: 36° 44' 24,1" N / 3° 18' 37,0" W  
Punto final: 36° 44' 34,6" N / 3° 19' 06,5" W

22/05/2003  
Réplicas analizadas: 2



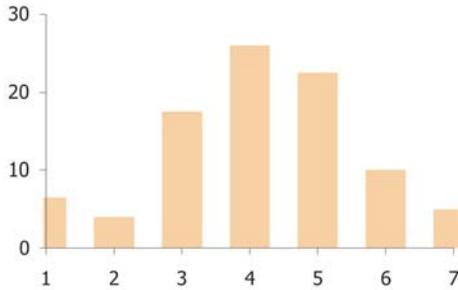
**Playa del Lance (TM: Rubite):** es una playa con una franja de arena que supera los 500 metros de longitud, con una anchura muy limitada. La arena es gris y gruesa, combinada con zonas de grava y piedras. De fácil acceso desde la N-340.

	Nº de ejemplares de las especies en cada réplica					
	R1	R2	%R1	%R2	Rm	%Rm
<i>M. galloprovincialis</i>	151	41	36,83	7,18	96	19,57
<i>M. minimus</i>	259	530	35,46	92,82	394,5	80,43
<i>P. picta</i>	0	0	0,00	0,00	0	0,00
Total	410	571			490,5	
P fresco (g)	730,5	799,4				



Distribución de los ejemplares de <i>M. galloprovincialis</i> en clases de talla						
Clases	Intervalos	R1	R2	Rm	De	Frelativa
1	<0,5 cm	6	7	6,5	0,71	7,10
2	0,5-1	7	1	4	4,24	4,37
3	1-1,5	30	5	17,5	17,68	19,13
4	1,5-2	46	6	26	28,28	28,42
5	2-2,5	34	11	22,5	16,26	24,59
6	2,5-3	15	5	10	7,07	10,93
7	>3	4	6	5	1,41	5,46
Total				91,5		

Distribución en clases de talla de los ejemplares de *M. galloprovincialis*



Densidad de ejemplares menores de 1 cm de <i>M. galloprovincialis</i>		
Réplicas	Densidad	Clasificación
R1	0,03	
R2	0,02	
Rm	0,03	Mala

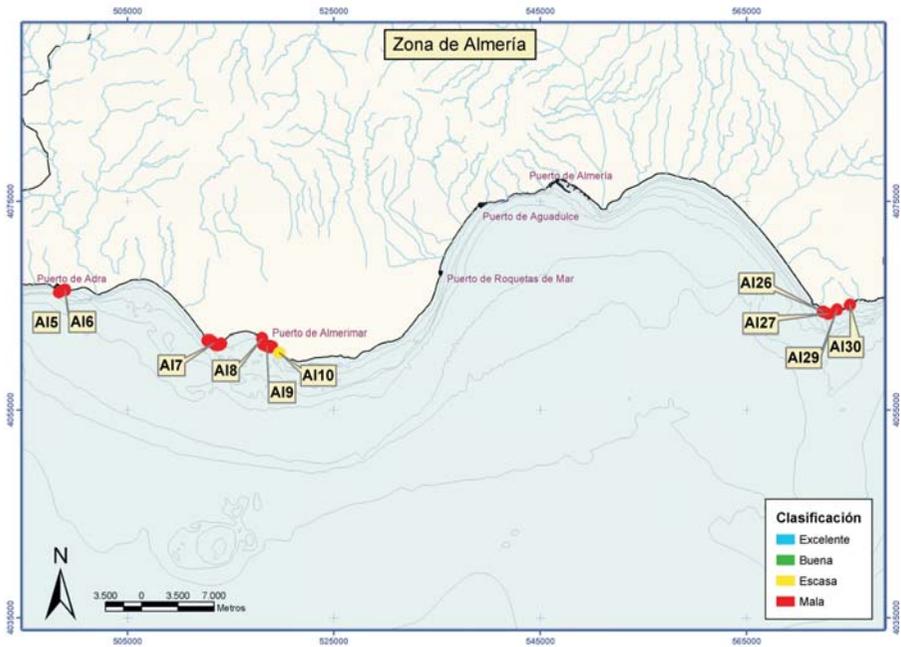
**Resultados:** destaca la composición de las dos muestras analizadas, en las que de *M. minimus* es la especie dominante, constituyendo más del 90% de una de las réplicas. De otra parte, los escasos ejemplares de *M. galloprovincialis* se distribuyen principalmente en las clases 4 y 5 (entre 1,5 y 2,5 cm). Es una zona considerada como “mala”, independientemente de la talla de los ejemplares, y que puede inducir a error si el recolector se deja llevar por la impresión visual de numerosos mejillones pequeños.



### III.3.6. Resultados en la provincia de Almería.

Almería, a pesar de poseer numerosas zonas adecuadas para la fijación de larvas de mejillón, en pocas se ha hallado semilla estando todas, a excepción de la playa de San Miguel Levante (AL-10) que es considerada como escasa, encuadradas en la categorías de malas por la baja densidad de la misma. Cabe destacar, que en el análisis de una de las réplicas tomadas en Punta. Baja (AL-27) en Cabo de Gata, ha aparecido *Litophaga litophaga*, especie de bivalvo protegido.

A continuación se exponen las hojas de resultados de estas zonas y de Cala Punta Negra (AL-30) que tiene la peculiaridad de ser la réplica de todo el litoral que presenta un porcentaje de *M. minimus* más elevado.



## Playa San Miguel Levante

AL10

Almería

Punto inicial: 36° 41' 18,4" N / 2° 46' 48,0" W

Punto final: 36° 41' 23,8" N / 2° 46' 42,3" W

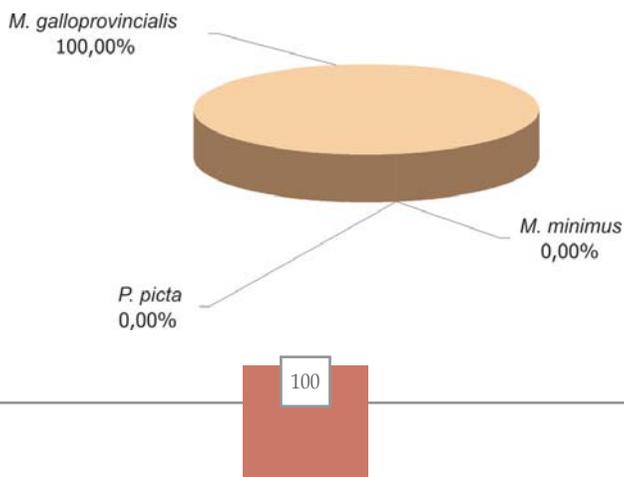
27/05/2003

Réplicas analizadas: 1



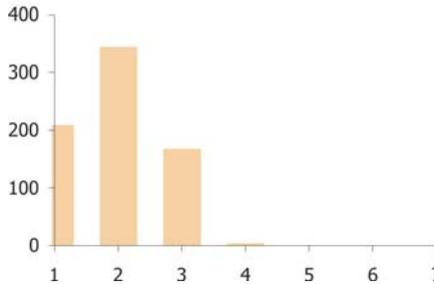
**Playa de San Miguel Levante (TM: El Ejido):** playa de grandes dimensiones, más por su longitud que por su anchura. La arena es de color gris, en combinación con algunos tramos de grava. De fácil acceso.

	Nº de ejemplares de las especies en cada réplica	
	R1	%R1
<i>M. galloprovincialis</i>	726	100,00
<i>M. minimus</i>	0	0,00
<i>P. picta</i>	0	0,00
Total	726	
P fresco(g)	390,3	



Distribución de los ejemplares de <i>M. galloprovincialis</i> en clases de talla				
Clases	Intervalos	R1	Frelativa	
1	<0,5 cm	209	28,79	
2	0,5-1	345	47,52	
3	1-1,5	168	23,14	
4	1,5-2	4	0,55	
5	2-2,5	0	0,00	
6	2,5-3	0	0,00	
7	>3	0	0,00	
Total		726		

Distribución en clases de talla de los ejemplares de *M. galloprovincialis*



Densidad de ejemplares menores de 1 cm de <i>M. galloprovincialis</i>		
Rélicas	Densidad	Clasificación
R1	1,39	Escasa

**Resultados:** es una muestra constituida por **mejillones curvados**, con varias capas de concha, que les confieren un aspecto blanquecino. El 76.31% de la muestra no supera el cm, y la clasificación en función de la densidad de ejemplares llevan a la catalogación de la zona como “**escasa**”, si bien, el aspecto de los mejillones apunta a que se pueda tratar de ejemplares de más edad de lo que correspondería a su talla, por lo que **no** consideramos **aconsejable** emplear esta muestra para el aprovisionamiento de semillas.

Punta Baja

AL27

Almería

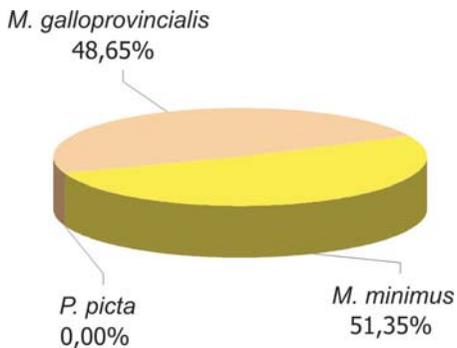
Punto inicial: 36° 43' 15,1" N / 2° 11' 6,1" W  
Punto final: 36° 43' 12,4" N / 2° 10' 56,7" W

04/06/2003  
Réplicas analizadas: 2



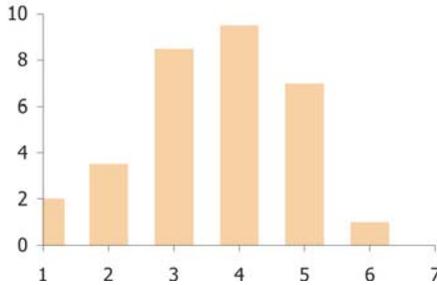
**Punta Baja (TM: Níjar):** zona de acantilado, con arena gris con tramos casi negros. Muy difícil acceso a la zona.

	Nº de ejemplares de las especies en cada réplica					
	R1	R2	%R1	%R2	Rm	%Rm
<i>M. galloprovincialis</i>	25	29	52,08	46,03	27	48,65
<i>M. minimus</i>	23	34	6,14	18,59	28,5	51,35
<i>P. picta</i>	0	0			0	0,00
Total	48	63			55,5	
P fresco(g)	374,4	182,9				
<i>Lithophaga lithophaga</i>		1				



Distribución de los ejemplares de <i>M. galloprovincialis</i> en clases de talla						
Clases	Intervalos	R1	R2	Rm	De	Frelativa
1	<0,5 cm	4	0	2	2,83	6,35
2	0,5-1	5	2	3,5	2,12	11,11
3	1-1,5	12	5	8,5	4,95	26,98
4	1,5-2	4	15	9,5	7,78	30,16
5	2-2,5	9	5	7	2,83	22,22
6	2,5-3	0	2	1	1,41	3,17
7	>3	0	0	0	0,00	0,00
Total				31,5		

Distribución en clases de talla de los ejemplares de *M. galloprovincialis*



Densidad de ejemplares menores de 1 cm de <i>M. galloprovincialis</i>		
Réplicas	Densidad	Clasificación
R1	0,02	
R2	0,01	
Rm	0,01	Mala

**Resultados:** lo más destacable de esta muestra es la presencia de *Lithophaga lithophaga*, especie de bivalvo protegida. Se trata además de réplicas con escaso número de ejemplares, en las que además más del 50% corresponden con *M. minimus*. Los ejemplares de *M. galloprovincialis* menores de 1 cm suponen el 17,46%. La muestra es clasificada como “mala”.

Cala Punta Negra

AL30

Almería

Punto inicial: 36° 43' 42,2" N / 2° 09' 34,4" W

Punto final: 36° 43' 39,8" N / 2° 09' 38,5" W

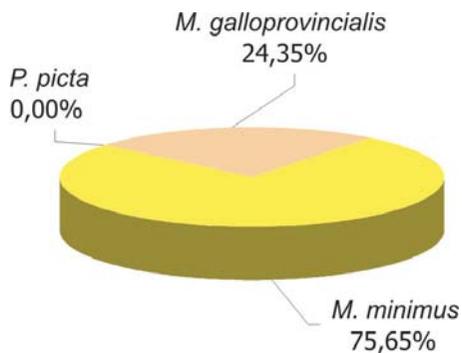
04/06/2003

Réplicas analizadas: 1



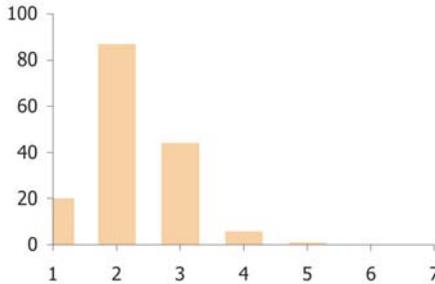
**Cala Punta Negra (TM: Níjar):** Cala de limitadas dimensiones, cubierta sobre todo por guijarros redondeados de color rojizo, con pequeños sectores de arena. De difícil acceso.

	Nº de ejemplares de las especies en cada réplica	
	R1	%R1
<i>M. galloprovincialis</i>	158	24,35
<i>M. minimus</i>	491	75,65
<i>P. picta</i>	0	0,00
Total	649	
P fresco(g)	528,7	



Distribución de los ejemplares de <i>M. galloprovincialis</i> en clases de talla			
Clases	Intervalos	R1	Frelativa
1	<0,5 cm	20	12,66
2	0,5-1	87	55,06
3	1-1,5	44	27,85
4	1,5-2	6	3,80
5	2-2,5	1	0,63
6	2,5-3	0	0,00
7	>3	0	0,00
Total		158	

Distribución en clases de talla de los ejemplares de *M. galloprovincialis*



Densidad de ejemplares menores de 1 cm de <i>M. galloprovincialis</i>		
Réplicas	Densidad	Clasificación
R1	0,27	Mala

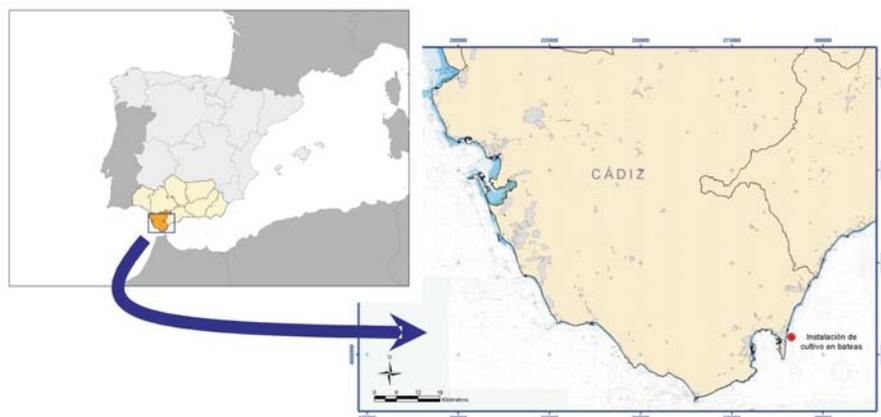
**Resultados:** se trata de una muestra en la que  $\frac{3}{4}$  partes son “mejillones enanos”. Al no tratarse de muestras muy abundantes, aunque el 68% de los ejemplares de *M. galloprovincialis* miden menos de 1 cm, la muestra es considerada como “**mala**”.

### III.4. RESULTADOS DEL SEGUIMIENTO DE POBLACIONES CULTIVADAS EN BATEA (PROVINCIA DE CÁDIZ)

#### III.4.1. Situación geográfica y características del medio

La instalación de cultivo objeto de seguimiento estaba situada frente a la costa de la Playa de la Atunara en la Línea de la Concepción, y cerca del Puerto de la Atunara.

La zona en la que se localiza el polígono de cultivo presenta de un clima benigno con un elevado número de días despejados, encuadrado en la clasificación de templado cálido. Los valores medios de precipitación son de 1000 mm/año, y los vientos predominantes los de Levante y Poniente.



#### Cantidades de mejillón comercializado en Mercamadrid en los años 2000 a 2004

Fuente: Mercamadrid

En relación con las corrientes marinas, el fenómeno más destacable es la penetración de agua atlántica al Mediterráneo, a través del estrecho de Gibraltar, que oscila entre 63 y 146 Km<sup>3</sup>/día. A medida que esta agua entra en el Mediterráneo, se incrementa su temperatura y salinidad, que es compensada con una salida de agua profunda del Mediterráneo, cuyo contenido salino es menor. Las principales corrientes en el área de cultivo son:

- La corriente General del Estrecho, que recorre el borde de la costa de norte a sur con una velocidad media de 0,2-0,5 nudos.

- Contracorrientes costeras del estrecho de Gibraltar, cuya velocidad es variable y cuya dirección cambia en función de las subidas y bajadas de marea.

En relación con el régimen de corrientes en la zona, la vaciante hacia el este comienza tres horas antes de registrarse la pleamar en Tarifa, mientras que la creciente hacia el oeste se produce tres horas después de la misma.

La zona de ubicación del cultivo está comprendida en un área biogeográfica fronteriza entre ambientes atlánticos y mediterráneos, con un afloramiento entre Punta Europa y Estepona, con el consiguiente incremento de la productividad primaria de la zona, y por tanto, de sus recursos.

En cuanto al oleaje, frente a las costas de levante de La Línea, la dirección de Levante es la dominante en todas las estaciones del año, seguidas en menor frecuencia y altura de olas por las direcciones NE y SE. El 97% de los periodos de oleaje en alta mar están comprendidos entre 0 y 10 segundos, siendo los más frecuentes 4 y 6 segundos.

El sedimento de la zona está constituido por arena fina, con una selección moderadamente buena, en el que el contenido de bioclastos es prácticamente nulo, con un contenido en materia orgánica, que aumenta con la profundidad, pero que no alcanza el 2%. El carácter uniforme de la granulometría de las áreas se refleja en la estructuración de las comunidades, con valores del índice de Pielou que muestran una buena estructuración de las mismas.

### III.4.2. Principales características de la instalación

De acuerdo a las condiciones técnicas establecidas en la autorización de cultivo:

- Superficie concedida: 876.752 m<sup>2</sup>
- Especie autorizada: *Mytilus galloprovincialis*
- Abastecimiento de semillas procederá de población autóctonas.
- El cultivo se realiza en 10 bateas.

Las características de las bateas fondeadas son: construidas con madera de eucalipto, de 20 m de longitud por 18 m de anchura cuelgan entre 100 y 150 cabos de 12 metros de longitud cada uno.



Vista de una batea

### III.4.3. Crecimiento y ciclo reproductor.

El estudio del crecimiento se realizó tomando como base ejemplares situados en los extremos de la cuerda marcada. De acuerdo con los datos facilitados por un responsable de la

instalación, la semilla fue sembrada en febrero y es originaria de distintas zonas rocosas entre Torreguadiaro y La Atunara.

No existen datos concretos sobre la talla exacta de la misma, pero en términos generales no superó los 2 centímetros.

Transcurridos seis meses los mejillones superaron los 5,5 cm, no obstante debido al desdoble resultó muy difícil precisar las tasas de crecimiento de las tallas superiores.

La talla comercial inicialmente prevista por la empresa correspondía a ejemplares con longitudes comprendidas entre 7,5 y 8,5 cm, y aunque esta comercialización no pudo llevarse a efecto en las fechas previstas, las muestras que se en noviembre, si bien algunos ejemplares alcanzaban esta talla, se detectaba una gran variabilidad de tamaños, siendo más bien escasos los ejemplares con estas medidas.

Atendiendo a los resultados concretos procedentes de los muestreos realizados (gráfico inferior) en el seguimiento en la parte superior de la cuerda la semilla que se sembró en febrero, ésta alcanzó una talla media de 16,4 mm en abril, superándose los 59 mm en agosto. Entre abril y mayo se observa un fuerte incremento de talla, que es bastante más atenuado entre mayo y junio. Entre agosto y septiembre el descenso observado en la talla corresponde al proceso de desdoble, con lo que se consigue una nueva clasificación de las tallas.

Mientras el seguimiento de la muestra de profundidad de la misma batea se inició en mayo, y se pudo analizar el crecimiento de forma fiable hasta el momento del desdoble. De acuerdo con los datos obtenidos, una muestra sembrada en febrero supera a finales de agosto los 55 mm.

De acuerdo con estos datos no se puede establecer que existan tasas de crecimiento diferenciales en superficie y en profundidad.

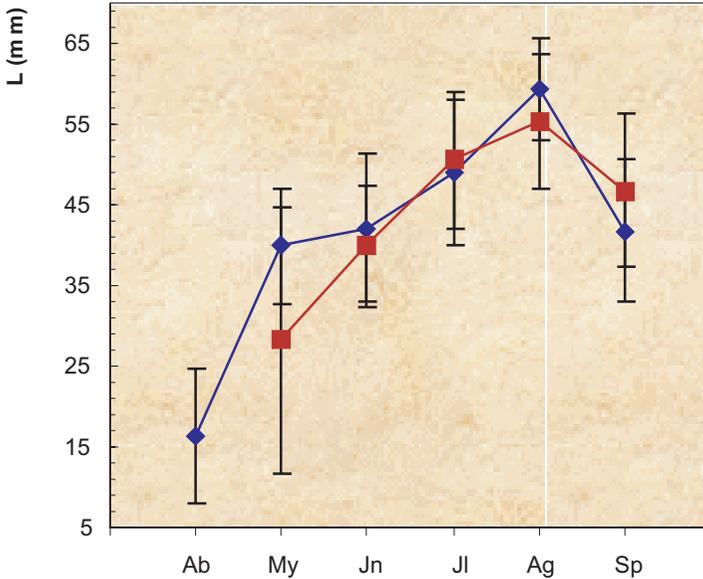
A partir de los datos obtenidos respecto a las tasas de crecimiento, se considera que en torno a 10 meses se alcanza una talla comercial. Esto supondría un acortamiento considerable con respecto a los datos indicados por Mariño y colaboradores (1982) según los cuales, la duración del cultivo en Galicia oscila entre 13 y 20 meses, con un valor medio de 17 meses. Los resultados de Villalba (1995) indican también periodos de aproximadamente 18 meses para obtener mejillones de 8 cm a partir de semilla de 2cm, en distintas localidades gallegas. (ver gráfico página siguiente)



Muestra de mejillón procedente de la instalación de bateas

Los mejillones procedentes de este cultivo presentan buen aspecto, con las valvas de color negro brillante, y sobre los que a lo largo del

**Evolución de las longitudes medias de las muestras de superficie(BS) y profundidad(BP).**



Fuente: XXXXXXXXX

cultivo no se han fijado epibiontes, tan sólo en algunos casos esponjas incrustantes. No presentan depósito de limo sobre las mismas.

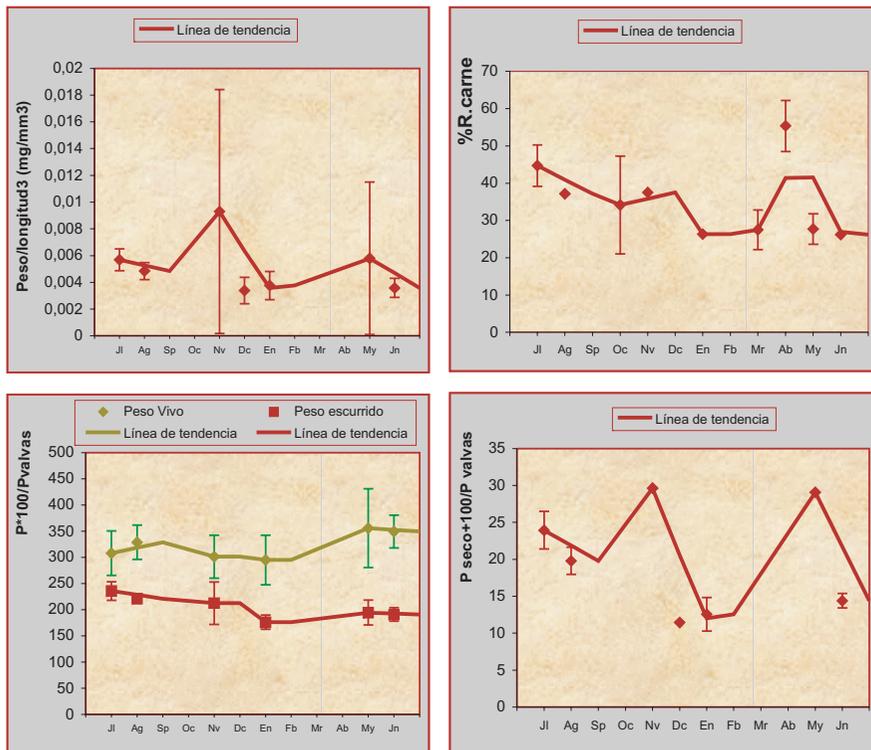
El estudio del ciclo reproductor requiere disponer ejemplares que hayan alcanzado la madurez sexual. Al tratarse de una instalación de reciente creación, fue necesario esperar a que los ejemplares superaran esta talla, para iniciar el estudio. Este hecho, unido a factores ambientales y a factores propios del funcionamiento de la instalación, impidió disponer de una serie continuada de datos. De los tres puntos de muestreo considerados al inicio del estudio, el correspondiente a la muestra de la parte inferior de la cuerda de la batea 1 es el que presenta los datos de forma más continuada, por lo que son los de esta muestra los que se representan en el gráfico.

Los resultados de los índices de condición indican tres descensos (gráfico inferior), de acuerdo con 3 de los cuatro índices considerados. Estos descensos por orden decreciente de intensidad se registran entre noviembre y diciembre de 2003, mayo y junio de 2004 y julio-agosto de 2003. Este último descenso no es detectado por el índice de condición formulado en función al peso vivo.

Aunque no se exponen en esta obra los resultados de otros puntos de muestreo recogidos en incrementos de los índices en octubre-noviembre y marzo-abril.

De acuerdo con estos datos, parece que hay tres periodos de emisión, de los que el más importante sería el otoñal, seguido del observado a finales de primavera.

### Evolución de los índices de condición y del rendimiento en carne de la población de *M. galloprovincialis* cultivada en bateas.



Fuente: XXXXXXXXX

En relación con el rendimiento en carne, el valor medio es 35,18%, destacando el elevado valor registrado en abril de 2004, con un contenido en carne superior al 55%. Este valor duplica a los hallados en enero, marzo, junio y julio, lo que en términos prácticos nos indica que en cualquiera de estos meses, y considerando ejemplares de tallas similares, para alcanzar

un kilo de mejillón necesitamos el doble de ejemplares que los que precisos en abril. Los rendimientos desde agosto a noviembre son también elevados, con valores próximos a la media o que lo superan.

Para clarificar los datos aportados por los índices de condición, se realizó el estudio histológico del ciclo gametogénico de ejemplares procedentes de esta instalación, para relacionarlos con los datos de las diferentes bateas con el fin de disponer de información más continuada. Para ello se procesaron histológicamente 324 ejemplares, de los cuales el 50,62% son hembras, 48, 46% machos y el resto distribuidos entre 2 ejemplares hermafroditas y un ejemplar cuyo sexo ha sido imposible identificar. La proporción de sexos es 1:1 ( $\chi^2 = 0,67$ ). Los ejemplares hermafroditas presentaban la parte masculina y femenina de la gónada con claros signos de actividad sexual. Los datos de la proporción de sexos se muestra en la siguiente tabla:

Meses	%H	%M	%I	%Hf	N
Jn	55.17	44.83	0.00	0.00	29
Jl	56.67	40.00	0.00	0.00	30
Ag	70.00	30.00	0.00	0.00	30
Sp	43.33	56.67	0.00	0.00	30
Nv	46.67	50.00	3.33	3.33	30
Dc	53.33	46.67	0.00	0.00	30
En	40.00	60.00	0.00	0.00	25
Mr	40.00	60.00	0.00	0.00	30
Ab	43.33	53.33	0.00	0.00	30
My	46.67	53.33	0.00	0.00	30
Jn	60.00	40.00	0.00	0.00	30

**Distribución de ejemplares por sexo a lo largo del estudio.**  
 % H: porcentaje de hermafroditas; %M: porcentaje de machos; % I : porcentaje de individuos indeterminados; % Hf: porcentaje de hermafroditas; N: tamaño muestra mensual.

La escala de desarrollo gonadal empleada en este estudio considera una serie de estados, en los que los denominados 0, I y II son de clara inactividad, mientras que los ejemplares encuadrados dentro de las distintas categorías del III, se corresponden con activaciones de la gónada acompañadas de puestas y nuevas activaciones seguidas de procesos de reabsorción. Dentro de estos episodios, los catalogados como IIIA2 se corresponden con la primeras puestas de los ejemplares, y por tanto, en la que se ven involucrados un mayor número de gametos.

Las observaciones microscópicas no establecen claros estados de vaciado gonadal, indicando regeneraciones de folículos gonadales coincidentes con claros estado de puesta.

De acuerdo con la siguiente tabla, durante todo el año es posible encontrar ejemplares con signos de actividad gonadal y puestas de distinta intensidad, detectándose el periodo de mayor inactividad de noviembre a marzo.

Estados	0	I	II	III A1	III A2	III B	III C	III D	N
Jn									29
Jl									30
Ag					29	1			30
Sp			1	3	16	3	3	4	30
Nv	1			3	14		1	11	30
Dc	1	2	2	3	12	1	4	5	30
En	0	1	2	11	9	0	2		25
Mr			10	1	1	8	9	1	30
Ab				9	21	0			30
My				1	18	6	4	1	30
Jn				2	24	3		1	30

Estados de desarrollo gonadal de los ejemplares de *M. galloprovincialis* cultivados en bateas.

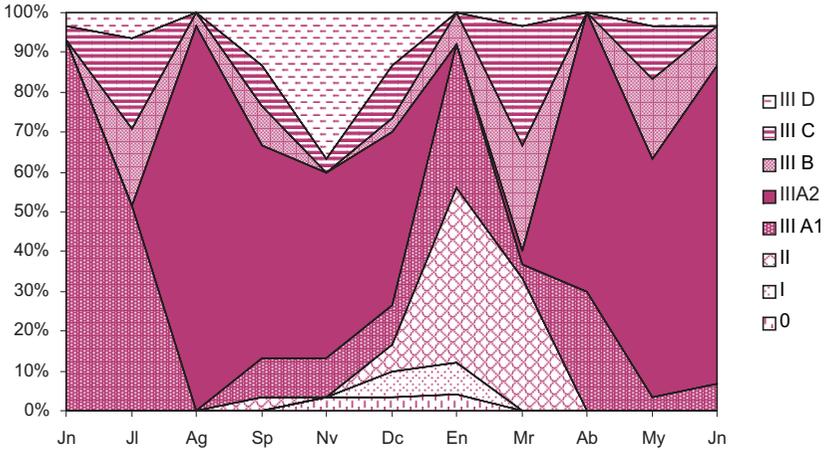
0: reposo sexual; I: multiplicación de las gonias; II: progresión de la gametogénesis; IIIA1, IIIA2, IIIB, IIIC, IIID: distintos estados de maduración gonadal. N: número de ejemplares analizados.

En éste último mes más de 33% de la población ya presenta signos de progresión de gametogénesis, no hallándose ningún ejemplar en estado 0 y I. En abril, la muestra está totalmente constituida por ejemplares activos, la mayoría de los cuales han iniciado la puesta, aunque quedan individuos que no responden a los estímulos desencadenantes de la misma. El periodo claramente activo se inicia en abril de 2003, con todos los ejemplares con signos de puesta o prepuesta. A partir de este momento se produce una diversificación de los estados encontrados, desplazándose hacia aquellos característicos de reconstrucciones o reabsorciones gonadales, haciéndose patente en éstos últimos signos de atresia ovular.

En el gráfico siguiente podemos observar que los máximos porcentajes de emisión se registran en agosto (96,66%) y junio de 2003 (93,10%), y en junio de 2004 (80%). Los valores más elevados de restauración gonadal (estado III C) suceden en marzo de 2004 y julio de 2003, mientras que la reabsorción gonadal alcanza su mayor representación en noviembre, coincidiendo con el inicio de inactividad.

Por tanto, como resumen, podemos indicar, que se trata de una población en la que siempre es posible encontrar ejemplares con signos de liberación de gametos, así como en distintas fases de estado III durante todo el ciclo, si bien la actividad parece iniciarse en abril de forma clara, con el 30% de la población madura pero sin emitir, y el 70% con liberación de gametos. Posteriormente, se van incorporando ejemplares en distintos estados dentro de la maduración, en el que coinciden dos momentos de reactivación gonadal importante, uno en primavera (marzo con un 30%) y otro en verano (julio, con el 20%), si bien en el primer caso el ciclo sigue hacia una activación gonadal, mientras que en el segundo se apunta a un periodo de reposo, constatado por el valor más elevado de reabsorción gonadal de noviembre (casi el 37% de la población en estado 3D).

**Porcentajes mensuales de los diferentes estadios de desarrollo gonadal**



Estados de desarrollo gonadal de los ejemplares de *M. galloprovincialis* cultivados en batea.

A pesar de la discontinuidad de los datos mensuales de los índices de condición, éstos apuntan a que los descensos de primavera y verano están relacionados con la puesta, mientras que el de otoño tiene su explicación en un proceso de regresión gonadal. Aunque no se dispone del comportamiento de los índices entre abril y mayo, los datos histológicos parecen indicar que la liberación de gametos más intensa se registra desde abril a junio, siendo posiblemente más intensa entre mayo y junio, a tenor del 20% de la muestra con claros signos de vaciado gonadal.

La emisión estival, aún afectando a porcentajes más elevados de la población, supone una menor liberación efectiva de gametos.

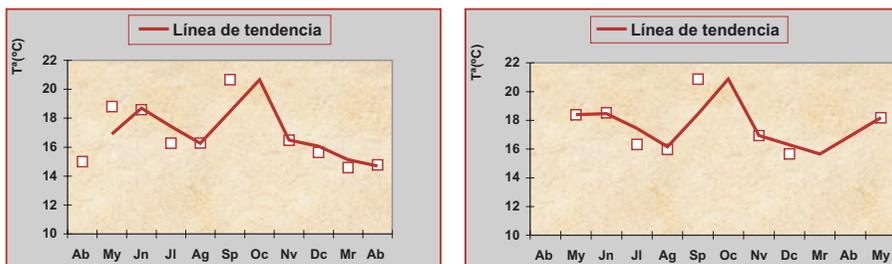
**III.4.4. Seguimiento ambiental del medio de cultivo**

**III.4.4.1. Caracterización físico-química**

Se establecieron tres puntos de muestreo: uno en superficie en una zona del polígono próxima a la costa y dos localizados en la parte externa del mismo, a dos profundidades.

De acuerdo con el gráfico siguiente, las **temperaturas** de la zona pueden considerarse moderadas, tanto en superficie como a 20 m, y muy ajustadas a las condiciones óptimas de la biología del mejillón. En la muestra de agua a 2m de zona más próxima a la costa, este parámetro oscila entre los 14,6° C de marzo y el máximo de 20,66 ° C de septiembre.

## Evolución de la temperatura en las zonas muestreadas en La Línea



Izquierda: agua profunda de la zona externa. Derecha: agua superficial de la zona externa.

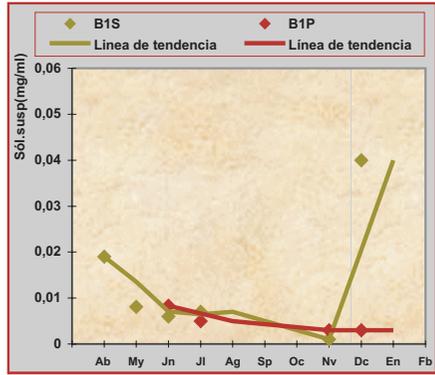
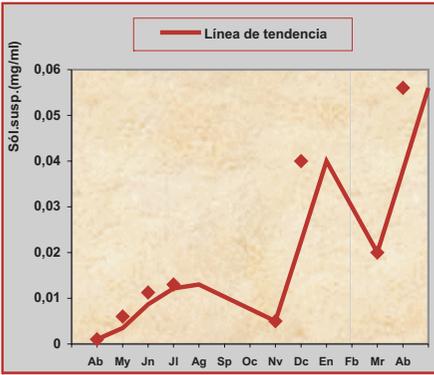
En la zona más externa, la evolución seguida por las temperaturas en superficie y en profundidad es similar, si bien las intensidades de estos cambios son más acusadas en la zona superficial que en la profunda. A excepción de la muestra de abril de profundidad, los valores más bajos se registran en pleno verano, al igual que la temperatura máxima, que en el caso del agua superficial supera los 21 ° C en agosto.

En relación con el **pH**, el comportamiento es similar para la zona más externa del polígono, independientemente de la profundidad, mientras que en la zona más próxima a la costa se observan desfases. El pH de esta última está comprendido entre el máximo de marzo (8,47) y el mínimo de noviembre y diciembre (8,13). Este mismo valor es el mínimo registrado para el agua superficial de la zona exterior, mientras que a 20 m de profundidad, desciende a 8,03. En relación con los máximos, ambos son inferiores al obtenido para el agua superficial de la zona del polígono más próxima a la costa.

Otro de los parámetros de control hace referencia a la concentración de **sólidos en suspensión**, que se tomaron en los mismos puntos indicados anteriormente pero a 2 y a 40 m aproximadamente de profundidad. En las tres muestras analizadas este parámetro presenta valores muy bajos, que en ningún caso superan los 0,02 mg/ml. Así, en la muestra de la batea cercana a tierra, comparando los datos obtenidos en abril de 2003 y 2004 se observa un fuerte incremento de los sólidos en suspensión; sin embargo, si analizamos detenidamente los datos de los que disponemos, este incremento es constatable desde abril a junio; sin embargo, en noviembre se rompe esta tendencia, y aunque en diciembre se produce un incremento, entre este mes y marzo decrece. Por tanto, los datos no nos permite concluir que se haya producido un aumento de los sólidos en suspensión en la zona más cercana a tierra.

En la zona externa del polígono, los sólidos en suspensión en superficie siguen un patrón opuesto al descrito para la zona más próxima a la costa, con un fuerte descenso en superficie desde abril a julio, si bien, si se observa un fuerte incremento entre noviembre y diciembre. En cuanto a la muestra de profundidad, también se observa un patrón descendente.

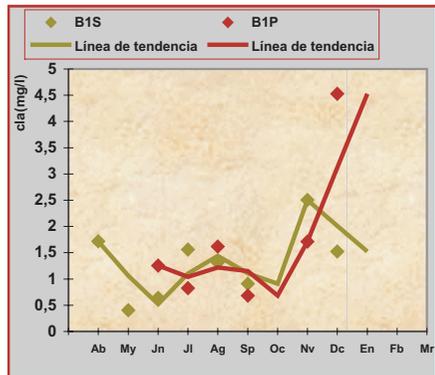
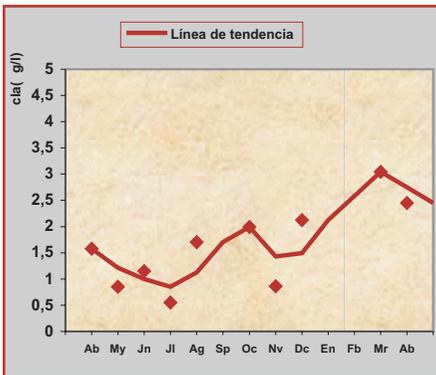
**Evolución de los sólidos en suspensión**



Izquierda: zona próxima a la costa. Derecha: zona alejada; B1S: superficial; B1P: profundidad. .

Los valores de clorofila *a* (gráfico inferior) en el agua de la zona más cercana a la costa, presenta valores muy irregulares, con un máximo absoluto en marzo de 2004. Las variaciones entre meses consecutivos no son atenuadas, con valores que se duplican o incluso triplican en meses consecutivos. Si atendemos a las muestras tomadas en la en la parte más externa del polígono, llama la atención que la concentración de clorofila más elevada se registra en la muestra de diciembre de profundidad (4,5 mg/l). La muestra superficial de esta zona presenta el máximo de clorofila en noviembre, seguidos en orden de intensidad por los de abril y julio.

**Evolución de la clorofila a**



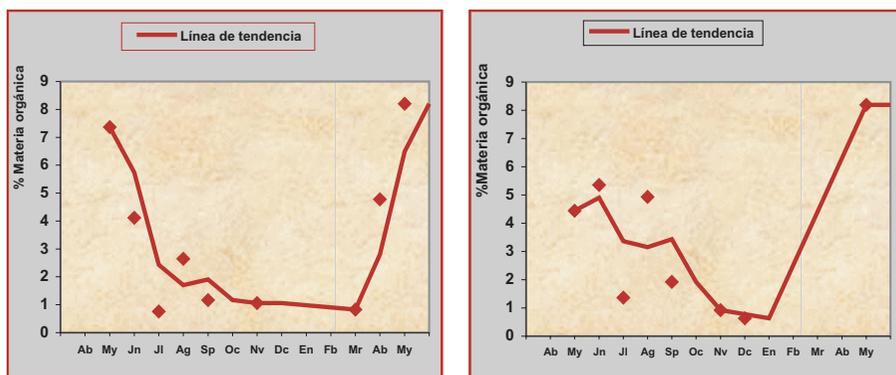
Izquierda: zona próxima a la costa. Derecha: zona alejada; B1S: superficial; B1P: profundidad.

Analizando los datos de forma pormenorizada no podemos concluir que los valores de clorofila *a* sean superiores de forma continuada en ninguno de los puntos estudiados, si bien, si tenemos en cuenta que los periodos de comparación no son totalmente coincidentes, la primavera y el final de otoño son dos momentos en que la concentración de clorofila aumenta en el polígono.

El porcentaje de **materia orgánica en sedimento** es irregular a lo largo del año, y aunque los valores máximos se registran en el sedimento situado bajo la batea más próxima a la costa, los datos no permiten decir que el cúmulo de materia orgánica sea superior en esta zona con respecto a la situada en la zona más externa del polígono. En la zona más próxima a tierra, los valores en la primavera de 2003 y 2004 son los más elevados detectados, si bien en el primer periodo en abril se inicia un descenso en el contenido en materia orgánica, que se mantiene en niveles bajos en los restantes meses analizados, mientras que en 2004 desde febrero a mayo se produce un fuerte incremento. Desconocemos la tendencia en meses posteriores.

En la zona más exterior, el patrón es más irregular, detectándose el máximo en mayo de 2004; sin embargo, el comportamiento de este parámetro en claros dientes de sierra a lo largo del estudio, no permite dar ninguna hipótesis fuertemente asentada sobre la evolución del contenido en materia orgánica en el medio.

Evolución de la materia orgánica en el sedimento



Izquierda: zona próxima a la costa. Derecha: zona alejada.

#### III.4.4.2. Caracterización biológica

##### Fauna bentónica

Para la caracterización biológica se realizaron campañas de muestreo en la primavera de 2003 y 2004 y en el verano de 2003, ya que el mal estado del mar impidió la toma de muestras en otoño e invierno.

Entre los animales capturados en estas campañas los bivalvos y gasterópodos capturados constituyeron el mayor porcentaje de ejemplares (Tabla de relación de especies en Anexo 1). Asimismo se recogieron ejemplares de otros filos de invertebrados menos abundantes que, al no poder determinar la especie concreta en algunos de ellos, se optó por no incluirlos para realizar los análisis estadísticos. De la misma forma, tampoco se incluyeron los ejemplares de *M. galloprovincialis* por las interferencias que ocasionaban en los análisis. En los análisis se ha distinguido entre especies asociadas al los bioclastos, especies asociadas al fango y especies asociadas a los cultivos de mejillón.

Se ha observado un aumento del número de especies y de individuos en las muestras de 2004. El incremento del número de especies ha sido más notorio en la muestra interior, es decir, en la más próxima a las bateas; sin embargo, no se ha detectado un incremento de la fauna asociada a mejillón, ni de la fauna asociada a fango, destacado el aumento experimentado por las especies ligadas a bioclastos.

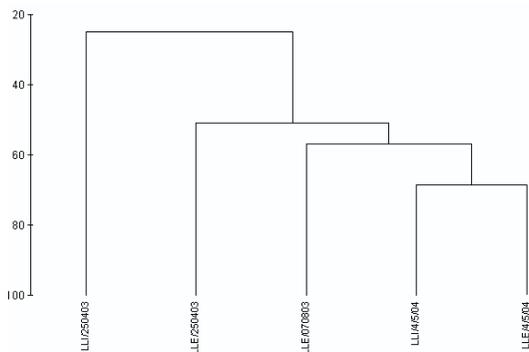
Con estos datos se han calculado los valores propios de riqueza específica, abundancia, equirrepartición y el índice de diversidad de Shannon-Wiener siendo los resultados los que se muestran en la siguiente tabla.

Estación de Muestreo	Riqueza Específica	Abundancia	Equirrepartición	Diversidad
LLE0403	15	41	0.86	3.38
LLI0403	7	13	0.84	2.35
LLE0803	22	70	0.89	3.98
LLI0504	47	310	0.82	4.53
LLE0504	26	166	0.83	3.89

Datos relativos a los moluscos hallados en las muestras tomadas con rastro.  
 LLE: muestra tomada en el exterior del polígono; LLI: muestra tomada en el interior del polígono; S: Número de especies; N: abundancia; J: índice de equirrepartición de Pielou; H': índice de Shanon Wiener en base 2.

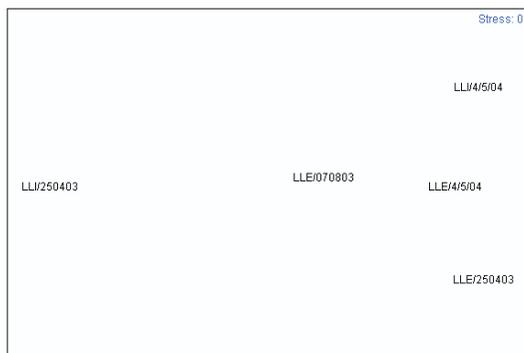
De acuerdo con los resultados se aprecia un aumento tanto de la riqueza específica, como del número de efectivos en cada una de las zonas con el paso del tiempo; sin embargo, se produce un ligero descenso en el índice de equirrepartición. La diversidad es similar en términos generales, en ambos puntos de muestreo, destacando la muestra primaveral de la zona más cercana al polígono de cultivo. Una vez calculados los parámetros que identifican cada muestra, hemos hallado el índice de Bray Curtis con datos cuantitativos no transformados, agrupando por medias.

Los datos cuantitativos que se reflejan en el gráfico indican que las muestras de abril de 2003 difieren en casi el 50% de las restantes muestras analizadas; si comparamos las muestras de abril de ambas zonas de 2004, éstas son similares en más del 65%. Es decir, si comparamos el número de especies, sin tener en cuenta si se tratan o no de las mismas, se parecen más entre sí las muestras del mismo año, que las muestras de la misma época y zona de años distintos.



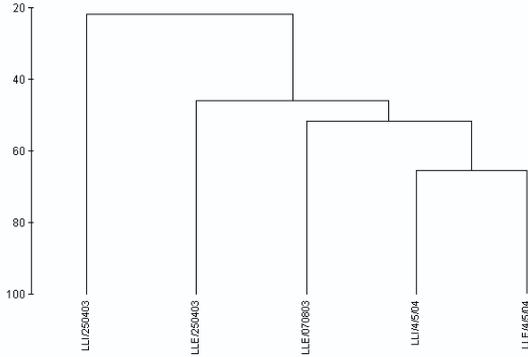
Agrupación de las muestras en base a la matriz de similitud de Bray Curtis con datos cuantitativos no transformados.

La escasa similitud desde el punto de vista cuantitativo entre las muestras se traduce en un análisis multidimensional no métrico en el que no se producen interferencias entre las muestras



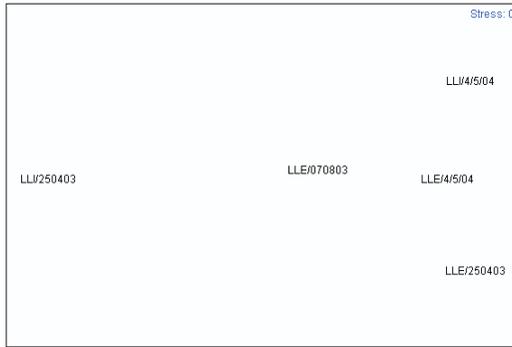
Ordenación de los datos cuantitativos de acuerdo con análisis multidimensional no métrico

Si la ordenación se realiza en base a datos cualitativos, los resultados obtenidos son similares en términos generales, si bien se incrementan ligeramente las diferencias entre las muestras del interior de abril de 2003 y las restantes muestras, mientras que las correspondientes a la primavera de 2004 son más similares (68%).



Agrupación de las muestras basándose en la matriz de similitud de Bray Curtis con datos cualitativos.

Como consecuencia, el análisis multidimensional no métrico muestra resultados similares sin que se produzca interferencias entre ellas (Stress:0), lo que queda reflejado en el siguiente gráfico.



Ordenación de los datos cualitativos de acuerdo con el análisis multidimensional no métrico

Fauna pelágica

Los datos analizados para la caracterización de la fauna pelágica se corresponden con capturas realizadas con trasmallo en dos estaciones de muestreo establecidas en esta instalación en primavera, verano y otoño de 2003 y primavera de 2004.

De acuerdo con estos datos, tanto la riqueza específica como la abundancia son superiores en la zona del exterior del polígono de cultivo, destacando sobremanera la muestra de otoño, claramente dominada por el salmonete de roca (*Mullus surmuletus*) y por el tonino (*Scomber japonicus*). La primera de estas especies es la dominante en todas las muestras del exterior del polígono, mientras que la segunda sólo es capturada en la muestra otoñal, siendo el besugo (*Pagellus acarne*) la segunda especie dominante más constante.

En verano, se obtuvieron capturas muy escasas tanto en el interior como en el exterior, si bien las muestras de esta última zona presentan una mayor riqueza específica y abundancia. En la pesca realizada a primeros de diciembre las capturas se incrementaron de forma considerable al tiempo que se capturaron especies de peces y crustáceos especies que no se habían capturado hasta esa fecha. Destaca, al igual que en casos anteriores la mayor riqueza específica y abundancia de las capturas realizadas en el exterior del polígono. Los datos de las pescas de la primavera deben ser tenidos en consideración con cautela porque el trasmallo fue en gran parte copado por muestras de mejillón desprendidas de las bateas por los temporales y arrastradas hasta las redes por las corrientes.

El análisis estadístico de los datos obtenidos aporta los resultados que se incluyen en la Tabla ANEXO NM

ESTACION DE MUESTREO	S	N	J'	H'
IP03	6	33	0,77	1,99
EP03	12	51	0,70	2,52
IV03	2	5	0,72	0,72
EV03	7	43	0,66	1,84
IO03	7	41	0,35	0,99
EO03	19	126	0,63	2,66
IP04	4	14	0,54	1,09
EP04	7	15	0,83	2,33

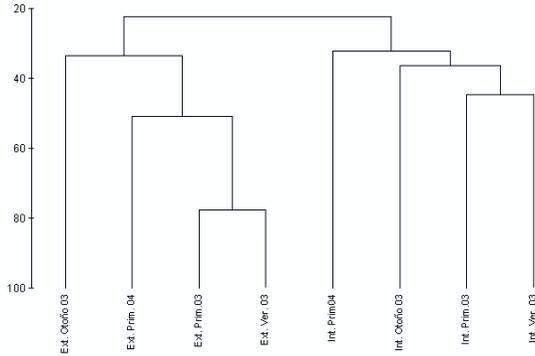
**Datos relativos a las muestras capturadas con trasmallo:**

IV muestra tomada en el interior del polígono en verano  
IO muestra tomada en el interior del polígono en otoño  
IP muestra tomada en el interior del polígono en primavera  
S. Número de especies;  
J': índice de equirrepartición de Pielou;

EV muestra tomada en el exterior del polígono en verano  
EO muestra tomada en el exterior del polígono en verano  
EP muestra tomada en el exterior del polígono en primavera  
N. abundancia;  
H': índice de Shanon Wiener en base 2.

Estos resultados indican que el mayor número de especies se alcanzó en la muestra de otoño del exterior, seguido de la muestra de la zona exterior de primavera de 2003, siendo también las muestras con más individuos, aunque la equirrepartición es más elevada en la muestra exterior de primavera.

El análisis cuantitativo de los datos – gráfico siguiente muestra una clara separación entre las muestras del interior y las del exterior, que son similares en sólo el 22%. Dentro de cada uno



Agrupación de las muestras de fauna pelágica en base a la matriz de similaridad de Bray Curtis con datos cuantitativos.

de estos grupos, en el exterior, las muestra más distinta es la de otoño, mientras que la similitud entre las muestras de verano y primavera de 2003 supera el 77%.

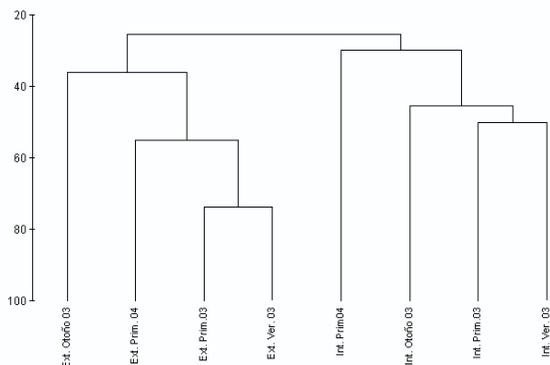
La comparación entre las muestras estacionales de la zona interna es distinta. Es la muestra de primavera de 2004 la más distinta (37% de similitud con las restantes) y la similitud entre la muestra primaveral y estival no alcanza el 50%, a diferencia del 77% que se establecía entre las mismas muestras de la zona exterior.



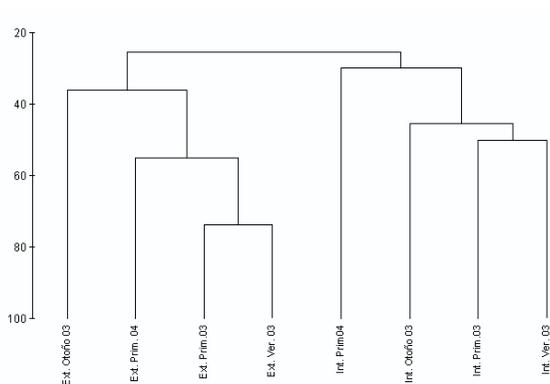
Ordenación de los datos cuantitativos de fauna pelágica de acuerdo con un análisis multidimensional no métrico.

El análisis multidimensional no métrico (MDS) señala claramente esta separación, con una casi nula interferencia entre las muestras (Stress:0,07)

Si atendemos a los datos cualitativos, se observa también una separación entre las muestras exteriores e interiores, que sólo son similares en un 25%; de la comparación en ambas zonas, las muestras más parecidas son las de primavera y verano de 2003, cuya similitud es superior al 73% en el exterior, quedando reducida al 50% en el mismo periodo en el exterior; sin embargo, la muestra de otoño del exterior del polígono es la más distinta, mientras que en el interior es la muestra de primavera de 2004, que sólo presenta un 30% de similitud con las restantes muestras del interior.



Agrupación de las muestras de fauna pelágica en base a la matriz de similitud de Bray Curtis con datos cualitativos.



Agrupación de las muestras de fauna pelágica en base a la matriz de similitud de Bray Curtis con datos cualitativos.

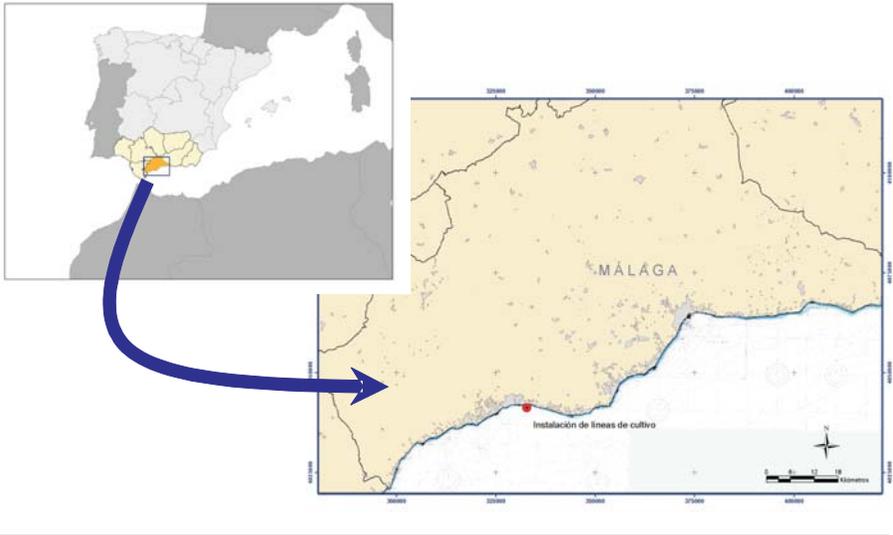
Estos resultados se traducen en un bajo índice de interferencia entre las muestras (stress:0,06), cuando se realiza el análisis multidimensional no métrico.

## III.5. RESULTADOS DEL SEGUIMIENTO DE LAS POBLACIONES CULTIVADAS EN LÍNEAS (PROVINCIA DE MÁLAGA)

### III.5.1. Situación geográfica y características del medio

El cultivo de mejillón en la zona surmediterránea se inició con una experiencia previa a la autorización definitiva frente al puerto pesquero de Marbella utilizando como sistema de cultivo las líneas.

Marbella está enclavada en la zona septentrional del mar de Alborán, en una zona sometida a una gran influencia de la corriente atlántica entrante. La plataforma continental en la zona de Punta Europa a la bahía de Málaga llega hasta los 100 m de profundidad, con una anchura aproximada de 10 Km, que aumentan de oeste a este hasta alcanzar 15 Km, frente a la bahía de Málaga.



Las corrientes del litoral malagueño están regidas por los vientos y por la corriente general de entrada de agua atlántica procedente del estrecho de Gibraltar. Sobre el talud continental predomina la influencia de esta corriente general, y sobre la plataforma, el viento. La corriente atlántica, al atravesar el estrecho, entra en Alborán en dirección Noreste siguiendo aproximadamente la geometría del talud continental hasta Punta Calaburras. A partir de ahí se aparta de la costa para girar en torno al gran remolino anticiclónico que cubre el mar de Alborán occidental. Esta corriente atlántica tiene una anchura de 15-30 Km, y aunque su localización es variable puede situarse a unos 40 Km de Estepona o Marbella.

En la zona de Marbella, dependiendo de los vientos reinantes podemos encontrar:

- una capa de agua superficial de origen atlántico, de salinidad casi constante y fuerte gradiente térmico.
- una capa profunda de agua de origen mediterráneo
- una zona de mezcla situada entre las capas anteriores.

Cano (1991) concluye que las corrientes en el litoral malagueño están regidas por los vientos y por la corriente general de entrada de agua atlántica procedente del estrecho de Gibraltar. Sobre el talud predomina la influencia de la corriente general de entrada del estrecho, y sobre la plataforma el viento, no existiendo prácticamente desfase entre los vientos y las corrientes.

En la zona de emplazamiento del cultivo existe una corriente máxima de 30 cm/s y mínima de 15 cm/s. Las alturas de las olas varían entre 0,35 y 1,35 m, no superando en la zona de Fuengirola 4,5 m. Los periodos más frecuentes están comprendidos entre 3 y 7 s. El periodo de menor oleaje ocurre de julio a octubre, mientras que en diciembre se registran los temporales más fuertes.

La temperatura del agua de mar en la zona se sitúa entre 14 °C en enero y 22 °C en septiembre, superando 16 °C en la mayor parte del año. Las concentraciones de clorofilas a, b y c oscilan entre 0,1 y 2 mg/m<sup>3</sup>.

### III.5.2. Principales características de la instalación

De acuerdo a las condiciones técnicas establecidas en la autorización de cultivo de la Dirección General de Pesca y Acuicultura, los datos son:

Superficie concedida: 125000 m<sup>2</sup>, en un polígono rectangular de 500x250 mm de dominio público marítimo terrestre en Marbella.

Especie autorizada: *Mytilus galloprovincialis*

Abastecimiento de semillas procederá de población autóctonas.

El cultivo se desarrolla en 10 líneas flotantes de 200 m de longitud cada una.

La instalación está localizada en un fondo de arena, con una profundidad media de 20 m. De cada cabo madre cuelgan un número de cuerdas variables de 10 m de longitud, destinadas tanto a la recolección de semilla como al engorde. Cada línea está anclada mediante cuatro bloques de hormigón de 4500 Kg cada uno.

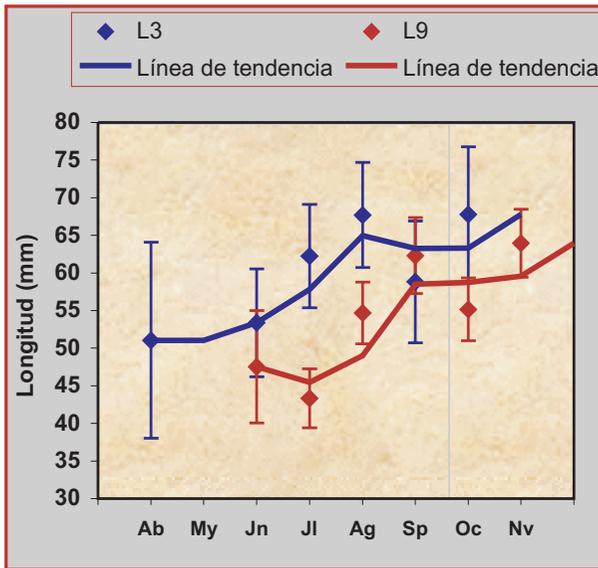
Esta empresa de cultivo se encuentra en al actualidad en pleno funcionamiento.

### III.5.3. Crecimiento y ciclo reproductor

En junio se marcaron dos cuerdas en las líneas 3 y 9 (líneas marcadas en amarillo). Desde junio a agosto la longitud media de la población muestreada en la línea 3 pasó de 53,3 mm a 67,7 mm, es decir, la talla se incrementó en 14,4 mm en los 71 días que transcurrieron entre ambos muestreos.

Entre agosto y septiembre se observa un descenso de la talla, que sólo puede ser atribuible al desdoble de la cuerda que se realizó entre ambos meses. En los dos meses posteriores, el incremento de la longitud media es de 8,96 mm en 21 días. Estos últimos datos deben ser tenidos en consideración con reservas, porque el fenómeno de desdoble incide claramente sobre las tallas que se colocan en las cuerdas, que puede influir en el proceso de muestreo.

Evolución de las longitudes medias mensuales de las líneas 3 y 9



Fuente: XXXXXXXXX

En la línea 9, los problemas para seguir el crecimiento se incrementaron al producirse dos desdobles junto con los desprendimientos que alteran la composición de la muestra que se toma. Los desdobles de la cuerda de referencia se efectuaron uno en julio y otro en octubre. Si se consideran las longitudes comprendidas entre ambos hechos, los mejillones que en julio medían 43 mm superan los 62 dos meses más tarde, por tanto, la tasa de crecimiento es importante incluso en el tramo medio de la talla de estos ejemplares. Estos datos se ven reafirmados por el crecimiento de 8 mm que se registra entre las longitudes medias de octubre y noviembre.

Aunque no se dispone de datos totalmente fiables de cuándo se produjo la siembra de las cuerdas, parece que la principal época de reclutamiento ocurre entre abril y mayo, aunque se instalan colectores en febrero. De estos colectores obtienen semillas de hasta 5 tallas distintas, que recogen sin un cronograma determinado. Teniendo en cuenta esta información, en aproximadamente 7 meses se obtiene ejemplares de más de 6 cm de talla media en ambas cuerdas.

#### **III.5.4. Seguimiento ambiental del medio de cultivo**

Desde abril de 2003 hasta mayo de 2004 se han recogido mensualmente muestras de mejillones procedentes de dos cuerdas de cultivo de la instalación, una situada en una posición intermedia, la línea 3, y otra localizada en una zona más externa (línea 9). En el estudio previo se calcularon nueve índices de condición, si bien sólo se hará referencia a los cuatro índices ya utilizados anteriormente. Se incluye también el rendimiento en carne para ambas muestras.

A continuación se analizan los datos por separado de las dos muestras, comenzando por la zona más interna, es decir, la línea 3.

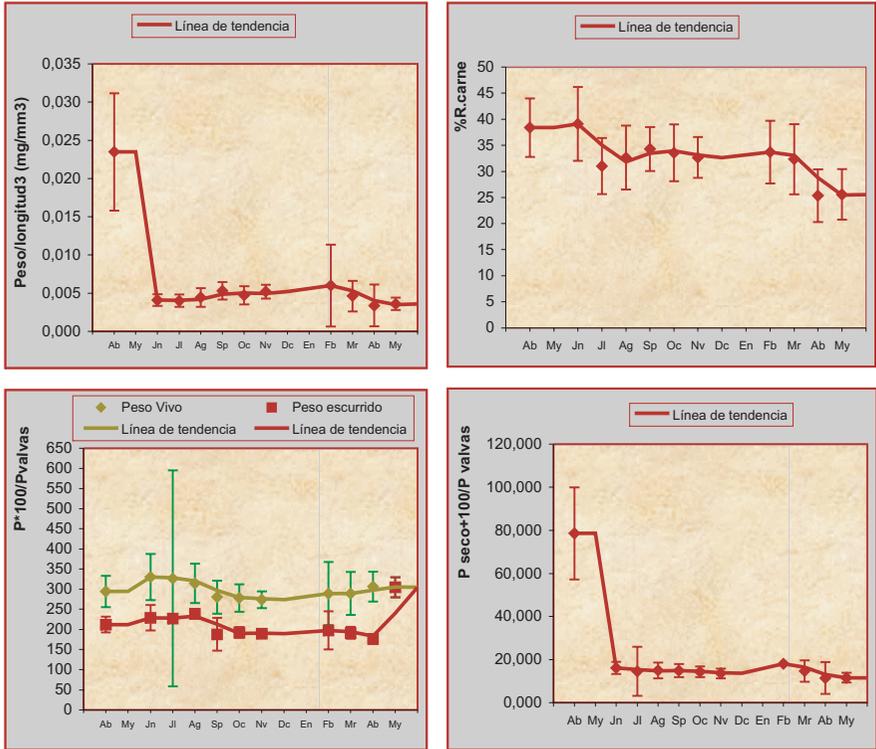
Los resultados de los índices formulados en función del peso seco entre abril y junio de 2003 registran un fuerte descenso. Durante el resto del verano y otoño, los índices se mantienen en valores bajos, con un ligero aumento en septiembre. Posteriormente, desde febrero a abril de 2004 se produce un descenso continuado, manteniéndose los índices en valores similares entre abril y mayo de 2004.

Atendiendo a los dos índices basados en pesos húmedos, el comportamiento en la primavera de 2003 es distinto, registrándose un ligero aumento entre abril y junio. En el verano, ambos índices descienden, manteniéndose estables hasta el otoño. En 2004 el comportamiento es opuesto al registrado por los índices de peso seco.

La diferencia en ambos tipos de índices es tal que, si bien de acuerdo con los pesos secos el valor del índice de abril de 2003 es muy superior al del mismo mes de 2004, en el caso de los pesos húmedos, ambos valores anuales son similares.

El rendimiento medio en carne de las muestras de esta línea es de 32,59 (desviación estándar = 4,3), con el valor más elevado en junio, seguido de abril de 2003. El contenido en carne se mantiene por encima del 30% durante todo el ciclo, a excepción de los meses primaverales de 2004, en el que el rendimiento se sitúa en torno al 25%. Las variaciones entre el mismo mes en los dos años nos indican que los ciclos no son exactamente iguales en años sucesivos y que las condiciones ambientales de cada momento repercuten sobre los mismos. Así, en abril de 2004 se necesita aportar un 13% más de ejemplares para conseguir la misma cantidad de carne que la que se obtiene a partir de ejemplares de abril de 2003.

Evolución de los distintos índices de condición de la población de *M. galloprovincialis* en la línea 3 de Marbella.



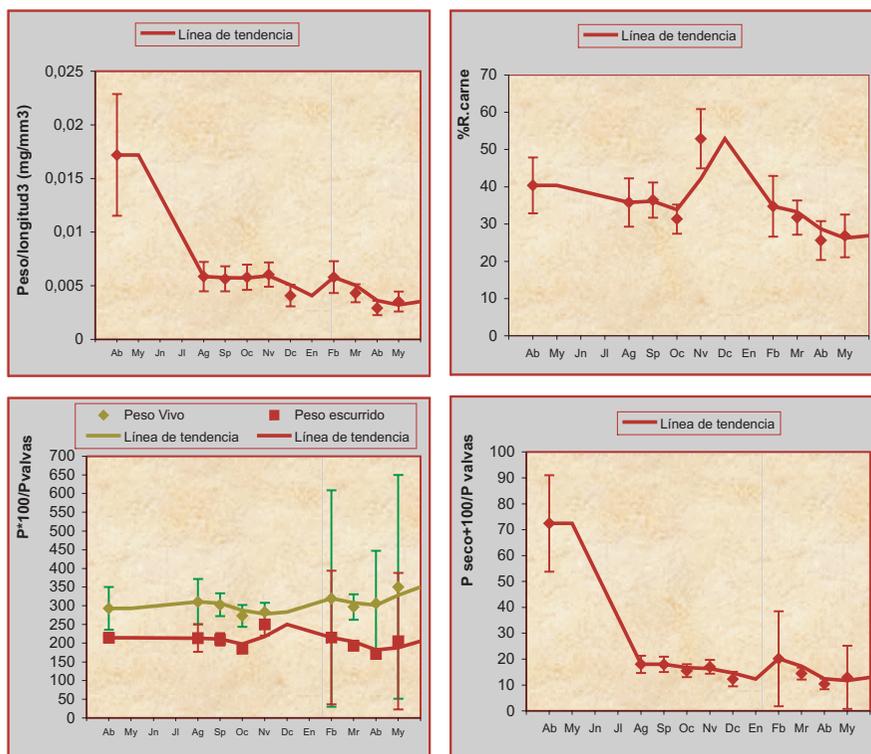
Fuente: XXXXXXXXX

El seguimiento de la línea 9 se realizó durante menos meses entre otras razones porque los ejemplares que superaban los 5 cm de longitud fueron escasos hasta junio. Al igual que en la línea 3, la evolución de los índices difiere según se hayan formulado en función de pesos secos o húmedos. Así, de acuerdo con los primeros, se registra un fuerte descenso entre abril y julio de 2003, manteniéndose constante durante el resto del verano y principios de otoño y presentando un ligero descenso entre noviembre y diciembre. Desde febrero a abril de 2004, la disminución es continua. Los índices basados en pesos húmedos no detectan el fuerte descenso de la primavera de 2003, al igual que entre febrero y mayo de 2004 registran un aumento.

En cuanto al rendimiento en carne, el valor medio para el ciclo se sitúa en el 35,09%, con el valor máximo en noviembre, mes en el que el contenido en carne supera el 52% del peso del

ejemplar y en segundo lugar en abril de 2003 (40,39%); sin embargo, en el mismo mes de 2004 este valor se reduce considerablemente (25,59%), posiblemente relacionado con factores ambientales cambiantes entre ambos años. A excepción de los dos meses de la primavera de 2004, el rendimiento en carne durante todo el ciclo supera el 30%.

Evolución de los distintos índices de condición de la población de *M. galloprovincialis* en la línea 9 de Marbella



Fuente: XXXXXXXXXX

Como colofón de este apartado cabe considerar los siguientes aspectos:

- Los índices de condición obtenidos no difieren en función de la procedencia de la muestra, ya que las posibles diferencias en los valores medios quedan englobadas por las desviaciones típicas. En Galicia se han observado variaciones consecuencia de la densidad de los polígonos de cultivo en una zona, fenómeno que no hemos detectado dentro del polígono estudiado, posiblemente porque el medio tiene capacidad para albergar más elementos de cultivo.

- Los ciclos reproductores no son idénticos en años sucesivos, pudiendo registrarse puestas de distinta intensidad, que pueden repercutir en la cantidad de semilla disponible para el cultivo.

La evolución de los índices de condición de las líneas 3 y 9 de la instalación muestran patrones similares, por lo que sólo se ha realizado el ciclo gametogénico completo de uno de estos dos puntos, concretamente de la cuerda localizada en la parte más interna del polígono. No se dispone de los datos de algunos meses.

Se han observado 322 ejemplares de los cuales 169 son hembras (52,48 %), 151 machos (46,89 %), 1 indeterminado (0,31%) y 1 hermafrodita (0,31%). El valor de  $\chi^2$  es 0,31 si se supone una distribución igualitaria de sexos

Meses	%H	%M	%I	%Hf	N
Ab	53.33	46.67	0.00	0.00	100
Jn	37.93	62.10	0.00	0.00	100
Jl	60.00	40.00	0.00	0.00	100
Ag	50.00	46.90	0.00	3.13	100
Sp	58.62	41.40	0.00	0.00	100
Oc	50.00	46.70	3.33	0.00	100
Nv	53.33	46.70	0.00	0.00	100
Dc	62.07	37.90	0.00	0.00	100
Fb	37.04	63.00	0.00	0.00	100
Ab	58.62	41.40	0.00	0.00	100
My	55.56	44.40	0.00	0.00	100

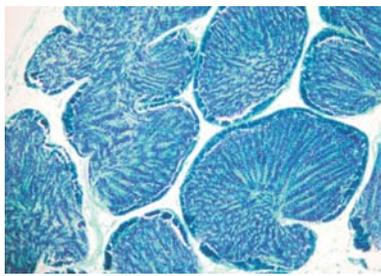
**Distribución de sexos a lo largo del ciclo gonadal.**  
 H: hembras, M: machos, I: indeterminados, Hf :hermafroditas.

De acuerdo con la tabla anterior, la población cultivada en Marbella presenta un amplio periodo de actividad gonadal, con un 10% de los ejemplares en estado de reposo sexual en octubre. Pero incluso en este periodo hay elevados porcentajes de la población involucrados en procesos de emisión.

Estados	0	I	II	III A1	III A2	III B	III C	III D	N
Ab			3	5	10	9	2	1	30
Jn				2	15		11	1	29
Jl					7	2	19	2	30
Ag		1			12	1	12	6	32
Sp					20	1	6	2	29
Oc	3		3	3	16		1	4	30
Nv	1	1	3	1	18		2	4	30
Dc	1	1	1	3	18			5	29
Fb				2	21	2	2		27
Ab			6		3	12	8		29
My				3	13	9	2		27

**Estados de desarrollo gonadal de los ejemplares de *M. galloprovincialis* de Marbella".** 0: reposo sexual; I: multiplicación de las gónadas; II: progresión de la gametogénesis; IIIA1, IIIA2, IIIB, IIIC, IIID: distintos estados de maduración gonadal.

Durante todo el ciclo se detectan ejemplares con signos de primera puesta (III A2), como el que se observa en la foto inferior, en febrero (77,77%) y septiembre (68,97%). El mayor porcentaje de individuos con signos de vaciado gonadal se registra en abril, con un 41, 38%, lo que debe traducirse en un descenso de los índices de condición de este mes. De forma paralela, son escasos, aunque presentes todos los meses excepto en los de “reposo sexual” los ejemplares con signos de vaciado, lo que apunta a un comportamiento de emisión continua.

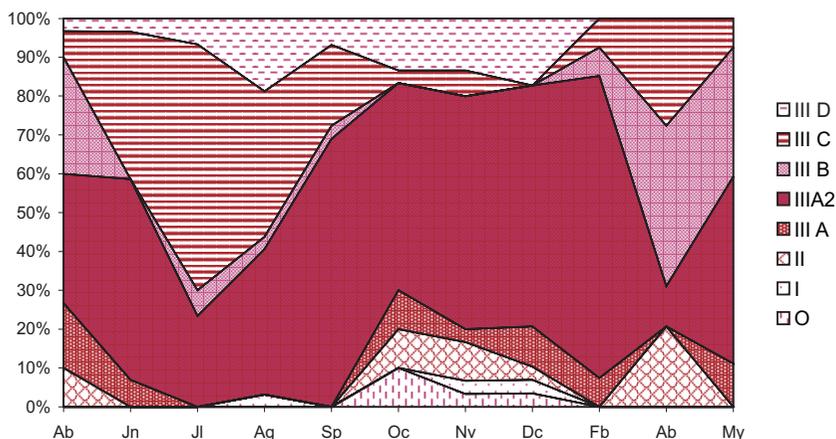


Macho en estado IIIA2

Los meses de verano se caracterizan por ser los de mayor representación de ejemplares con restauración gonadal, destinada a una segunda puesta de menor intensidad en cuanto a gametos emitidos. A finales del estio se inicia un periodo de reabsorción gonadal, que se acompaña con la aparición de ejemplares inactivos.

En el siguiente gráfico se observa de forma clara la coexistencia de hasta 6 estados en un mismo mes, indicando una clara asincronía en la reproducción que lleva a desviaciones en los índices de condición. Si comparamos los datos correspondientes a abril de los dos años observamos como en líneas generales el comportamiento es similar, si bien en el último año, los datos están más desplazados hacia la restauración gonadal, aunque podría explicarse porque mientras la muestra de 2003 se tomó a principios de mes, en 2004 ésta fue recolectada a finales. En un mes clave para las emisiones como es abril, desfases de 2-3 semanas son más que suficientes para los rápidos procesos de cambios que se producen en la gónada.

#### Porcentajes mensuales de los diferentes estadios de desarrollo gonadal



Estados de desarrollo gonadal de los ejemplares de *M. galloprovincialis* cultivados en batea.

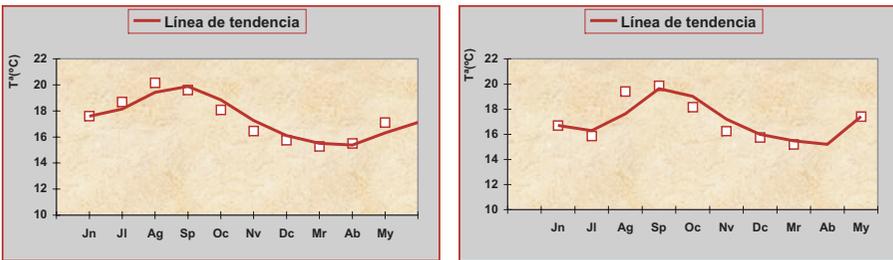
Al inicio del verano, aumentan los ejemplares con signos reconstrucción gonadal, es decir, individuos que ya han realizado una puesta y están organizando de nuevo los folículos gonadales para una nueva emisión. Aparecen en este momento ejemplares con folículos con gametos residuales y numerosos fagocitos, por tanto en estado de reabsorción gonadal, mientras aún permanecen en la población individuos que acaban de realizar la primera puesta (10%) o que están a punto de hacerlo (23%). A finales de año se produce un desplazamiento hacia los estados de inactividad. Febrero es el mes en el de mayor actividad, estando todos los ejemplares encuadrados en las categorías próximas a la emisión.

Estos datos muestran que desde abril a julio se detectan dos emisiones, por lo que la restauración gonadal debe ser muy rápida. Al mismo tiempo, aunque no se dispone de datos de mayo, los datos de abril y junio apuntan a que el descenso de biomasa detectado entre estos meses debe ser progresivo, pues de lo contrario en junio el estado de reabsorción gonadal debería estar más representado. Si se relacionan estos datos con los de los índices de condición, parece claro que las emisiones primaverales son más intensas que las que ocurren en julio, que en parte se ven enmascaradas por los fenómenos de restauración gonadal.

Como se indicó en apartados anteriores, en este apartado se trata de obtener información que sirva de referencia para comparaciones posteriores, una vez que el cultivo lleve más tiempo de desarrollo.

### III.5.4.1. Caracterización físico-química del medio

Temperatura del agua a 20 m de profundidad en la zona de cultivo de Marbella



Izquierda: zona interior (línea 3). Derecha: zona exterior (línea 9)

La temperatura del agua a 20 m de profundidad en la zona interior del cultivo de Marbella, está comprendida entre el valor máximo de agosto (20,17 °C) y el mínimo de abril (15,51°C). Desde finales de verano hasta el inicio de primavera la temperatura sigue un patrón descendente, invirtiéndose esta tendencia a partir de mayo, con un incremento de 3°C desde

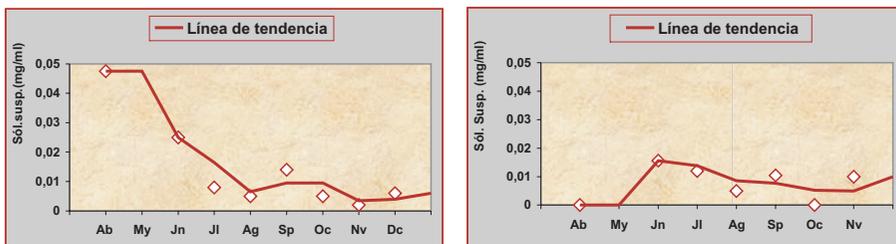
este mes hasta mediados de verano. Por tanto, las temperaturas registradas en la zona se encuadran dentro de los límites óptimos (10-20°C) para el desarrollo de esta especie.

En relación con el pH, comprendido entre 8,1 y 8,42, muestra un patrón similar a la temperatura, coincidiendo los valores máximos y mínimos en el tiempo con los valores térmicos, aunque el ascenso de los valores se inicia un mes antes.

En la línea 9, las temperaturas registradas son también moderadas y similares a las medidas para la zona interna del polígono, coincidiendo el valor mínimo en marzo (15,2° C) mientras que el máximo acontece en septiembre (19,87° C). Los valores de pH se sitúan entre el mínimo de noviembre (8,09) y el máximo de mayo (8,28). Son ligeramente inferiores a los encontrados para la zona interior del cultivo

La concentración de sólidos en suspensión en los dos puntos de control es muy baja, con un máximo de 0,0475 mg/ml en la zona interna y 0,016 en la zona externa. La evolución en las dos zonas es similar, con un descenso de mayo hasta agosto, un ligero repunte en septiembre, y una recuperación a finales de otoño. En septiembre los sólidos en suspensión en el agua se incrementan ligeramente produciéndose un descenso continuado hasta el valor mínimo de noviembre.

Concentración de sólidos en suspensión en la zona de cultivo de Marbella

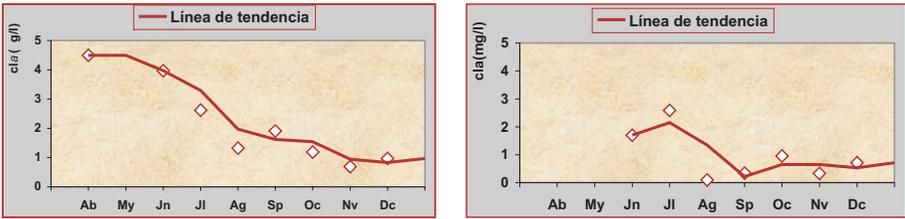


Izquierda: zona interior (línea 3). Derecha: zona exterior (línea 9)

Las concentraciones de clorofila *a*, difieren según la procedencia de la muestra, siendo muy superiores en la línea más cercana a la costa. Se registran en ambos casos dos máximos de intensidad muy distinta, el más importante en abril (zona interna) y julio (zona externa), y un segundo máximo de menor magnitud en septiembre y octubre, respectivamente. El valor máximo en la zona interna se registra en abril (4,5 µg/l) y en julio en la zona externa (no disponemos de muestra de esta zona en abril), siendo en este mes los valores de clorofila similares en ambos puntos (2,62 µg/l y 2,60 µg/l).

El comportamiento de este parámetro las dos zonas es similar desde julio a diciembre, con un fuerte descenso en la concentración entre este mes y agosto y una ligera recuperación con oscilaciones hasta final de año. La principal diferencia entre ambas líneas es, además del desfase en el que se registran los máximos de concentración de clorofila *a*, el comportamiento entre junio y julio.

Concentración de clorofila *a* en la zona de cultivo de Marbella

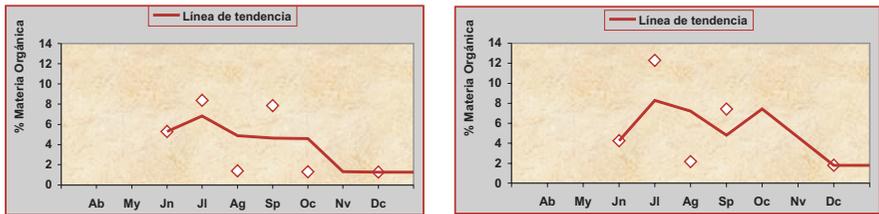


Izquierda: zona interior (línea 3). Derecha: zona exterior (línea 9)

El contenido en materia orgánica del sedimento puede considerarse indicativo del grado de contaminación del medio como consecuencia del depósito precedente de la actividad metabólica de los mejillones; por tanto, sería de esperar que con el transcurso del tiempo, a medida que la producción aumenta, se produzca un incremento en los valores de este parámetro, más aún si tenemos en cuenta los volúmenes de biodeposición indicados para cultivos en batea en Galicia, de acuerdo con los datos recogidos en la publicación del MAPA “La Gestión Medioambiental de la Acuicultura española” (2002).

El porcentaje de materia orgánica del sedimento situado bajo la línea 3 del cultivo varía a lo largo del estudio entre el 8,3% y el 1,27%. Este parámetro sigue una evolución en dientes de sierra, con un incremento entre junio y julio y dos máximos de intensidad similar en este último mes y septiembre (contenido en materia orgánica del 8.3% y del 7.8% respectivamente), que son seguidos de descensos bruscos en los meses inmediatamente posteriores.

Concentración de materia orgánica en el sedimento en la zona de cultivo de Marbella



Izquierda: zona interior (línea 3). Derecha: zona exterior (línea 9)

**En la línea 9, se observa el mismo patrón irregular, con fuertes incrementos y decrementos, con dos máximos también en julio y septiembre (12,3% y 7,42%), estando los valores generales comprendidos entre el 12,3% y el 1,8%. La zona más interna del polígono presenta un menor contenido en materia orgánica, con un valor máximo que supone el 60% del valor encontrado en el mismo mes en la zona más externa del cultivo**

Como resumen, señalar que no se observa un aumento de los parámetros que indican contaminación a medida que el cultivo se desarrolla, lo que posiblemente guarde relación con las características hidrodinámicas del medio, que dispersan los posibles efectos derivados del funcionamiento de la instalación.

Señalar, por otra parte, que esta instalación se encuentra ubicada en una zona que con anterioridad era un cargadero de mineral. Posteriormente, de acuerdo con datos facilitados por ACOSOL (Empresa de Agua de la Mancomunidad de la Costa del Sol), durante más de 20 años, un emisario enclavado en este punto estuvo vertiendo aguas residuales sin depurar, utilizándose en la actualidad, al entrar en funcionamiento una depuradora y un nuevo emisario, como aliviadero en ocasiones de lluvias intensas.

#### III.5.4.1. Caracterización biológica del medio

##### Fauna bentónica

Se han analizado las muestras obtenidas mediante pesca con rastro en primavera, verano e invierno, en el primer caso los muestreos se realizaron en tres puntos (interior de las líneas de cultivo, en la transición y en un punto externo), mientras que en verano sólo se recogieron muestras en los dos puntos extremos. Las comparaciones se han realizado tomando como referencia sólo los moluscos hallados.

Se ha calculado el número de especies, la abundancia, el índice de equirrepartición de Pielou, y el índice de Shanon Wiener, en logaritmo en base 2 .

	S	N	J'	H'
ME090403	18	122	0.78	3.26
MI090403	18	133	0.70	2.91
MELL090403	35	172	0.79	4.05
ME120803	24	96	0.93	4.25
MI120803	31	169	0.82	4.06
ME021203	29	68	0.76	3.7
MI21203	16	55	0.85	3.4

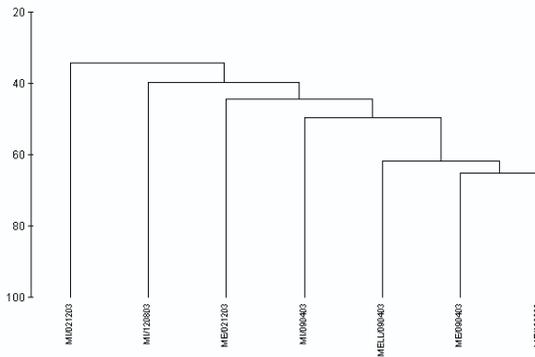
Datos relativos a las muestras tomadas con rastro en Marbella  
 ME.: Muestra exterior / MELL: muestra límite línea de cultivo; / MI: muestra interior / S: número de especies / N:abundancia / J':índice de equirrepartición de Pielou. / H': índice de Shanon Wiener en base 2.

De acuerdo con estos datos, la muestra con un mayor número de especies es la que se encuentra en el límite de la instalación, seguida de la muestra del interior del polígono en agosto. En abril, la riqueza específica de ambas muestras es la misma, si bien el número de individuos de la muestra del interior es algo superior.

Los valores de riqueza específica ( $H'$ ) son bastante elevados, siendo mayores en agosto que en abril, consecuencia posiblemente de los reclutamientos de algunas especies. Llama la atención el elevado valor de la muestra del interior de verano; sin embargo, en las muestras de esta zona hay que tener en cuenta que se recogen los ejemplares que habitan de forma natural en el fondo de la instalación más aquellos procedentes de la fauna asociada al cultivo. Destacar, que la especie más abundante en esta zona es el mejillón que se cae de las propias cuerdas. Aunque estos ejemplares son eliminados, individuos asociados a ellos pueden quedar como propios del fondo. En diciembre, la muestra exterior presenta un mayor valor de riqueza específica que la procedente de la zona situada bajo el cultivo .

El índice de equirrepartición de Pielou varía entre 0 (una sola especie y por tanto dominante) y 1 (si todas las especies tienen la misma abundancia en la muestra). Los datos obtenidos indican que en ninguna de las muestras existe una especie claramente dominante, con una distribución de forma más igualitaria entre las distintas especies en la zona exterior en agosto, en la zona interior en diciembre y en esta misma zona en agosto. La muestra procedente del interior del polígono en abril es la que presenta un valor más bajo del índice de equirrepartición.

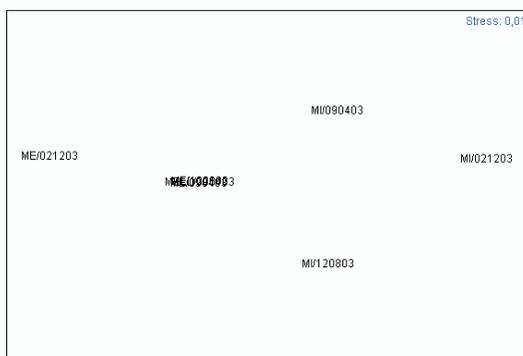
El índice de Shannon Wiener varía entre 2,91 de la muestra interior de abril y 4,25 de la muestra del exterior de agosto. Una vez hallados los parámetros que identifican cada muestra, se ha calculado el índice de Bray Curtis con datos cuantitativos no transformados, agrupando por medias. Los resultados se muestran en la figura adjunta.



Agrupación de las muestras en base a los datos de similaridad cuantitativos

De acuerdo con este índice, las muestras del exterior del polígono son más parecidas entre sí que las tomadas fuera del mismo. Todas las muestras son similares en un 34%, agrupándose las procedentes de las muestras de la zona exterior del cultivo de primavera y verano con un 65% de similaridad; sin embargo, la muestra tomada en invierno, se separa de éstas en un 55%. La muestra tomada en la zona de transición se agrupa con las muestras exteriores de primavera y verano.

El análisis multidimensional no métrico de estas muestras ofrece resultados similares, con un  $\text{stress}=0.01$ , es decir, en el que el alto grado de similaridad entre tres muestras se traduce en una superposición de ellas (muestras exteriores de primavera, verano y la de la zona de transición de primavera).

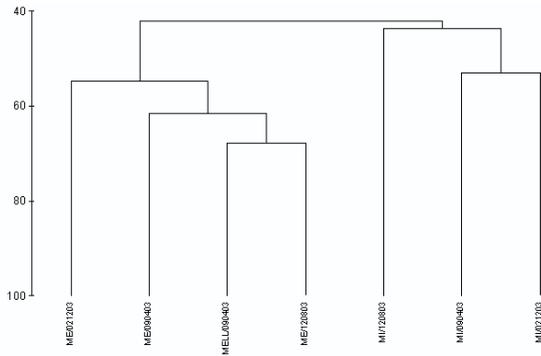


Ordenación de los datos anteriores de acuerdo con análisis multidimensional no métrico

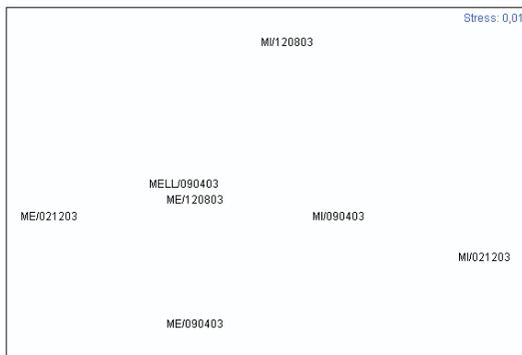
El análisis cualitativo, basado en la comparación de presencia/ausencia de determinadas especies, cuyo resultado se muestra en el gráfico inferior, agrupa de forma más clara las muestras exteriores y de transición y por otro lado las interiores. Ambos grupos son similares en más del 42%, por tanto son más parecidas atendiendo a la presencia/ausencia de determinadas especies que si esta agrupación la realizamos en términos cuantitativos.

Las muestras situadas en el exterior del polígono son más similares entre sí en la composición faunística (54,86%) que las procedentes del interior (43,69%), y dentro de cada una de ellas en el exterior la similitud de las muestras guarda relación con la estacionalidad, mientras que en el interior son más similares la muestra primaveral e invernal y posteriormente la estival.

El análisis multidimensional no métrico que se obtiene tras la ordenación cualitativa de estos datos muestra una ordenación similar a la cuantitativa, si bien no se produce la superposición de las tres muestras, estando las muestras de primavera de la zona de transición y la exterior de agosto casi coincidentes en su composición faunística, mientras que la de abril de la zona exterior queda algo más separada.



Agrupación de las muestras en base a los datos de similitud cualitativos



Ordenación de los datos cualitativos de acuerdo con análisis multidimensional no métrico

### Fauna pelágica

En las proximidades del polígono de cultivo a poniente se localiza una granja piscícola, mientras que a levante existe un banco de *Bolinus brandaris* y de *Hexaplex trunculus* que es fuertemente explotado por marisqueros de la zona. Por distintos motivos (principalmente mal tiempo, abundancia de algas y problemas al enredarse el trasmallo en las cuerdas de cultivo) sólo disponemos de los datos de primavera y otoño, por lo que no se ha podido aplicar comparaciones estacionales basadas en métodos estadísticos. Los datos referidos a estas capturas se indican en la siguiente tabla.

Las pescas obtenidas son escasas, destacando en la muestra de primavera *B. brandaris*, algo que no es de extrañar si tenemos en cuenta la existencia en la proximidades de un banco de este gasterópodo ; es también muy abundante el ermitaño *Dardanus arrosor* . En relación con los peces el más representado es el besugo *Pagellus acarne*, que es la especie dominante en la muestra de otoño, siendo más abundante en las inmediaciones del polígono que en la zona exterior.

En el muestreo de otoño no aparece *B. brandaris*, aunque puede estar relacionado con el comportamiento de esta especie que tiende a enterrarse en esta época, por lo que su captura más aún cuando se emplea un arte que no es más eficiente para la captura de esta especie.

### III.6. RESULTADOS DEL SEGUIMIENTO DE LAS POBLACIONES NATURALES

Teniendo en cuenta las distintas características físico químicas del litoral andaluz, fundamentalmente en lo que respecta a temperaturas y concentración de clorofila, se ha realizado el seguimiento de dos poblaciones naturales en dos puntos del litoral: Salobreña (Granada) y Carboneras (Almería). En un principio, también se obtuvieron ejemplares procedentes de la zona suratlántica, pero la desmantelación de las instalaciones de las que procedían imposibilitó la continuidad del estudio en esta zona, aunque se obtuvieron algunos datos relevantes.



### III.6.1. Provincia de Almería (Zona de Carboneras)

La temperatura del mar en la zona de Carboneras, durante el 2003 osciló entre los 15,69 °C en invierno y los 27,41 °C en verano. Los datos proporcionados por el satélite de los últimos 10 años muestran temperaturas mínimas de 13 °C en invierno y máximas de 23°C en verano, observándose un incremento en las proximidades del puerto de Carboneras, relacionado con la actividad de la central térmica que la empresa Endesa tiene en sus proximidades.

La clorofila muestra un comportamiento opuesto a la temperatura, de manera que las mayores concentraciones se alcanzan en los meses más fríos. Los valores oscilan entre 1 y 3 µg/l, con concentraciones entre 1 y 2 µg/l en la mayor parte del año.

Las muestras de mejillón procedentes de Carboneras estuvieron constituidas por ejemplares de gran talla (la longitud entre 79 y 96 mm), de aspecto desgastado, con valvas cubiertas de diversos organismos, fundamentalmente el bivalvo *Anomia ephippium* y distintas especies de esponjas.



Figura: Ejemplares de mejillones procedentes de Carboneras sin haber sufrido ningún tratamiento y tras ser separados de la colonia y limpiados  
Fuente: Datos del estudio. Empresa Pública Dap. Consejería de Agricultura y Pesca

Los índices de condición proporcionan información sobre el estado fisiológico de los animales así como sobre su contenido en carne, ya sea éste último en relación con el peso vivo de los ejemplares o con el peso escurrido. Los índices considerados siguen un patrón similar destacando:

Un fuerte descenso que se registra en abril-mayo de 2003, si bien los que se formulan con pesos húmedos muestran pequeñas discordancias en algunos meses.

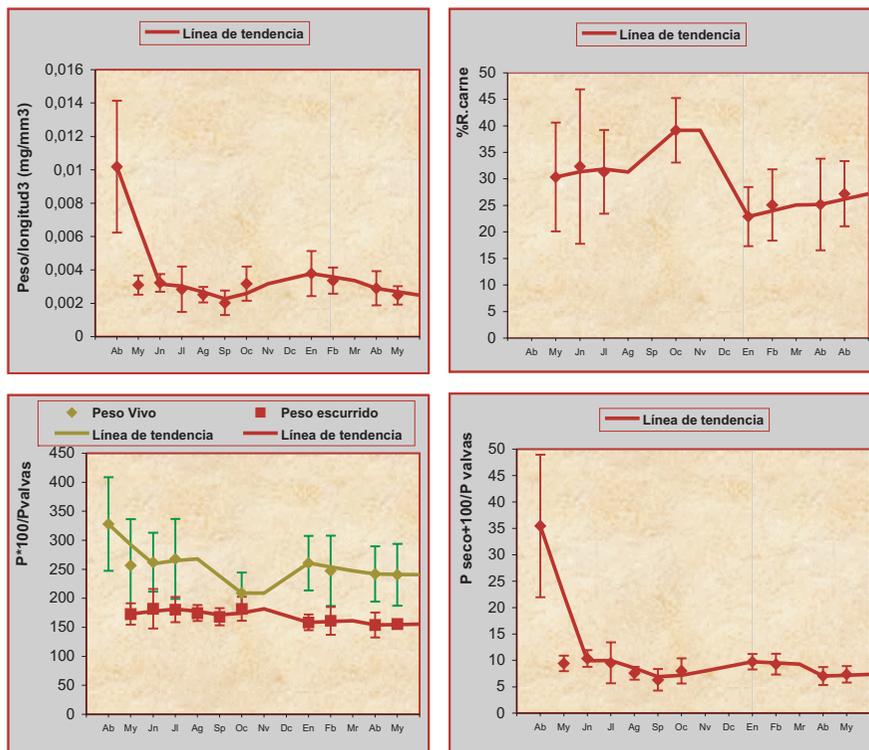
A finales de primavera los índices se recuperan ligeramente, con un nuevo descenso durante todo el verano.

En otoño se observa una nueva recuperación de los valores de todos los índices que entran otra vez en descenso en invierno y primavera.

De la comparación de los índices se desprende que la condición de los ejemplares difiere de un año a otro ya que el alto valor registrado en abril de 2003 no se repite en el mismo periodo del año siguiente. Estos datos, junto con la alta desviación típica de la muestra de abril y la baja de mayo, apuntan a que en abril muchos ejemplares de esta población se encuentran en fase de puesta o prepuesta, en la que se emiten muchos gametos, dado el fuerte descenso de todos los índices, mientras que en mayo, la mayoría de los ejemplares ya han puesto, propiciando este hecho una desviación típica mucho menor. Durante todo el verano, a excepción de julio, y el inicio del otoño, las desviaciones son bajas, indicando el

comportamiento sincrónico de la población en estos meses, en relación con su ciclo gametogénico. Desde enero a mayo se registra un descenso neto de todos los índices, sin embargo llama la atención la diferencia del valor de los índices en el mes de abril de los dos años, siendo también muy distintos los valores de desviación típica.

### Evolución de distintos índices de condición de la población de *M. galloprovincialis* de Carboneras.



Fuente: XXXXXXXXX

En relación con el rendimiento en carne, si bien sólo disponemos de los datos correspondientes a 8 meses, éste alcanza como valor medio el 29%, detectándose el valor más bajo enero (22,89%) y el más alto en octubre (39,15%). Desconocemos el valor que éste índice habría alcanzado en abril de 2003, aunque los datos apuntan a que habrían superado el valor otoñal. Esto se traduce en que para conseguir la misma cantidad de vianda, en enero se necesita más de un 16% más de ejemplares.

De acuerdo con los datos disponibles y expuestos en la tabla siguiente, en el mes de abril, la totalidad de la muestra analizada microscópicamente mostraba signos de estar en puesta o preparada para ello (estado de maduración III A). A medida que avanza la primavera, aumenta la asincronía de la población, detectándose en mayo un 7% de ejemplares con signos de participar en una segunda puesta, en incluso algunos (3%), habiendo finalizado la misma.

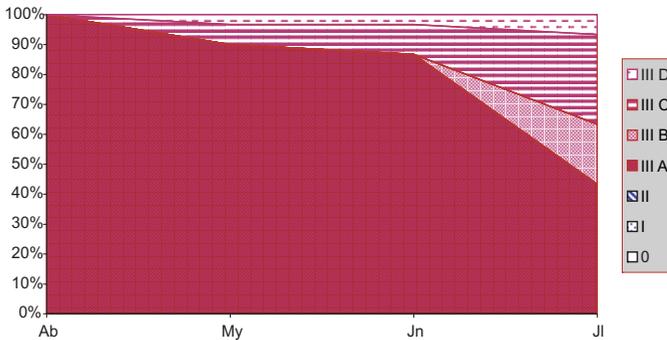
Estos porcentajes se incrementan en junio, mientras que julio es el mes más heterogéneo, apareciendo los cuatro estados de actividad posible.

MES	Estado de Maduración						
	0	I	II	IIIA	IIIB	IIIC	IIID
Abril	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
Mayo	0%	0%	0%	90%	0%	7%	3%
Junio	0%	0%	0%	87%	0%	10%	3%
Julio	0%	0%	0%	43%	20%	30%	7%

Porcentaje de cada uno de los estados de desarrollo gonadal de la población de *M. galloprovincialis* de Carboneras.

Con los resultados obtenidos y representados en el gráfico, se puede concluir que en el mes de abril comienzan a producirse los mecanismos desencadenantes de la puesta en la población estudiada, esta puesta se va desarrollando a lo largo de los meses de abril a julio, observándose al final de este periodo un aumento en la proporción de individuos que presentan un estadio gonadal que induce a creer en que en los meses siguientes se va a producir mayoritariamente una segunda emisión de gametos antes de que la mayor parte de la población alcance el estado de reabsorción gonadal y comience de nuevo el ciclo de maduración.

Porcentajes mensuales de los diferentes estadios de desarrollo gonadal



Estados de desarrollo gonadal de los ejemplares de *M. galloprovincialis* cultivados en batea.

De la comparación de los índices de condición con el ciclo gametogénico se desprende que el descenso que se registra en abril es consecuencia de un periodo de emisión y no de una movilización de reservas. De igual forma, las ligeras oscilaciones de los índices en verano responden a puestas en las que las liberaciones de gametos no son masivas, coincidiendo con nuevas reorganizaciones gonadales.

### III.6.2. Provincia de Granada (Zona de Salobreña)



Figura: Ejemplares de mejillones procedentes de Salobreña sin haber sufrido ningún tratamiento  
Fuente: Datos del estudio. Empresa Pública Dap. Consejería de Agricultura y Pesca

La temperatura del agua de mar en las inmediaciones de Salobreña, de acuerdo con los datos obtenidos por satélite, muestra un valor medio (últimos diez años) para el mes de marzo, de 15 °C, siendo en agosto este promedio de 22 °C. La temperatura registrada en marzo de 2004 ha sido de 15°C, alcanzándose la máxima de 26°C en agosto.

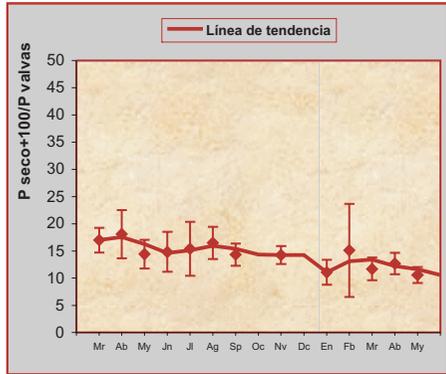
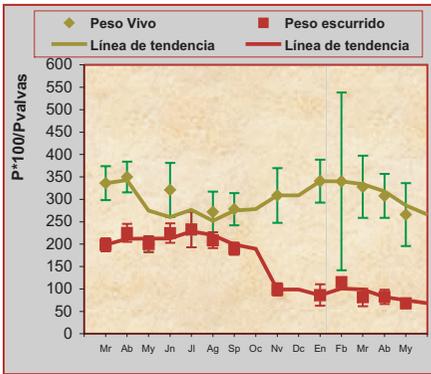
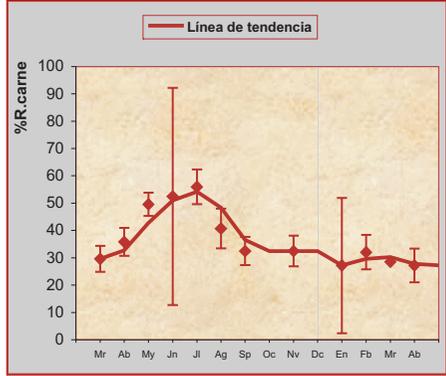
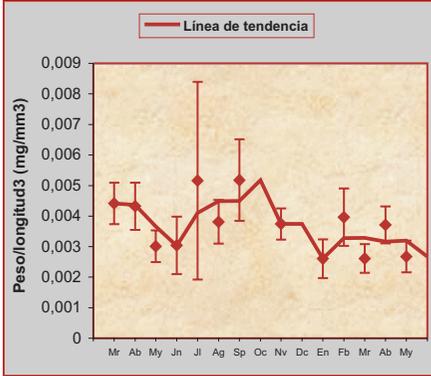
En relación con la concentración de clorofila, los datos de satélite indican que la concentración es más elevada en marzo y abril (próximas a 2 mg/l), registrándose los mínimos en julio y agosto (0,5 mg/l.)

Respecto a los mejillones, los ejemplares procedentes de Salobreña se caracterizan por presentar una talla media que oscila entre 52 y 76 mm. Se trata de mejillones de color negro brillante, sobre el que no se fijan otros invertebrados de forma habitual, sino a lo sumo distintas especies de algas, y numerosos anfípodos, confiriendo a las colonias un aspecto llamativo. Mezclados con el biso de la colonia de mejillones encontramos ejemplares de *Mytilaster minimus*, que en algunos casos han supuesto hasta un 10% de la muestra, y ocasionalmente, ejemplares de *Perna picta*. Este hecho apunta a que la presencia de *M. minimus* en las rocas circundantes puede ser importante.

Como se observa en el gráfico de la página siguiente, los distintos índices de condición considerados muestran comportamientos diversos, siendo los formulados en función de peso vivo o escurrido los que detectan menos variaciones.

En términos generales todos coinciden en un descenso entre abril y mayo de los dos años, si bien la intensidad de los mismos en ambos periodos varía. En el resto del ciclo el comportamiento de los índices es dispar, no pudiéndose por tanto establecer un patrón homogéneo de comportamiento. Nos encontramos, por tanto, ante una población muy asincrónica, con dos periodos de puesta aparentes, uno primaveral y otro estival, pero la variedad de los resultados obtenidos por los distintos índices de condición considerados no permiten precisar la duración e intensidad de estos episodios.

**Evolución de los índices de condición de la población de *M. galloprovincialis* de Salobreña.**



Fuente: XXXXXXXXX

Desde el punto de vista del rendimiento en carne, el valor medio para el ciclo se sitúa en el 37%, con el valor máximo en julio (55,94 %) y el mínimo (27,21%) en febrero. De las 12 muestras consideradas, el 66,67% presenta rendimientos en carne superiores al 30%, con los valores más elevados de mayo a julio.

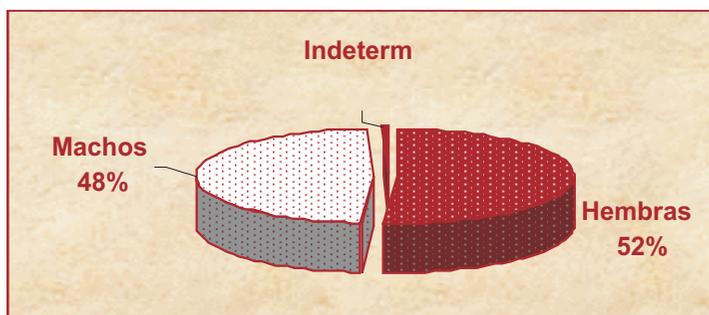
Se han observado microscópicamente los ejemplares de las muestras de marzo de 2003 a mayo de 2004, no detectándose ningún ejemplar hermafrodita. La distribución por sexos se muestra en la siguiente tabla:

Meses	% Hembra	% Macho	% Indeterm.	% Hf	N
Marzo 03	40,00	60,00	0,00	0,00	30
Abril	66,67	33,33	0,00	0,00	30
Mayo	36,67	63,33	0,00	0,00	30
Junio	26,92	73,08	0,00	0,00	26
Julio	60,71	39,29	0,00	0,00	28
Agosto	65,00	35,00	0,00	0,00	20
Septiembre	53,33	46,67	0,00	0,00	30
Octubre	50,00	50,00	0,00	0,00	30
Noviembre	50,00	43,33	6,67	0,00	30
Diciembre					
Enero 04	60,00	40,00	0,00	0,00	30
Febrero	46,67	53,33	0,00	0,00	30
Marzo	70,00	30,00	0,00	0,00	30
Abril	46,67	53,33	0,00	0,00	30
Mayo	46,67	53,33	0,00	0,00	30

Porcentaje de individuos capturados en la población de salobreña, según su sexo

De 404 ejemplares, 207 son hembras, 195 machos y 2 indeterminados ( $\chi^2=0,55$ ). Los ejemplares indeterminados aparecen en noviembre. El escaso número de ejemplares indeterminados da idea de que el periodo de inactividad debe ser breve.

### Distribución por sexos



Fuente: XXXXXXXX

Según se desprende de los resultados reflejados en la siguiente tabla, noviembre es el mes de mayor reposo sexual, con un 17% de ejemplares en estado de maduración 0 y I. En enero aparecen ejemplares con signos de progresión de la gametogénesis. Se trata pues de una población con un amplio periodo de puesta, con dos picos de emisión en abril (100% de la población en 2003 y 96,67% en 2004) y en junio (92,30%).

A partir de septiembre disminuye el porcentaje de ejemplares en estado IIIA2, con un incremento de la representación de los ejemplares con signos de restauración gonadal. En octubre y noviembre más del 30% de los ejemplares se encuentran en fase de reabsorción gonadal.

Meses	Estado de Maduración							
	0	I	II	IIIA1	IIIA2	IIIB	IIIC	IIID
Mar	0	0	1	26	0	2	0	0
Abr	0	0	0	0	30	0	0	0
May	0	0	0	9	19	2	0	0
Jun	0	0	0	2	24	0	0	0
Jul	0	0	0	3	24	0	1	0
Ago	0	0	0	0	12	4	1	3
Sep	0	0	0	0	15	0	11	4
Oct	0	0	0	0	3	0	14	13
Nov	2	3	0	0	3	0	13	9
Dic	0	0	0	0	0	0	0	0
Ene	0	0	3	4	7	2	13	1
Feb	0	0	2	0	14	9	5	0
Mar	0	0	0	2	1	6	20	1
Abr	0	0	0	0	29	0	1	0
May	0	0	0	0	10	11	9	0

Porcentaje de individuos capturados en la población de salobreña, según su sexo

En la siguiente gráfica se observa como en marzo de 2003 la mayoría de la población muestra la gónada activa, pero aún no responden a los estímulos desencadenantes de la puesta; sin embargo, en los meses siguientes, el ciclo se desplaza claramente hacia las primeras puestas, con porcentajes decrecientes a mediada que avanza el verano y nos adentramos en otoño. En julio aparecen por primera vez ejemplares con claros signos de reconstrucción gonadal encaminada a la realización de una segunda puesta.

Los datos en 2004 difieren de los obtenidos para los mismos meses de 2003, aunque ambos coinciden en la puesta masiva de abril. Se trata por tanto de una muestra constituida por ejemplares que liberan gametos de forma continua, y por tanto atenuada, durante todo el periodo estudiado, con una puesta masiva primaveral y otro al inicio del estío, de los cuales a tenor de los índices de condición, la puesta primaveral es la más intensa.

### III.7. Seguimiento sanitario y patologías

#### III.7.1. Seguimiento sanitario de la producción.

La toxicidad de mejillón ocasionada por algas tóxicas se presenta como uno de los condicionantes más fuertes del cultivo que puede provocar desviaciones importantes en los planes de producción de la empresa, ya que su duración y aparición no se conocen con certeza.

En este apartado vamos a realizar una revisión de los periodos de toxicidad que han afectado a las distintas empresas que iniciaron su actividad en nuestro litoral de forma experimental y de los que se presentaron en los polígonos que desarrollan los cultivos en la actualidad. Entre los primeros, además de las dos empresas que actualmente se dedican al cultivo, hay que añadir los datos de una batea que realizó el cultivo desde 1999 a 2001 en La Herradura (Granada). También se aportan datos recogidos de la bibliografía de los episodios detectados en Galicia y Cataluña.

Haciendo un balance de los resultados obtenidos en los análisis realizados sobre muestras de mejillón procedentes de las instalaciones que han estado en producción de manera experimental en los últimos años, podemos observar que en los ejemplares de la instalación de la empresa Mejillonera de la Herradura en la provincia de Granada, sobre 22 análisis de biotoxinas realizados desde enero de 1999 hasta febrero de 2001, 10 fueron positivos por PSP y 9 por DSP.

En mejillones procedentes de la batea instalada frente a la playa de la Atunara en la provincia de Cádiz, se realizaron 8 análisis de biotoxinas durante el año 2001, de los cuales, 2 resultaron positivos por PSP, y uno por DSP. Además, todos ellos dieron positivos por coliformes excepto uno.

En mejillones procedentes de las líneas de cultivo de Marbella, existen datos de 11 análisis realizados desde mayo de 1999 hasta diciembre de 2001. De todos ellos, 7 dieron positivo por PSP y 1 por DSP. Resulta especialmente destacable los resultados obtenidos en diciembre de 2001, alcanzándose un valor superior a 2343 cell/l de PSP y 9236 cell/l de coliformes.

Si atendemos a los datos de los cultivos que se están desarrollando actualmente, la aparición de un episodio tóxico retrasó el inicio de la comercialización del mejillón procedente de La Línea de la Concepción, desde noviembre en que se tenía previsto iniciar las ventas, hasta finales de enero en que remitió la toxicidad en los moluscos. Desde noviembre de 2003 a octubre de 2004 esta instalación se vio afectada por cierres totales durante cuatro meses, mientras que éstos fueron parciales en seis, si bien éstos últimos responden a fenómenos puntuales en junio y julio no afectando de manera significativa a la comercialización.

Mes	Nov 03	Dic	Ene 04	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
Incidenia	PSP Coliformes	PSP	PSP -Abierto	Abierto- PSP	PSP -Abierto	Abierto	Abierto	DSP- Abierto	Coliformes- Abierto	Coliformes- PSP	PSP-DSP	DSP -Abierto

Causas de los periodos de cierre de la instalación de cultivo de mejillón de la empresa dedicada al cultivo de mejillón en La Línea de la Concepción durante los años 2003-2004.

En marrón claro los periodos cerrados, en burdeos los cierres parciales y en rosa los periodos de comercialización permitida.

Fuente: Consejería de Agricultura y Pesca

Es de la instalación de Marbella de la que se posee más datos. Desde principios de 2003 hasta el 30/10/04, la toxicidad de moluscos por toxinas paralizantes ha sido la que ha condicionado la comercialización de mejillón en más ocasiones. En 2003 las ventas se vieron prohibidas por estas causas en 5 meses completos, mientras que el cierre de las instalaciones fue parcial en dos. Hasta octubre de 2004, en términos generales, los episodios tóxicos han tenido la misma duración, si bien no han sido totalmente coincidentes en el tiempo.

A tenor de los datos de los dos últimos años se deduce en primer lugar, que aunque los episodios son variables en intensidad y duración, la aparición más frecuente y duradera se registra desde finales de verano a finales de invierno, periodos en los que por lo general se impide la comercialización de forma continuada, con algunos periodos intermitentes de apertura.

En segundo lugar, las toxinas paralizantes son la principal causa de prohibición de venta de la producción de esta instalación, seguida de la contaminación fecal y de la toxicidad por DSP, que pueden considerarse puntuales, apareciendo esta última a principios de otoño en los dos años considerados.

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2003	PSP	PSP Colif.	PSP- Abierto	Abierto	Abierto PSP	Abierto	Abierto	Abierto	Abierto	PSP Colif.	PSP	PSP Colif.
2004	PSP	Abierto- PSP	PSP	Abierto	Abierto	Abierto	Abierto	Abierto- PSP	PSP	DSP Colif.		

Causas de los periodos de cierre de la instalación de cultivo de mejillón de la empresa dedicada al cultivo de mejillón en Marbella durante los años 2003-2004  
 En marrón claro los periodos cerrados, en burdeos los cierres parciales y en rosa los periodos de comercialización permitida.  
 Fuente: Consejería de Agricultura y Pesca

- Episodios de cierre en instalaciones dedicadas al cultivo de mejillón en Cataluña.

De acuerdo con los datos proporcionados por el organismo encargado de la monitorización del fitoplancton tóxico en Cataluña, en el periodo 2000-2003, la principal causa de cierre fue la toxicidad por DSP, con 6 semanas en el año 2000, 12 en el 2002 y 8 hasta octubre del 2003, localizándose en verano y a final de año.

Los cierres ocasionados por PSP fueron menos frecuentes, provocando 4 semanas de prohibición en noviembre de 2001 y dos semanas a mediados de octubre de 2002, no habiendo provocado ningún problema este año. La toxicidad por ASP se puede considerar anecdótica, con un cierre preventivo de tres semanas de duración en octubre de 2001, tras un falso positivo.

- Episodios de cierre en instalaciones dedicadas al cultivo de mejillón en Galicia.

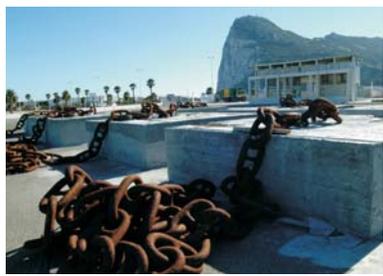
De acuerdo con los datos facilitados en la VI Reunión Ibérica de Fitoplancton tóxicos y biotoxinas (*Bermúdez et al*), durante el año 1997 tuvieron lugar dos episodios tóxicos asociados a biotoxinas DSP. El primero aconteció en abril, mayo y junio, ocasionando cierres en las Rías de Ares- Betanzos, Pontevedra y Vigo. Este episodio resultó especialmente virulento en la Ría de Pontevedra, afectando a todas las zonas de la misma, mientras que las Rías de Muros-Noia y Arosa no resultaron afectadas. El segundo episodio supuso el cierre de todas las rías desde octubre a noviembre.

Los cierres asociados a toxicidad tipo ASP en mejillón fueron poco prolongados, afectando a todas las Rías, excepto a la Ría de Arosa, y tuvieron lugar en primavera y otoño.

El año 1998 fue mucho más complicado en cuanto a la toxicidad por DSP. A partir de mayo comenzaron a producirse cierres en todas las rías, manteniéndose la prohibición de extracción de manera constante hasta finales de año.

Los datos aportados en la VII Reunión Ibérica sobre Fitoplancton tóxico y biotoxinas (*Arévalo et al*), indican que en 1999 la toxicidad por DSP provocó cierres desde aproximadamente mediados de primavera a principios de otoño, afectando a todas las rías, aunque más intensamente a la de Ares-Betanzos, Muros-Noia y Pontevedra. Esta última fue la más afectada con 177 días de cierre.

En ese mismo año, tuvieron lugar dos episodios cortos de toxicidad ASP, uno en mayo que afectó a todas las rías y otro en diciembre que afectó sólo a las Rías de Muros-Noia y Pontevedra. Las Rías de Ares-Betanzos y Pontevedra permanecieron cerradas por esta causa 20 y 25 días respectivamente.



XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

En el año 2000, la toxicidad por DSP estuvo presente en todas las rías desde primavera hasta finales de año, provocando cierres con aperturas intermitentes. La Ría de Pontevedra estuvo cerrada 278 días y la de Bayona 186.

En cuanto a la toxicidad por ASP, se registró un episodio muy corto en primavera que afectó a todas las rías, detectándose además tres episodios más en la Ría de Vigo, uno a finales de invierno, otros en verano y otro en otoño. La ría más afectada fue la de Vigo (51 días).

La toxicidad por PSP apareció en un único episodio en abril-mayo de 2000, que provocó el cierre durante 19 días de la zona II de Pontevedra.

Por tanto, a tenor de los datos obtenidos, los distintos aspectos relacionados con las toxinas se pueden resumir en los siguientes puntos:

Los cierres de las instalaciones obedecen a distintas causas en Galicia y Cataluña con respecto a Andalucía; mientras la toxicidad por DSP es la más recurrente en las dos primeras zonas, en Andalucía, los episodios más frecuentes son originados por PSP.

La duración de los cierres puede ser prolongada en todas las zonas; por tanto, no se puede considerar que unas zonas representen más riesgos con respecto a otras.

Aunque existe una cierta periodicidad en las épocas en las que se produce esta toxicidad, el momento exacto en que se producen y su duración es variable, lo que no permite una planificación ajustada de la gestión de la comercialización.

A finales de año se suelen producir episodios tóxicos, que pueden suponer la prohibición de ventas en épocas de fuerte demanda como son las fiestas navideñas. El verano parece algo más alejado de estos riesgos.

La prohibición de ventas en épocas en las que las cuerdas están cargadas de mejillón de gran talla, conlleva un riesgo de desprendimiento de los individuos, ocasionando mayores pérdidas, que pueden verse agravadas si coinciden con temporales.

### **III.7.2. Aproximación a las posibles patologías de los cultivos**

En comparación con otras especies cultivadas, el conocimiento de los parásitos y enfermedades del mejillón es escaso, aunque a partir del último decenio del siglo XX los estudios se han intensificado, posiblemente propiciado por las manifestaciones de los propios cultivadores sobre una caída en la condición del mejillón. Estas patologías pueden afectar a los cultivos disminuyendo la calidad de sus productos (bajos índices de condición, anomalías en las valvas) o incluso mortandades masivas que conllevan pérdidas muy importantes. A continuación se describen de forma somera las patologías más habituales descritas en esta especie.

Se conocen algunos casos de infecciones por virus confinados a hemocitos asociadas con granulocitomas en Dinamarca. Algunas bacterias son patogénicas en mejillones adultos, observándose prevalencias superiores al 50% de bacterias pertenecientes a *Rickettsiae* y *Chlamydiae* en mejillones en Galicia (*Figueras & Montes, 1988 a*), aunque éstas no causan mortalidad en los mejillones. Estos mismos autores detectaron malformaciones en la concha y pérdidas de condición causadas por hongos.

Dentro de los mesozoos, se han descrito pólipos de cuatro especies de hidroideos sobre la superficie de los tejidos dentro de la cavidad del manto de los mejillones, y aunque existen distintas conjeturas sobre los efectos de los mismos, ninguna está sustentada en una evidencia experimental. Se han descrito también perforaciones de la concha ocasionadas por esponjas

de la Familia Clionidae. Los mejillones fuertemente infectados poseen conchas más gruesas (factor x1.8) y descensos del peso corporal (factor de 0,7). Se han citado distintas especies de turbelarios en la cavidad del manto y en el tracto alimentario, si bien sus efectos no parecen ser patógenos.

Mención aparte merecen los trematodos pertenecientes a las familias Bucephalidae y Fellodistomidae, por ser los más patógenos para los mejillones, así como para otros bivalvos. Los daños causados a menudo conducen a la castración (Seed, 1976; Coustau et al, 1990 en Gosling Ed.; Teia Dos Santos & Coimbra, 1995), a los que a veces se unen un descenso en la energía acumulada, un descenso en la tasa de crecimiento, y la debilidad de los músculos que afecta al cierre de las valvas y a su fijación al sustrato, con la consiguiente apertura de los ejemplares, lo que puede ser un problema a la hora de la comercialización de los mismos.

Dentro de los anélidos, el poliqueto *Polydora ciliata* es responsable de mortalidades importantes y pérdidas de calidad comercial en mejillones europeos (Lauckner, 1983). Los canales excavados en la concha hacen que éstas sean menos fuertes, y al producirse en la zona del músculo aductor puede conducir a una atrofia y desprendimiento del tejido muscular y a una posible interferencia con la producción de gametos, si este tubo calcáreo presiona contra el manto. Los mejillones con una infestación más importante procedían de muestras de fondo (Prengzer, 1983 en Gosling Ed.).

En relación con los copépodos hay dos especies del género *Myticola* detectadas en mejillón, de los cuales en Europa sólo se ha registrado *Myticola intestinalis*. Algunos autores han sugerido que este parásito causa una alteración en los oocitos del mejillón, con lo que tiene un efecto adverso sobre la fecundidad así como sobre la condición del mismo (Durfort et al, 1982); sin embargo, otros autores indican que *M.intestinalis* muestra características más propias de un comensal que de un parásito.

En cuanto a decápodos, se han detectado cangrejos de la Familia Pinnotheridae en la cavidad del manto de los mejillones. La especie que se ha hallado en aguas europeas es *Pinnotheres pissum*. Aunque no se alimentan de los tejidos del hospedador, sino del material recogido sobre las branquias del mismo, su presencia en la cavidad del manto puede causar daños en las branquias, adelgazamientos, engrosamiento de la concha, retrasos en la maduración gonadal y reducción de la capacidad reproductora (Seed, 1969 in Gosling Ed.).

Dentro de los protozoos, se ha descrito la presencia de especies de distintos filos en mejillones de la costa atlántica española. *Steinhausia mytilovum* (phylum Microspora), de acuerdo con los datos de Figueras y Montes (1988a) muestra una prevalencia del 10% en el momento de máximo desarrollo gonadal y su presencia está siempre acompañada de una fuerte respuesta hemocítica del hospedador. *Marteilia refringens* (phylum Acetospora) ha causado mortandades masivas en *Ostrea edulis* en Europa y su presencia se ha detectado en *M. edulis* en Francia y en poblaciones de mejillón de las costas gallegas (Figueras y Montes, 1988 a, b; Robledo et al, 1992; Villalba et al, 1993; Villalba, 1995). Robledo et al (1995),

señalan un menor contenido en carbohidratos en mejillones infectados por *M. refringens*, sugiriendo que el parasitismo interfiere con el metabolismo, inhibe el desarrollo gonadal y consecuentemente reduce el índice de condición de los animales afectados. Se han detectado mortandades masivas de *M. edulis* en Canadá que podrían estar relacionadas con *Perkinsus marinus* (phylum Apicomplexa), cuya presencia se ha descrito en otras especies de bivalvos.

La duración de este trabajo imposibilita el estudio detallado de todas las posibles patologías descritas por otros autores en mejillón, por lo que sólo se pretende realizar una aproximación de aquellas que muestran algún tipo de malformación en la concha, y a aquellas anomalías que se detecten de la observación mediante microscopía óptica de cortes histológicos de los ejemplares destinados al estudio del ciclo reproductor. Por tanto, el protocolo a seguir fue el siguiente: se anotaron las anomalías que se observaron en las valvas, haciendo una descripción de ellas de ejemplares destinados al estudio de índices de condición, así como de los destinados al estudio histológico. Igualmente, se anotó cualquier otra anomalía que se detectó en el manto de todos estos ejemplares. En aquellos ejemplares destinados al estudio del ciclo reproductor, se observaron los tejidos, por si se detectaba alguna anomalía que pudiera corresponderse con los datos bibliográficos de que se dispone. La aparición de determinadas patologías sería suficiente para la realización de un estudio en mayor profundidad de la población afectada.



Protuberancia formada en la concha por el parásito.

Vamos a enumerar los daños observados empezando por aquellos cuya manifestación se observa en la concha. Entre los posibles agentes perforadores, no se ha detectado ni la presencia de hidroideos ni de esponjas perforadoras, sin embargo, si hemos observado la presencia de un poliqueto, *Polydora ciliata*, ampliamente citado en la bibliografía como responsable de mortalidades importantes y pérdida de calidad comercial en mejillones europeos.

Este animal produce canales excavados en la concha que debilitan las mismas, y que si se localizan en la zona del músculo adductor pueden conducir a una atrofia y desprendimiento del tejido muscular, interfiriendo en la producción de gametos si éste presiona el manto (nótese arriba el detalle de la protuberancia que presiona el manto y a la derecha el agente en la masa visceral del mejillón.



Parásito y morfología ocasionada por éste en la masa visceral.

En las siguientes imágenes podemos observar el tubo excavado por este agente; nótese en la parte inferior de la imagen el agente causante, y en la superior los orificios de salida de estos tubos. A la derecha, una imagen de *Polydora ciliata*.

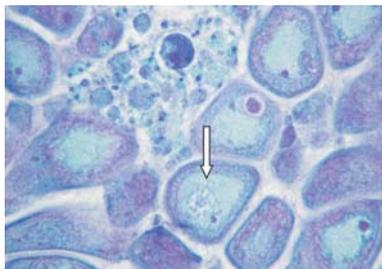


A la izquierda tubo de salida del poliqueto y a la derecha imagen del mismo.

Estos tubos no se han detectado en ejemplares procedentes de la instalación de La Atunara y Carboneras, aunque se han hallado en algunos ejemplares de Rota (8) y de Salobreña (4); sin embargo, se han encontrado estos tubos en 94 ejemplares de la instalación de Marbella, fundamentalmente en los procedentes de la línea 3.



Anomalía en las valvas.



Hembra de *M. galloprovincialis*, en el interior de uno de cuyos óvulos podemos observar *Steinhausia* spp.

Entre las anomalías detectadas en las valvas aparecen, si bien con poca frecuencia, unas especies de pústulas de color marrón (ilustración a la izquierda). En la bibliografía disponible hasta el momento de redacción de este informe, no existe referencia de esta anomalía en mejillón, aunque si hay descrito algo similar en ostra.

En relación con los restantes parásitos cuya presencia se ha citado en la literatura como presentes en mejillón, hemos detectado el copépodo *Myticola intestinalis* y el protozoo *Steinhausia* sp (ilustración inferior). Se han detectado igualmente numerosos ejemplares con reacciones hemocíticas y granulocitomas, pero no se ha identificado el agente causante de las mismas. No se ha encontrado ningún ejemplar de *Pinnotheres pissum* (decapodo) en la cavidad del manto de ninguno de los mejillones.

Junto a estos parásitos se han detectado otros aún por determinar, en distintas porciones del digestivo (fundamentalmente en el intestino) en las branquias, y en los palpos, si bien, la frecuencia en la que aparecen es baja.

En la siguiente tabla se indican el porcentaje de individuos en los que se ha detectado *Steinhausia spp.* entre los ejemplares destinados al estudio histológico en las tres zonas en las que se ha realizado el estudio del ciclo gametogénico completo.

Periodo	Salobreña	Marbella	La Línea
Marzo 03			
Abril 03			
Mayo 03			
Junio 03			1(3,33%)
Julio 03			
Agosto 03	3 (15%)	5 (15,63%)	8 (26,67%)
Septiembre 03	1(3,33 %)	1 (3,45%)	4 (13,33 %)
Octubre 03	3 (10%)		
Noviembre 03	4 (13,33%)		
Diciembre 03		1 (3,45%)	
Enero 04	1(3,33%)		1 (3,33 %)
Febrero 04	1(3,33%)		
Marzo 04	2 (6,66%)		
Abril 04	2 (6,66%)		
Mayo 04	1 (3,33 %)		
Junio 04			

De las tres poblaciones analizadas, Salobreña es la que presenta un mayor número de ejemplares afectados (18), seguido de los ejemplares cultivados en La Línea (14) y en último lugar los de Marbella (7%). En las tres zonas los meses estivales son los que se encuentran con más hembras afectadas.

En Salobreña, más del 26% de las hembras de octubre presentan este parásito y el 23% de las de agosto.

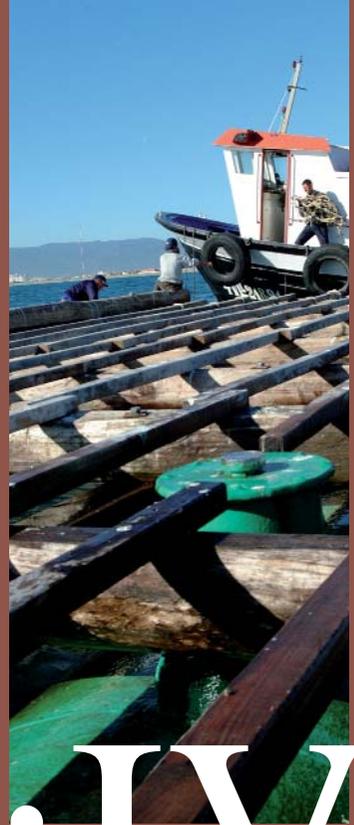
Se han detectado un total de 14 ejemplares (4,32 %) de mejillón procedente del cultivo desarrollado en La Línea afectados por el parásito *Steinhausia spp.*, estando más del 26% de la muestra de agosto parasitada, lo que supone que más del 38% de las hembras de ese mes estaban afectadas. En septiembre, el porcentaje de hembras parasitadas es del 31%.

En el cultivo desarrollado en Marbella también se ha detectado este parásito, siendo también más frecuente en las muestras estivales, estando casi el 30% de las hembras de este mes afectadas.

En relación con los restantes parásitos cuya presencia se ha citado en la literatura como presentes en mejillón, y cuya detección se realiza mediante observaciones de preparaciones histológicas, no se ha hallado el principal causante de mortandades masivas en las poblaciones gallegas, el protozoo *Marteilia refringens*, aunque la detección de este parásito se realiza de forma más precisa mediante test inmunocitoquímicos.

Por tanto, aunque los resultados son preliminares, las patologías detectadas no suponen un problema serio a la hora de abordar el cultivo.





# IV

CONCLUSIONES



Las conclusiones aquí expuestas podrán ser completadas posteriormente, al término del seguimiento de los cultivos realizados en las instalaciones y que se inició en la primavera pasada.

### IV.1. Seguimiento del cultivo de mejillón

Respecto a la variación de los parámetros físico- químicos del medio en las zonas de cultivo y durante la fase de estudio no se observaron aumentos en aquellos parámetros indicadores de la contaminación. Esto puede ser atribuido a tres causas: una, que esta actividad no altere las condiciones del medio; dos, que el tiempo transcurrido desde el inicio de la actividad no sea suficiente como para detectar cambios significativos; y tres; que las características hidrodinámicas de las zonas donde están ubicadas las instalaciones disperse los posibles efectos de la actividad.

En cuanto a la caracterización biológica del medio, se observa la presencia fauna bentónica asociada a estos cultivos. Tanto en este caso como en la fauna pelágica, no se dispone de datos que permitan asegurar que las variaciones observadas sean debidas al cultivo o tengan su origen en la estacionalidad.

Un estudio espacio-temporal sobre la fijación de semilla procedente de los cultivos en funcionamiento, permitiría obtener datos sobre las variaciones que se pueden producir en las comunidades de sustrato rocoso, al aumentar de forma considerable el número de individuos (no de especies ya que *M. galloprovincialis* es una especie representada en nuestras costas) compitiendo por un mismo sustrato.

Los crecimientos observados en las poblaciones estudiadas en las instalaciones de Marbella y La Línea de la Concepción, indican que en menos de diez meses se alcanza la talla comercial de 6 a 8 cms. Los valores máximos de índices de condición se dan en Abril, permaneciendo bajo durante todo el verano, datos a tener en cuenta por las empresas a la hora de comercializar el producto con su máximo peso. Los bajos valores de los índices de condición están relacionados con los estados de emisión detectados en el ciclo reproductor, que se traducen en los amplios períodos de fijación de larvas.

En la actualidad, la comercialización de las producciones se realiza a nivel local fundamentalmente porque volúmenes obtenidos no son significativos. No obstante se detecta una ausencia de estrategias de comercialización por parte de las empresas y escasa presencia de la estructuras necesarias (centros de expedición y/o depuración, industrias transformadoras), para realizar dicha comercialización en las áreas próximas a las instalaciones de cultivo.

En general, se considera imprescindible que las empresas aporten datos reales y precisos sobre el estado preoperacional inmediato de las zonas donde situarán las instalaciones, ya que esta información es primordial para evaluar los cambios que se puedan originar sobre el medio.

## IV.2. Localización y determinación de la semilla de mejillón

Del muestro realizado a lo largo del litoral andaluz, se concluye que la presencia de semilla en sustrato rocoso en el litoral sur-atlántico es testimonial, mientras que en la zona sur-mediterránea(provincia de Málaga y su límite con Granada y Cádiz) es donde se han encontrado las densidades más altas.

Los resultados de este estudio muestran la presencia de semilla de mejillón y su localización a lo largo de la costa, no obstante, por lo que no se pueden hacer estimaciones del volumen potencial que podrían generar tales zonas. Sin embargo los datos apuntan a una posible influencia en la cantidad de semilla en roca en las áreas próximas a las dos instalaciones actualmente dedicadas al cultivo de mejillón, con lo cual es posible que el aumento de instalaciones de cultivo repercutiera en mayor presencia de semilla en las zonas próximas a estos cultivos.

Como consecuencia del ciclo reproductor de esta especie, se ha observado una fijación casi continua, con valores máximos a principio de verano y a principios de otoño, que posibilita en parte el autoabastecimiento de semilla. Este factor debería contemplarse a efectos de autorizaciones en el número de cuerdas previstas para la fijación natural.

El seguimiento de las zonas consideradas de interés reportaría datos sobre cual es el patrón de fijación de las larvas, es decir, si la fijación es continua durante todo el año, si hay momentos en los que esta no se detecta y si aún siendo continua es más acentuada en determinadas épocas . Estos datos supondrían el soporte necesario para hacer una evaluación de los stocks de semilla disponibles que permitieran la regulación racional de la extracción de semilla.

## IV.3. Estudio Genético

Respecto a la especie de mejillón presente en Andalucía, se demuestra genéticamente que se trata de *Mytilus galloprovincialis*, la misma especie presente en Galicia así como a lo largo de la costa mediterránea española(Valencia y Cataluña).

Todas las poblaciones andaluzas de mejillones estudiadas, a excepción de la procedente de Rota, no muestra diferencias significativas entre ellas, ni con respecto a la muestra de Galicia tomada como control.

De los resultados obtenidos se desprende que la utilización de semilla procedente de Galicia no alteraría la composición genética de las poblaciones nativas.

#### IV.4. Seguimiento sanitario y patología

De la evolución de los datos analizados se deduce que los episodios de biotoxinas son totalmente aleatorios, han afectado a las dos instalaciones en funcionamiento, provocando cierres en las zonas de producción con duraciones variables de entre una semana y varios meses.

Estos episodios tóxicos influyen negativamente en la gestión de la producción ya que no se puede comercializar en estas zonas en épocas de cierre. Este factor debe tenerse en cuenta como un riesgo probable que deben asumir las empresas productoras.

Respecto a las patologías, aunque los datos son preliminares, no se ha observado especies de parásitos distintas a las citadas en mejillones gallegos. Se ha detectado la presencia de parásito en la concha de los mejillones procedentes de la zona interior de la instalación de Marbella, que podría estar relacionado con la densidad de producción, sin embargo son datos que habría que confirmar.





•  
•  
V

BIBLIOGRAFÍA



## BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, M. P. 1979. Biología del mejillón (*M. edulis*) de cultivo de la Ría de Vigo. *Bol. Inst. Esp. Oceanog.*, 5: 109-159.
- Andreu, B. 1958. Sobre el cultivo de mejillón en Galicia. Biología, crecimiento y producción. *Ind. Pesq.*, 32: 44-47.
- Arévalo, F., Salgado, C., Bermúdez de la Puente, M. & Correa, J., 1999. "Control de biotoxinas en las áreas de producción de moluscos en Galicia. Seguimiento durante los años 1999-2000". *VII Reunión Ibérica sobre Fitoplancton Tóxico y Biotoxinas. Resumen de los trabajos científicos*. Consejería de Agricultura y Pesca.
- Bayne, B. L. & Newell, R.C. 1983. Physiological energetics of marine molluscs. En: *The Mollusca*, Vol 4, Physiology, Part 1, K.M. Wilbur, A.S.M. Saleuddin (eds.), *Academic Press, London*, pp. 407-515.
- Bayne, B. L., J.I.P. Iglesias, A. J. S. Hawkins, E. Navarro, M. Heral y J. M. Deslous-Paoli. 1993. Feeding behaviour of the mussel, *Mytilus edulis* L.: Responses to variations in quantity and organic content of seston. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 73:813-829.
- Bermúdez De La Puente, M., Salgado, C. & Arévalo, F. 1997. "Episodios tóxicos detectados en las Rías Gallegas durante los años 1997 y 1998: Resultados y Evolución". VI Reunión Ibérica sobre Fitoplancton Tóxico y Biotoxinas. Congresos y Jornadas 55/00. *Actas de la Reunión*, pp 73-82 (1999). Consejería de Agricultura y Pesca.
- Braun-Blanquet, J. 1951. *Pflanzensoziologie. Grundzüge für Vegetationskunde*. Springer-Verlag. Wien. 176 pp.
- Brea Bermejo, E. 2004.a. Bancos naturales de semilla de mejillón y percebe en las costas atlánticas gallegas. *Tesis de Licenciatura*, Facultad de Biología de la USC, 196 pp. y 13 mapas. Inédita.
- Brea Bermejo, E. 2004.b. Efecto del vertido del Prestige sobre la dinámica de poblaciones de semilla de mejillón en las costas gallegas. Estudio preliminar. Facultad de Biología de la USC, 125 pp.
- Castelo, O. y A. Pérez Dorca, 1997. El sector productor mejillonero: su crisis. Feuga. Consellería de Pesca. Santiago de Compostela.
- Cáceres-Martínez, J., J. A. F. Robledo & A. Figueras. (1993). Settlement of mussels *Mytilus galloprovincialis* on an exposed rocky shore in Ría de Vigo, NW Spain. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 93: 195-198.

Cáceres-Martínez, J., J. A. F. Robledo & A. Figueras. (1994). Settlement and postlarvae behaviour of *Mytilus galloprovincialis*: field and laboratory experiments. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 112: 107-117.

Cáceres-Martínez & Figueras. 1998. Long-term survey on wild and cultured mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.) reproductive cycles in the Ría de Vigo (NW Spain). *Aquaculture*, 162: 141-156.

César Aldariz, J. 2000. Especies asociadas a sustratos rocosos de las Rías Baixas Gallegas (NO de España): explotación y productividad. Tesis doctoral, Universidad de Santiago de Compostela. Inédita.

Clarke, K. R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian. J. Ecol.* 18: 117-143.

Coustau, C., I. Robbins, B. Delay, F. Renaud, M. Mathieu. 1990. The parasitic castration of the mussel *Mytilus edulis* by the trematode parasite *Proserhynchus squamatus*: specificity and partial characterization of endogenous and parasite-induced anti-mitotic activities. *Comp. Biochem. Physiol.*, 104 A: 229-233.

Crespo, C.A, T. García Caballero, A. Beiras, J. Espinosa, 1990. Evidence from sperm ultrastructure that the mussel of Galician estuaries is *Mytilus galloprovincialis* Lamarck. *J. Moll. Stud.*, 56:127-128.

Daguin, C., F. Bonhomme and P. Borsa, 2001. The zone of sympatry and hybridisation of *Mytilus edulis* and *M. galloprovincialis*, as described by intron length polymorphism at locus mac-1. *Heredity*, 86:342-354.

Durfort, M., Bargalló, B., Bozzo, M. G., Fontarnau, R. & López Campos, J., 1982. Altérations des ovocytes de *Mytilus edulis* L. (Mollusca, Bivalvia) dues à l'infestation de la molule par *Mytilicola intestinalis* Steuer. *Halliotis*, 10 (2), 163.

Excoffier, L., P.E. Smouse, and J.M. Quattro. 1992. Analysis of molecular variance inferred from metric distances among DNA haplotypes: application to human mitochondrial DNA restriction data. *Genetics*. 147:1843-1854.

Ferrán, E. J. 1992. Ciclo gonadal y del tejido de reserva del mejillón de las rías de Galicia *Mytilus galloprovincialis* Lmk. Tesis Doctoral, Universidad de Santiago de Compostela, 229 pp.

Figueras, A. J. 1989. Mussel culture in Spain and France. *World Aquaculture*, vol. 20(4).

Figueras, A. J. & Montes, J. 1998a. Parasites and diseases of mussels (*Mytilus edulis* and *M. galloprovincialis*) cultivated on rafts in Galicia (NW Spain). In: F.O. Perkins and T. C. Cheng (Editors), *Abstracts, 3<sup>rd</sup> Internat. Colloq. Pathol. Mar. Aquacul.*, Virginia, U.S.A., 1988. pp. 95-96.

- Figueras, A. J. & Montes, J. 1998b. Aber disease of edible oysters caused by *Marteilia refringens*. *Am. Fish. Soc. Spec. Publ.*, 18: 38-46.
- Fuentes, J., & J. Molaes. 1994. Settlement of the mussel *Mytilus galloprovincialis* on collectors suspended from rafts in the Ría de Arousa (NW of Spain): Annual pattern and spatial variability. *Aquaculture*, 122: 55-62.
- García Erquiaga, E., C. San Martín Campos, O. García Álvarez, F. Miranda Torrado y M. Pais Lima. La Contribución de la actividad mejillonera al desarrollo local de Galicia. Edita Caixa Galicia.: 178 pp.
- Hawkins, A. J. S. y B. L. Bayne, 1985. Seasonal variation in the relative utilization of carbon and nitrogen by the mussel *Mytilus edulis*: budgets, conversion efficiencies and maintenance requirements, *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 25:181-188.
- Hudson, R.R. 2000. A new statistic for detecting genetic differentiation. *Genetics*. 155:2011-2014.
- 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.
- Krebs, C. 1989. *Ecological Methodology*. New York. Harper and Row Publishers.
- Labarta, U., 2000. Desarrollo e innovación empresarial en la acuicultura: una perspectiva gallega en un contexto internacionalizado. *Edita Caixa Galicia*:79 pp.
- Labarta, U., M. J. Fernández Reiriz, A. Pérez Camacho y E. Pérez Corbacho, 2004. Bateiros, mar, mejillón. Una perspectiva bioeconómica. *Serie Estudios Sectoriales. Fundación Caixa Galicia*: 262 pp.
- Lauckner, G. 1983. Diseases of Mollusca: Bivalvia. En: Diseases of Marine Animals, Vol. 2. O. Kinne (ed.), *Biologische Anstalt Helgoland, Hamburg*, pp. 477-961.
- 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 Mytilidés et les Pectinidés. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.* 23 (4): 388-545.
- Lucas, A. & P. Beninger. 1985. The use of physiological condition indices in marine bivalvia aquaculture. *Aquaculture* 44: 187-200.
- Lústres Pérez, V. 2002. Cartografiado de los bancos naturales de semilla de mejillón en Galicia. Trabajo de Investigación Tutelado, Facultad de Biología de la USC, 96 pp. y mapas. Inédito.

MAPA, 2001. Libro Blanco de la Acuicultura

MAPA. 2002. La Gestión Medioambiental en la Acuicultura Española. Ediciones Mundi-Prensa. 270 pp.

MAPA. 2002. Estudio sobre identificación de riesgos ambientales para el cultivo del mejillón en Galicia. Ediciones Mundi-Prensa. 134 pp.

Mariño, J., A. Pérez y G. Román, 1982. El cultivo del mejillón (*Mytilus edulis* L.) en las rías de Arosa. *Bol. Inst. Esp. Ocean.* 7(2):297-308.

Martínez-Lage, A., A. Insua, M. J. Martínez Expósito, J. Méndez, 1992. Estudio comparativo entre una población de mejillón gallego y otra de mejillón mediterráneo. En: *Seminario Internacional do Mexillón, Cuadernos da Area de Ciencias Mariñas, Vol. 6. Seminario de Estudos Gallegos (ed.), Edición do Castro, Sada, A Coruña: 57-63.*

Miranda, 1998. El sector del mejillón. Análisis cuantitativo y síntesis estratégica. Tesis doctoral . Universidad de Santiago.

Monfort, M. C. 1999. The european market for bivalves. *Globbfish Research Programme, Vol. 62.* FAO.

Navarro. E., J.I.P. Iglesias, 1993. Infaunal filter feeding bivalves and the physiological response to short-term fluctuations in food availability; y and composition. *NATO ASI Series vol. G 33.*

Navarro. E., J.I.P. Iglesias, A. Pérez Camacho, U. Labarta, R. Beiras. 1996. The effect of diets of phytoplankton and suspended bottom material on feeding and absorption of raft mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 198:175-189.

Nei, M. 1987. Molecular evolutionary genetics. Columbia Univ. Press, New York.

Nei, M., and L. Tajima. 1983. Maximum likelihood estimation of the number of nucleotide substitutions from restriction site data. *Genetics.* 105:207-217

Pérès, J.M. & Picard, J. 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Recueil des travaux de la Station marine d'Endoume, 31 (4) : 3-137.*

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

Pérez, A. & G. Román. 1979. Estudio del mejillón y de su epifauna en los cultivos flotantes de la Ría de Arosa. II. Crecimiento, mortalidad y producción del mejillón. *Bol. Inst. Esp. Oceanog.*, 5: 23-41.

- Pérez Camacho, A. 1989. Las mareas rojas y la acuicultura en Galicia. Cuadernos del Área de Ciencias Mariñas. *Seminario de Estudos Galegos*, 4: 111-120.
- Pérez Camacho, A. 1992. Cultivo de mejillón en la batea. *Cuadernos de Acuicultura*. Ed. Consellería de Pesca, Marisqueo e Acuicultura. Xunta de Galicia: 48 pp.
- Pérez Camacho, A., U. Labarta & R. Beiras. 1995. Growth of mussels (*Mytilus edulis galloprovincialis*) on cultivation rafts: influence of seed source, cultivation site and phytoplankton availability. *Aquaculture* 138: 349-362.
- Pielou, E. C., 1969. An introduction to mathematical ecology. *New York*: Wiley.
- Porta, F. y J. Pardellas , 1987. El cultivo de mejillón en España. *Cuadernos del FROM 14*. MAPA. Madrid.
- Pregenzer, C. 1983. Survey of metazoan symbionts of *Mytilus edulis* (Mollusca: Pelecypoda) in Southern Australia. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 34: 387-396.
- Puerta Henche, B. 1995. La Depuración de los Moluscos Bivalvos. *Serie de Estudios Sectoriales 9*. Ed. Fundación Caixa Galicia. 215 pp.
- Quesada, H., C. Zapata and G. Alvarez, 1995. A multilocus allozyme discontinuity in the mussel *Mytilus galloprovincialis*: the interaction of ecological and life-history factors. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 116:99-115.
- Rawson, P. D. and T. J. Hilbish 1995. Evolutionary relationships among the male and the female mitochondrial DNA lineages in the *Mytilus edulis* species complex. *Mar. Biol. Evol.* 12:893-901.
- Raymond, M., and F. Rousset. 1995. An exact test for population differentiation. *Evolution*. 49:1280-1283.
- Rice, R.R. 1989. Analyzing tables of statistical tests. *Evolution*. 43:223-225.
- Robledo J. A. F., & Figueras, A. 1995. The effects of culture-site, depth, season, and stock source on the prevalence of *Marteilia refringens* in cultured mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.) from the French Atlantic coast. *Dis. Aquat. Org.* 23: 153-159.
- Robledo, J. A. F., E. Bachere, V. Boulo, E. Mialhe, B. Novoa, M. M. Santerem, J. Caceres, A. Figueras. 1992. *Marteilia* in *Mytilus edulis* L. and *Mytilus galloprovincialis* Lmk. Serological differences using monoclonal antibodies. Preliminary results. En: *5<sup>th</sup> Internacional Colloquium on Pathology in Marine Aquaculture. Abstracts*, C. P. Vivares (ed.), *BIOCIM*, Montpellier, p. 74.

- Rozas, J., and R. Rozas. 1999. DNAsp version 3: an integrated program for molecular population genetics and molecular evolution analysis. *Bioinformatics*. 15:174-175.
- Sanjuan, A., H. Quesada, C. Zapata, G. Alvarez, 1990. On the occurrence of *Mytilus galloprovincialis* Lmk. on the NW coast of the Iberian Peninsula. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 143:1-14.
- Sanjuan, A., A.S. Comesaña, and A. De Carlos. 1996. Macrogeographic differentiation by mtDNA restriction site analysis in the SW European *Mytilus galloprovincialis*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 198:89-100.
- Schneider, S.D., D. Roessli, and L. Excoffier. 2000. ARLEQUIN ver.2000: a software for population genetics data analysis. *Genetics and Biometry Laboratory, University of Geneva, Switzerland*.
- Sastry, A.N. 1979. Pelecypoda (excluding Ostreidae). En: Reproduction of Marine invertebrates: Pelecypods and Lesser Classes, A.C. Giese y J.S. Pearse (eds), Academic Press, New York, pp. 113-292.
- Seed, R. 1969. The ecology of *Mytilus edulis* L. (Lamellibranchiata) on exposed rocky shores. II. Growth and mortality. *Oecologia*, 3: 317-350.
- Seed, R. 1976. Ecology. En: Marine Mussels: Their Ecology and Physiology, B.L. Bayne (ed.), Cambridge University Press, Cambridge, pp. 13-65.
- Seed, R., T. H. Suchanek, 1992. Population and community ecology of Mytilus. En: *The Mussel Mytilus: Ecology, Physiology, Genetics and Culture*, E. gosling (ed), *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, Vol. 25, Elsevier, Amsterdam: 87-170.
- Suchanek, T. H., 1985. Mussels and their role in structuring rocky shore communities. En: *The Ecology of Rocky Shores*, P. G. Moore and R. Seed (Eds.), Hoddes and Stoughton, London: 70-96.
- Tamura, K., and M. Nei. 1993. Estimation of the number of nucleotide substitutions in the control region of mitochondrial DNA in human and chimpanzees. *Mol. Biol. Evol.* 10:512-526.
- Teia Dos Santos, A. M. & Coimbra, J. 1995. Growth and production of raft-cultured *Mytilus edulis* L., in Ria de Aveiro: gonad symbiotic infestations. *Aquaculture* 132: 195-211.
- Vietes Baptista de Sousa, J. M, 1998. Mussel in Spain: Present situation and future prospects-The fresh and processed market (III). En *The world market for mussel. Globbefish Research Programme*, Vol. 55. FAO:48-54.

- Villalba, A. 1995. Estudio de la Marteiliasis del mejillón. Efectos de esta enfermedad en el mejillón cultivado en las rías gallegas. *Ed. Xunta de Galicia. ISBN:84-453-1497-139* pp.
- Villalba, A. 1993. Estrategias reproductoras del Mejillón (*Mytilus galloprovincialis*) cultivado en las rías de Vigo, Arosa, Muros y Ares-Betanzos (Galicia, NW de España). *Actas del IV Congreso Nacional de Acuicultura*, pp. 329-334.
- Villalba, A. , S. G. Mourelle, M.C. López, M. J. Carballal, C. Azevedo (1993). Study of marteiliasis affecting cultured mussels *Mytilus galloprovincialis* of Galicia (NW of Spain). I. Etiology, Phases or the infection, and temporal and spatial variability in prevalence. *Dis. Aquat. Org.*, 16: 61-72.
- Winter, J. E. (1978). A review on the knowledge of suspension-feeding in lamellibranchiate bivalves, with special reference to artificial aquaculture systems. *Aquaculture* 13: 1-33.
- Wilson, B. R. & E. P Hodgkin, 1967. A comparative account of the reproductive cycles of five species of marine mussels (Bivalvia:Mytilidae) in the vicinity of Fremantle, Western Australia. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 18:175-203.



## ANEXOS

## Relación y abundancia de especies de moluscos en los muestreos con rastro realizados en la Línea

Especies	Abundancia por muestra <sup>(1)</sup>					Asociado <sup>(2)</sup>
	LL/250403		LL/070803	LL/040504		
	E	I	E	I	E	
<i>Calliostoma granulatum</i> (Born, 1778)				1	1	BC
<i>Calliostoma gubbiolii</i> (Nofroni, 1984)				1		BC
<i>Calliostoma zizyphinum</i> (Linné, 1758)				1		BC
<i>Mesalita varia</i> (Kiener, 1887)	1			3	15	BC
<i>Turritella communis</i> Risso, 1826			4	7	1	F
<i>Calyptiraea chinensis</i> (Linné, 1758)				3		BC
<i>Lamatia pulchella</i> (Risso, 1826)				11	9	
<i>Polinices guillemini</i> (Payraudeau, 1826)			3		2	
<i>Polinices macilenta</i> (Philippi, 1844)		1				
<i>Tectonatica filosa</i> (Philippi, 1844)	1			4	4	
<i>Ocenebra erinaceus</i> (Linné, 1758)		2	2	3	1	
<i>Trophon muricatus</i> (Montagu, 1803)				1		
<i>Mitrella minor</i> (Scacchi, 1836)		1	1	3		
<i>Nassarius incrassatus</i> (Ström, 1768)			1	1		Mg
<i>Nassarius pygmaeus</i> (Lamarck, 1822)			3	19	1	F
<i>Nassarius reticulatus</i> (Linné, 1758)		1	4	22	11	F
<i>Fusinus pulchellus</i> (Philippi, 1844)				2	1	
<i>Cancellaria cancellata</i> (Linné, 1767)	4	6	8	4	1	
<i>Cancellaria similis</i> (Sowerby, 1833)				19	3	
<i>Bela laevigata</i> (Philipi, 1836)				5		BC
<i>Bela</i> sp				1		BC
<i>Comarmodia gracilis</i> (Montagu, 1803)				2		BC
<i>Mangelia attenuata</i> (Montagu, 1803)				1	2	BC
<i>Mangelia</i> sp				1		BC
<i>Ringicula auriculata</i>				4		F
<i>Dentalium inaequicostatum</i> (Dautzenberg, 1891)	1	1		9	3	
<i>Fustiaria rubescens</i> (Deshayes, 1825)		1	4	1		
<i>Nuculana pella</i> (Linné, 1767)	2		1	6	4	BC
<i>Glycymeris violacescens</i> (Lamarck, 1819)	12			2	15	BC
<i>Mytilus galloprovincialis</i> (Linné, 1758)				1		F
<i>Musculus costulatus</i> (Risso, 1826)			1			F
<i>Anomia ephippium</i> (Linné, 1758)				2	1	BC
<i>Acanthocardia aculeata</i> (Linné, 1758)				1		BC
<i>Acanthocardia echinata</i> (Linné, 1758)				2		BC
<i>Parvicardium scabrum</i> (Philippi, 1844)	1			2		BC
<i>Papillicardium papillosum</i> (Poli, 1791)			1			BC
<i>Spisula subtruncata</i> (da Costa, 1778)	4		13	53	22	
<i>Tellina compressa</i> (Brocchi, 1814)				1		BC
<i>Tellina donacina</i> (Linné, 1758)				1		BC
<i>Tellina pulchella</i> (Lamarck, 1818)	1		1	5	1	BC
<i>Gari fervensis</i> (Gmelin, 1791)	2		1	7	1	BC
<i>Ervillea castanea</i> (Montagu, 1803)				1	3	BC
<i>Callista chione</i> (Linné, 1758)	4		4	20	18	BC
<i>Chamelea gallina</i> (Linné, 1758)	1					
<i>Chamelea striatula</i> (da Costa, 1778)			5	32	28	F
<i>Dosinia lupinus</i> (Linné, 1758)			1	2		
<i>Pitar rudis</i> (Poli, 1795)	1		1	3		BC
<i>Timoclea ovata</i> (Pennant, 1777)	2		5	19	7	BC
<i>Venerupis rhomboides</i> (Pennant, 1777)			5	4		BC
<i>Corbula gibba</i> (Olivier, 1792)	4		1	14	10	F
<i>Pandora pinna</i> (Montagu, 1803)				1		BC
<i>Lyonsia norvegica</i> (Gmelin, 1791)				2	1	BC
<b>ABUNDANCIA TOTAL</b>	<b>41</b>	<b>13</b>	<b>70</b>	<b>310</b>	<b>166</b>	
<b>Nº ESPECIES</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	<b>22</b>	<b>47</b>	<b>26</b>	

(1) E = Exterior del polígono de cultivo  
I = Interior del polígono de cultivo

(2) BC = Especies de comunidad de bioclastos  
F = Especies asociadas al fango  
Mg = Especies asociadas a *Mytilus galloprovincialis*

### Relación de especies y número de ejemplares capturados con trasmallo en la línea.

Nombre común	Nombre científico	Abundancia por muestra <sup>(1)</sup>							
		P-03		V		O		P-04	
		I	E	I	E	I	E	I	E
Lenguado	<i>Solea vulgaris</i>	16		4		1		11	
Salmonete de arena	<i>Mullus barbatus</i>	4					3		
Salmonete de roca	<i>Mullus surmuletus</i>		18		18		51	1	7
Besugo	<i>Pagellus acarne</i>		18		18	35	1	1	
Breca	<i>Pagellus erythrinus</i>	1	2	1	2	1	1		1
Boga	<i>Boops boops</i>						1		
Rubio	<i>Chelidonichthys lastoviza</i>	8	1			1	1		2
Bejel	<i>Chelidonichthys lucernus</i>		4		1				1
Arete aleton	<i>Chelidonichthys obscurus</i>								1
Cabeza	<i>Enophris bubalis</i>		1		1		1		
Sargo	<i>Diplodus sargus</i>					1			
Mojarra	<i>Diplodus vulgaris</i>		1		1	1	1		
Chopa	<i>Spondyliosoma cantharus</i>						1		
Rascacio	<i>Scorpaena scrofa</i>		1						
Cabrilla	<i>Serranus cabrilla</i>						2		
Alacha	<i>Sardinella aurita</i>								
Jurel	<i>Trachurus trachurus</i>						1		
Tonino	<i>Scomber japonicus</i>						36		
Merluza	<i>Merluccius merluccius</i>						1		
Tembladera	<i>Torpedo marmorata</i>		1				10		
Raya	<i>Raja clavata</i>		2						
Raya	<i>Raja brachyura</i>						3	1	2
Jibia	<i>Sepia officinalis</i>		2		2		7		1
Pulpo	<i>Octopus vulgaris</i>	3							
Pulpo cabezón	<i>Eledone cirrhosa</i>						2		
Cañafla	<i>Bolinus brandaris</i>	1							
Ermitaño	<i>Dardanus arrosor</i>	**	**	**	**	6	15		
Estrella común	<i>Mathasterias glacialis</i>	1				1			
Caracola pequeña	<i>Cymatium corrugatum</i>						1		
Centollo	<i>Maja squinado</i>						2		
Langosta	<i>Palinurus elephas</i>						1		
<b>Abundancia total</b>		<b>34</b>	<b>51</b>	<b>5</b>	<b>43</b>	<b>47</b>	<b>142</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>Nº Especies</b>		<b>8</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>21</b>	<b>4</b>	<b>7</b>

(1) P-03 = Muestras tomadas en primavera del 2003

V = Muestras tomadas en verano

I = Muestras tomadas en el interior del polígono de cultivo

\*\* = No contabilizados

P-04 = Muestras tomadas en primavera de 2004

O Muestras tomadas en otoño

E = Muestras tomadas en el exterior del polígono de cultivo

### Relación de especies de moluscos recogidas con rastro en Marbella

Especies	Abundancia por muestra <sup>(1)</sup>						Asociado <sup>(2)</sup>	
	LL/250403			LL/070803		LL/040504		
	E	I	ELL	E	I	E		I
<i>Turritella communis</i> (Risso, 1826)			2		1			F
<i>Turritella turbona</i> (Monterosato, 1877)				1		2		BC
<i>Calyptiraea chinensis</i> (Linné, 1758)		1	1		3	1		BC
<i>Aporrhais pespelecani</i> (Linné, 1758)	3	5	8	1	5		6	F
<i>Lanatia pulchella</i> (Risso, 1826)						1	1	
<i>Polinices guillemini</i> (Payraudeau, 1826)		2	1	2	1	1	1	
<i>Polinices macilenta</i> (Philippi, 1844)		2	1	1	1	1		
<i>Tectonatica filosa</i> (Philippi, 1844)			3			1		
<i>Bolinus brandaris</i> (Linné, 1758)	4		2	6		2		BC
<i>Hexaplex trunculus</i> (Linné, 1758)	1		1	4	9	1		
<i>Ocenebra erinaceus</i> (Linné, 1758)	1	3	2	2			6	
<i>Ocenebrina edwardsi</i> (Payraudeau, 1826)			1					

## Relación de especies de moluscos recogidas con rastro en Marbella

Especies	Abundancia por muestra <sup>(1)</sup>							Asociado <sup>(2)</sup>
	LL/250403			LL/070803		LL/040504		
	E	I	ELL	E	I	E	I	
<i>Fusinus pulchellus</i> (Philippi, 1844)	3		6	3		1		BC
<i>Nassarius elatus</i> (Gould, 1845)		17			1		3	F
<i>Nassarius incrassatus</i> (Ström, 1768)		5			13		14	Mg
<i>Nassarius pygmaeus</i> (Lamarck, 1822)							4	F
<i>Nassarius reticulatus</i> (Linné, 1758)	10	25	44	9	10	1	4	F
<i>Mitrella minor</i> (Scacchi, 1836)			1					
<i>Cancellaria cancellata</i> (Linné, 1767)	6	9	12	6			1	
<i>Cancellaria similis</i> (Sowerby, 1833)						4	1	
<i>Comarmodia gracilis</i> (Montagu, 1803)						2		
<i>Crassopleura maravignae</i> (Bivona, 1838)						1		
<i>Acteon tornatilis</i> (Linné, 1758)			1					
<i>Ringicula auriculata</i> (Menard, 1811)					4			F
<i>Odotomia</i> sp.					1			Mg
<i>Dentalium inaequicostatum</i> (Dautzenberg, 1891)	4	2	10	6	1	1		
<i>Nucula hanleyi</i> (Winckworth, 1931)		1	6	1		6		BC
<i>Nucula nitidosa</i> (Winckworth, 1930)					6			F
<i>Nuculana pella</i> (Linné, 1767)	1		2	3	1	1		BC
<i>Mytilus galloprovincialis</i> (Lamarck, 1819)	6				18			Mg
<i>Amygdalum agglutinans</i> (Cantraine, 1835)			1					
<i>Musculus costulatus</i> (Risso, 1826)					1			Mg
<i>Atrina fragilis</i> (Pennant, 1777)					1			F
<i>Aequipecten commutata</i> (Monterosato, 1875)						1		BC
<i>Chlamys varia</i> (Linné, 1758)					4			Mg
<i>Anomia ephippium</i> (Linné, 1758)				1	37		8	Mg
<i>Lima inflata</i> (Link, 1807)							1	Mg
<i>Ostrea</i> sp.					1			Mg
<i>Myrtea spinifera</i> (Montagu, 1803)		1	1	3	1		1	
<i>Thyasira flexuosa</i> (Montagu, 1803)					1			F
<i>Diplodonta rotundata</i> (Montagu, 1803)			1				1	F
<i>Digitaria digitaria</i> (Linné, 1758)			1					BC
<i>Acanthocardia echinata</i> (Linné, 1758)			1	2	1	1		
<i>Laevicardium crassum</i> (Gmelin, 1791)						1		BC
<i>Laevicardium oblongum</i> (Gmelin, 1791)			2	7				BC
<i>Parvicardium scabrum</i> (Philippi, 1844)			1			3		
<i>Plagiocardium papillosum</i> (Poli, 1795)						1		
<i>Spisula subtruncata</i> (da Costa, 1778)	1			4		1		BC
<i>Macoma melo</i> (Sowerby, 1866)	9	1	5	8	1	1		BC
<i>Tellina compressa</i> (Brocchi, 1814)		2		2				
<i>Tellina pulchella</i> (Lamarck, 1818)	5	1	12		7	1		BC
<i>Tellina serrata</i> (Brocchi, 1814)			5					
<i>Tellina</i> sp.			1					
<i>Gari fervensis</i> (Gmelin, 1791)			1					
<i>Abra alba</i> (W. Wood, 1802)					7			F
<i>Venus verrucosa</i> (Linné, 1758)			1	2		1		BC
<i>Chamelea striatula</i> (da Costa, 1778)	46	52	5	4	12		1	F
<i>Clausinella fasciata</i> (da Costa, 1778)	1					1		BC
<i>Dosinia lupinus</i> (Linné, 1758)	2	1	2					
<i>Gouldia minima</i> (Montagu, 1803)			1					BC
<i>Pitar rudis</i> (Poli, 1795)	8		10	8		1		BC
<i>Timoclea ovata</i> (Pennant, 1777)						1		BC
<i>Venerupis rhomboides</i> (Pennant, 1777)	11		20	10	8	27	2	BC
<i>Corbula gibba</i> (Olivi, 1792)					1			F
<i>Hiatella arctica</i> (Linné, 1767)					10			Mg
<i>Octopus vulgaris</i> (Lamarck, 1798)					1			
<b>Abundancia total</b>	<b>122</b>	<b>133</b>	<b>172</b>	<b>96</b>	<b>169</b>	<b>68</b>	<b>55</b>	
<b>Nº Especies</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>35</b>	<b>24</b>	<b>31</b>	<b>29</b>	<b>16</b>	

(1) E = Exterior de las líneas de cultivo  
I = Interior de las líneas de cultivo  
LL = Límite de las líneas de cultivo

(2) BC = Especies de comunidad de bioclastos  
F = Especies asociadas al fango  
Mg = Especies asociadas a *Mytilus galloprovincialis*

### Relación de especies de moluscos recogidas con rastro en Marbella

Nombre común	Nombre científico	Abundancia por muestra <sup>(1)</sup>		
		NEPr	NEOt	NIOt
Lenguado	<i>Solea vulgaris</i>	1		
Salmonete de arena	<i>Mullus barbatus</i>	1		
Besugo	<i>Pagellus acarne</i>	7	9	13
Mojarra	<i>Diplodus vulgaris</i>		1	1
Rascacio	<i>Scorpaena scrofa</i>	3	1	
Lisa	<i>Liza saliens</i>			1
Alacha	<i>Sardinella aurita</i>			1
Bejel	<i>Chelidonichthys lucernus</i>		3	
Tembladera	<i>Torpedo marmorata</i>	1	3	
Coleccionista conchas	<i>Xenophora crispata</i>			3
Raya	<i>Raja brachyura</i>		2	8
Jibia	<i>Sepia officinalis</i>	1		1
Pulpo	<i>Octopus vulgaris</i>	1		
Búsano (Cañaflla en Málaga)	<i>Hexaplex trunculus</i>	1		6
Cañaflla (Búsano en Málaga)	<i>Bolinus brandaris</i>	35		
Caracola grande	<i>Ranella olearia</i>			1
Caracola pequeña	<i>Nassarius reticulatus</i>			1
Ermitaño	<i>Paguristes oculatus</i>		3	31
Ermitaño	<i>Dardanus arrosor</i>	28	13	9
Anémona	<i>Adamsia palliata</i>		9	
Sanguijuela	<i>Pantobdella muricata</i>			1
<b>Abundancia total</b>		<b>79</b>	<b>44</b>	<b>77</b>
<b>Nº Especies</b>		<b>10</b>	<b>9</b>	<b>13</b>

(1) NEPr = nº de individuos en la zona exterior en primavera  
NEOt = nº de individuos en la zona exterior en otoño  
NIOt = nº de individuos en la zona interior en otoño





