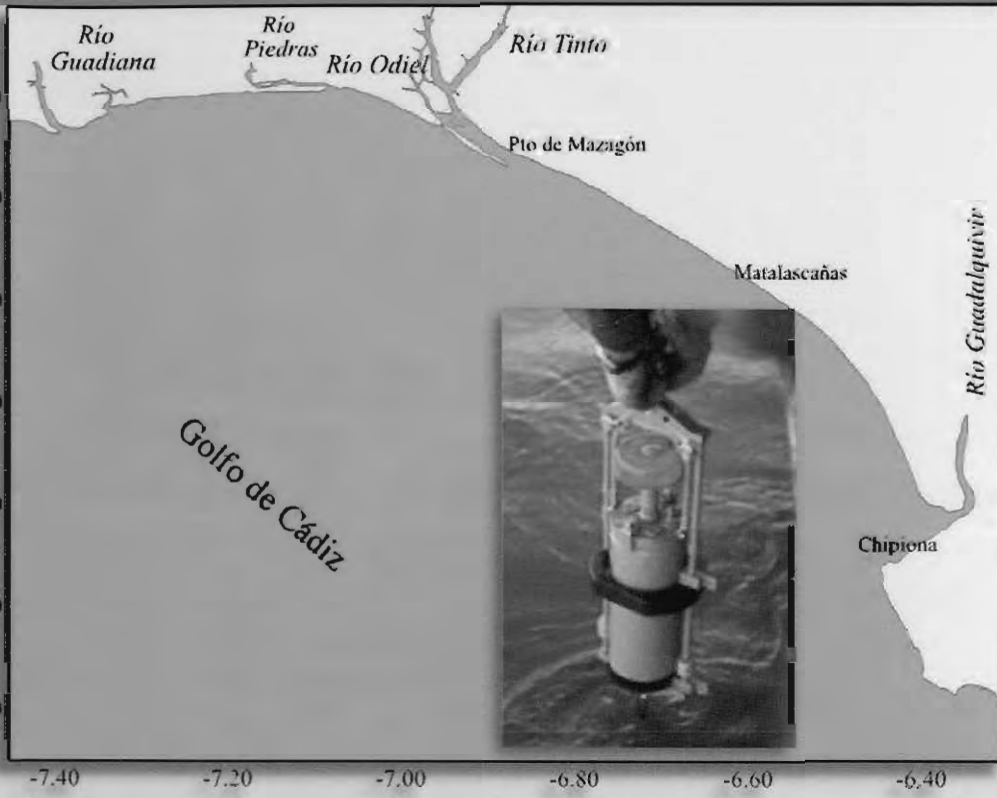


# Recursos Pesqueros del Golfo de Cádiz



Consejería de Agricultura y Pesca

# **RECURSOS PESQUEROS DEL GOLFO DE CÁDIZ**

**Título:** RECURSOS PESQUEROS DEL GOLFO DE CÁDIZ

©JUNTA DE ANDALUCÍA. Consejería de Agricultura y Pesca

**Publica:** Viceconsejería. Servicio de Publicaciones y Divulgación.

**Coordinación Técnica:**

Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica

D. José Carlos Manzano Harriero

Dirección General de Pesca y Acuicultura

D. Ildefonso Márquez Pascual

**Director Técnico del Proyecto:**

Centro de Investigación y Formación Pesquera y Acuícola

D. Alfonso Sánchez-Lamadrid Rey

D. José Luis Muñoz Pérez

Instituto de Investigación y Formación Agroalimentaria y Pesquera

**Equipo Técnico:**

Empresa Pública para el Desarrollo Agrario y Pesquero de Andalucía:

Dña. Eva García Isarch

Dña. Teresa Jiménez Peral

Dña. Ana Juárez Davila

**Colaboración en el asesoramiento, la ejecución y redacción del trabajo:**

Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (C.S.I.C.)

D. Javier Tomás Ruiz Segura

Instituto Español de Oceanografía (Unidad de Cádiz)

D. Ignacio Sobrino Yraola

Dña. M. Paz Jiménez Gómez

Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad de Cádiz

D. Miguel Bruno Mejías

D. Gabriel Navarro Almendro

**Colección:** Pesca y Acuicultura

**Serie:** Recursos Pesqueros

**I.S.B.N.:** 84-8474-121-4

**Depósito Legal:** SE-584-04

**Fotocomposición e Impresión:** Arte Print Impresores

# ÍNDICE

<b>Cap. 1.- INTRODUCCIÓN Y METODOLOGÍA</b>	
1.1.- Introducción general	7
1.2.- Aportes del proyecto "Recursos pesqueros del golfo de Cádiz"	8
1.3.- Objetivos	9
1.4.- Especies objetivo del estudio	9
1.5.- Metodología	14
<b>Cap. 2.- GOLFO DE CÁDIZ: ÁREA DE GRAN ACTIVIDAD PESQUERA</b>	
2.1.- Peces demersales	
2.1.1.- Capturas globales	29
2.1.2.- Estudio biológico	35
2.2.- Potencialidad de la plataforma continental. Abundancia de huevos y larvas	
2.2.1.- Distribución espacio-temporal de los huevos y larvas de las especies objetivo durante el periodo marzo-junio 2002	81
2.2.2.- Identificación de zonas principales de puesta y cría larvaria	106
2.2.3.- Comparación de las abundancias ictioplanctónicas con otras zonas	112
<b>Cap. 3.- LA PLATAFORMA GADITANO-ONUBENSE: UN ESPACIO PRIVILEGIADO</b>	
3.1.- Oceanografía del golfo de Cádiz	117
3.2.- La plataforma, un área diferente. Estabilidad y producción	
3.2.1.- Área resguardada con corrientes débiles	120
3.2.2.- Influencia continental: ríos Guadalquivir y Guadiana	121
3.2.3.- Vientos de poniente y levante, componentes decisivos en la dinámica	123
3.3.- Estacionalidad sobre la plataforma: Evolución de la hidrología a lo largo del 2002	
3.3.1.- Generalidades acerca de la estacionalidad presente sobre la plataforma	126
3.3.2.- Aportes de los ríos presentes sobre la plataforma. Análisis del sector oriental y occidental de la zona de estudio	132
3.3.3.- Aparición de un bloom de fitoplancton en el muestreo de marzo de 2002	152
3.3.4.- Estratificación	155
3.4.- Relación del ictioplancton con las condiciones ambientales en este entorno	
3.4.1.- Caracterización hidrológica de las zonas de puesta y cría larvaria	162
3.4.2.- Influencia de la temperatura sobre las puestas y desarrollo larvario de las especies objetivo	165
3.4.3.- Puesta y desarrollo larvario del boquerón y su relación con la hidrología de la zona	168
<b>Cap. 4.- FLUCTUACIÓN INTERANUAL EN LA PESCA DEL GOLFO DE CÁDIZ. EFECTO DE LAS VARIABLES AMBIENTALES.</b>	
4.1.- Datos aportados por la estadística pesquera. Periodo 1985- 2002.	
4.1.1.- Interés de la Estadística Pesquera y problemas que presenta	170
4.1.2.- Descripción y discusión de los datos	173
4.2.- Cambios interanuales del clima en la región y su posible conexión con fluctuaciones de los recursos pesqueros	174
4.3.- Un modelo conceptual de factores que afectan a los recursos pesqueros del boquerón en el sector atlántico andaluz	177
<b>Cap. 5.- CONSIDERACIONES RESPECTO A LOS RESULTADOS</b>	179
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	183
<b>ANEXO I.- RESULTADOS OBTENIDOS DE OCTUBRE 2001 A ENERO 2002: Periodo de puesta a punto de técnicas de muestreo y delimitación zona de estudio</b>	195
<b>ANEXO II.- Fotos de especies capturadas en la pesca de arrastre</b>	245



## CAPÍTULO 1

# INTRODUCCIÓN Y METODOLOGÍA

### 1.1.- INTRODUCCIÓN GENERAL

El golfo de Cádiz es considerado como una zona de gran actividad pesquera dada la abundancia de sus recursos explotables. La amplitud de su plataforma continental, la desembocadura sobre ella de grandes ríos (como el Guadalquivir, Guadiana, Guadalete, Tinto y Odiel) y la existencia de un clima cálido-templado son factores que contribuyen a ello, convirtiéndola en un área de gran productividad donde conviven una diversidad mayor que en otros caladeros. Esta diversidad se refleja en la gran variedad de especies explotadas en sus pesquerías (peces, crustáceos y moluscos), así como en el gran número de artes de pesca empleados enfocados a las capturas de las mismas. Las peculiaridades bioecológicas, fisiográficas y oceanográficas existentes en la plataforma y el talud continental determinan la presencia de estas pesquerías secuenciales multispecíficas y multiartes que compiten por un mismo recurso así como la presencia de flotas y artes de pesca muy diferentes (Sobrino, *et al.*, 1996).

El patrón de explotación de los recursos en esta zona se caracteriza por la alternancia estacional de determinados tipos de pesca enfocadas a especies objetivo, relacionadas con la variación estacional de la abundancia de dichas especies. Estas variaciones se encuentran vinculadas con factores de tipo económico, como las modificaciones en el comportamiento de los mercados y de tipo biológico como migraciones hacia lugares de reproducción o reclutamientos de la pesquería, produciendo cambios importantes intra e interanuales.

Hay que destacar además que la franja litoral del golfo de Cádiz comprendida entre las desembocaduras de los ríos Guadalquivir y Guadiana es considerada de gran importancia para la puesta de muchas especies de interés pesquero. Los ciclos de vida de estas especies están asociados a los procesos físicos y biológicos presentes en el medio donde habitan. Los ecosistemas de desembocadura son altamente productivos por el aporte fluvial de nutrientes y esto, junto a otros condicionantes de tipo físico-químico y ecológicos, los convierten en la principal zona de puesta, cría y alevinaje de especies de importancia en las pesquerías del Golfo: boquerón, sardina, corvina, acedía, langostino y galera, seleccionadas como especies objetivo de este estudio. La hidrología y la hidrodinámica de la zona se consideran, por tanto, factores determinantes en el ciclo reproductivo y en las pesquerías de las especies que la habitan. Los procesos oceanográficos que controlan esta dinámica, así como su repercusión sobre las puestas y la supervivencia larvaria de las especies de interés pesquero y sobre las fluctuaciones de sus pesquerías son aún desconocidos en esta franja costera.

#### **Antecedentes**

La información existente acerca de la hidrodinámica de la plataforma gaditano-onubense procede de un reducido número de trabajos que tratan de identificar los patrones de circulación general del golfo de Cádiz a partir de la interpretación de imágenes de satélite, ya que aún no existe ningún registro de corrientes que caracterice el movimiento de las masas de agua que ocupan este área. Stevenson (1977) detectó por primera vez la presencia de una circulación anticiclónica frente a las costas de Huelva a partir de imágenes térmicas de satélite y estudios de campo de temperatura superficial. Más recientemente, Folkard *et al.* (1997) y Vargas *et al.* (2002) analizan la circulación general del Golfo a partir de las imágenes del sensor AVHRR (embarcado a bordo de los satélites de la serie NOAA). Ambos trabajos coinciden en señalar la influencia que la meteorología ejerce sobre la hidrodinámica presente en esta franja costera. Así, bajo la influencia del anticiclón de las Azores, los vientos de componente oeste que azotan la zona parecen desplazar la masa de agua hacia el SE siguiendo la línea de costa. Cuando los vientos de levante soplan sobre el golfo crean una corriente que desplaza toda la masa de agua costera hacia el oeste de manera que llega

a extenderse a lo largo de toda la costa. El análisis estadístico que realiza Vargas *et al.* (2002) a partir de estas imágenes resalta especialmente la naturaleza altamente dinámica del golfo de Cádiz.

En lo que respecta a estudios ictioplanctónicos, a pesar de su interés, son muy escasos los llevados a cabo en aguas del golfo de Cádiz, siendo los existentes muy limitados espacial o temporalmente. Los trabajos de Navarro y Oliver (1959) y de Rodríguez-Roda (1975) constituyen una excepción, abarcando las zonas mediterráneas y atlánticas, al norte y al sur del paralelo 36°. Rubín ha realizado estudios del ictioplancton estival del golfo de Cádiz y zonas adyacentes en general (Rubín *et al.*, 1997; 1999) y de la zona somera delimitada entre Chipiona y Punta Umbría en particular (Salmerón y Rubín, 1997 a y 1997 b). No existen estudios ictioplanctónicos que abarquen un ciclo anual completo en esta área. La excepción es un trabajo reciente financiado por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, llevado a cabo con el fin de delimitar una zona de reserva de pesca en la desembocadura del Guadalquivir, que ha implicado el estudio de muestras mensuales del ictioplancton de la zona somera comprendida entre Chipiona y Matalascañas (Sobrino *et al.*, 2001). También se han realizado estudios de los estados larvarios y juveniles de peces en zonas litorales y estuáricas de la bahía de Cádiz (Arias y Drake, 1989, 1990; Drake y Arias, 1991).

En relación a estudios de pescas de arrastres son numerosos los que evidencian el gran interés pesquero de la zona. Sobrino *et al.* (1994) describieron las pesquerías demersales de la región suratlántica española. También es destacable el estudio de cartografiado de caladeros realizado por Ramos *et al.* (1996) en el que se describen 37 caladeros explotados en fondos arrastrables legales situados en la plataforma y talud continental, hasta los 800 metros aproximadamente.

Según lo descrito, existen por tanto diversos estudios que abarcan algunos de los aspectos mencionados (hidrología, hidrodinámica, reproducción y pesquerías) de forma independiente aunque son muy escasas las investigaciones enfocadas a tratarlos de forma conjunta.

En esta línea de trabajo se encuentran algunos estudios en los que se combina la determinación de la composición y distribución de las poblaciones planctónicas con la caracterización de las variables hidrológicas en el área. Se trata de trabajos enfocados al conocimiento de la franja más oceánica del Golfo y/o de una zona muy concreta dentro de la plataforma. Dentro de los primeros se encuentran una serie de campañas, puntuales en el tiempo, que el Instituto Español de Oceanografía realizó en julio de 1994, IctioAlborán-94 (Rubín *et al.*, 1997), y julio de 1995, IctioAlborán-95 (Rubín *et al.*, 1999). Estos fueron los primeros trabajos en los que se manifestó la relación existente entre ambas. Más reciente es la realización de la campaña Golfo-2001 durante mayo de 2001 a bordo del B/O Hespérides. En ella participaron un gran número de instituciones (UCA, UMA, IEO y CAP) lo que posibilitó la toma de muestras de fitoplancton, ictioplancton e hidrología.

Entre este tipo de estudios hay que destacar la existencia de dos trabajos centrados específicamente en algún área concreta situada sobre la plataforma gaditano-onubense. Por una parte se encuentra el trabajo anteriormente mencionado, realizado por Sobrino *et al.* (2001) en el que se caracterizó el medio biológico de la zona litoral del área de la desembocadura del Guadalquivir combinando el análisis de las pescas de arrastre, del ictioplancton y de las pesquerías de la zona, a lo largo de un ciclo anual. Por otra parte, el CICEM "Aguas del Pino" realizó una serie de campañas cuatrimestrales en la franja costera onubense entre julio de 1989 y abril de 1992. Este estudio aportó una descripción de las características físico-químicas de las aguas de la plataforma, granulometría del sedimento y caracterización de la fauna bentónica y demersal presente en la zona (Moreno *et al.*, 1993).

## 1.2.- APORTES DEL PROYECTO "ESTUDIO DE LOS RECURSOS PESQUEROS DEL GOLFO DE CÁDIZ"

A la vista de estos trabajos se detecta la escasa información que existe sobre un área con un elevado interés potencial en la regulación de poblaciones de importancia pesquera como es la plataforma gaditano-onubense. Salvo pequeñas excepciones, los estudios realizados en esta zona se centran en la descripción de la franja oceánica que comienza a partir de la isóbata de 30 m. Por

este motivo quedan sin cubrir las más de 30 millas a partir de la línea de costa hasta dicha profundidad, las cuales por su cercanía a zonas de desembocaduras de grandes ríos, como el Guadalquivir y Guadiana, poseen un mayor interés en la puesta de especies de gran valor comercial.

Además, los estudios existentes hasta el momento son puntuales en el tiempo, sin abarcar ciclos anuales completos. Por otro lado, no tratan los aspectos hidrológicos, pesqueros e ictio-planctónicos de forma conjunta. La realización de estudios de este tipo resulta necesaria para llegar a comprender el comportamiento de los stocks pesqueros y la dinámica de las puestas y supervivencia larvaria de las especies comerciales dentro del contexto hidrológico e hidrodinámico presente en la zona. De esta manera se podría comenzar a entender las causas, aún desconocidas, de las fuertes fluctuaciones interanuales que se dan en las pesquerías de especies de elevado interés comercial en el golfo de Cádiz (como el boquerón) y que afectan sobremanera a la economía de la zona.

Estas circunstancias son las que aconsejaron la realización del proyecto "*Estudio de los Recursos Pesqueros del Golfo de Cádiz*" destinado a evaluar la densidad del ictioplancton y recursos pesqueros de la plataforma gaditano-onubense, identificar los procesos que gobiernan la oceanografía de este área y determinar las posibles conexiones que puedan presentar entre ellos. Para conseguirlo, se lleva a cabo una serie de muestreos mensuales durante tres años con una elevada resolución espacial y temporal. El área de estudio engloba la franja oceánica localizada entre la línea de costa y la isóbata de 80 m comprendida entre las desembocaduras de los ríos Guadalquivir y Guadiana. La realización de este proyecto viene además a cubrir el vacío existente en el conocimiento del sistema de corrientes que determina el movimiento de las masas de agua que ocupan esta área, ya que aporta un registro anual de velocidades y dirección de las corrientes en toda la plataforma a lo largo de varios ciclos anuales.

### 1.3.- OBJETIVOS

Los objetivos planteados para la realización de este estudio durante el primer año de trabajo fueron:

- Determinar la estructura y diversidad de la comunidad biológica mediante arrastre de fondo, evaluando la variación mensual de las capturas.
- Establecer la dinámica de población y las principales relaciones biométricas y factores de reproducción de las seis especies objetivo.
- Estimar la presencia, abundancia y distribución espacio-temporal de los estadios ictioplanctónicos de las especies objetivo, identificando los núcleos principales de puesta y cría larvaria dentro de la zona de estudio.
- Caracterizar la hidrología presente en la zona de estudio con especial atención a las variaciones de tipo estacional y espacial. Identificación de patrones propios de la columna de agua que ocupa la plataforma. Conexión con el contexto hidrológico e hidrodinámico del golfo de Cádiz.
- Obtener una primera aproximación al sistema de corrientes presente en la zona de estudio con el fondeo de un correntímetro frente a las costas del litoral onubense.
- Relacionar el desarrollo de las primeras fases de vida planctónica de las especies objetivo con la hidrología e hidrodinámica de la zona que condiciona su presencia, abundancia y distribución en el espacio y el tiempo.

### 1.4.- ESPECIES OBJETIVO DEL ESTUDIO

Las principales características biológicas de las seis especies objetivo de nuestro estudio se presentan a continuación. Para cada una de ellas se realiza una breve descripción del hábitat y ali-

mentación, época de reproducción y características de sus huevos y larvas; distribución en el litoral andaluz, principales técnicas extractivas y valor comercial. Asimismo, se enumeran los estudios conocidos sobre estas especies en la zona del golfo de Cádiz. Finalmente se resumen las capturas obtenidas en la lonja de Cádiz durante los años 1990-2000.

#### - Boquerón (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus 1758)

Pez marino perteneciente a la familia *Engraulidae*, el boquerón o anchoa es una especie pelágica y gregaria que forma densos bancos erráticos, realizando frecuentes migraciones. Habita aguas de la plataforma continental con temperaturas entre los 13 a 23°C, en invierno desciende hasta los 150 m de profundidad y durante el verano se aproxima a las costas. Capaz de tolerar amplios rangos de salinidad (5-41‰) puede penetrar en estuarios y lagunas costeras (Fernández-Delgado *et al.* 2000). Se alimenta durante el día de organismos zooplanctónicos, principalmente copépodos, cirrípedos, larvas de moluscos e incluso puede llegar a consumir sus propios huevos y larvas, que traga directamente o mediante filtración al nadar con la boca abierta y pasando a través de sus largas branquias.

Esta especie alcanza la madurez sexual al final del primer año de edad, cuando mide entre 9 y 12 cm. La reproducción tiene lugar en el mar en dos épocas diferenciadas: al final de la primavera y al final del verano. El número de huevos producido por hembra es del orden de 15000, los cuales no maduran todos al mismo tiempo sino que son expulsados en distintos momentos durante un largo período. La puesta tiene lugar durante la noche y los huevos son pelágicos y de forma ovooidal; al cabo de unos tres días eclosionan y la larva mide unos 2mm, al mes de vida su tamaño es de aproximadamente 1cm (Corbera, J. *et al.* , 1996). Las larvas son transparentes y presentan un cuerpo alargado y estrecho, boca amplia, intestino muy largo, con el ano situado debajo de la aleta dorsal. Los alevines penetran en los estuarios donde se alimentan en abundancia y crecen rápidamente (Fernández-Delgado *et al.*, 2000).

Se distribuye por todo el litoral andaluz aunque hay una mayor presencia en los puertos de la costa atlántica. Se pesca con redes de cerco durante la noche, en embarcaciones denominadas trañas y de forma ilegal, con artes de arrastre semipelágicas. El período de mayor rendimiento se sitúa desde mediados de invierno hasta mediados de verano, descendiendo el índice de capturas a partir de septiembre (Anon., 2001). No obstante, las biomásas de boquerón sufren fuertes fluctuaciones interanuales en función de los cambios ambientales, existiendo algunos estudios encaminados a conocer las causas de esta variabilidad (Sobrino *et al.*, 2001).

Posee un alto valor comercial y su consumo está muy extendido, comercializándose tanto fresco como en conserva.

Entre los trabajos que hacen referencia a esta especie en el golfo de Cádiz, destaca el de Rodríguez-Roda (1977), que realizó un estudio biológico del boquerón capturado por la flota pesquera suratlántica entre Cádiz y Huelva en los años 1969 y 1971. En base a este estudio se concluyó que esta pesquería se componía de un 82% de individuos de clase I, 17% de clase 0 y sólo el 0,7% de clase II. Millán (1992), elaboró una detallada descripción de la pesquería de cerco en la región suratlántica española y atlántico-norte marroquí. La pesquería de arrastre del boquerón en la zona parece tener sus comienzos en los años 1988-89, quedando prohibida en mayo de 1993. Hasta esta fecha fue explotada casi exclusivamente por la flota de Huelva y estuvo influenciada por la pesquería de gambas, de forma que en años con bajos rendimientos de gamba se produjo un cambio en la dirección del esfuerzo de estas flotas hacia el boquerón (Ramos *et al.* , 1996).

Millán (1999) investigó distintos aspectos de la reproducción del boquerón en la bahía de Cádiz, con muestras mensuales capturadas por la flota de cerco durante un periodo de cuatro años, estableciendo tanto la época de puesta en la zona (con un pico entre junio-agosto) como la talla de primera madurez para machos y hembras. Las variaciones interanuales encontradas en esta talla sugieren una alta plasticidad en las características reproductivas como respuesta a los factores ambientales que regulan el éxito en la reproducción.

Por tanto, el golfo de Cádiz puede considerarse como una importante zona de puesta y cría larvaria, debido a la anchura de la plataforma y la influencia de varios ríos, Guadalquivir, Guadiana, Tinto y Odiel (Uriarte *et al.*, 1996; Rubín *et al.*, 1997). No obstante, se conoce muy poco acerca de las características hidrológicas e hidrodinámicas que condicionan el comportamiento reproductivo de la especie en la zona.

Las capturas de boquerón en el puerto de Cádiz durante el período de 1990 a 2000 suponen alrededor del 10% del total desembarcado durante los primeros años, aumentando a partir del año 1997 hasta alcanzar un valor del 32,5 % de las capturas en 1999. Sin embargo, en el año 2000 estos valores decaen hasta un mínimo del 6%.

### - Sardina (*Sardina pilchardus*, Walbaun 1792)

La sardina es un cupleido pelágico costero que habita en los 25-55m durante el día y los 15-30 m por la noche, aunque en invierno se localiza en aguas más profundas. Presenta marcados hábitos gregarios y migratorios, formando bancos inmensos que se desplazan en función de la temperatura del agua en busca de su alimento. Es una especie filtradora y su dieta está constituida básicamente por crustáceos planctónicos. Es bastante tolerante con los cambios de salinidad por lo que frecuenta las desembocaduras de los ríos, sobre todo en fase juvenil (Fernández-Delgado *et al.*, 2000).

Alcanza la madurez sexual aproximadamente al final de su primer año de vida, a partir de los 13 cm de longitud. Su fecundidad es muy elevada, entre 50.000-80.000 huevos al año por hembra (Corbera *et al.*, 1996). La reproducción tiene lugar en los meses fríos, desde noviembre a marzo. Los huevos son pelágicos y muy abundantes en el plancton. Se distinguen bien por su amplio espacio perivitelino. El tiempo de incubación del embrión es de unos cuatro días, variando en función de la temperatura del agua. Al eclosionar las larvas tienen un tamaño de unos 3 mm. Estas larvas presentan un cuerpo alargado y estrecho, boca pequeña, intestino muy largo y ano situado por detrás de la vertical del extremo posterior de la aleta dorsal. Su color es traslúcido con una hilera de cromatóforos en la mitad anterior de la región ventral. En primavera cuando aumenta la temperatura los juveniles se acercan a la orilla (Fernández-Delgado *et al.*, 2000).

Esta especie se distribuye por todo el litoral andaluz, aunque se distingue una subespecie que habita en el Atlántico y otra propia del Mediterráneo. Se pesca con artes de cerco (traíñas) durante la noche y al igual que ocurre con el boquerón su captura con artes de arrastre está prohibida. Se pesca a lo largo de todo el año, aunque el máximo se obtiene entre agosto-octubre y enero-febrero, siendo el rendimiento en invierno inferior al otoñal (Anon., 2001).

Es un típico pescado azul de carne sabrosa y rica en grasa. Su importancia económica es enorme, aunque su precio de venta sea relativamente bajo. Se consume fresco, en conserva, ahumada o salada (Anon., 2001). Al igual que el boquerón, sus biomasas sufren grandes fluctuaciones interanuales debido a la influencia que ejercen los cambios ambientales en la especie (Sobrinó *et al.*, 2001 b).

Rodríguez-Roda (1970) realizó un exhaustivo estudio de la sardina del golfo de Cádiz capturada por la flota de Barbate, destacando que su pesquería se realiza durante casi todo el año. Los individuos del primer año se pescan preferentemente en primavera y verano. Por otro lado, estableció la época de reproducción en un largo período, de octubre a mayo, determinando la talla de primera madurez sexual en 105 mm para ambos sexos. Asimismo, se estimó que la época de mayor engrasamiento corresponde a la de reposo sexual, es decir, de junio a septiembre.

Durante el período de 1990 a 2000 las capturas de sardina en el puerto de Cádiz oscilaron entre el 10 y 15% del total.

### - *Acedia* (*Dicologlossa cuneata*, Moreau 1881)

Pertenciente a la familia *Soleidae*, la acedia es una especie bentónica que vive en las aguas interiores de la plataforma del golfo de Cádiz hasta los 115 m de profundidad y temperaturas cálidas (Jiménez *et al.*, 1998). Los fondos someros y fangosos cercanos a desembocaduras de grandes ríos con amplias plataformas y relativa estabilidad hidrodinámica y físico-química constituyen un hábitat óptimo para esta especie (Lagardère, 1975, 1982). Su dieta es esencialmente carnívora, compuesta principalmente por pequeños crustáceos, poliquetos y moluscos que cazan al acecho semienterrados en la arena o en el fango (Fernández-Delgado *et al.* 2000).

La época de reproducción tiene lugar durante el invierno e inicio de la primavera (Jiménez *et al.*, 1998) Los huevos y larvas son pelágicos. Los primeros estados de desarrollo larvario no presentan la asimetría propia de los adultos y posteriormente sufren una metamorfosis que incluye la migración del ojo izquierdo al lado derecho y la reorganización de los huesos cefálicos. A partir de 1 cm de longitud ya presentan el lado derecho con los dos ojos, poco después abandonan la vida pelágica y se hacen bentónicas (Fernández-Delgado *et al.*, 2000).

Se distribuye por todo el litoral andaluz aunque el volumen de capturas del sur del Mediterráneo no es muy elevado comparado con la franja suratlántica (Anon., 2001). Su carne es muy apreciada y debido a su importancia comercial, en el golfo de Cádiz se han desarrollado pesquerías demersales esencialmente enfocadas a esta especie. Sus caladeros coinciden con aquellas zonas en las que la acedia presenta una mayor abundancia como los fondos arenoso-fangosos de la desembocadura del Guadalquivir, entre los 15 a 30 m de profundidad (Jiménez *et al.*, 1998). Sus capturas presentan una marcada estacionalidad en los niveles de esfuerzo y rendimientos pesqueros, presentando sus máximos en los meses de otoño- invierno (Sobrino *et al.*, 2001 b).

Existen varios trabajos sobre la pesquería de acedia en la zona destacando el realizado por Jiménez *et al.* (1998) en el que se abordan interesantes aspectos sobre la distribución espacial, abundancia relativa, distribución de tallas en la población explotada y biología reproductiva. Además, recientemente Jiménez *et al.* (2001) han realizado estudios sobre la determinación de la edad y el modelo de crecimiento de esta especie en el golfo de Cádiz.

Las capturas de acedia en el puerto de Cádiz oscilaron en el 4% hasta el año 1997, a partir del cual disminuyen drásticamente cada año hasta alcanzar el mínimo en el 2000 con un 0,5% del total de capturas.

### - *Corvina* (*Argyrosomus regius*, Asso 1801)

Pertenciente a la familia *Scianidae*, la corvina es una especie propia de fondos arenosos. Se desplazan en pequeños bancos y su distribución abarca desde aguas someras hasta profundidades de 200 m. Resiste cambios bruscos de salinidad, lo que le permite penetrar en las desembocaduras de los ríos y lagunas estuáricas. Se alimenta de otras especies de peces más pequeños (mugilidos, cupleidos, etc) y de crustáceos (Corbera, J. *et al.*, 1996).

La reproducción tiene lugar entre abril y junio y durante esta época suelen reunirse en grupos. El resto de su ciclo de vida son solitarios y merodeadores, persiguiendo incansables a sus presas. Es muy característico de esta especie la capacidad de emitir fuertes ronquidos, posiblemente haciendo pasar aire de la vejiga natatoria de unas cámaras a otras (Fernández-Delgado *et al.*, 2000).

Se localiza en todo el litoral andaluz aunque es mucho más frecuente en el Atlántico occidental (Anon., 2001). Su carne es excelente y a esta cualidad se le añade el gran tamaño que puede alcanzar, por lo que es muy apreciada y buscada por pescadores deportivos. Las pescas comerciales son esporádicas, capturándose con arrastre, palangre y más raramente con trasmallos calados en zonas de estuarios (Corbera, *et al.*, 1996). La pesca de la corvina se realiza principalmente en primavera y a finales de verano, aunque suele haber actividad durante todo el año (Sobrino *et al.*, 2001 b).

En un estudio reciente llevado a cabo en la zona litoral comprendida entre Chipiona y Matalascañas (Sobrinó *et al.*, 2000, 2001 a y 2001 b), se ha constatado la presencia de individuos juveniles de esta especie en todo el área de estudio. La Zona de Cría y Engorde y las áreas cercanas a la misma son las que presentaron mayor concentración, aumentando las densidades en las zonas más costeras y cercanas a la desembocadura. Estuvo presente durante todo el ciclo anual analizado, detectándose dos picos de máxima abundancia en el mes de marzo y agosto, siendo el estival más importante.

Fernández-Delgado *et al.* (2000) detectaron su presencia en el cauce principal del Guadalquivir, desde Bonanza hasta La Horcada y también en los caños mareales. Su estancia en el cauce comprendió los meses cálidos y todo el otoño, capturando en junio los ejemplares más pequeños (de unos 8-15 cm).

Las capturas de corvina en el puerto de Cádiz durante el periodo de 1990 a 2000 oscilaron entre el 0,2 y 0,5% del total desembarcado.

#### - Langostino (*Melicertus kerathurus*, Forskäl 1775)

El langostino es un crustáceo decápodo perteneciente a la familia *Penaeidae*. Es una especie que se encuentra en aguas poco profundas (5-40 m), sobre playas arenosas y desembocaduras de los ríos, en cuyos estuarios penetran las formas juveniles (Zariquiey, 1968). Prefiere los fondos fangosos durante la época de reproducción y el resto del ciclo se localiza en fondos arenosos ricos en restos vegetales. Durante los estadios de postlarva y juvenil prefiere zonas de baja salinidad, como los estuarios, donde la comida es abundante. Presenta un mecanismo muy eficiente de osmorregulación que le permite soportar amplios rangos de salinidad. Este sistema se ve afectado negativamente por la temperatura, por lo que sufre migraciones en invierno hacia el mar, en fondos de 50-100 m, donde las aguas están menos influidas por las variaciones en la temperatura superficial. Es muy activo durante la noche, cuando se alimenta y reproduce. La dieta se encuentra muy influida por la disponibilidad estacional de las presas bentónicas sobre las que preda, especialmente otros crustáceos, poliquetos y moluscos (Anon., 2001).

La época de puesta en la zona del golfo de Cádiz se extiende desde mayo a septiembre, existiendo una zona de concentración de cría cercana a la desembocadura del Guadalquivir. La talla mínima de freza se sitúa alrededor de los 90 mm en machos y 120 mm en hembras, existiendo un claro dimorfismo sexual con respecto a la talla (Rodríguez, 1986). Los huevos miden entre 0,2-0,3mm de diámetro y eclosionan 14 días después de la puesta. Presenta tres estadios larvares: larva *nauplius* que se alimenta de las reservas del vitelo del huevo; larva *zoea* que se alimenta de fitoplancton en aguas salobres y larva *mysis*, que se alimenta fundamentalmente de zooplancton (Anon., 2001). Las larvas y postlarvas son dispersadas, por la existencia en dicha zona de una corriente a lo largo de la costa penetrando en aguas someras de estuarios, esteros y caños de las salinas donde van a completar su desarrollo (Rodríguez, 1986).

El langostino del golfo de Cádiz ha sido bien documentado debido a su importancia económica y abundancia en la zona, siendo la de mayor valor comercial entre las especies objetivo planteadas en el estudio. Distintos aspectos biológicos de esta especie, como su reproducción, distribución y estructura de la población en el golfo de Cádiz han sido estudiados por Rodríguez (1977, 1985, 1986, 1987).

Su área de dispersión en el litoral suratlántico de la península Ibérica está bien representada desde Barbate (Cádiz) hasta el Algarve portugués (Rodríguez, 1986). Existen dos zonas de concentración de adultos importantes en el golfo de Cádiz: una frente a la desembocadura del Guadalquivir, y otra entre el río Guadiana y la barra de El Rompido, donde se concentran los adultos con fines reproductores (Rodríguez, 1977).

En el golfo de Cádiz, la zona de pesca comercial del langostino se extiende desde Chipiona hasta la desembocadura del Guadiana, entre los 5 y 20 m de profundidad, siendo de difícil captura por encima de la cota de los 30 m (Rodríguez, 1977).

La captura del langostino se realiza a través de pescas de arrastres o por trasmallos calados a poca profundidad. Tiene lugar desde mediados de primavera a mediados de verano y con menor intensidad a principios del otoño (Sobrino *et al.*, 2001 b).

Su pesquería ha sufrido numerosos altibajos en los últimos años (Mata, 2001).

Durante el período de 1990 a 2000 las capturas de langostino en el puerto de Cádiz no superaron el 0,8% del total, alcanzando un mínimo de 0,2% en 1993 y el máximo en 1996.

#### - Galera (*Squilla mantis*, Linnaeus, 1758)

La galera es un crustáceo estomatópodo perteneciente a la familia *Squillidae*. Es una especie altamente territorial que vive en fondos blandos cercanos a las desembocaduras de los ríos. Se encuentra desde profundidades inferiores a 3m hasta un máximo de 370 m, aunque se localizan preferentemente en aguas inferiores a 120 m. Las mayores densidades de población se dan en sustratos susceptibles de ser excavados, en los que construye madrigueras en las que permanece durante el día y en el caso de las hembras, también durante el periodo de incubación de los huevos. Se alimenta básicamente de otros crustáceos, peces, poliquetos y moluscos (Maynou y Abelló, 2000).

Su época de reproducción en las costas del NE Mediterráneo tiene lugar desde invierno a principios de primavera (enero-abril), cuando las hembras tienen sus glándulas cementarias activas. Los órganos copuladores de los machos se encuentran en el último par de apéndices locomotores (pereiópodos) mientras que los gonoporos de las hembras se abren en la línea media del sexto esternite torácico, donde aparece un receptáculo seminal. Después de la cópula, la hembra puede almacenar esperma durante un periodo de dos a cinco meses. Una vez que son liberados los huevos, éstos forman una masa gelatinosa junto con la sustancia adhesiva segregada por la glándula cementaria, que es mantenida entre los apéndices torácicos. La hembra incuba la masa de huevos en su madriguera durante unas diez semanas, tiempo durante el cual no se alimenta. La larva zoea eclosiona del huevo y sigue un desarrollo planctónico durante unos dos o tres meses. El asentamiento de las postlarvas tiene lugar a finales de verano y principio de otoño (Maynou y Abelló, 2000).

Esta especie es de gran interés comercial en la zona suratlántica, siendo los puertos de Huelva y Bonanza los que presentan una mayor extracción de la misma, con un máximo en los meses de noviembre a diciembre. Se pesca con artes de arrastre y con marisqueo a pie. Las galeras se suelen vender vivas para el consumo en fresco, siendo muy estimada la carne de las denominadas "con coral", es decir aquellas hembras cuyas gónadas están maduras (Anon., 2001).

Sus capturas sufren fluctuaciones estacionales derivadas de su comportamiento territorial y reproductivo, de modo que aumentan durante el invierno, época en la que tiene lugar el apareamiento y en la que la proporción de hembras supera a los machos (Abelló, 1993).

Existen algunos estudios de esta especie en zonas del mediterráneo noroccidental, como el golfo de Aigües-Mortes (Do Chi, 1975) y delta del Ebro (Abelló y Sardá, 1989), (Abelló y Martín, 1993). La distribución espacial de esta especie junto con la de otros estomatópodos en el golfo de Cádiz fue descrita por Sardá *et al.* (1982), aunque son muy escasos los estudios sobre su biología en esta zona.

Respecto a las capturas de galera en el puerto de Cádiz durante el período de 1990 a 2000, los valores máximos se obtuvieron en los dos primeros años, a partir de 1992 disminuyen hasta valores del 0,1% del total.

## 1.5.- METODOLOGÍA

En el marco de este proyecto, desde marzo de 2002 vienen realizándose con una frecuencia mensual, campañas de pescas de arrastre y muestreos hidrológicos e ictioplanctónicos. Los embarques se llevan a cabo a bordo del Buque Escuela *Regina Maris*, de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, con las siguientes características técnicas:

- Eslora 34 m
- Manga de trazado 7,70 m
- Calado 4 m
- Potencia motor 1520 C.V.
- Velocidad 14 nudos



Foto 1.5.1.- Buque escuela Regina Maris.

Las fechas de realización de estas campañas han sido:

CAMPAÑA	Muestreo de Pesca	Muestreo de Hidrología-Ictioplancton
GOLFO 0302	18 a 21 de marzo de 2002	22 a 24 de marzo de 2002
GOLFO 0402	8 a 12 de abril de 2002	2 a 5 de abril de 2002
GOLFO 0502	13 a 17 de mayo de 2002	7 a 10 de mayo de 2002
GOLFO 0602	17 a 20 de junio de 2002	11 a 14 de junio de 2002
GOLFO 0702	8 a 11 de julio de 2002	2 a 5 de julio de 2002
GOLFO 0802	5 a 7 de agosto de 2002	7 a 10 de agosto de 2002
GOLFO 0902	9 a 11 de septiembre de 2002	11 a 14 de septiembre de 2002
GOLFO 1002	7 a 9 de octubre de 2002	9 a 12 de octubre de 2002
GOLFO 1101	4 a 6 de noviembre de 2002	6 a 9 de noviembre de 2002
GOLFO 1202	6 a 7 de diciembre de 2002	3 a 5 de diciembre de 2002

Tabla 1.5.1.- Campañas realizadas en el periodo marzo-diciembre 2002.

El área de estudio abarca la franja litoral comprendida entre los 7° 27' W y 6° 18' W de longitud y los 36° 33' N y 36° 35.4' N de latitud lo que corresponde a la zona costera comprendida entre las desembocaduras de los ríos Guadalquivir y Guadiana. Para caracterizarla de manera adecuada, la estrategia de muestreo diseñada tiene en cuenta aquellos factores con mayor influencia sobre la

distribución de las especies objeto de pesquería en todas sus fases de desarrollo (larvaria, juvenil y adulto). En la plataforma gaditano-onubense estos factores son la situación de la desembocadura de los tres grandes ríos (Guadalquivir, Gadiana y Tinto-Odiel) y la importancia del forzamiento meteorológico en la hidrodinámica de la zona. Además, la coincidencia en la localización de los puntos de muestreo de pesca, calidad de agua e ictioplancton hace posible interrelacionar entre sí los tres grandes campos de estudio incluidos en este trabajo: pesca, ictioplancton e hidrología-hidrodinámica.

Teniendo en cuenta estos factores se ha llevado a cabo la estrategia de muestreo que se describe a continuación.

Para la caracterización de la hidrología de la zona se seleccionó un recorrido en continuo que incluye siete transectos cuasi ortogonales a la línea de costa. Todos ellos se encuentran unidos entre sí por una serie de trayectorias que cubren alternativamente la franja costera y el área más oceánica. A lo largo de este recorrido, se sitúan 30 estaciones de muestreo para la caracterización de la columna de agua. En ellos se recogieron muestras de agua a distintas profundidades y se obtuvieron perfiles verticales de temperatura y salinidad con CTD. 26 de estas 30 estaciones se encuentran uniformemente distribuidas sobre la malla de muestreo mientras que las 4 restantes están localizadas en estaciones intermedias a los transectos. De entre todas ellas, 26 constituyen la malla diseñada para la toma de muestras de ictioplancton coincidiendo, por tanto, en su totalidad con estaciones de hidrología. La ubicación de estos puntos de muestreo se encuentra entre los 5 y 92 m de profundidad. En su reparto se procuró que mantuvieran una cierta equidistancia entre sí de manera que quedarán suficientemente distribuidas en todo el área de estudio.

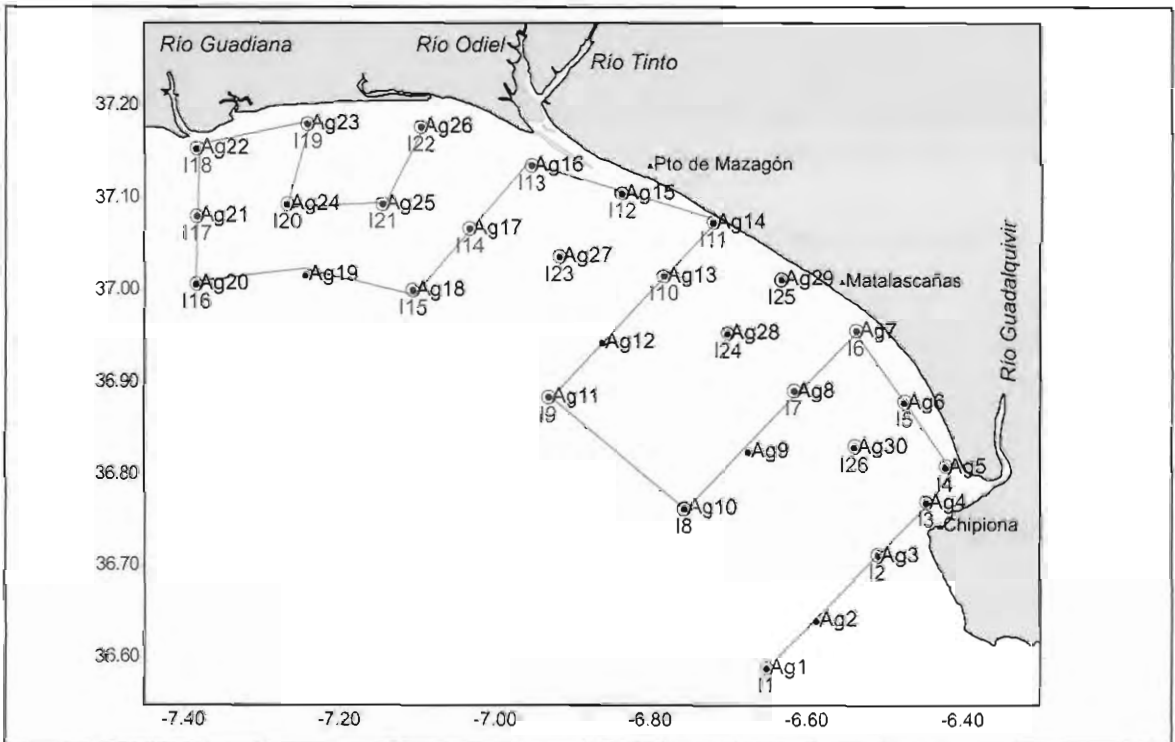


Figura 1.5.1.- Mapa de distribución de las estaciones de ictioplancton (en azul) e hidrología (en negro). Derrota a seguir por el buque para el registro en continuo (línea naranja)

El estudio de pescas de arrastres se realiza sobre siete transectos perpendiculares a la costa (Chipiona, Doñana, Matalascaña, Mazagón, Huelva, Isla Cristina y Ayamonte) con dos estaciones en cada transecto localizadas entre las isobatas 10 m y 30 m de profundidad, cubriendo un total de

11 estaciones. No obstante, a partir de la campaña de mayo, las estaciones profundas frente a Ayamonte e Isla Cristina, se fusionaron en una sola estación debido a que el espacio disponible para las maniobras de arrastre determinó que ambas estaciones estuviesen muy próximas. Así pues, el muestreo queda reducido a 10 estaciones (Figura 1.3.2): cuatro someras (Chipiona, Matalascaña, Mazagón y Huelva: A3, A4, A7 y A8, respectivamente) y seis profundas (Chipiona, Doñana, Matalascaña, Mazagón, Huelva y Ayamonte: A1, A2, A5, A6, A9 y A10, respectivamente).

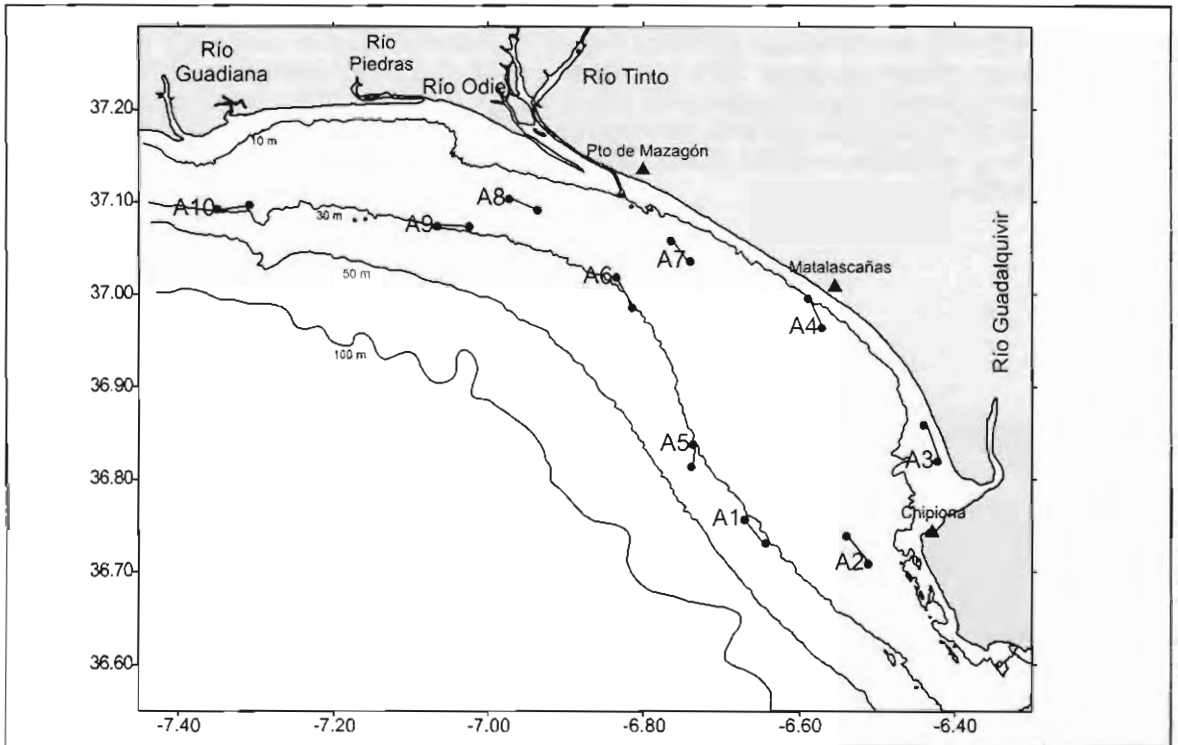


Figura 1.5.2.- Mapa de distribución de las estaciones de pesca.

Este diseño de muestreo de pesca se encuentra encaminado a la captura tanto de ejemplares de pequeño tamaño (reclutas) asociado a aguas litorales someras como de ejemplares adultos y/o reproductores que se acercan a éstas.

La metodología específica de cada uno de los estudios realizados se detalla a continuación:

### 1.5.1. Hidrología

El sistema de muestreo específico para la caracterización de la hidrología consta de dos componentes fundamentales:

- un sistema de registro en continuo, que aporta una caracterización de las aguas superficiales del golfo a una elevada resolución espacial y
- una toma de muestras de agua de superficie y fondo en puntos discretos. Esto permite la determinación de los valores de variables no incluidas en el registro en continuo. En cada uno de estos puntos se realizó además lanzamientos de un CTD SeaBird-19 que aporta información acerca de la estructura vertical de la columna de agua.

### Registro en continuo

La obtención del registro en continuo se basa inicialmente en el paso de la muestra de agua a estudiar a través de una serie de sensores destinados a caracterizarla. Para ello se ha adaptado y canalizado el sistema de bombeo auxiliar del *Regina Maris* de forma que el agua superficial oceánica pase continuamente a través de todos ellos. El grueso de estos sensores lo conforman un transmisómetro *C-Star*, electrodos de oxígeno y pH, una resistencia de platino para la medida de temperatura, un fluorímetro *SeaPoint* para detectar valores de fluorescencia in vivo y una célula inductiva como sensor de conductividad. Todos ellos se encuentran conectados a un CTD *FSI* que envía cada segundo una señal con todos los valores registrados hacia un ordenador destinado al almacenamiento masivo de datos. Esta frecuencia supone, para una velocidad del buque de 10 nudos, la caracterización de los parámetros hidrográficos de todo el área de estudio cada 5 cm. Todos los valores registrados con esta elevada resolución espacial quedan georreferenciados de manera unívoca mediante la señal de un GPS diferencial cuya señal se integra en el registro general del software.

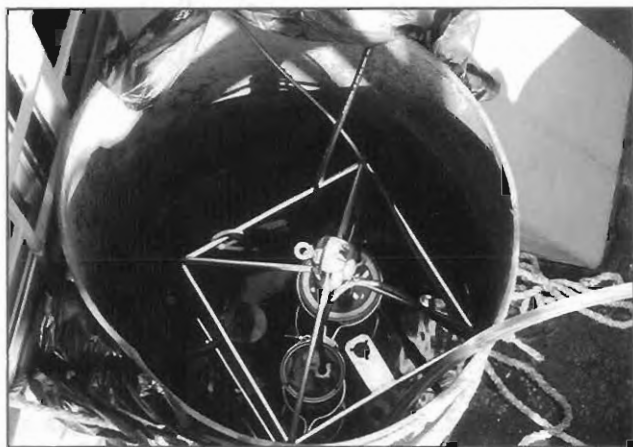


Foto 1.5.2.- CTD FSI adaptado para realizar un registro en continuo.



Foto 1.5.3.- Sistema de almacenamiento masivo de datos.

Esta metodología de muestreo se mantuvo fija a lo largo de todo el periodo de estudio con la sustitución del FSI por un *SeaBird-25* a partir de septiembre como única modificación. Se conservaron los mismos sensores externos del FSI en este CTD.

### Recogida de muestras en puntos discretos

En cada uno de los puntos discretos repartidos a lo largo de la derrota del *Regina Maris* se recogen 5 l de agua superficial y 2 l con una botella tipo Niskin. De cada profundidad, 0,5 l se destinan al análisis de clorofila en laboratorio mediante el método fluorimétrico de Yentsch y Menzel (1963) y 1 l a la determinación de sólidos en suspensión y porcentaje de materia orgánica e inorgánica por gravimetría. También se recogen 10 ml de agua para la obtención de la concentración de nutrientes (fosfato, nitrito, nitrato y silicato) en un autoanalizador *Technicon AAII*. Estas muestras se mantienen congeladas y en oscuridad hasta el momento de su análisis.

Del agua restante, 250 ml de superficie y de fondo se destinan al estudio de fitoplancton y 2 l de agua superficial a la identificación de organismos de pequeño tamaño tras una previa filtración a través de una red de malla de 10 micras. Para su conservación se utiliza lugol acético al 90 %.



Foto 1.5.4.- Recogida de agua con botella Nansen.



Foto 1.5.5.- Filtración de muestras de aguas.

Por último hay que reseñar que coincidiendo con los puntos de toma de muestras de agua se obtienen perfiles verticales de la columna de agua mediante el lanzamiento de CTD tipo SeaBird-19 que incluye sensores de temperatura, conductividad y presión.

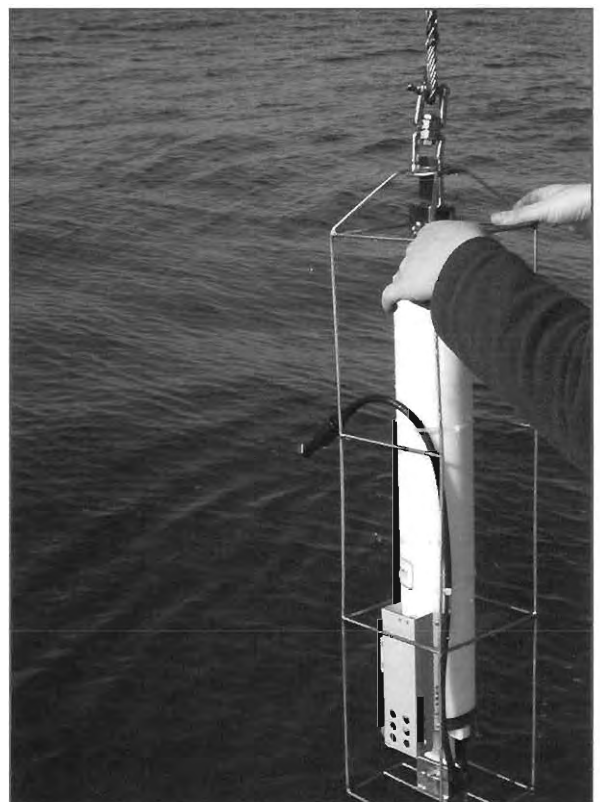


Foto 1.5.6.- Lanzamiento de CTD SeaBird-19.

### Imágenes de satélite

En el presente trabajo se incluyen las imágenes resultado del postprocesado de los datos obtenidos por el sensor AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) embarcado a bordo del satélite NOAA 14 y del espectrorradiómetro SeaWiFS del satélite SeaStar. Las primeras proceden del servidor del German Remote Sensing Data Center mientras que las segundas fueron enviadas por el GSFC (Goddard Space Flight Center) en cintas magnéticas de 4 mm a nuestro laboratorio. Estas imágenes SeaWiFS corresponden al nivel L1A (datos brutos) por lo que requieren un postprocesado para obtener los valores de clorofila a. Éste se realiza en nuestro laboratorio por medio del programa SeaDAS (SeaWiFS Data Análisis System)

Los cinco canales en el infrarrojo y el visible del AVHRR proporcionan una imagen térmica con una resolución espacial de 1,1 km. Por su parte, la señal del SeaWiFS, proporciona una importante información acerca del fitoplancton marino. Seis de sus 8 bandas espectrales se localizan en la región visible del espectro electromagnético (400- 700 nm) y se sitúan en zonas características de absorción y/o reflexión de los pigmentos fotosintéticos del fitoplancton. Los datos aportados por este sensor nos permiten aproximarnos a la concentración de clorofila y a la producción primaria presentes en la zona. La resolución espacial de este sensor es igual a la del sensor AVHRR (1,1 km).

Se han obtenido imágenes térmicas diarias para el periodo comprendido entre abril y junio de 2002 así como composiciones semanales y mensuales desde el año 1998 de clorofila, producción primaria y temperatura.

### 1.5.2. Hidrodinámica

La aproximación al sistema de corrientes se realiza mediante el fondeo de un correntímetro *Aanderaa RCM-9* dotado de un sensor doppler para la medida de la velocidad y dirección de la corriente. El punto seleccionado para ello se localiza frente la playa de Matalascañas, a 37° 1,63' de latitud y -6° 41,19' de longitud. De este modo, se encuentra lo suficientemente alejado de la costa como para resultar representativo de la hidrodinámica presente sobre la plataforma. Su fondo rocoso asegura, además, la adecuada sujeción de la línea de fondeo.

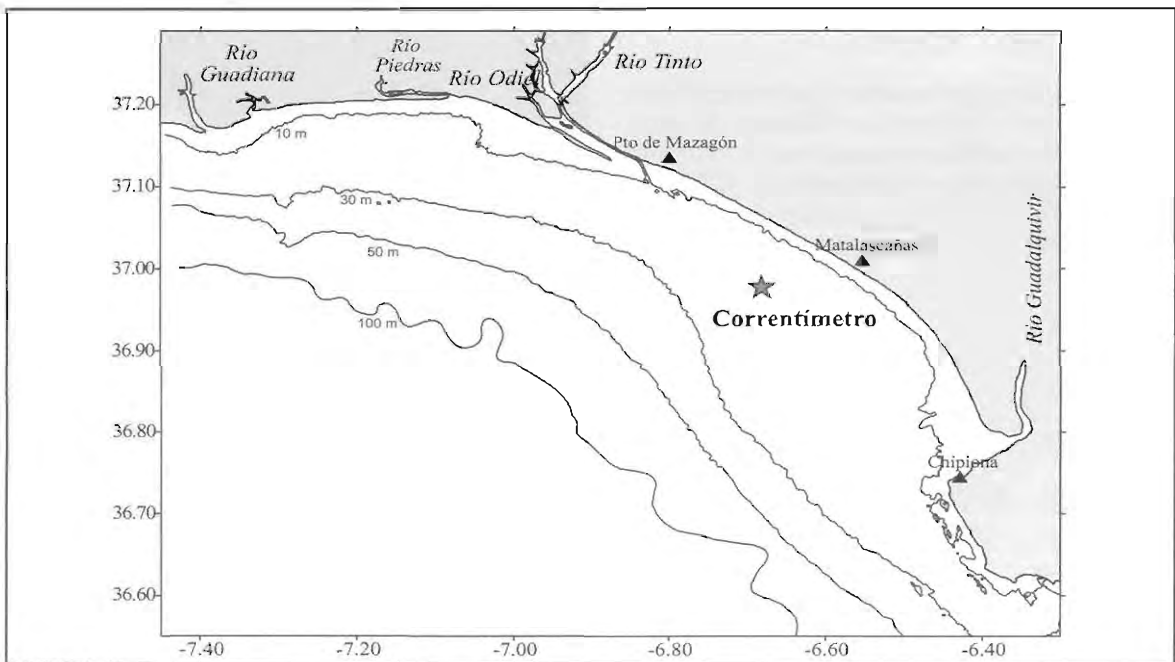


Figura 1.5.3.- Situación del correntímetro durante el fondeo realizado entre 16/11/2001 y 25/10/2002.

En el periodo comprendido entre el 16 de noviembre de 2001 y el 25 de octubre de 2002 se comprobó el estado del RCM-9 en varias ocasiones que determinan la duración de los que consideramos distintos periodos de fondeo:

- Fondeo 1: 16-11-2001 al 16-01-2002
- Fondeo 2: 16-01-2002 al 18-04-2002
- Fondeo 3: 18-04-2002 al 05-07-2002
- Fondeo 4: 05-07-2002 al 25-10-2002

En todas estas ocasiones se realizaron tareas de mantenimiento del correntímetro y se descargaron los datos de la DSU. El correntímetro quedó situado a 2,5 m respecto al fondo durante el primer fondeo, a 8,5 m en el segundo y a 5 m en los dos últimos. Su frecuencia de muestreo fue de diez minutos a lo largo de todo el periodo de estudio.

En este trabajo se analizan los resultados de los dos primeros periodos de fondeo. También se incluyen los datos de la boya Rayo situada en el borde la plataforma gaditano-onubense, a  $36^{\circ} 2,82'$  y  $-6^{\circ} 5,76'$ . Se trata de una boya Seawatch, capaz de alojar un conjunto de sensores que tienen como objeto medir parámetros atmosféricos y meteorológicos. Las comunicaciones con la boya se realizan vía satélite. Los datos de velocidad y dirección de corrientes de esta boya desde agosto de 1996 fueron suministrados por la red de medidas oceanográficas de puertos del estado.

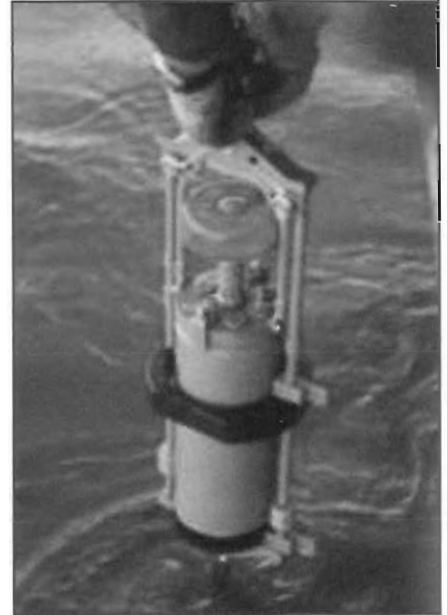


Foto 1.5. 7.- Correntímetro Aanderaa.

### 1.5.3. Variables Meteorológicas

Las variables meteorológicas proceden de la estación de Huelva del Instituto Nacional de Meteorología. Se trata de valores de nubosidad y pluviosidad diarias y velocidad- dirección de viento y radicación con una frecuencia horaria para el periodo comprendido entre el 1 de octubre de 1997 hasta el 30 de junio de 2002. También se han recopilado los promedios mensuales de pluviosidad y viento desde el año 1985 hasta el 2002 de esta misma estación.

Los datos de velocidad y dirección de vientos de la boya rayo fueron suministrados por la red de medidas oceanográficas de puertos del estado.

### 1.5.4. Ictioplancton

Para la toma de muestras de ictioplancton, en cada una de las estaciones de muestreo se realizan arrastres planctónicos de carácter doble oblicuo (en las estaciones más profundas) u horizontal-superficial (en las más someras), a un tiempo fijo aproximado de 7 minutos. Para ello se emplea una red tipo Bongo con apertura de boca de 40 cm de diámetro y malla de 200 micras. Cada una de las bocas de la red va dotada de un flujómetro para la estima del volumen total de agua filtrado. Los arrastres son efectuados por la banda de babor del barco, a una velocidad de navegación de 2-2,5 nudos y largando la longitud de cable necesaria para alcanzar la profundidad deseada en cada punto.

La profundidad a la que se realizó cada arrastre, marcada por un profundímetro acoplado al armazón de la red, varió en función del fondo de cada estación (ver tabla 1.3.2). En las campañas realizadas desde marzo hasta diciembre de 2002 la columna de agua muestreada varió desde los

4 m en la estación más somera hasta los más de 50 m en la más profunda, oscilando las profundidades registradas por la sonda entre 6 m y 91 m.



Foto 1.5.8.- Arriado de la Bongo 40.

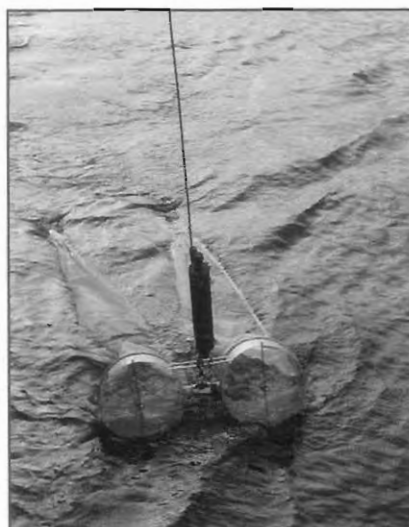


Foto 1.5.9.- Virado de la Bongo 40 tras el arrastre.

Estación	Fondo sonda (m)	Profundidad muestra (m)
I-1	69-75	46->50
I-2	16-18	10-15,5
I-3	9-11	6-10
I-4	6-9	4-8
I-5	8-19	6-12
I-6	7-10	6-9
I-7	15-17	9-17
I-8	50-53	31-50
I-9	73-76	39,5->50
I-10	22-25	15-23,5
I-11	6-9	4,5-7,5
I-12	9-12	6-10
I-13	7-9	5-9
I-14	29-31	20-29
I-15	52-59	39-50
I-16	88-91	49->50
I-17	33-37	21-36
I-18	6-11	4-9
I-19	10-11	5,5-11
I-20	27-30	19,5-29
I-21	25-29	15,5-23,5
I-22	10-12	6,5-12
I-23	30-32	20-30
I-24	14-20	11-18
I-25	8-10	6-10
I-26	13-15	9,5-14

Tabla 1.5.2.- Profundidades de muestreo ictioplanctónico en función del fondo en cada estación, en las campañas de marzo a julio de 2002.

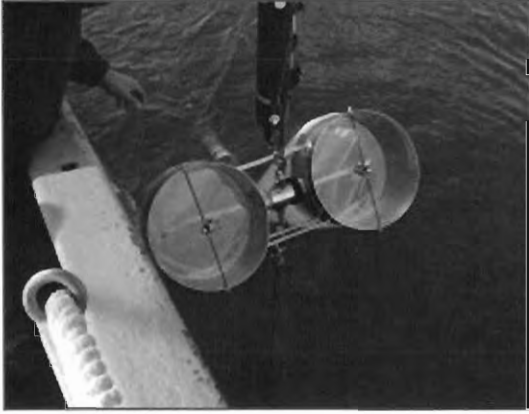


Foto 1.5.10.- Ascenso de la Bongo 40.



Foto 1.5.11.- Recogida de la Bongo 40.

Tras el arrastre, las muestras de los colectores son recogidas y conservadas en formol al 4%, tamponado con tetraborato sódico. Las muestras de uno de los colectores se dirigen a estudios de ictioplancton mientras que las del otro colector se emplean para el cálculo de la biomasa zoo-planctónica.



Foto 1.5.12.- Lavado de redes.



Foto 1.5.13.- Lavado y recogida de muestras planctónicas.

En el laboratorio, las muestras ictioplanctónicas son triadas a través de su visualización mediante lupas estereoscópicas. En la mayoría de los casos se ha triado la totalidad de la muestra, pero en ocasiones la alta densidad de la misma ha obligado a su fraccionamiento en alícuotas. A la vez que se realiza el triado de estas muestras se separan y cuentan los huevos y larvas de cada una de las especies objetivo. Los huevos y larvas del resto de las especies también son separados y contabilizados, englobándose en la categoría "otras especies". La medición de los huevos y larvas se efectúa mediante un micrómetro colocado en uno de los oculares de la lupa binocular. La determinación de huevos y larvas está siendo realizada en base a diversas fuentes bibliográficas.

Para el análisis de los datos obtenidos del triaje se trabaja sobre una base de datos que permite el cálculo de las abundancias relativas de los huevos y larvas de las especies objetivo. Las representaciones espaciales de las abundancias de las especies objetivo se han realizado a través de interpolaciones de modo kriging que realiza el programa Surfer versión 7.0.

Para la estimación de la biomasa zooplanctónica se emplea el volumen de zooplancton sedimentado, vaciando las muestras no triadas procedentes del segundo colector en probetas graduadas y dejándolas sedimentar durante un periodo de dos horas. Los volúmenes hallados se estandarizaron en función de los volúmenes de filtración calculados.

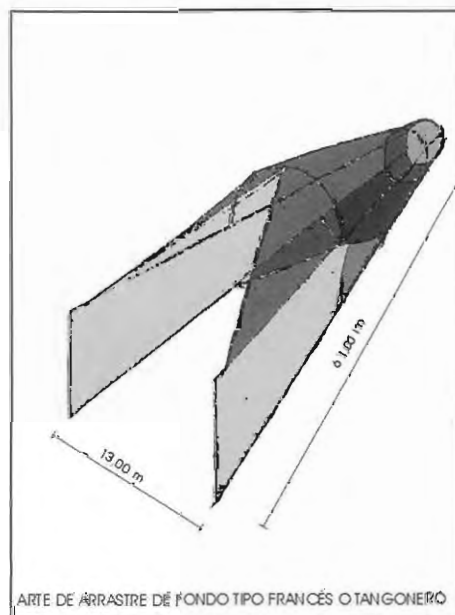
Hasta el momento sólo se han podido triar y analizar las muestras correspondientes al periodo marzo-junio, debido a la falta de personal dedicado a las labores de triaje.

### 1.5.5. Pesca

En este informe se incluye el análisis de los datos obtenidos hasta octubre de 2002.

Los arrastres se realizan en un trayecto rectilíneo de treinta minutos a una velocidad media de 3 nudos, durante las horas diurnas. Se ha empleado un arte comercial tipo tangón francés con un sobrecopo de 20 mm. Este tipo de red está diseñado para la captura de especies demersales. Las principales características del arte son:

- Dos puertas de acero con peso aproximado de 175 kg c/u.
- Longitud del burlón: 69 m.
- Relinga de flotadores: 51 m.
- Anchura de la boca: 13 m.
- Altura de la boca: de 0,90 a 1,20 m.
- Número de pasadas en las mallas: 20 / 28/ 60



**Figura 1.5.4.-** Esquema del arte de arrastre de fondo tipo francés o tangonero. (realizado por Carlos Colón)

### Capturas globales

En cada una de las estaciones de muestreo se anotan los datos de interés de las mismas: coordenadas, profundidad, hora de levado y calado del arte, condiciones meteorológicas y otras observaciones.

En la cubierta del barco los ejemplares capturados son separados por especies. Para proceder al registro de datos relativos a peso total y nº de individuos de cada especie, los pesos se toman mediante el uso de balanza de 25 kg (divisiones de 20 g) y dinamómetros de 100 g (10 g) 1000 g (50 g) y 5000 g (100 g), respectivamente. Los datos se han organizado para cada muestreo mensual en matrices de número de individuos y peso total (en kg) por especie y arrastre.



Foto 1.5.14.- Virado del arte de arrastre.



Foto 1.5.15.- Virado del arte de arrastre.



Foto 1.5.16.- Recogida del arte en cubierta.



Foto1.5.17.- Preparación de la red.



Foto 1.5.18.- Parte de la captura de un arrastre.

Para el estudio de fauna acompañante se procede a la determinación y recuento de ejemplares de especies pertenecientes tanto a la epifauna (cangrejos, camarones, erizos, estrellas, ofiuras, gasterópodos, ascidias,...) como a infauna (bivalvos, poliquetos, ...).

Las guías de identificación taxonómica empleadas han sido "Fichas FAO de identificación de especies para las necesidades de la pesca. Mediterráneo y Mar del Norte, Cefalópodos." (1972), "Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean" (1986 UNESCO), "Fauna y Flora del Mar Mediterráneo" (1983 Rield R., et al).

El nombre en castellano de los peces se ha asignado según criterio Clofnam (*Check-list of Fishes of the North-eastern Atlantic and Mediterranean*) asimismo, las denominaciones del resto de especies de interés han sido tomadas del anexo de la *Resolución de 25 de septiembre de 2002, de la Secretaría General de Pesca Marítima, por la que se establece y se da publicidad a la lista de denominaciones comerciales admitidas de los productos pesqueros* (BOE 250, 18/10/2002)

### Estudio biológico

Los ejemplares de las especies objetivo (sardina, boquerón, corvina, acedía, langostino y galera) fueron congelados y transportados al laboratorio para realizar su estudio biológico: dinámica de población, relaciones biométricas y reproducción. Asimismo, se estimó la frecuencia de tallas de las especies comerciales más abundantes en la zona.

No obstante, en el caso del boquerón, que constituye una especie de gran interés comercial por parte de la flota de cerco que faena en el golfo de Cádiz, se ha considerado oportuno incluir el estudio de muestras procedentes de las capturas de esta flota, compradas en lonja, para ampliar el rango de tallas estudiadas, pues como ya ha sido comentado con anterioridad, el arte empleado captura especies demersales, mientras que el boquerón es una especie pelágica de comportamiento gregario, que tiende a formar densos cardúmenes con gran movilidad en toda la columna de agua. Asimismo, a partir del mes de septiembre de 2002, se consideró igualmente idóneo adquirir ejemplares de sardina procedentes de cerco debido a los escasos individuos maduros capturados en los arrastres realizados.

### Dinámica de población

Para detectar el reclutamiento tanto de las seis especies objetivo como de aquellas especies comerciales de interés, se tomó la talla de los individuos capturados hasta un máximo de 100 ejemplares por estación de muestreo. Las longitudes medidas son las siguientes:

Peces:	Longitud total máxima (Lt máx, al cm inferior). Tomada desde el margen anterior del hocico hasta el final de la aleta caudal comprimida dorsoventralmente.
Cefalópodos:	Longitud dorsal del manto (LDM, al cm inferior). Desde el extremo anterior de cabeza hasta la línea media que une los ojos.
Langostinos:	Longitud total (Lt, al cm inferior). Longitud del cuerpo extendido en el plano horizontal desde el extremo del rostro al final del telson. Longitud del caparazón (Lcap, al mm inferior). Desde el seno orbital hasta el borde posterior del cefalotórax.
Galeras:	Longitud total (Lt, al cm inferior). Desde el margen anterior de la placa rostral hasta la línea imaginaria entre los ápices de los dientes submedianos del telson. Longitud del caparazón (Lcap, al mm inferior). Se obtiene a lo largo de la línea media del caparazón desde la base de la placa rostral hasta el margen medio posterior del mismo.

### **Relaciones biométricas**

La relación talla-peso viene definida por una función potencial:  $P=aL^b$ ; donde P es el peso individual (g), L es la talla del individuo (cm o mm, dependiendo de la longitud considerada), a y b son parámetros estimados mediante métodos estándar de regresión.

Adicionalmente, en el caso de crustáceos, se estudia la relación entre longitud total, Lt (cm) y longitud cefálica, Lc (mm), considerando machos y hembras por separado. Esta relación queda definida mediante la ecuación:  $Lt= aLc^b$ .

### **Ciclo reproductivo**

El estudio del ciclo reproductivo se ha determinado mediante el análisis conjunto del porcentaje de ejemplares maduros y la evolución mensual de los valores medios del índice gonadosomático (IGS). El IGS para peces ha sido calculado mediante la expresión:

$$IGS = \text{Peso gónada (g)} * 100 / \text{Peso eviscerado (g)}.$$

Tanto el sexo como el estado de maduración de las gónadas se determinan macroscópicamente. La proporción de sexos se ha estimado para las muestras mensuales así como para el conjunto total de ejemplares examinados. Los estados de maduración son asignados conforme a unas escalas empíricas utilizadas para peces, langostinos y galeras, que se detallan en las Tablas 1.5.3, 1.5.4 y 1.5.5, respectivamente.

### **Diversidad del área de muestreo**

El análisis de la diversidad del área muestreada se ha estimado a partir de datos de riqueza de especies en la muestra (nº especies por estación) junto con datos de abundancia (efectivos de las diferentes especies). El índice utilizado ha sido el de *Shannon-Wiever* (H). Para la estimación de este índice la fauna acompañante no ha sido considerada en los cálculos.

**Inmaduro (EMS I):** Testículos y ovarios muy pequeños y delgados. Testículos de aspecto blanquecino, ovarios traslúcidos sin ovocitos a simple vista.

**En desarrollo o recuperación (EMS II):** Ovarios y testículos formados pero de pequeño tamaño. Ovarios de color débilmente rosáceo o amarillento, sin ovocitos a simple vista.

**Prepuesta o maduración (EMS III):** Ovarios y testículos más gruesos y formados. Ovarios de color naranja o naranja-amarillo, siendo visibles los ovocitos a través de la membrana ovárica dándole aspecto granulado, pero sin presencia de ovocitos hidratados. Testículos de color blanco.

**Puesta o maduro (EMS IV):** Ovarios y testículos ocupando casi toda la cavidad abdominal. Ovarios de color naranja con bastante vascularización observándose ovocitos maduros grandes y transparentes listos para la puesta. Testículos de color blanco y aspecto lechoso. Una ligera presión abdominal es suficiente para hacer efluir los huevos o el esperma.

**Postpuesta (EMS V):** Notable reducción de las gónadas, de aspecto laxo y vacío. Ovarios de color rojo oscuro conteniendo restos de ovocitos que no han alcanzado la maduración y que degenerarán. Testículos con vestigios de hemorragias que les confieren un color blanco muy oscurecido.

Tabla 1.5.3.- Estados de maduración de las gónadas utilizados en peces

**Estado I.** Ovario inmaduro o en reposo. Presenta ovarios casi imperceptibles a través del exoesqueleto, transparentes y dotados de una ligera pigmentación en los extremos del primer y segundo par de lobulaciones.

**Estado II.** Ovarios en el inicio de la maduración. Flácidos pero con ligero ensanchamiento de las lobulaciones, apareciendo pigmentada la zona basal del primer par de lóbulos. Los lóbulos centrales presentan color amarillo céreo o crema. Aún no se detectan a través del exoesqueleto.

**Estado III.** Ovarios casi maduros. De coloración verde amarillenta, verde oliva claro o amarillo anaranjado. Más gruesos y ligeramente turgentes. Fácilmente perceptibles a través del exoesqueleto.

**Estado IV.** Ovarios en plena madurez. Presentan coloración verde oliva o verde oscuro. Son visibles a través del exoesqueleto.

**Estado V.** Ovarios en estado de pospuesta. Degenerativos y cuyo aspecto varía entre los estados II y III.

**Tabla 1.5.4.-** Estados de maduración de las gónadas en langostino (según Rodríguez, 1985)

<b>Estado I</b>	Inmaduro	Gónadas blancas y translúcidas
<b>Estado II</b>	Inactivo	Gónadas blancas opacas
<b>Estado III</b>	Comienzo de la maduración	Gónadas de color amarillo claro
<b>Estado IV</b>	Madurez avanzada	Gónadas en tonos amarillo a naranja
<b>Estado V</b>	Puesta	Gónadas color rojo naranja brillante

**Tabla 1.5.5.-** Estados de maduración de las gónadas femeninas en galeras (según Do Chi, 1975)

## CAPÍTULO 2

# GOLFO DE CÁDIZ

## ÁREA DE GRAN ACTIVIDAD PESQUERA

### 2.1.- PESCAS DEMERSALES

#### 2.1.1. Capturas globales

##### *Estructura de la comunidad*

Los datos de las capturas obtenidos en los muestreos mensuales se han dividido en dos grandes grupos: especies de interés y fauna acompañante. Las especies de interés engloban a los cefalópodos y crustáceos comerciales junto a la ictiofauna en general. Por otro lado, la fauna acompañante está compuesta por diversas especies de invertebrados (cnidarios, anélidos, equinodermos, etc) que se detallan más adelante.

Han sido capturadas ejemplares de cefalópodos pertenecientes a cuatro familias. En general, los cefalópodos comerciales capturados son muy conocidos y apreciados en el litoral suratlántico, siendo habitual su pesca mediante arrastres o poteras. Dentro de los géneros *Alloteuthis*, *Eledone* y *Sepiolo*, respectivamente, se engloban especies muy similares de difícil diferenciación y comercializadas bajo denominaciones comunes. En relación a los crustáceos de interés comercial capturados pertenecen a tres familias, siendo habitual la obtención de langostinos y galeras, especies consideradas objetivo en nuestro estudio.

Por otro lado, la ictiofauna capturada en los fondos blandos de la plataforma con la metodología descrita ascendió a 76 especies, siete de ellas pertenecientes al grupo Condrictios (peces con esqueleto cartilaginoso: rayas y tiburones) y el resto de especies a Osteictios (peces de esqueleto óseo) correspondientes a diversas familias que son muy comunes en la zona, al tratarse de especies que habitualmente pasan alguna etapa de su vida en fondos someros de aguas cálidas. Todas ellas se detallan a continuación.

#### CLASE CEPHALOPODA

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE		COMÚN
Sepioidea	Sepiidae	<i>Sepia officinalis</i>	Linnaeus, 1758	sepia, choco
	Sepiolidae	<i>Sepiolo spp</i>	Leach, 1817	almendrita
Teuthoidea	Loliginidae	<i>Loligo vulgaris</i>	Lamarck, 1798	calamar
	<i>Alloteuthis media</i>	(Linnaeus, 1758)		calamarín menor
Octopoda		<i>Alloteuthis subulata</i>	(Lamarck, 1798)	calamarín picudo
	Octopodidae	<i>Octopus vulgaris</i>	Cuvier, 1797	pulpo
	<i>Eledone moschata</i>	(Lamarck, 1798)		pulpo almizclado

#### CLASE MALACOSTRACA

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE		COMÚN
Decapoda	Penaeidae	<i>Melicertus kerathurus</i>	(Forskäl 1775)	langostino
		<i>Parapenaeus longirostris</i>	(Lucas, 1846)	gamba blanca
	Palaemonidae	<i>Palaemon sp.</i>	Weber, 1795	camarón
Stomatopoda	Squillidae	<i>Squilla mantis</i>	(Linnaeus, 1758)	galera

**CLASE CHONDRICHTHYES**

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE		COMÚN
<b>Carchariniformes</b>				
	Triakidae	<i>Mustelus mustelus</i>	(Linnaeus, 1758)	musola
	Scylliorhinidae	<i>Galeus melastomus</i>	Rafinesque, 1810	bocanegra
<b>Rajiformes</b>	Rajidae	<i>Raja asterias</i>	Delaroche, 1809	raya estrellada
		<i>Raja miraletus</i>	Linnaeus, 1758	raya de espejos
		<i>Raja undulata</i>	Lacepède, 1802	raya mosaico
	Myliobaatidae	<i>Pteromylaeus bovinus</i>	(G.Saint-Hilaire, 1817)	pez obispo
		<i>Dasyatis pastinaca</i>	(Linnaeus, 1758)	pastinaca
<b>Torpediniformes</b>	Torpedinidae	<i>Torpedo marmorata</i>	Risso, 1810	tembladera
		<i>Torpedo torpedo</i>	(Linnaeus, 1758)	tembladera

**CLASE OSTEICHTHYES**

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE		COMÚN
<b>Anguilliformes</b>				
	Congridae	<i>Conger conger</i>	(Linnaeus, 1758)	congrío
	Muraenidae	<i>Muraena helena</i>	(Linnaeus, 1758)	morena
<b>Cupleiformes</b>				
	Engraulidae	<i>Engraulis encrasicolus</i>	(Linnaeus, 1758)	boquerón
	Clupeidae	<i>Alosa fallax</i>	(Lacepède, 1803)	saboga
		<i>Sardina pilchardus</i>	(Walbaum, 1792)	sardina
		<i>Sardinella aurita</i>	(Valenciennes, 1847)	alacha
<b>Beloniformes</b>				
	Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus picarti</i>	(Valenciennes, 1847)	algarín
<b>Syngnathiformes</b>				
	Syngnathidae	<i>Hippocampus hippocampus</i>	(Linnaeus, 1758)	caballito de mar
<b>Gadiformes</b>				
	Merlucciidae	<i>Merluccius merluccius</i>	(Linnaeus, 1758)	merluza
	Gadidae	<i>Trisopterus luscus</i>	(Linnaeus, 1758)	faneca

**CLASE OSTEICHTHYES**

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE		COMÚN
<b>Perciformes</b>				
<b>Perciformes</b>	Moronidae	<i>Dicentrarchus labrax</i>	(Linnaeus, 1758)	lubina
		<i>Dicentrarchus punctatus</i>	(Bloch, 1792)	baila
	Serranidae	<i>Serranus hepatus</i>	(Linnaeus, 1758)	merillo
	Cepolidae	<i>Cepola rubescens</i>	Linnaeus, 1766	cinta
	Pomatomidae	<i>Pomatomus saltator</i>	(Linnaeus, 1766)	anjova
	Carangidae	<i>Caranx rhonchus</i>	G.Saint-Hilaire, 1817	jurel real
		<i>Trachurus trachurus</i>	(Linnaeus, 1758)	jurel
		<i>Trachurus picturatus</i>	(Bowdich, 1825)	chicharro
	Haemulidae	<i>Pomadasys incisus</i>	Bowdich, 1825)	roncador
	Scianidae	<i>Argyrosomus regius</i>	(Asso, 1801)	corvina
		<i>Sciaenops ocellatus</i>	Linnaeus, 1758	corvillo
		<i>Umbrina canariensis</i>	(Valenciennes, 1847)	verrugato canario
	Mullidae	<i>Mullus barbatus</i>	Linnaeus, 1758	salmonete fango

Sparidae	<i>Mullus surmuletus</i>	Linnaeus, 1758	salmonete de roca
	<i>Boops boops</i>	(Linnaeus, 1758)	boga
	<i>Dentex canariensis</i>	Steindachner, 1881	denton canario
	<i>Dentex gibossus</i>	(Rafinesque, 1810)	sama de pluma
	<i>Diplodus annularis</i>	(Linnaeus, 1758)	raspallón
	<i>Diplodus bellottii</i>	(Steindachner, 1881)	raspallón
	<i>Diplodus sargus</i>	(Linnaeus, 1758)	sargo
	<i>Diplodus vulgaris</i>	(G.Saint-Hilaire, 1817)	mojarra
	<i>Lithognathus mormyrus</i>	(Linnaeus, 1758)	herrera
	<i>Pagellus acarne</i>	(Risso, 1826)	aligote
	<i>Pagellus bellottii</i>	Steindachner, 1882	breca chata
	<i>Pagellus erythrinus</i>	(Linnaeus, 1758)	breca
	<i>Sparus aurata</i>	Linnaeus, 1758	dorada
	<i>Spondyliosoma cantharus</i>	(Linnaeus, 1758)	chopa
	Centracanthidae	<i>Spicara spp.</i>	Rafinesque, 1810
Trachinidae	<i>Trachinus draco</i>	Linnaeus, 1758	pez araña
Uranoscopidae	<i>Uranoscopus scaber</i>	Linnaeus, 1758	pez rata
Scombridae	<i>Scomber japonicus</i>	Houttuyn, 1782	estornino
	<i>Scomber scombrus</i>	Linnaeus, 1758	caballa
Gobiidae	<i>Aphia minuta</i>	(Risso, 1810)	chanquete
	<i>Leuseurigobius sanzoi</i>	(De Buen, 1918)	gobio de Sanzoi
Callionymidae	<i>Callionymus lyra</i>	Linnaeus, 1758	primita
	<i>Callionymus reticulatus</i>	Valenciennes, 1837	dragoncillo
Stromateidae	<i>Stromateus fiatola</i>	Linnaeus, 1758	pámpano
Sphyraenidae	<i>Sphyraena sphyraena</i>	(Linnaeus, 1758)	espetón
Mugilidae	<i>Liza aurata</i>	(Risso, 1810)	lisa
	<i>Liza ramada</i>	(Risso, 1826)	lisa
Sphyraenidae	<i>Sphyraena sphyraena</i>	(Linnaeus, 1758)	espetón
<b>Atheriniformes</b>			
Atherinidae	<i>Atherina presbyter</i>	Cuvier, 1829	pejerrey

**CLASE OSTEICHTHYES**

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	COMÚN	
<b>Scorpaeniformes</b>				
	Scorpaenidae	<i>Scorpaena notata</i>	Rafinesque, 1810	escórpora
	Triglidae	<i>Chelidonichthys obscura</i>	(Linnaeus, 1764)	arete
		<i>Lepidotrigla cavillone</i>	(Lacepede, 1801)	cabete
		<i>Chelidonichthys lucerna</i>	Linnaeus, 1758	bejel
		<i>Chelidonichthys lastoviza</i>	(Brünich, 1768)	rubio
<b>Pleuronectiformes</b>				
	Citharidae	<i>Citharus linguatula</i>	(Linnaeus, 1758)	solleta
	Bothidae	<i>Arnoglossus imperialis</i>	(Rafinesque, 1810)	imperial
		<i>Arnoglossus laterna</i>	(Walbaum, 1792)	serrandell
		<i>Amoglossus thori</i>	Kyle, 1913	peludilla
		<i>Bothus podas</i>	(Delaroche, 1809)	podas
	Soleidae	<i>Dicologlossa cuneata</i>	(Moreau, 1881)	acedía
		<i>Synaptura lusitanica</i>	Cantor, 1849	

	<i>Microchirus azevia</i>	Capello, 1867)	acevia
	<i>Microchirus boscanion</i>	Chabanaud, 1926	
	<i>Microchirus ocellatus</i>	(Linnaeus, 1758)	
	<i>Monochirus hispidus</i>	Rafinesque, 1814	
	<i>Solea lascaris</i>	(Risso, 1810)	
	<i>Solea impar</i>	Bennet, 1831	
	<i>Solea senegalensis</i>	Kaup, 1858	lenguado
	<i>Solea vulgaris</i>	Quensel, 1806	lenguado
	<i>Bathysolea profundicola</i>	(Vaillant, 1888)	l. de profundidad
<b>Tetraodontiformes</b>			
	Balistidae	<i>Balistes carolinensis</i>	Gmelin, 1789
			pez ballesta
<b>Batrachoidiformes</b>			
	Batrachoididae	<i>Halobatrachus didactylus</i>	(Bloch Schneider, 1801)
			pez sapo

A continuación se relacionan las especies englobadas como fauna acompañante:

#### FILUM CNIDARIO

##### \*Clase ANTHOZOA

*Calliactis parasitica* (anémona del ermitaño)

**Alcyonium acaule** (mano de muerto)

#### FILUM ECHIURA

##### **Bonellia viridis**

#### FILUM MOLLUSCA

##### \*Clase POLYPLACOPHORA

*Chiton sp.*

##### \*Clase BIVALVIA

*Acanthocardia aculeata*

*Acanthocardia echinata*

*Anomia ephippium*

##### \*Clase BIVALVIA (cont.)

*Chamelea gallina*

*Chlamys spp.*

*Crassostea angulata*

*Dosinia exoleta*

*Mactra corallina*

*Nucula sp.*

*Pharus legumen*

*Pinna sp.*

*Pitar rude*

*Spisula solida*

*Tellina crassa*

*Tellina incarnata*

*Tellina tenuis*

*Venus fasciata*

*Venerupis romboide*

## \*Clase GASTROPODA

*Buccinulum corneum**Charonia lampas**Cymbium olla**Murex brandaris**Phyllonotus trunculus**Semicassis undulata*

Subclase OPISTHOBRANCHIA (especies no determinadas)

## FILUM ANELIDA

## \*Clase POLYCHAETA

*Sternaspis scutata*

## FILUM CRUSTACEA

## \*Clase MALACOSTRACA

*Atelecyclus undecimdentatus* (pellizco)*Macropipus spp.*(nécora)*Calappa granulata**Pilumnus sp**Homola barbata**Goneplax rhomboides* (violoinsta)*Polybius henslowi* (patialado)*Pagurus spp**Parthenope sp**Macropodia longirostri**Illia nucleus**Dorippe lanata**Ethusa mascarone**Maia squinado* (centollo)*Pontocaris cataphracta**Palaemon spp.* (camarones)*Parapenaeus longirostri**Alpheus glaber**Processa edulis**Upogebia sp.*

## FILUM ECHINODERMATA

## \*Clase ASTEROIDEA

*Astropecten aranciacus* (estrella de mar)*Astropecten sp.*(estrellas de mar)*Ophidiaster ophidianus* (estrella púrpura)

## \*Clase EPHIUROIDEA

*Astrospartus mediterraneus**Ophiura sp.*(ofiuras)*Holothuria spp.*(cohombro de mar)

## \*Clase ECHINOIDEA

*Paracentrotus lividus* (erizo de mar)*Echinocardium cordatum* (erizo irregular)

FILUM CHORDATA

\*Clase ASCIDIACEA

*Phallusia mammilata*

\*Clase THALIACEA especie sin determinar

**Evolución de las capturas mensuales**

La Figura 2.1.1 muestra la distribución porcentual de las capturas mensuales. Además se han agrupado en "peces comerciales", es decir, cuyo valor en el mercado es alto o moderado y "peces no comerciales", aquellos con escaso o nulo valor comercial, aunque algunas especies sean apreciadas a nivel local.

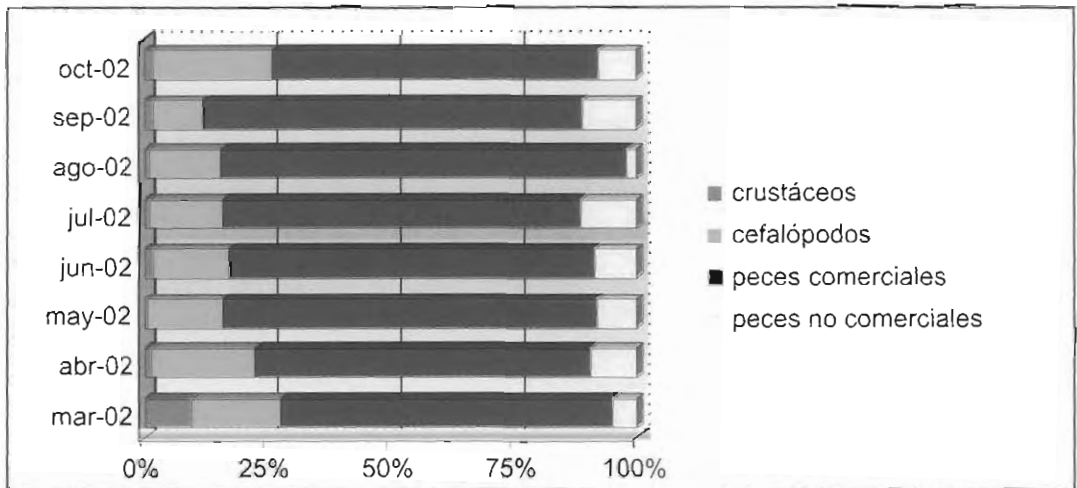


Figura 2. 1.1- Distribución porcentual por grupo de especies sobre peso total en kg.

En los sucesivos muestreos se observó una mayor proporción de peces comerciales respecto a los demás grupos, aumentando los valores desde el 67% en marzo hasta un máximo del 82% en agosto, descendiendo a valores del 66% en octubre. Por otro lado, el porcentaje de peces no comerciales no ha superado el 11% de las capturas totales y, en general, se trata de especies de escaso tamaño normalmente desestimadas y consideradas como descartes.

Los valores relativos a especies de cefalópodos se mantienen alrededor del 15 al 20 % , alcanzando un máximo en octubre (25%). Finalmente, la proporción de crustáceos alcanza un máximo en marzo (10%), manteniéndose con valores alrededor del 1 al 2% en los meses restantes. Este mayor porcentaje de crustáceos en marzo puede deberse a las condiciones en las que se realizó el muestreo, coincidiendo con mar de leva, lo cual favorece la remoción del fondo y con ello una mayor captura de estas especies cuyos hábitos de comportamiento se ven afectados, abandonando las madrigueras en las que habitualmente pasan las horas diurnas.

En la Figura 2.1.2 se observa la variación temporal de las capturas medias por arrastre. Durante la primavera y principios de verano las capturas se mantienen en valores medios entre 15 a 20 kg por arrastre, durante el verano las capturas van disminuyendo hasta alcanzar un mínimo en julio con valores medios de 9 kg por arrastre. En general, en el verano los profesionales de la pesca varían su actividad faenando principalmente durante la noche, aprovechando el cambio de los hábitos de comportamiento de las especies objeto de sus capturas. Durante el mes de agosto se produjo un aumento en

las capturas debido a la presencia de un gran cardumen con gran cantidad de individuos de tamaño mediano de jurel (*T. trachurus*) y un pequeño grupo de ejemplares de gran tamaño de sargo (*D. sargus*).

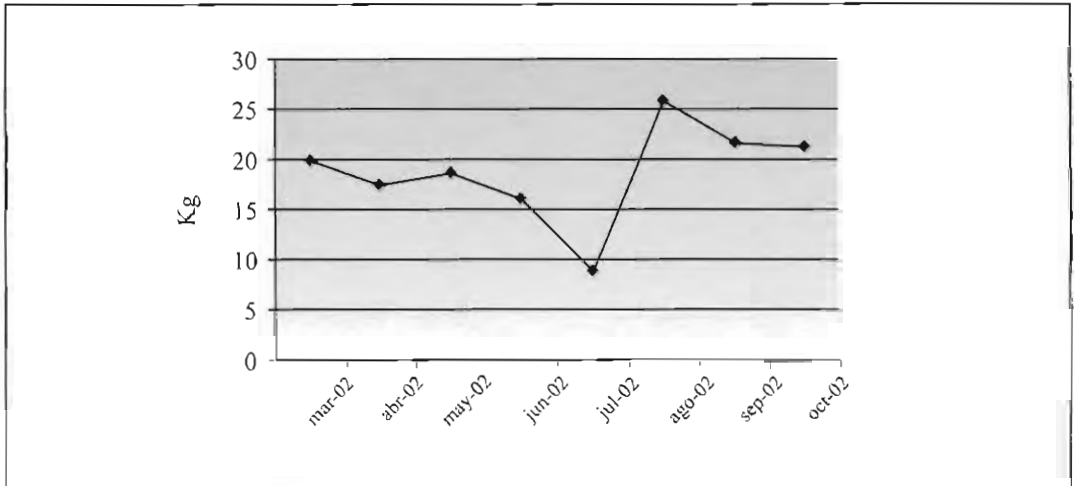


Figura 2.1.2.- Evolución mensual de los valores medios de capturas (kg) por arrastre

La tabla 2.1.12 resume los datos de número de ejemplares y presencia de cada una de las especies capturadas en los muestreos.

## 2.1.2. Estudio biológico

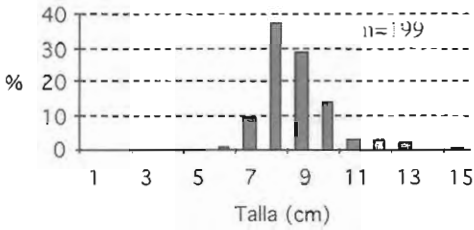
### BOQUERÓN

#### Dinámica de población

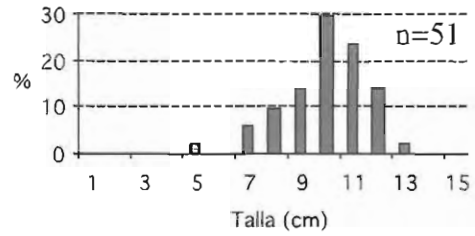
En las Figuras 2.1.3 y 2.1.4 se muestran las distribuciones de frecuencia de tallas de las muestras procedentes de arrastre y cerco, respectivamente. En los muestreos mensuales de arrastre se aprecia la incorporación de ejemplares de talla pequeña (reclutamiento) a partir del mes de abril, siendo la talla mínima capturada de 3 cm. Por otro lado, la talla máxima capturada en arrastre fue de 15 cm durante el mes de marzo. Los rangos de tallas más amplios fueron los de los meses de abril (3 cm-13 cm) y octubre (4 cm-14 cm) (ver Tabla 2.1.1). En el mes de junio la proporción de individuos juveniles supera a los adultos y en los meses de septiembre y octubre estas proporciones casi se igualan.

No obstante, en las muestras compradas en lonja (cerco), la mayoría de los ejemplares superan la talla mínima legal de captura establecida en 10 cm, aunque en los meses de marzo, abril y mayo el 10% de las muestras se correspondieron con la talla de 9 cm. Por otro lado, la talla máxima presente en las muestras de cerco fue de 16 cm, en los meses de agosto, septiembre y octubre y los valores medios de talla fluctúan en los sucesivos meses (Tabla 2.1.2).

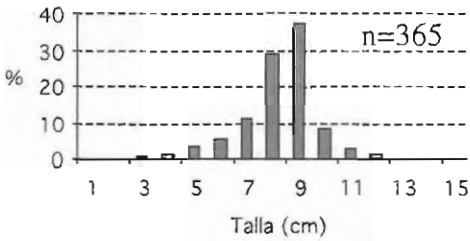
*E. encrasicolus* mar-02



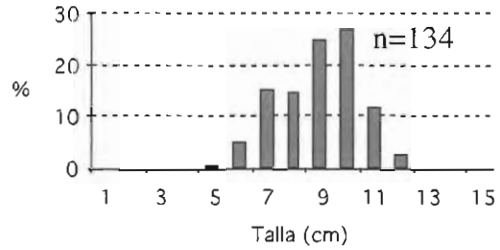
*E. encrasicolus* jul-02



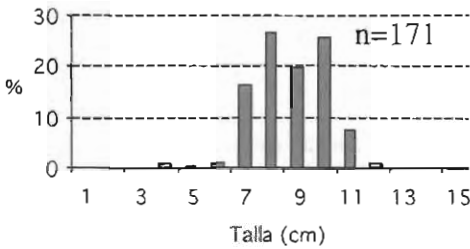
*E. encrasicolus* abr-02



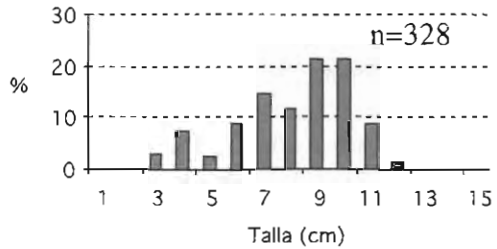
*E. encrasicolus* ago-02



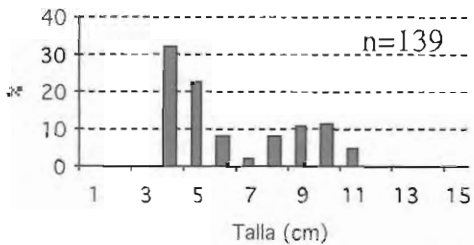
*E. encrasicolus* may-02



*E. encrasicolus* sep-02



*E. encrasicolus* jun-02



*E. encrasicolus* oct-02

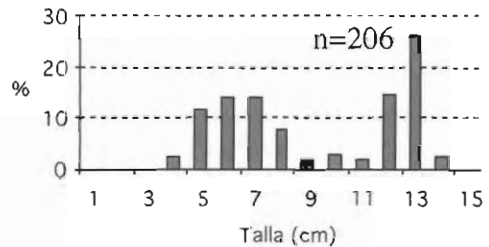
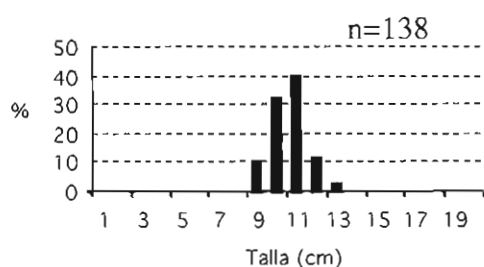
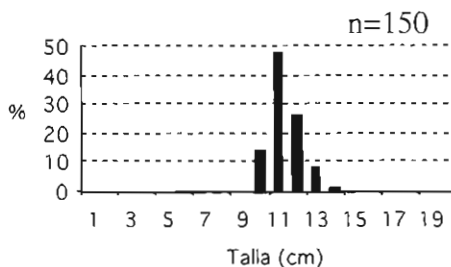


Figura 2.1.3.- *Engraulis encrasicolus*. Distribución mensual de frecuencia de tallas. ARRASTRE

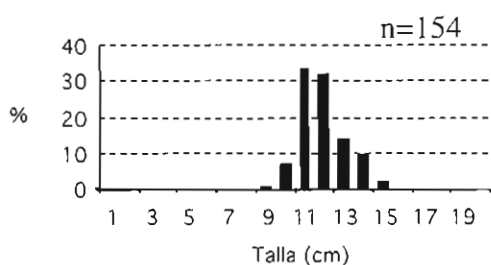
*E. encrasicolus* mar-02 Lonja



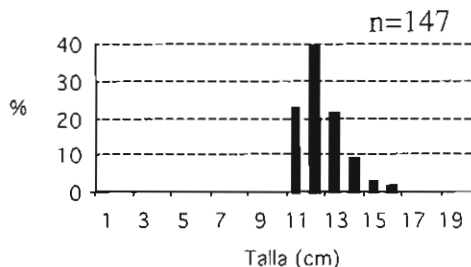
*E. encrasicolus* jul-02 Lonja



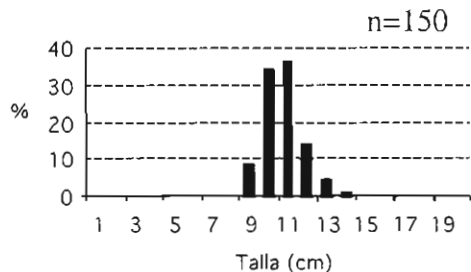
*E. encrasicolus* abr-02 Lonja



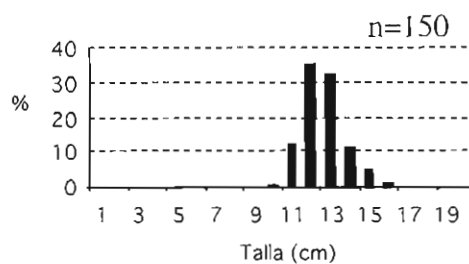
*E. encrasicolus* ago-02 Lonja



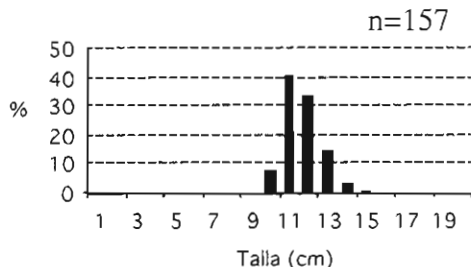
*E. Encrasicolus* may-02 Lonja



*E. encrasicolus* sep-02 Lonja



*E. encrasicolus* jun-02 Lonja



*E. encrasicolus* oct-02 Lonja

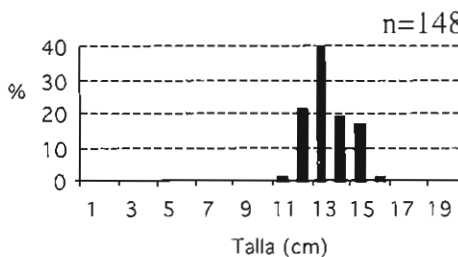


Figura 2.1.4.- *Engraulis encrasicolus*. Distribución mensual de frecuencia de tallas. CERCO (Lonja)

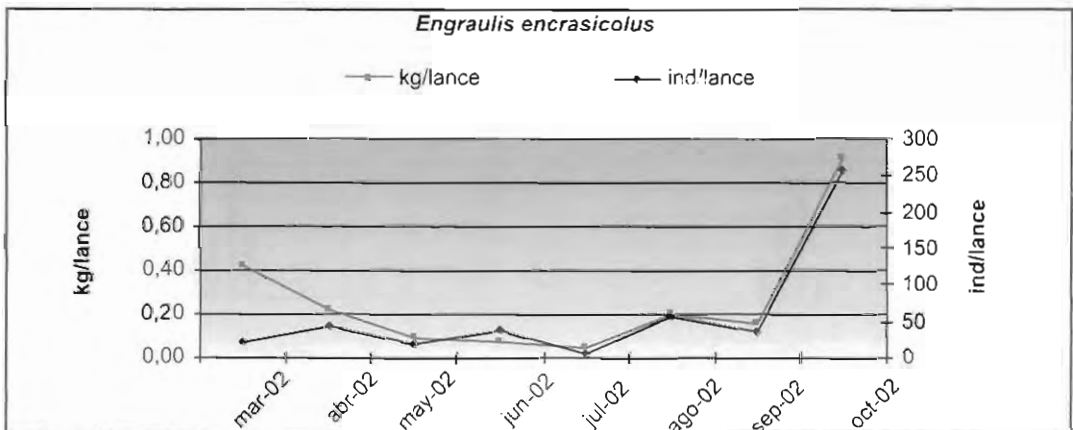
Longitud total (cm)				
	N	Media	DS	rango
mar-02	199	8,80	1,36	6-15
abr-02	365	8,25	1,46	3-13
may-02	171	8,74	1,42	4-12
jun-02	139	6,38	2,64	4-13
jul-02	51	9,96	1,60	5-13
ago-02	134	8,40	1,34	5-12
sep-02	328	8,13	2,15	3-12
oct-02	206	9,31	3,25	4-14

**Tabla 2.1.1. *Engraulis encrasicolus*.** Estimadores de los parámetros descriptivos de distribución de tallas. N: número de individuos examinados; Media; DS: desviación estándar; rango de tallas. ARRASTRE

Longitud total (cm)				
	N	Media	DS	rango
mar-02	138	10,65	0,96	9-13
abr-02	154	11,90	1,18	9-15
may-02	150	10,75	1,04	9-14
jun-02	157	11,68	0,97	10-15
jul-02	150	11,13	0,88	10-14
ago-02	147	12,36	1,16	11-16
sep-02	150	12,63	1,11	10-16
oct-02	148	13,32	1,08	11-16

**Tabla 2.1.2. *Engraulis encrasicolus*.** Estimadores de los parámetros descriptivos de distribución de tallas. N: número de individuos examinados; Media; DS: desviación estándar; rango de tallas. CERCO

En la Figura 2.1.5 se presentan los resultados de los rendimientos medios por lance para el boquerón, expresados en kg y número de individuos. La evolución temporal muestra unos valores medios de captura inicialmente bajos (0.42 kg y 22 ind, por lance), que se mantienen a lo largo de los meses de muestreo hasta alcanzar en octubre el valor más alto de 0.91kg/lance y 256 ind/lance.



**Figura 2.1.5.- *Engraulis encrasicolus*.** Evolución mensual de capturas medias (kg y nº ind) por lance

### Reproducción

La proporción de sexos en las muestras mensuales procedentes de arrastre y cerco difieren entre si (Figura 2.1.6). En las de arrastre el porcentaje de individuos sexualmente indeterminados es mayor pues, como ya ha sido comentado con anterioridad, la red está provista de sobrecopo para capturar juveniles. Sin embargo, las capturas de la flota de cerco deben estar por encima de la talla mínima de captura (establecida en 10 cm), por lo que la gran mayoría de individuos son maduros y el hecho de encontrar individuos sexualmente indeterminados es debido a que éstos se encuentren en periodo de reposo sexual. Por otro lado, considerando el total de individuos capturados en arrastre no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre la proporción de machos y hembras ( $\chi^2$ ,  $P < 0,05$ ).

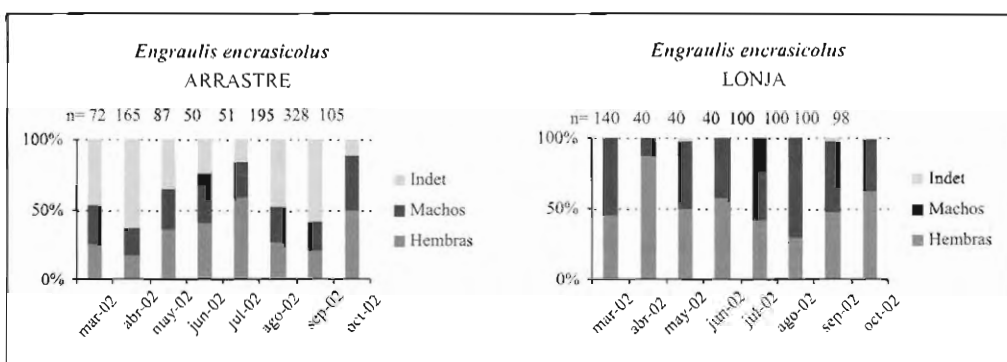


Figura 2.1.6. Proporción de sexos. *Engraulis encrasicolus* (muestras de arrastre y de lonja)

Con los individuos maduros procedentes de la flota de cerco (lonja) se ha estimado el valor medio mensual del IGS para machos y hembras por separado. La evolución de estos valores es diferente para cada sexo, en hembras el aumento comienza en mayo, llegando a un segundo pico en los meses de otoño. En los machos se observa un solo pico, menos pronunciado que abarca los meses de primavera hasta final del verano. Los datos obtenidos concuerdan con otros estudios de esta especie en esta zona (Rodríguez-Roda, 1977, Millán, 1999), en los que se establecen que la época de puesta del boquerón comienza en los meses marzo-abril hasta septiembre-octubre, con un pico que abarca los meses de junio a agosto, seguido de un periodo de reposo (que se inicia en noviembre y dura hasta febrero). No obstante, estos autores ponen de manifiesto las grandes fluctuaciones interanuales en la duración del pico de IGS y en la amplitud del periodo de puesta, por lo que sería conveniente un estudio más exhaustivo teniendo en cuenta ambos sexos conjuntamente.

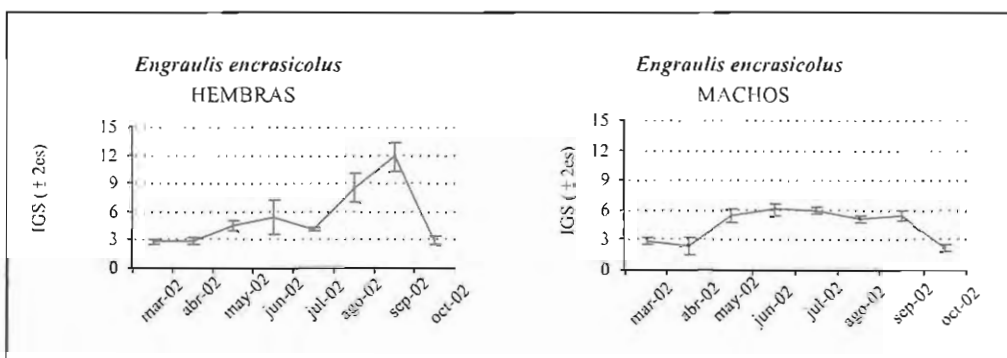


Figura 2.1.7.- Evolución mensual del IGS medio (+/- 2error típico) en hembras y machos. *E. encrasicolus*

### Relaciones biométricas

La relación que define el crecimiento en peso en función de la talla de la especie *Engraulis encrasicolus* (para un total de 3732 individuos examinados y coeficiente de determinación,  $r^2=0,9643$ ) viene definida por la siguiente función:

$$\text{Peso (g)} = 0.0048 \cdot \text{Talla (cm)}^{3,152}$$

La representación gráfica de la misma se muestra en la Figura 2.1.8.

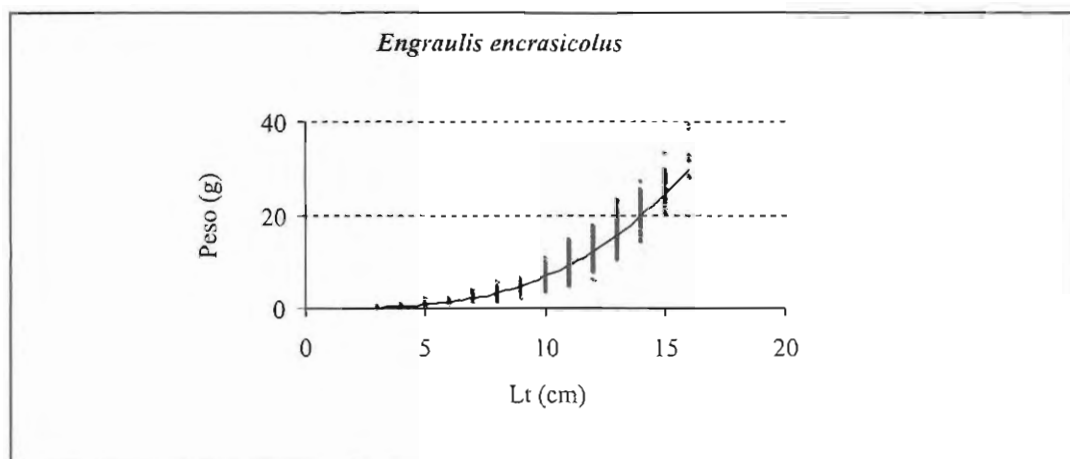


Figura 2.1.8.- Relación talla-peso. *Engraulis encrasicolus*

## SARDINA

### Dinámica de población

En las Figuras 2.1.9 y 2.1.10 se muestran las distribuciones de frecuencia de tallas de las muestras procedentes, respectivamente, de arrastre y cerco (compradas en lonja a partir del mes de septiembre). En los muestreos de arrastre se detectó el reclutamiento mayoritariamente en los meses de mayo y junio, en los que la proporción de juveniles supera la de adultos presentes en las muestras (representando el 91 y 75%, respectivamente). Estos resultados concuerdan con el estudio realizado por Rodríguez-Roda (1970), en el que obtuvo juveniles preferentemente en primavera y verano.

La talla mínima capturada fue de 4 cm (mayo) y la talla máxima de 22 cm (marzo). Los valores medios de la talla fluctúan en los sucesivos meses. El rango de tallas más amplio (4 cm-19 cm) se obtuvo en dos meses, mayo y septiembre (Tabla 2.1.3), con la particularidad de que en septiembre el porcentaje de adultos supera al de juveniles (89% frente a 11%). Por otro lado, en las dos muestras procedentes de la flota de cerco la talla de los individuos está por encima de 16cm (la talla comercial está establecida en 11 cm y 15g/unidad).

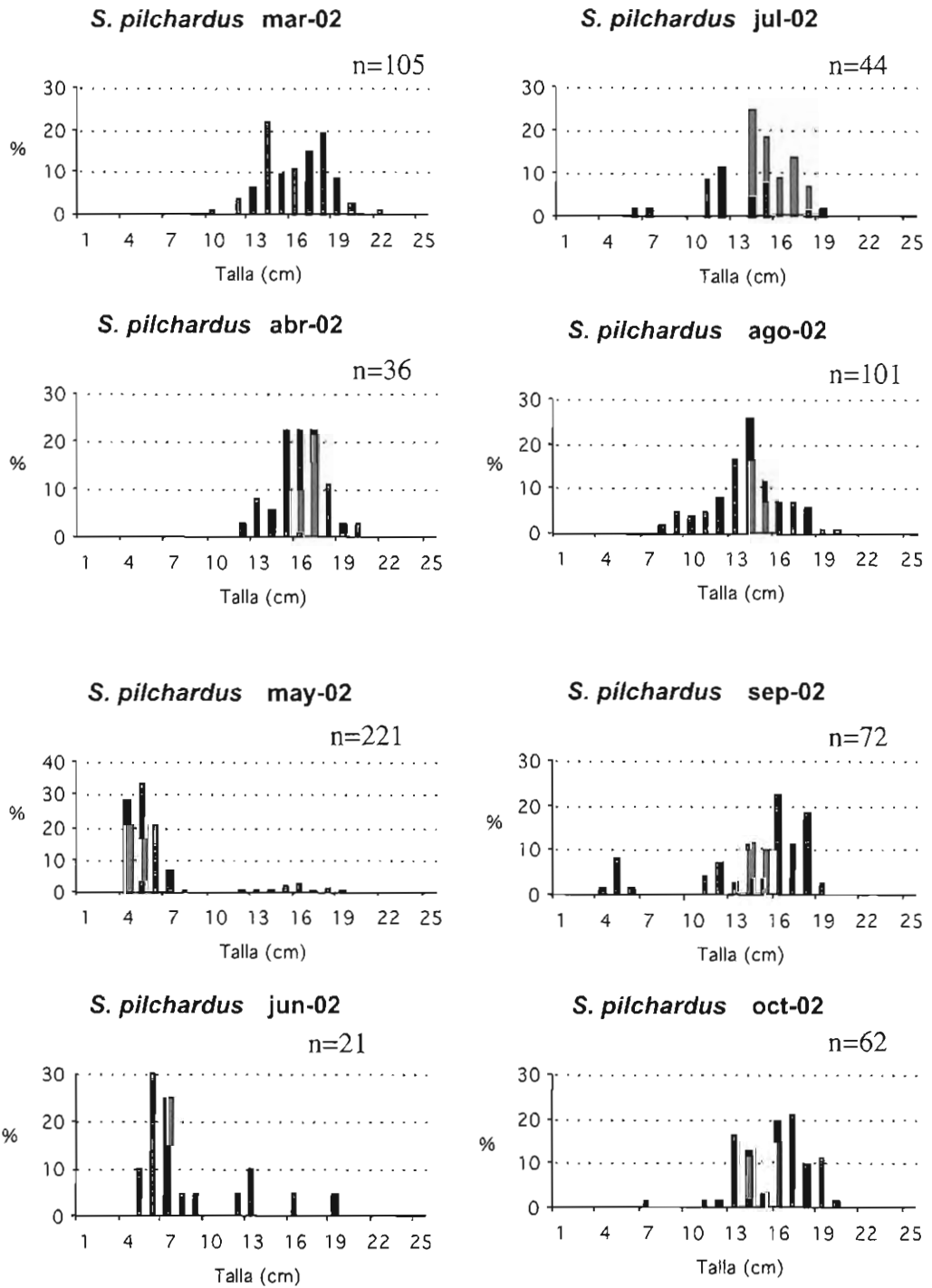


Figura 2.1.9.- Sardina pilchardus. Distribución mensual de frecuencia de tallas. ARRASTRE

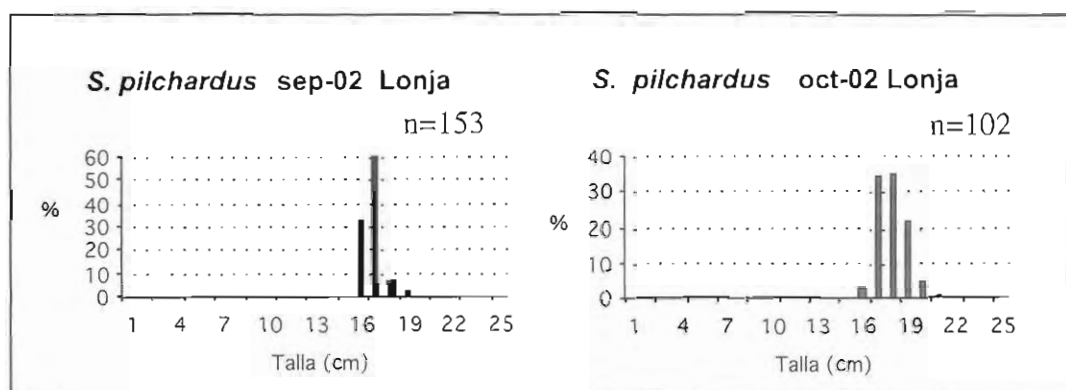


Figura 2.1.10.- Sardina pilchardus. Distribución mensual de frecuencia de tallas. CERCO (Lonja)

Longitud total (cm)				
	N	Media	DS	rango
mar-02	105	16,02	2,25	10-22
abr-02	36	15,94	1,76	12-20
may-02	221	6,00	3,16	4-19
jun-02	21	8,81	4,01	5-19
jul-02	44	14,32	2,71	6-19
ago-02	101	13,81	2,47	8-20
sep-02	72	14,44	3,91	4-19
oct-02	62	15,74	2,42	7-20

Tabla 2.1.3.- *Sardina pilchardus*. Estimadores de los parámetros descriptivos de distribución de tallas. N: número de individuos examinados; Media; DS: desviación estándar; rango de tallas. ARRASTRE

Longitud total (cm)				
	N	Media	DS	rango
sep-02	153	16,78	0,65	16-19
oct-02	102	17,94	0,98	16-21

Tabla 2.1.4.- *Sardina pilchardus*. Estimadores de los parámetros descriptivos de distribución de tallas. N: número de individuos examinados; Media; DS: desviación estándar; rango de tallas. LONJA

En la Figura 2.1.11 se presentan los resultados de los rendimientos medios por lance para la sardina, expresados en kg y número de individuos. El valor inicial de captura (0,3 kg/lance) sufre un fuerte descenso en el mes de junio (0,02 kg/lance), ascendiendo lentamente en el siguiente mes y alcanzar en agosto los 0,29 kg/lance, valor en el que se mantiene en los meses sucesivos. No obstante, los valores medios de captura expresados en número de individuos por lance, sufre una evolución distinta, ya que en el mes de mayo se produce un aumento considerable de individuos capturados, aunque de pequeño tamaño (cerca del 90% de la muestra son juveniles) y que no suponen un aumento en el peso de captura. En el mes de junio decae el número de individuos por lance y es a partir de agosto cuando se recupera el valor inicial, manteniéndose en los meses sucesivos alrededor de los 7ind/lance.

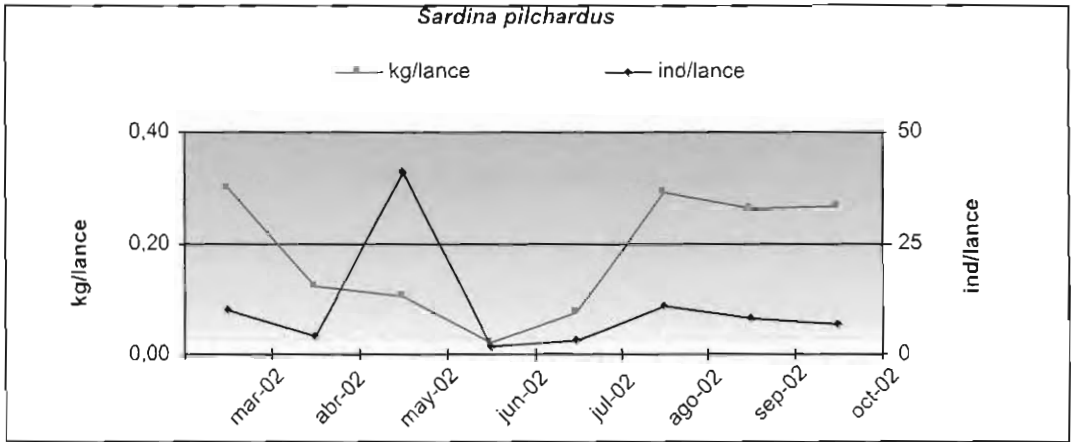


Figura 2.1.11. *Sardina pilchardus*. Evolución mensual de capturas medias (kg y nº ind) por lance

### Reproducción

La proporción de individuos machos y hembras en los sucesivos muestreos de arrastre es muy baja (Figura 2.1.12), llegando a alcanzar el porcentaje de indeterminados unos valores alrededor del 90% durante los meses de abril a agosto. Es a partir de septiembre cuando comienzan a aparecer mayor número de individuos maduros: 35% y 73% en septiembre y octubre, respectivamente. Así pues, el escaso número de individuos con sexo conlleva que el tamaño de muestra no sea representativo para la estimación de los valores medios del IGS. No obstante, estos resultados obtenidos están dentro de lo esperado, puesto que la sardina del golfo de Cádiz presenta un amplio período reproductivo que se extiende desde octubre a mayo (Rodríguez-Roda, 1970).

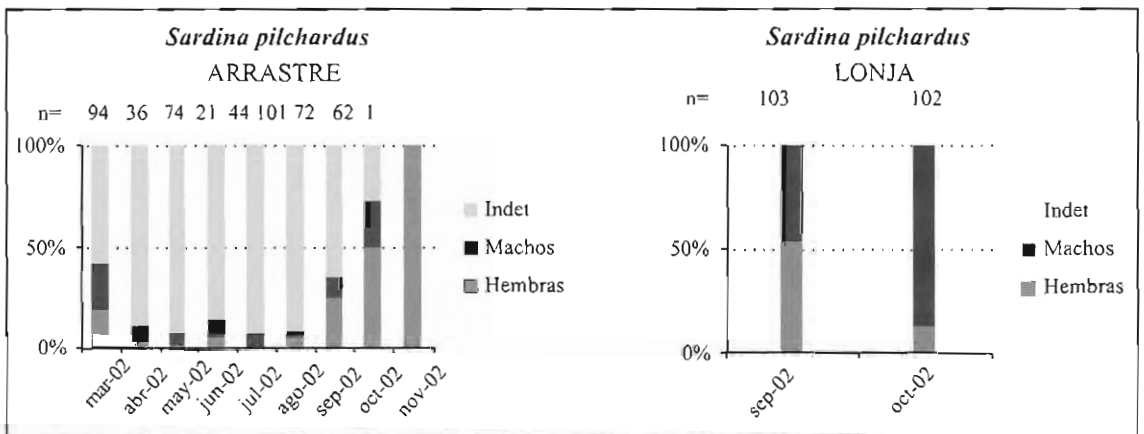


Figura 2.1.12.- Proporción de sexos. *Sardina pilchardus* (arrastre y lonja)

### Relaciones biométricas

La relación que define el crecimiento en peso en función de la talla de la especie *Sardina pilchardus* (n=1013 individuos y coeficiente de determinación,  $r^2=0,9848$ ) viene definida por la siguiente función:

$$\text{Peso (g)} = 0.0092 * \text{Talla (cm)}^{2.9885}$$

La representación gráfica de la misma se muestra en la Figura 2.1.13.

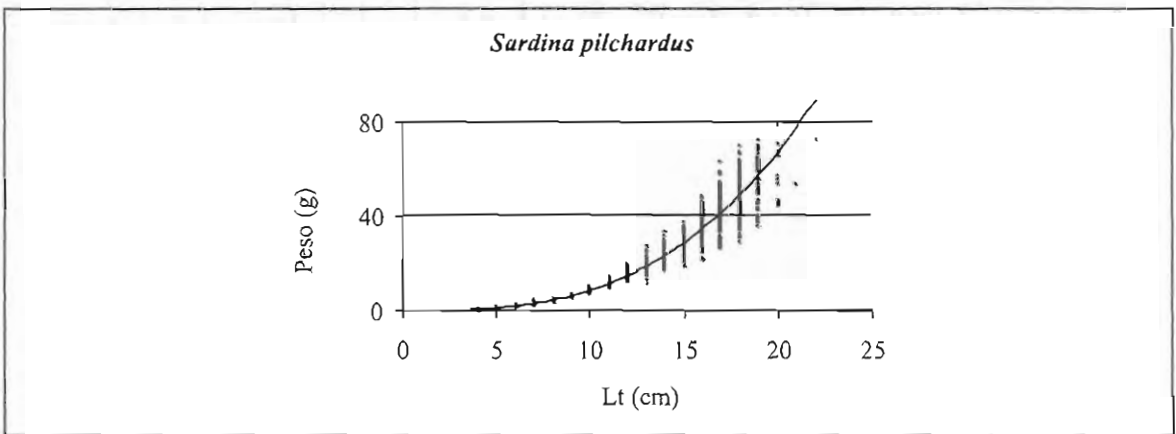


Figura 2.1.13.- Relación talla-peso. *Sardina pilchardus*

**ACEDÍA**

**Dinámica de población**

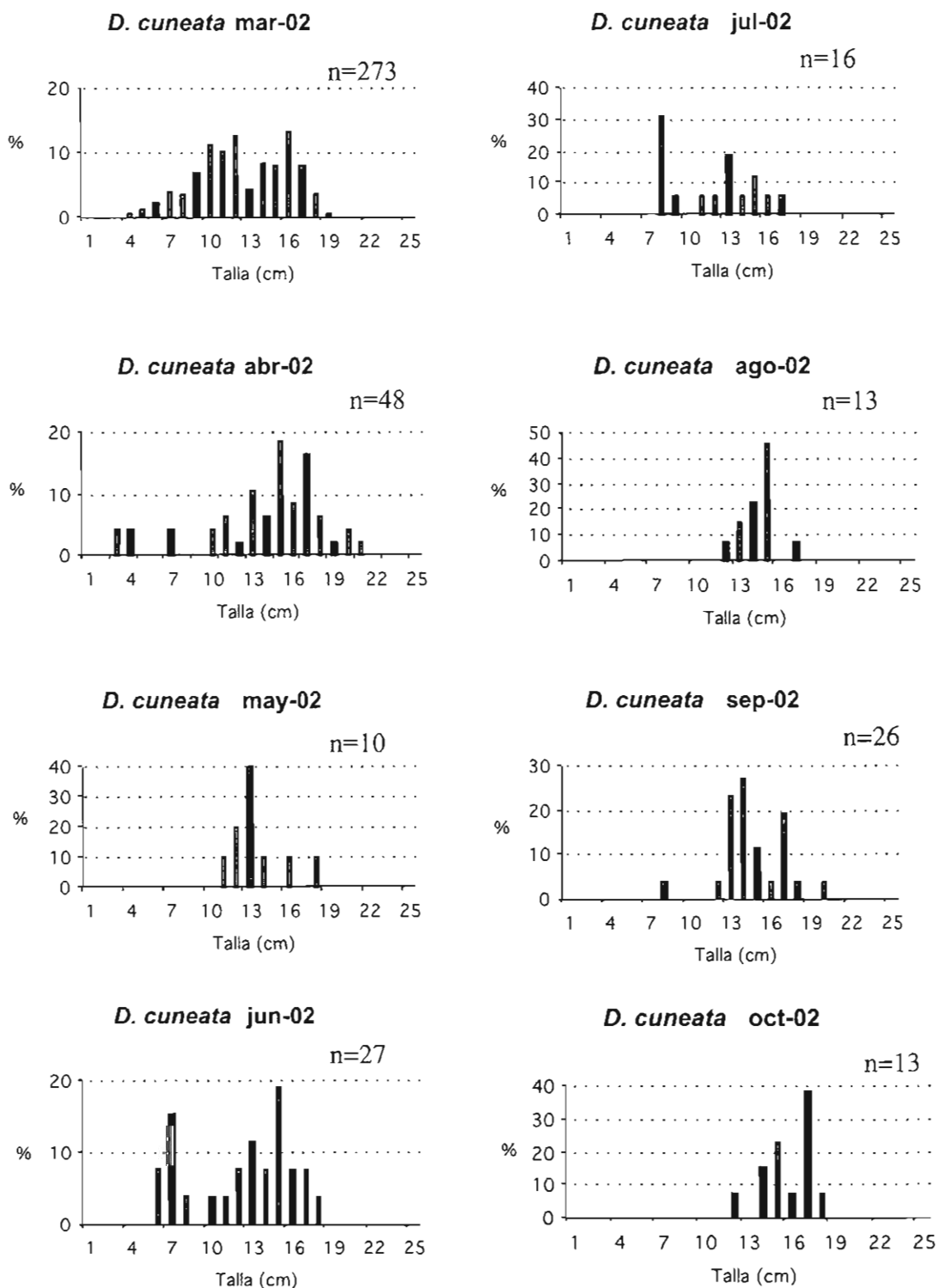


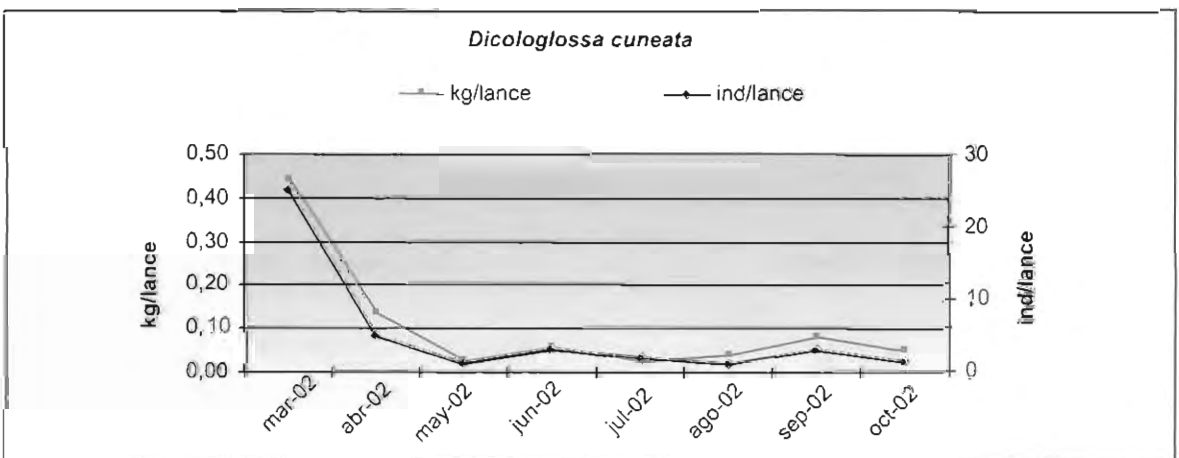
Figura 2.1.14.- *Dicologlossa cuneata*. Distribución mensual de frecuencia de tallas.

El reclutamiento de juveniles a la población se detectó en los meses de marzo y abril, siendo en este último mes cuando se obtuvo el rango de tallas más amplio (mínima 3 cm y máxima 21cm). Asimismo, en los meses de junio y julio hay un incremento en la proporción de juveniles en las muestras (31 y 37 %, respectivamente). A partir de mayo el tamaño de muestra descende, no superando los 27 individuos, no obstante, el rango de tallas se mantiene y el valor medio de la talla aumenta progresivamente en los sucesivos meses (12,48 cm en marzo hasta 15,69 cm en octubre) (Tabla 2.1.5).

Longitud total (cm)				
	N	Media	DS	rango
mar-02	273	12,48	3,39	4-19
abr-02	48	13,94	4,37	3-21
may-02	10	13,50	2,07	11-18
jun-02	27	12,48	3,91	6-18
jul-02	16	11,75	3,21	8-17
ago-02	13	14,38	1,26	12-17
sep-02	26	14,81	2,32	8-20
oct-02	13	15,69	1,70	12-18

**Tabla 2.1.5.- *Dicologlossa cuneata*.** Estimadores de los parámetros descriptivos de distribución de tallas. N: número de individuos examinados; Media; DS: desviación estándar; rango de tallas.

El rendimiento medio de las capturas para la acedía experimenta un descenso brusco a partir de abril, tanto en peso como número de individuos. Los valores iniciales de marzo (0,44kg/lance y 25 ind/lance) decaen y a partir de mayo, se mantienen en valores que no superan 0,06kg/lance y 4 ind/lance (Figura 2.1.15). La disminución de las capturas en los meses de verano durante las horas diurnas es habitual en algunos peces planos. Este hecho es conocido por los pescadores quienes, aprovechando este cambio de comportamiento de ciertas especies, salen a faenar por la noche.



**Figura 2.1.15.- *D. cuneata*.** Evolución mensual de capturas medias (kg y nº ind) por lance.

### Reproducción

La Figura 2.1.16 muestra la proporción de hembras respecto a inmaduros. Excepto en los dos primeros meses de muestreo (marzo y abril), el tamaño de muestra es pequeño, no llegando a superar los 27 individuos capturados (junio), lo cual conlleva que también el número de hembras presentes en las muestras sea excesivamente bajo: 18 (abril), 3 (mayo), 11 (junio), 3 (julio), 1 (agosto), 7 (septiembre) y 9 (octubre). Este escaso número de hembras implica que el tamaño de muestra no sea representativo para la estimación de los valores medios del IGS.

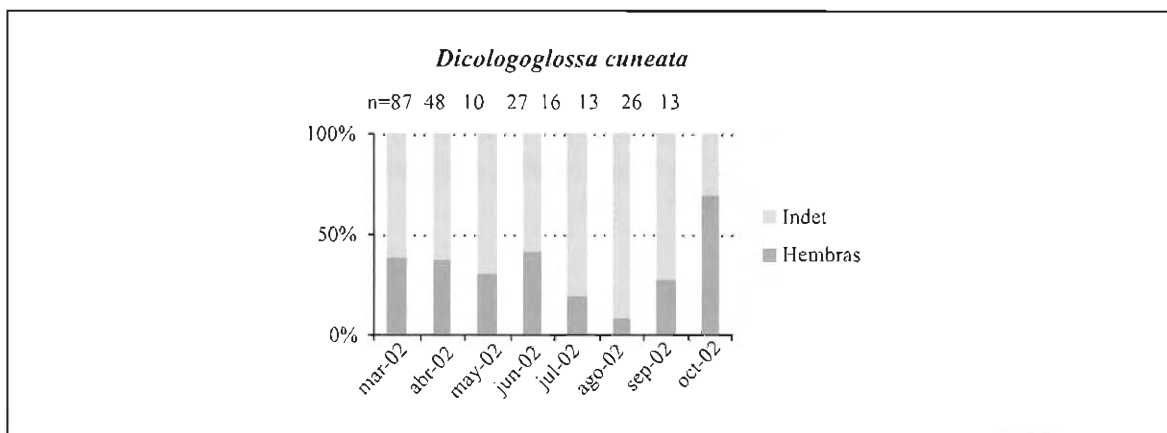


Figura 2.1.16.- Proporción de hembras. *Dicologlossa cuneata*

### Relaciones biométricas

La relación que define el crecimiento en peso en función de la talla de la especie *Dicologlossa cuneata* (n=68 hembras y coeficiente de determinación, r<sup>2</sup>=0,8949) viene definida por la siguiente función:

$$\text{Peso eviscerado (g)} = 0.016 * \text{Talla (cm)}^{2.8543}$$

La representación gráfica de la misma se muestra en la Figura 2.1.17.

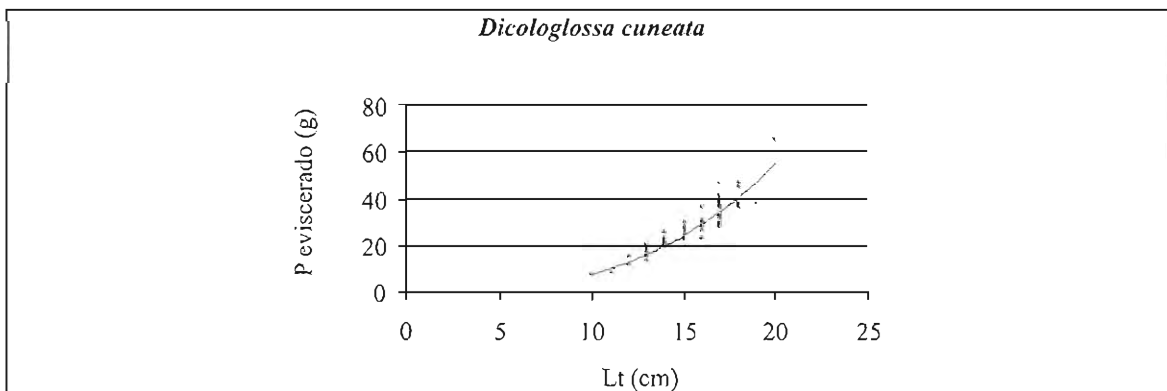


Figura 2.1.17.- Relación talla-peso eviscerado en hembras. *Dicologlossa cuneata*.

**CORVINA**

**Dinámica de población**

La Figura 2.1.18 muestra la distribución de tallas de la corvina excepto para los meses de mayo, julio y agosto donde el número de ejemplares capturados fue muy escaso (1, 2 y 6, respectivamente). La talla mínima capturada fue de 6 cm en marzo y la máxima de 57 cm en octubre, siendo en este último mes cuando se observó el rango de tallas más amplio (15cm-57cm) (Tabla 2.1.6). El reclutamiento se detectó en los meses de marzo, abril y septiembre, aunque en general, con el arte empleado la gran mayoría de ejemplares capturados son de pequeña talla: en marzo los ejemplares con talla comprendida entre 6-21cm suponen el 88% de la población, en abril los individuos con tallas 8-21cm suponen el 87% y en junio los de 16-24cm suponen el 95% de las muestras. Asimismo, en el mes de septiembre el 95% presenta talla entre 7-18 cm.

En octubre la muestra presenta dos intervalos de tallas separados, siendo el 75% de tallas entre 15-24cm y el 19% de tallas entre 32-38cm.

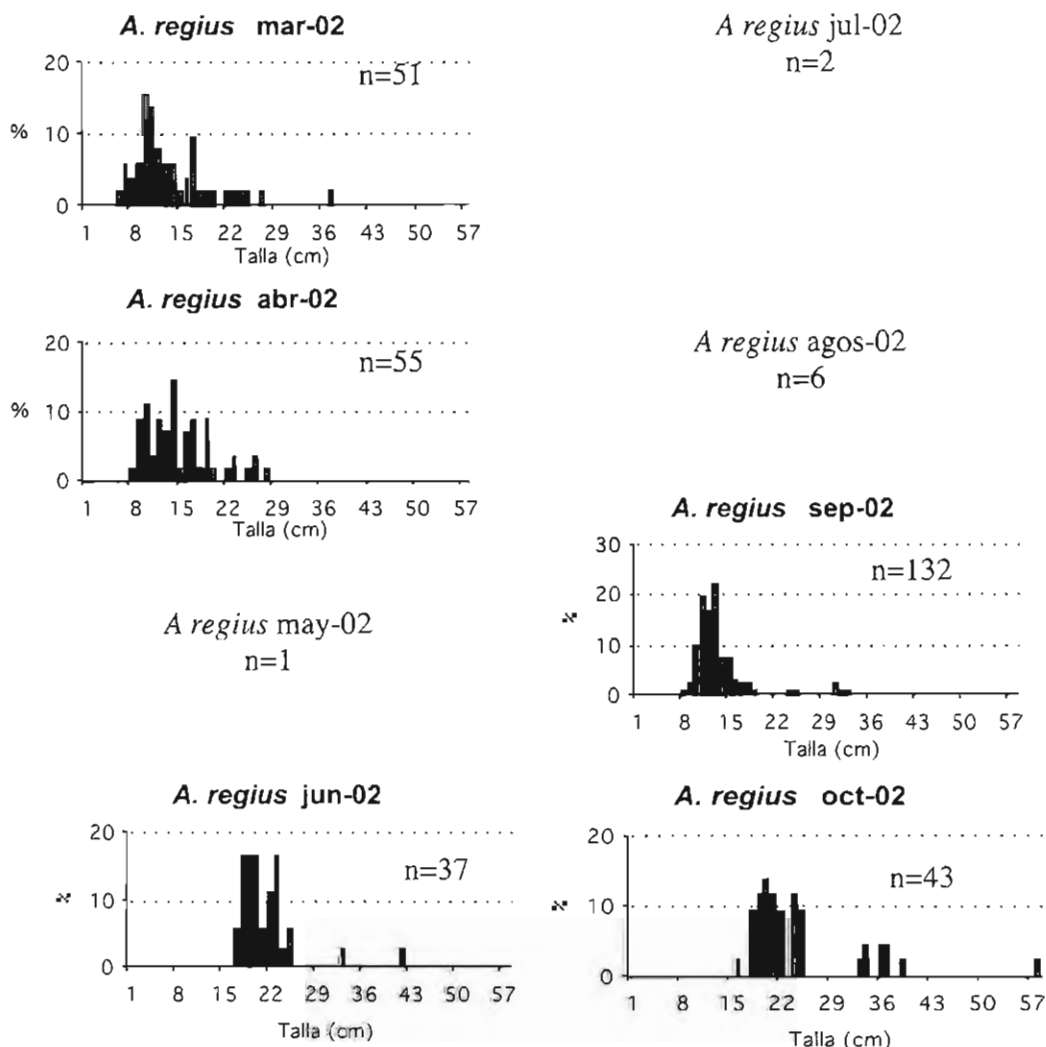
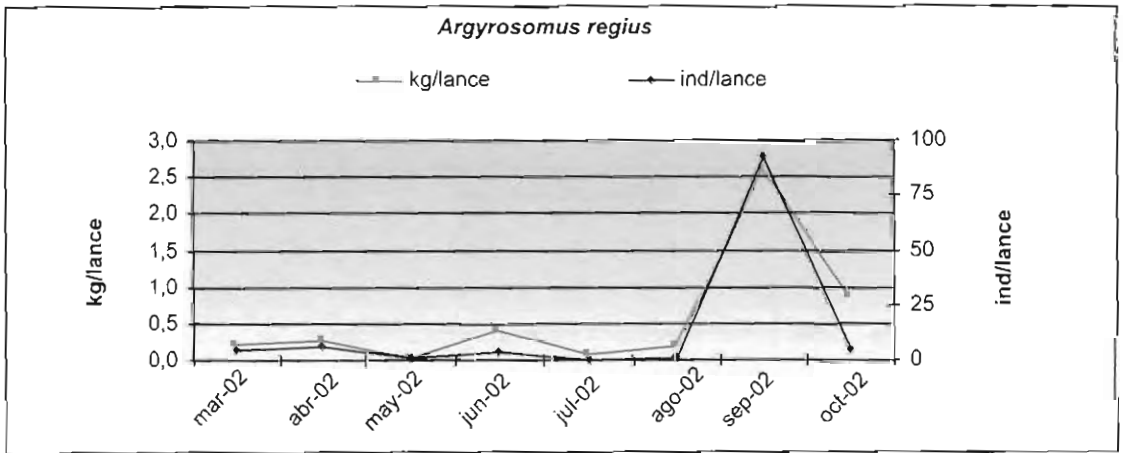


Figura 2.1.18. - *Argyrosomus regius*. Distribución mensual de frecuencia de tallas.

Longitud total (cm)				
	n	Media	DS	rango
mar-02	51	13,78	5,93	6-37
abr-02	55	15,07	4,92	8-28
may-02	1	26	-	26
jun-02	37	20,43	4,60	16-41
jul-02	2	33,50	6,36	29-38
ago-02	6	30,5	5,99	22-38
sep-02	132	12,46	4,40	7-32
oct-02	43	23,65	8,11	15-57

**Tabla 2.1.6.- *Argyrosomus regius*.** Estimadores de los parámetros descriptivos de distribución de tallas. N: número de individuos examinados; Media; DS: desviación estándar; rango de tallas.

En la Figura 2.1.19 se presentan los resultados de los rendimientos medios por lance para la corvina, expresados en kg y número de individuos. Durante todos los muestreos el valor medio de las capturas es, en general, bastante bajo sin sobrepasar los 0,5kg/lance (junio) o 6 ind/lance (abril). Sin embargo, en el mes de septiembre se obtienen unos valores altos (2,6 kg y 96 individuos por lance), debido a la captura de un gran cardumen de pequeño tamaño.



**Figura 2.1.19.- *Argyrosomus regius*.** Evolución mensual de capturas medias (kg y nº ind) por lance.

## Reproducción

Todos los individuos capturados en los sucesivos muestreos fueron juveniles, no habiéndose encontrado ejemplares que estuvieran en proceso de maduración (Figura 2.1.20).

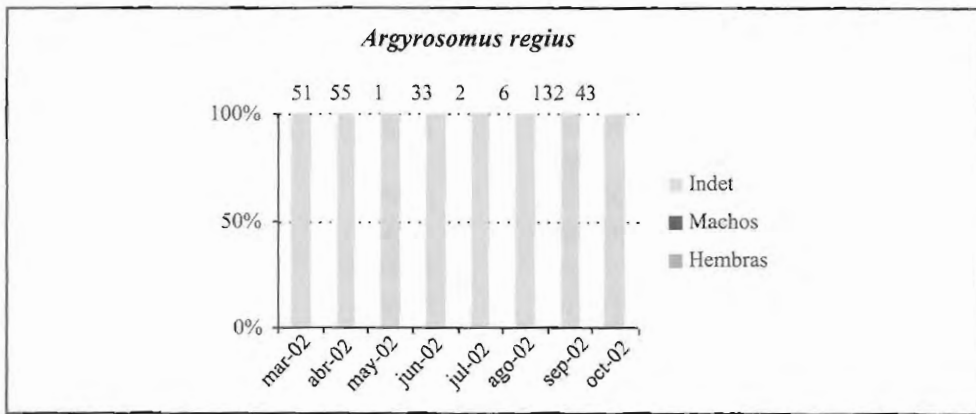


Figura 2.1.20. - Proporción de sexos. *Argyrosomus regius*

### Relaciones biométricas

La relación que define el crecimiento en peso en función de la talla de la especie *Argyrosomus regius* (n=484 individuos y coeficiente de determinación,  $r^2=0,9841$ ) viene definida por la siguiente función:

$$\text{Peso (g)} = 0.012 * \text{Talla (cm)}^{2.9495}$$

La representación gráfica de la misma se muestra en la Figura 2.1.21.

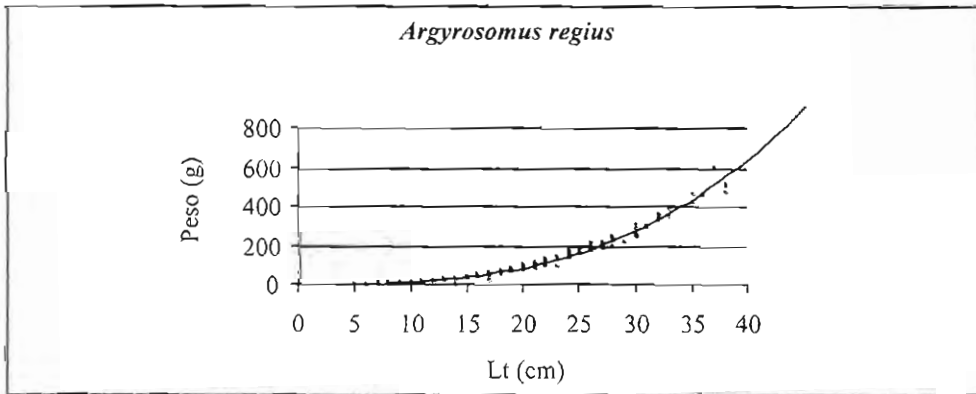


Figura 2.1.21.- Relación talla-peso. *Argyrosomus regius*

## LANGOSTINO

### Dinámica de población

La distribución de la frecuencia de talla, expresada como longitud del cefalotórax (mm) de marzo y abril se muestra en la Figura 2.1.21.22. En los restantes meses el número de individuos capturados fue muy escaso. Tanto la talla mínima como la máxima capturada se obtuvo en marzo, donde el rango de tallas fue el más amplio (Tabla 2.1.7).

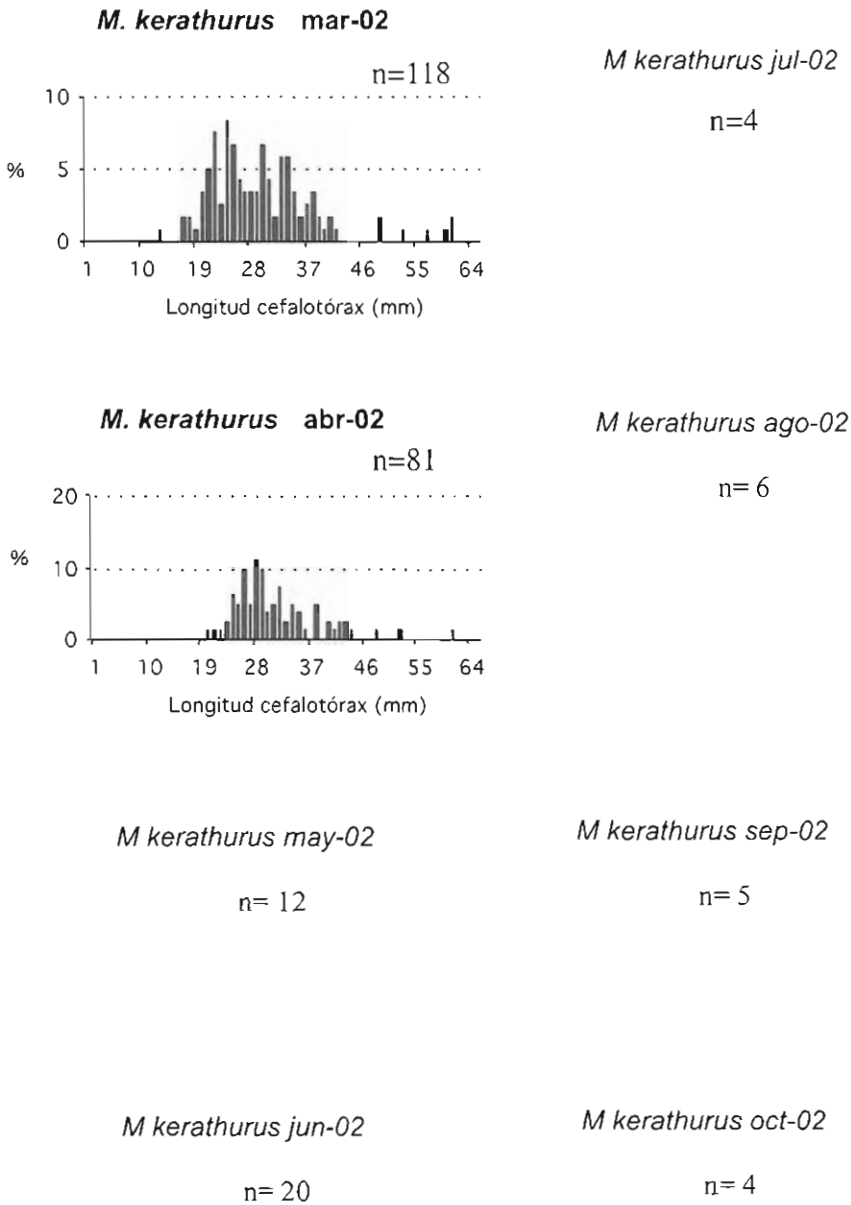
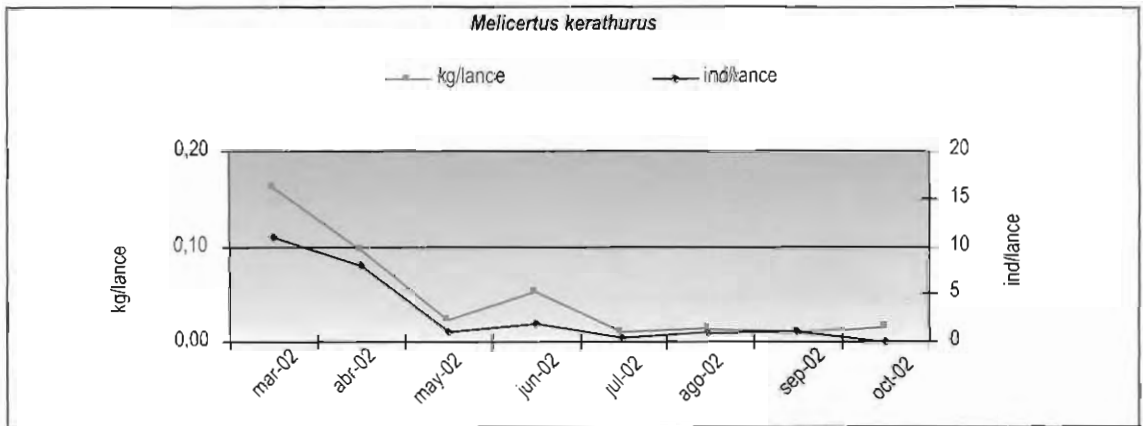


Figura 2.1.22.- *Melicertus kerathurus*. Distribución mensual de frecuencia longitud de cefalotórax (mm).

Longitud cefalotórax (mm)	N	Media	DS	rango
mar-02	118	29,2	7,5	13-61
abr-02	81	30,9	6,2	20-61
may-02	12	34,75	7,84	25-55
jun-02	20	33,95	7,17	25-46
jul-02	4	37	1,83	35-39
ago-02	6	36,83	12,80	19-58
sep-02	5	29,20	13,26	15-48
oct-02	4	37,75	19,02	18-59

**Tabla 2.1.7.- *Melicertus kerathurus*.** Estimadores de los parámetros descriptivos de distribución de tallas (Lc, mm). N: número de individuos examinados; Media; DS: desviación estándar; rango de tallas.

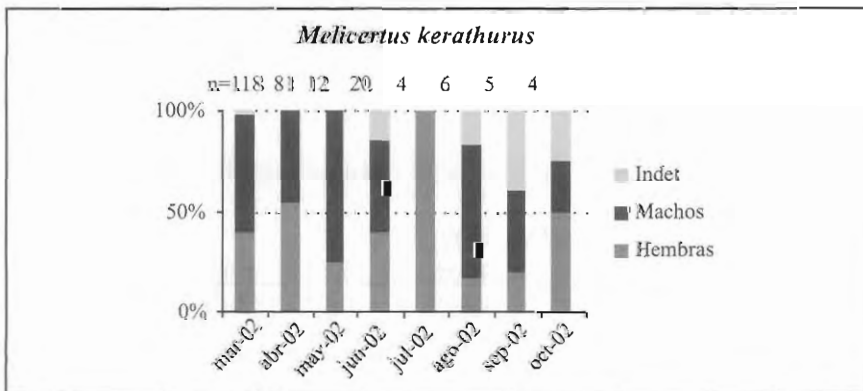
El rendimiento medio de las capturas de langostino sufre un fuerte descenso desde unos valores iniciales de 0,16kg/lance y 11 ind/lance en el mes de marzo hasta 0,02kg/lance y 1ind/lance en el mes de mayo, manteniéndose dichos valores hasta el final del período de muestreo (Figura 2.1.23). Esta bajada en las capturas está asociada al cambio que sufre en verano el comportamiento diurno de esta especie, de modo que las pescas realizadas por profesionales del sector son realizadas normalmente durante la noche.



**Figura 2.1.23.- *Melicertus kerathurus*.** Evolución mensual de capturas medias (kg y nº ind) por lance.

**Reproducción**

La proporción de sexos en los sucesivos muestreos se muestra en la Figura 2.1.24, aunque hay que tener en cuenta que a partir de mayo el tamaño de muestra obtenido no puede considerarse representativo de la población.



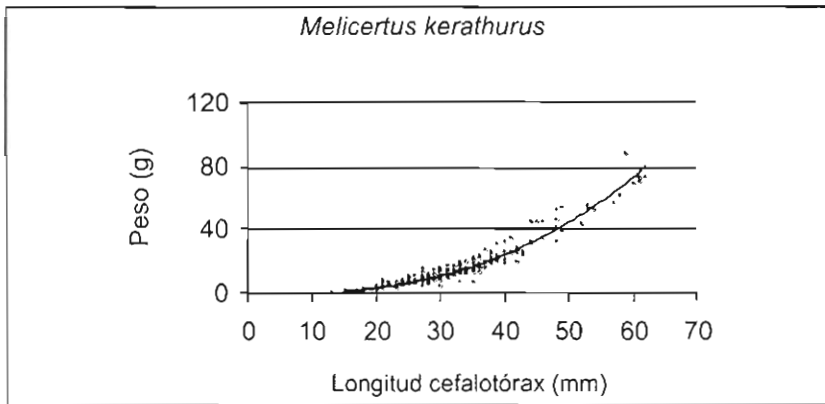
**Figura 2.1.24.-** Proporción de sexos. *Melicertus kerathurus*.

**Relaciones biométricas**

La relación que define el crecimiento en peso en función de la longitud del cefalotórax de la especie *Melicerthus kerathurus* (n=274 individuos y coeficiente de determinación,  $r^2=0,9226$ ) viene expresada por la siguiente función:

$$\text{Peso (g)} = 0.0013 * L \text{ cefalotórax (mm)}^{2,6701}$$

La representación gráfica de la misma se muestra en la Figura 2.1.25.



**Figura 2.1.25.-** Relación entre el peso (g) y la longitud del cefalotórax (Lc en mm). *Melicerthus kerathurus*

La relación entre longitud del cefalotórax, Lc (mm) y la longitud total, Lt(cm) para cada sexo queda definida por las siguientes ecuaciones:

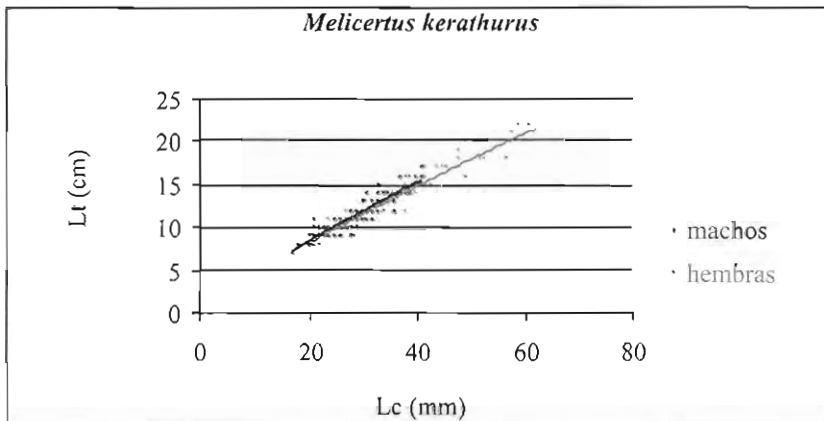
Machos (n=129 individuos y coeficiente de determinación,  $r^2=0,8295$ )

$$Lt \text{ (cm)} = 0.6295 * Lc \text{ (mm)}^{0,8609}$$

Hembras (n=106 individuos y coeficiente de determinación,  $r^2=0,9435$ )

$$Lt \text{ (cm)} = 0.6299 * Lc \text{ (mm)}^{0,8558}$$

La representación gráfica de las mismas se muestra en la Figura 2.1.26 y los valores máximos y mínimos de tallas para cada sexo se detallan en la Tabla 2.1.8.



**Figura 2.1.26.-** Relación entre la longitud total (Lt en cm) y la longitud del cefalotórax (Lc en mm) para machos (+) y hembras (\*). *Melicerthus kerathurus*.

	machos		hembras	
	Lt (cm)	Lc (mm)	Lt (cm)	Lc (mm)
Máximo	17	41	22	62
Mínimo	7	17	8	19

Tabla 2.1.8.- *Melicertus kerathurus*. Valores máximos y mínimos de tallas para machos y hembras.

**GALERA**

**Dinámica de población**

La Figura 2.1.27 muestra la distribución mensual de frecuencias de talla de la galera, expresado como longitud total, en cm.

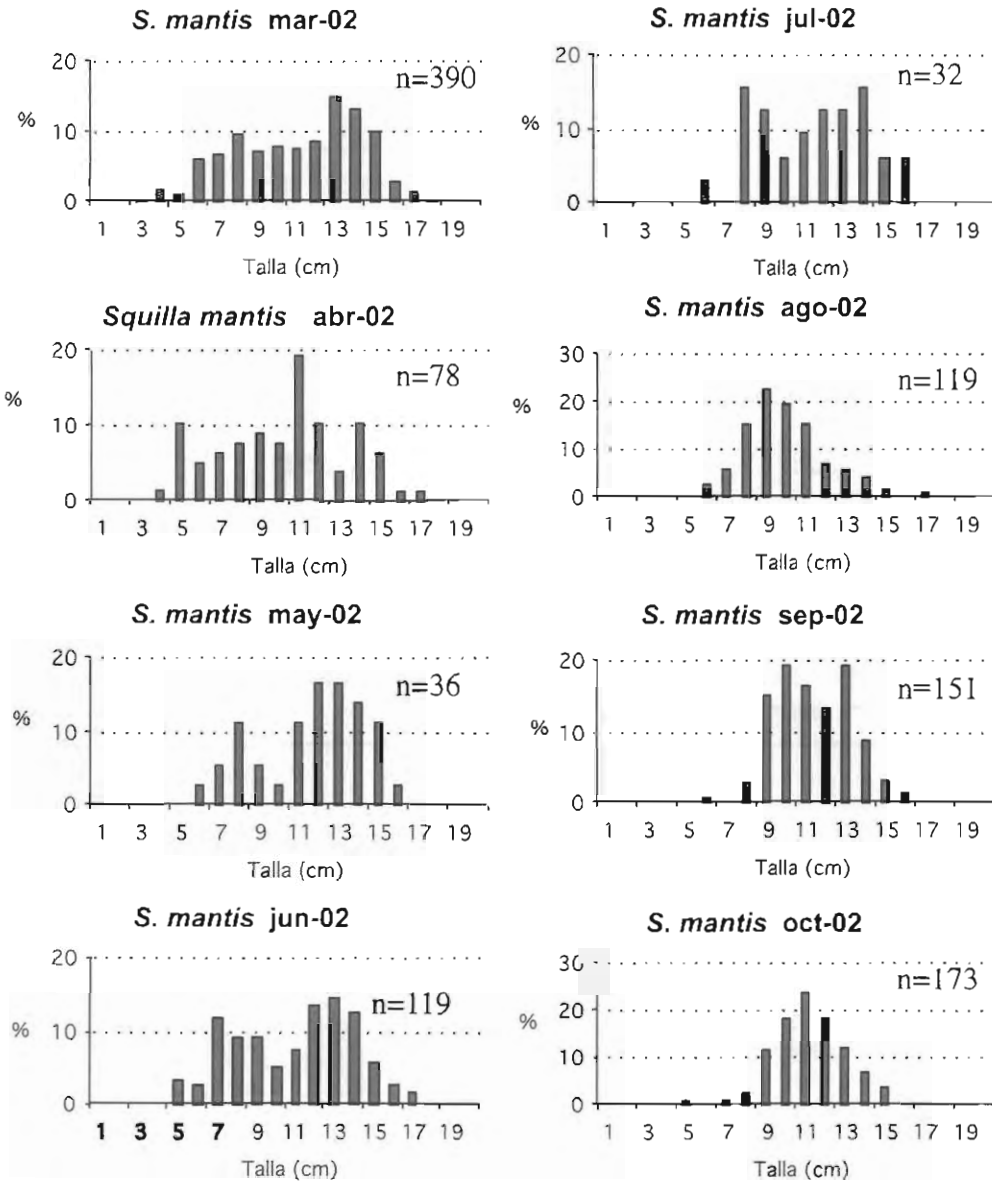


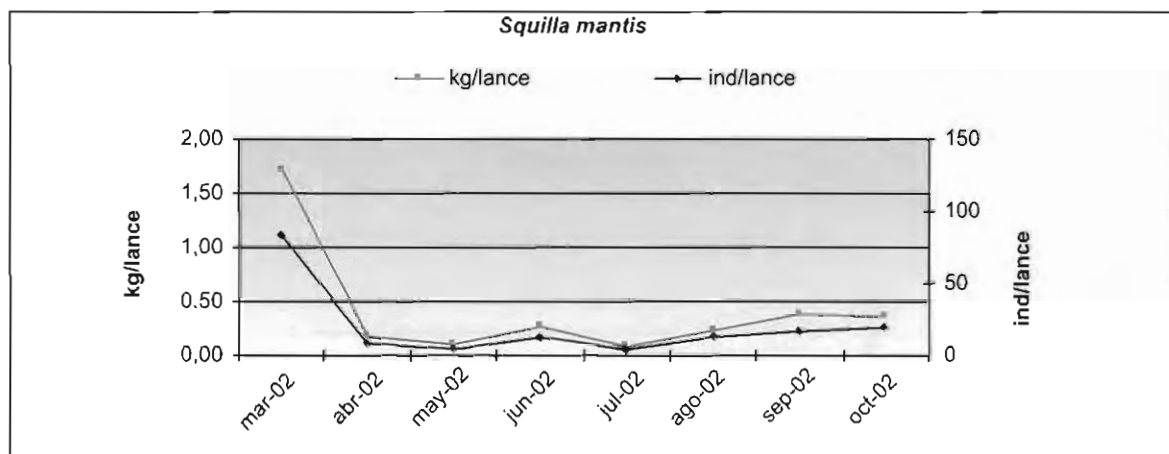
Figura 2.1.27.- *Squilla mantis*. Distribución mensual de frecuencia de tallas (L total, cm).

Durante todos los meses se capturaron ejemplares de talla pequeña. Tanto la talla mínima (3cm) como la máxima (18cm) se observaron en marzo, razón por la que en este mes se obtuvo el rango de tallas más amplio. Sin embargo, la amplitud del rango de talla en los distintos meses varía muy poco (entre 10 y 15) y el valor medio se mantiene alrededor de 11cm (Tabla 2.1.9).

Longitud total (cm)				
	N	Media	DS	rango
mar-02	390	11,1	3,2	3-18
abr-02	78	10,2	3,2	4-17
may-02	36	11,67	2,67	6-16
jun-02	119	10,98	3,03	5-17
jul-02	32	11,47	2,71	6-16
ago-02	119	9,97	2,06	6-17
sep-02	151	11,36	1,91	6-16
oct-02	173	11,16	1,83	5-15

**Tabla 2.1.9.- *Squilla mantis*.** Estimadores de los parámetros descriptivos de distribución de tallas. N: número de individuos examinados; Media; DS: desviación estándar; rango de tallas.

El rendimiento medio por lance descende tanto en kg como en número de individuos a partir del segundo mes (Figura 2.1.28), desde unos valores iniciales de 1,7kg/lance y 84 ind/lance en marzo hasta 0,16 kg/lance y 8 ind/lance en abril, valores que se mantienen durante el resto de meses alcanzando unas capturas medias de 0,35kg/lance y 19ind/lance en octubre. Este descenso en las capturas es debido a que durante los meses de primavera y verano, las hembras incuban sus huevos en las madrigueras, formando una masa gelatinosa entre sus patas locomotoras. Durante la incubación las hembras no abandonan las madrigueras, siendo mucho mayores las capturas a partir de invierno cuando tiene lugar la época de apareamiento (Maynou F. *et al*, 2000).



**Figura 2.1.28.- *Squilla mantis*.** Evolución mensual de capturas medias (kg y nº ind) por lance.

## Reproducción

En la Figura 2.1.29 se muestra la proporción de sexos en las muestras mensuales. Estos datos están dentro de lo esperado puesto que según Maynou y Abelló, (2000), la conducta reproductiva de esta especie influye en la relativa proporción de machos y hembras en cada estación del año: las hembras superan en número a los machos en invierno (durante la época de apareamiento), mientras que los machos son más numerosos en primavera y verano (época de incubación).

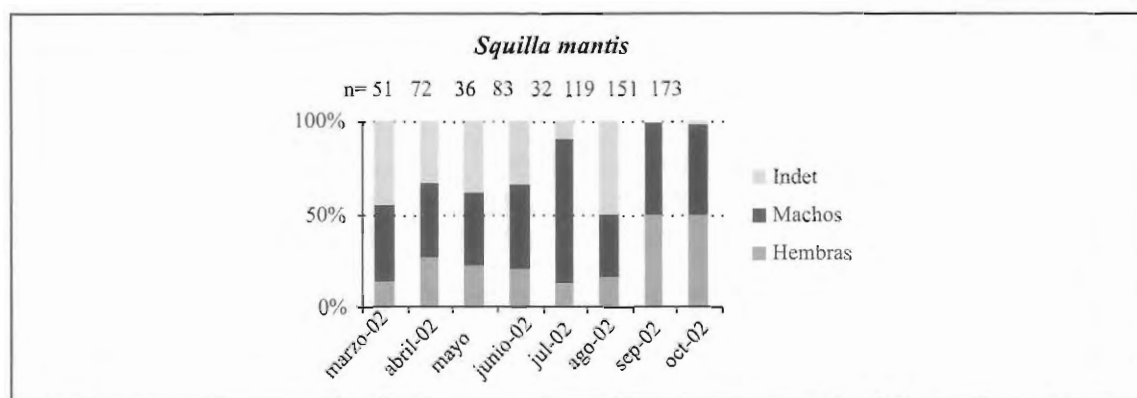


Figura 2.1.29.-. Proporción de sexos. *Squilla mantis*.

## Relaciones biométricas

La relación que define el crecimiento en peso en función de la longitud del cefalotórax (mm) de la especie *Squilla mantis* (n=759 individuos y coeficiente de determinación,  $r^2=0,9055$ ) viene definida por la siguiente función:

$$\text{Peso (g)} = 0.0012 * Lc \text{ (mm)}^{2,9512}$$

La representación gráfica de la misma se muestra en la Figura 2.1.30.

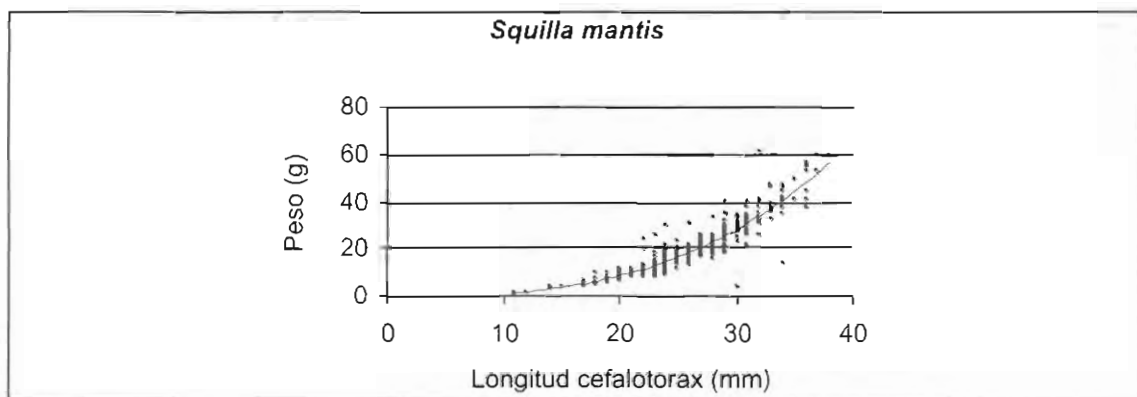


Figura 2.1.30. -Relación entre la longitud total (Lc en mm) y el peso (g). *Squilla mantis*.

La relación entre longitud del cefalotórax, Lc (mm) y la longitud total, Lt(cm) para cada sexo queda definida por las siguientes ecuaciones:

Machos (n=224 individuos y coeficiente de determinación, r<sup>2</sup>=0,972)

$$Lt \text{ (cm)} = 0,4655 * Lc \text{ (mm)}^{0,9766}$$

Hembras (n=237 individuos y coeficiente de determinación, r<sup>2</sup>=0,7813)

$$Lt \text{ (cm)} = 0,5481 * Lc \text{ (mm)}^{0,9301}$$

La representación gráfica de las mismas se muestra en la Figura 2.1.31 y los valores máximos y mínimos de tallas para cada sexo se detallan en la Tabla 2.1.10.

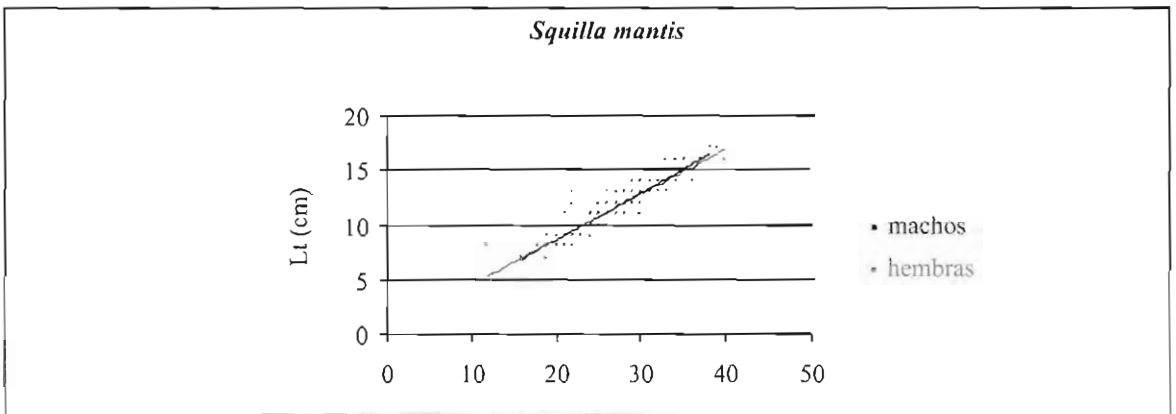


Figura 2.1.31.- Relación entre la longitud del cefalotórax (Lc, en mm) y la longitud total (Lt, en cm) para machos (+) y hembras (\*). Squilla mantis.

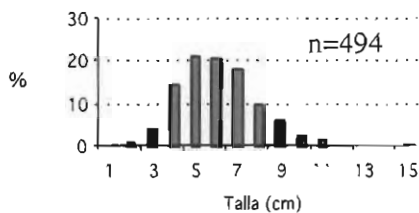
	machos		hembras	
	Lc (mm)	Lt (cm)	Lc (mm)	Lt (cm)
Máximo	38	17	40	17
Mínimo	11	7	12	7

Tabla 2.1.10. Squilla mantis. Valores máximos y mínimos de tallas para machos y hembras.

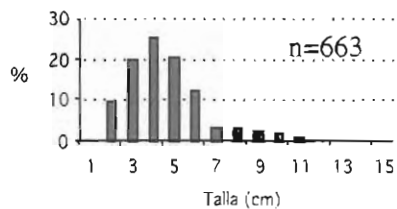
### OTRAS ESPECIES COMERCIALES

La distribución de tallas de aquellas especies comerciales más abundantes se muestran en las Figuras 2.1.32 a 2.1.48. El tamaño de muestra (n), talla máxima y mínima para cada especie se detalla en la Tabla 2.1.11.

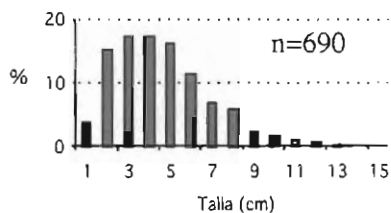
*Alloteuthis sp* mar-02



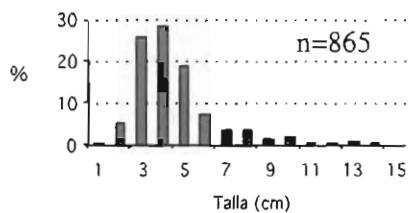
*Alloteuthis sp* jul-02



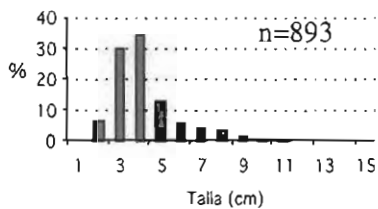
*Alloteuthis sp* abr-02



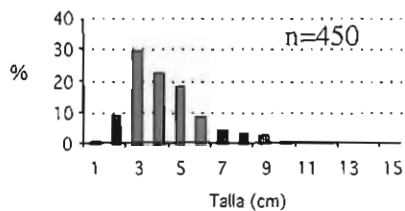
*Alloteuthis sp* ago-02



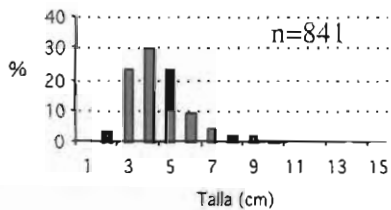
*Alloteuthis sp* may-02



*Alloteuthis sp* sep-02



*Alloteuthis sp* jun-02



*Alloteuthis sp* oct-02

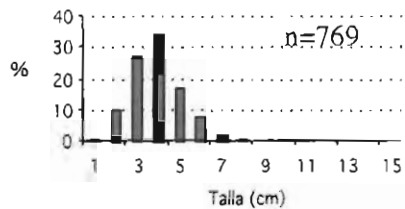


Figura 2.1.32.- *Alloteuthis sp*. Distribución mensual de frecuencia de tallas.

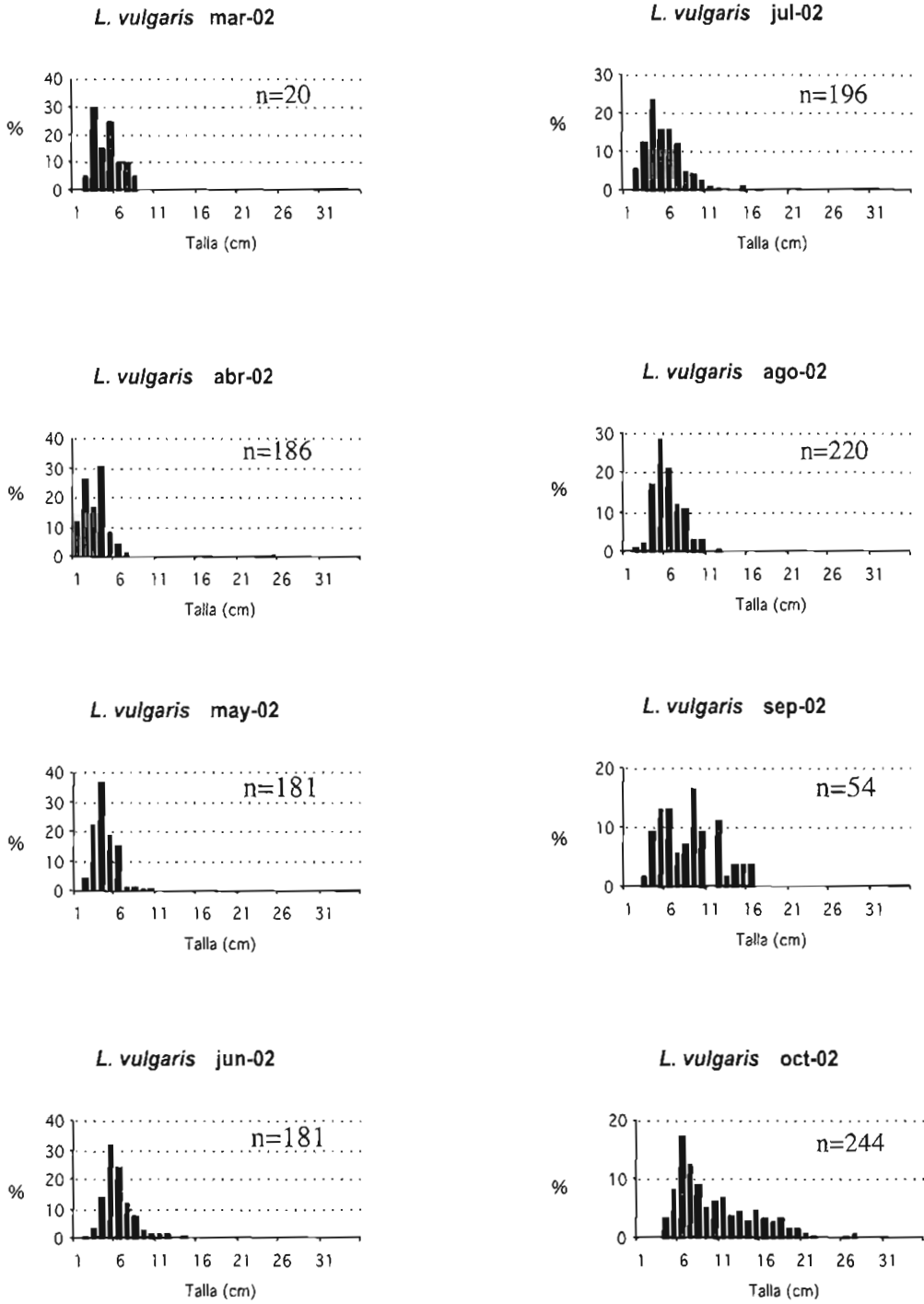


Figura 2.1 33.- *Loligo vulgaris*. Distribución mensual de frecuencia de tallas.

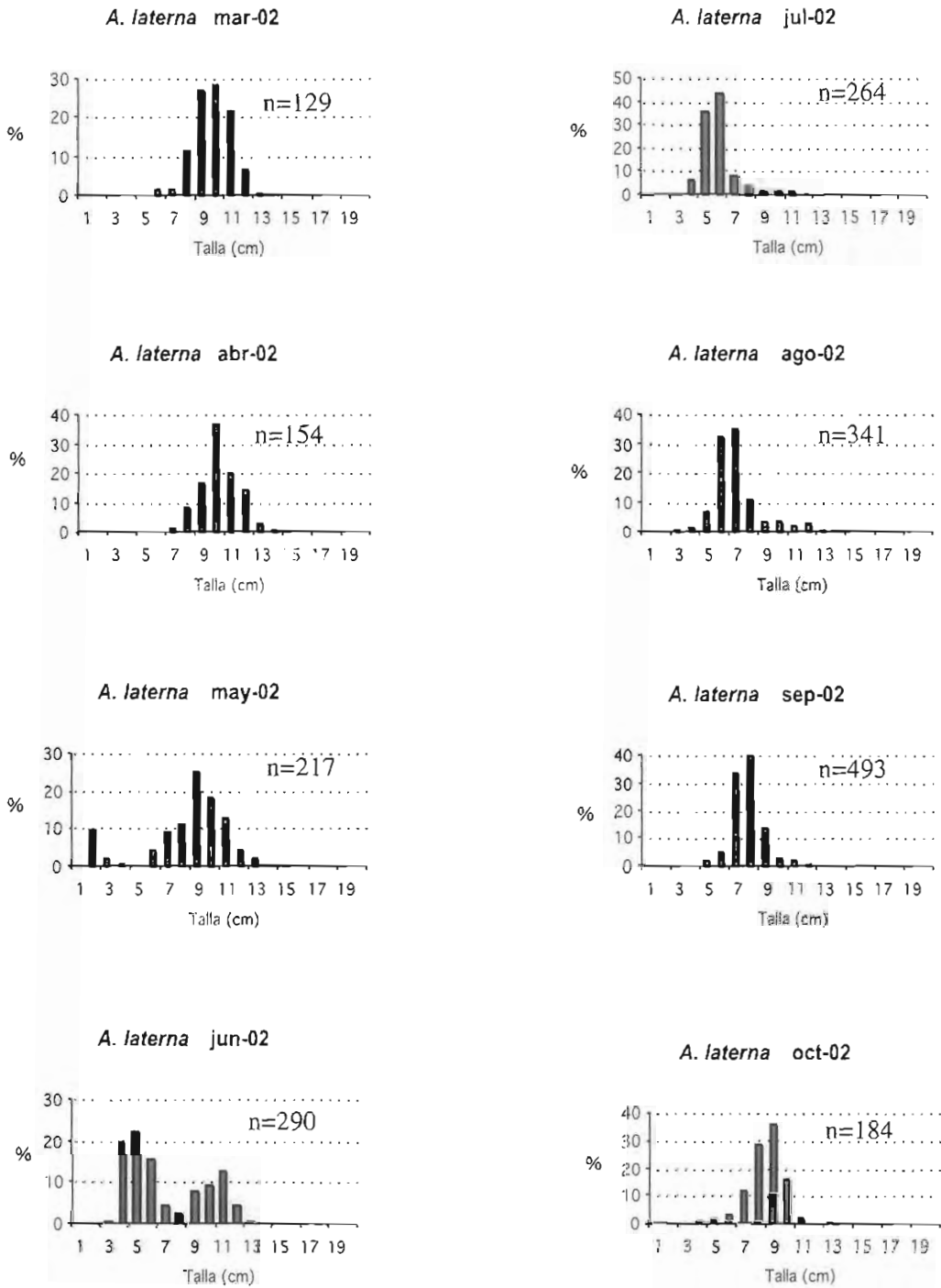


Figura 2.1 34.- *Arnoglossus laterna*. Distribución mensual de frecuencia de tallas.

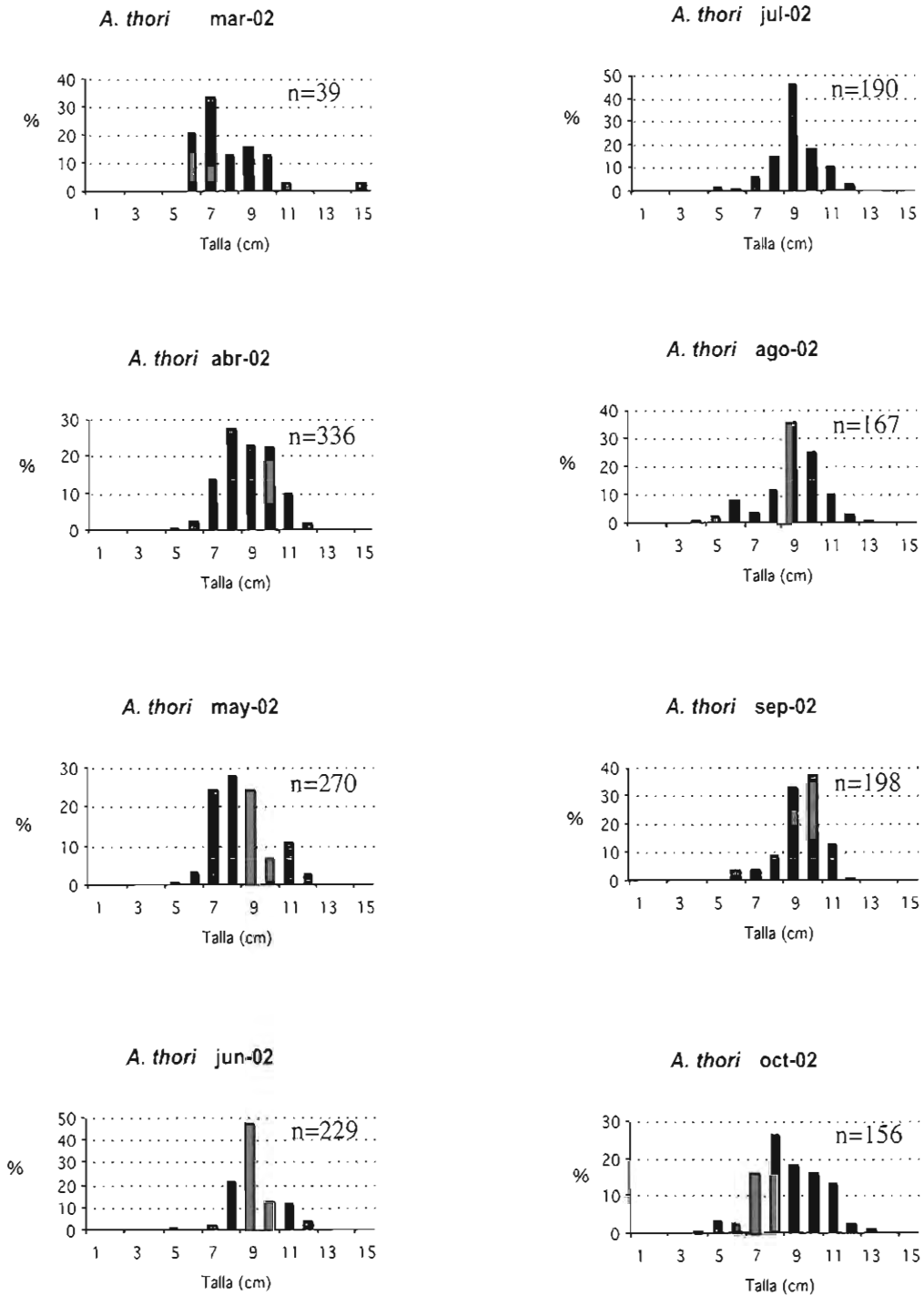


Figura 2.1 35. - *Arnoglossus thori*. Distribución mensual de frecuencia de tallas.

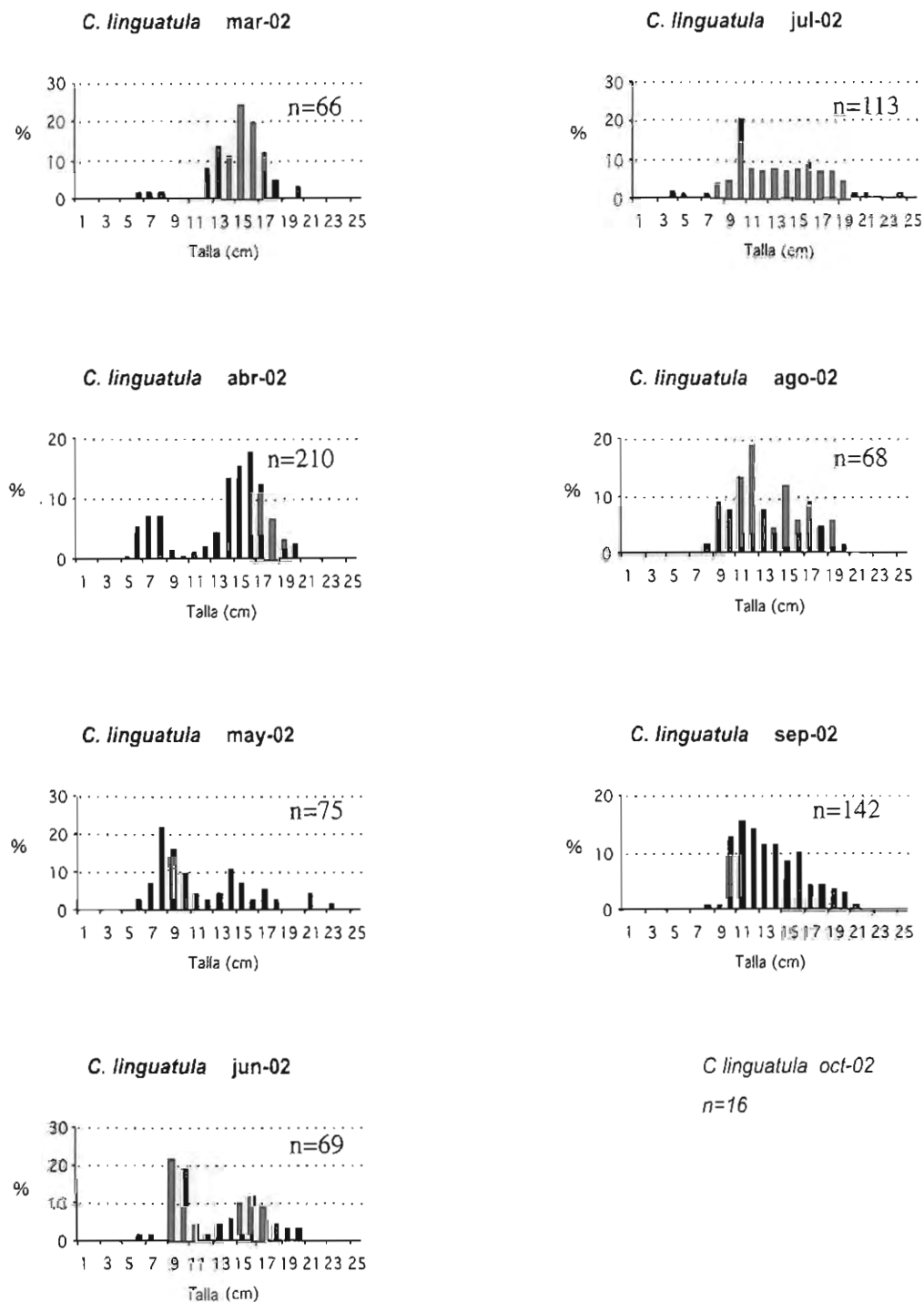


Figura 2.1 36.- *Citharus linguatula*. Distribución mensual de frecuencia de tallas.

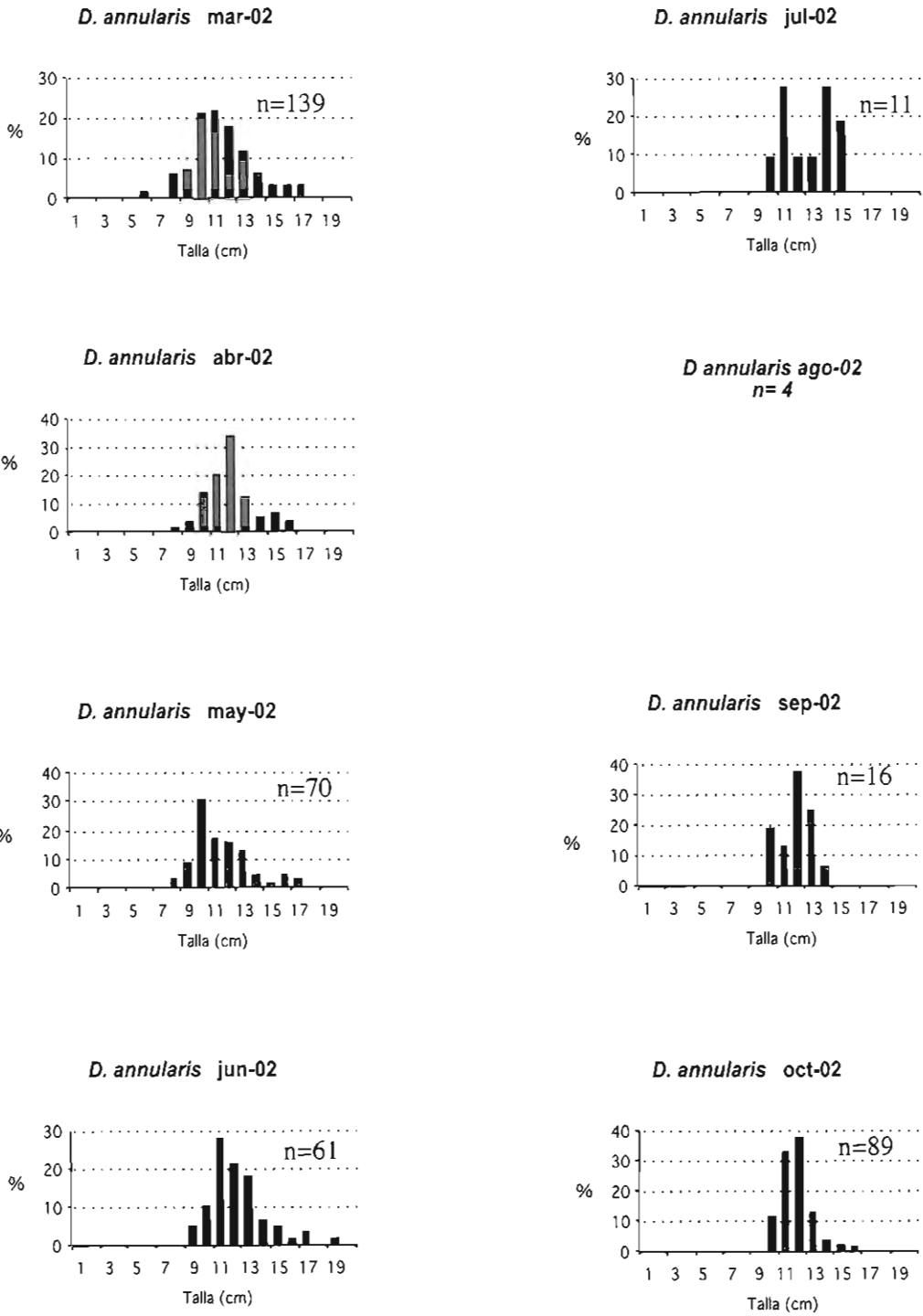


Figura 2.1 37.- *Diplodus annularis*. Distribución mensual de frecuencia de tallas.

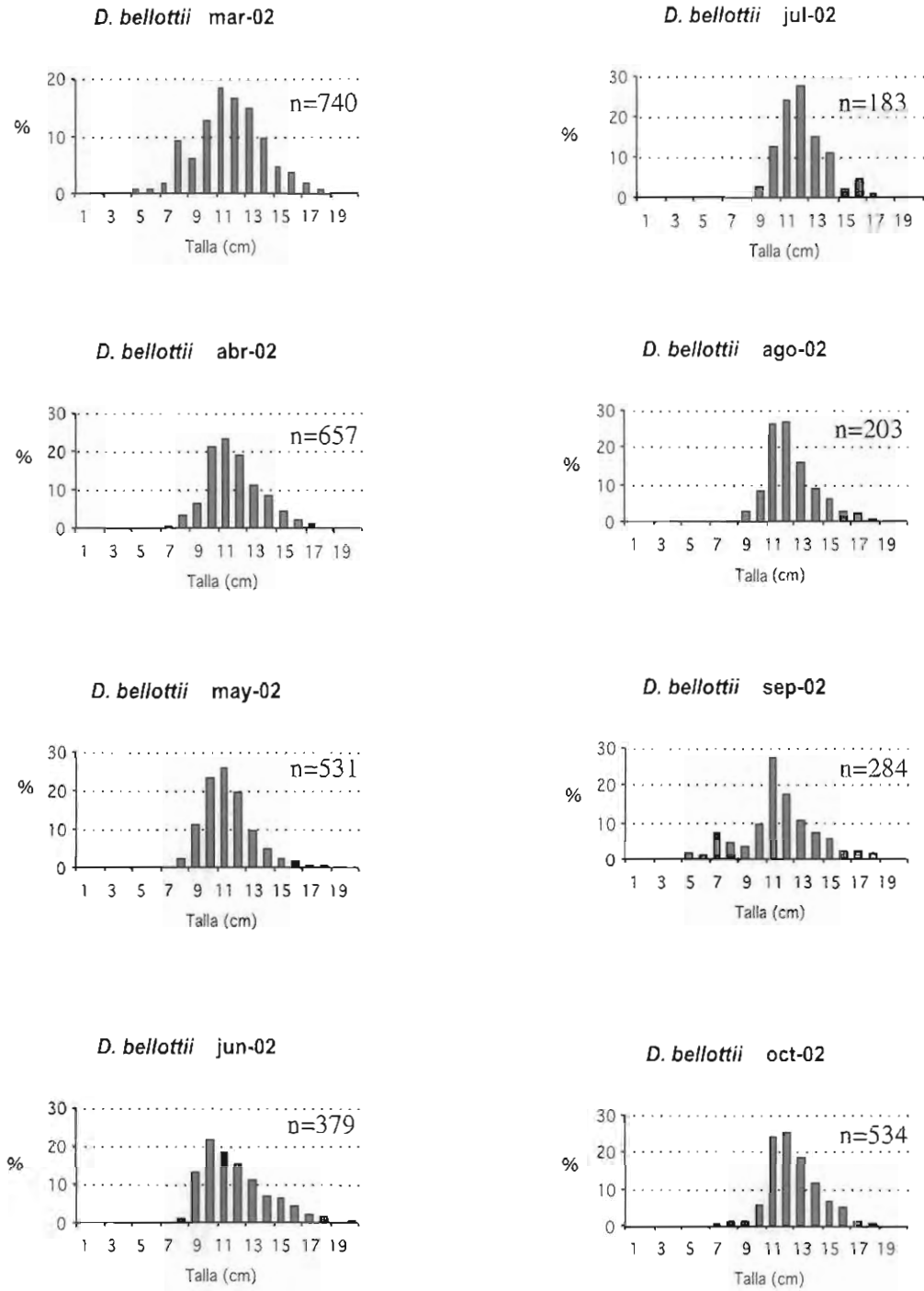


Figura 2.1 38. *Dipodus bellottii*. Distribución mensual de frecuencia de tallas.

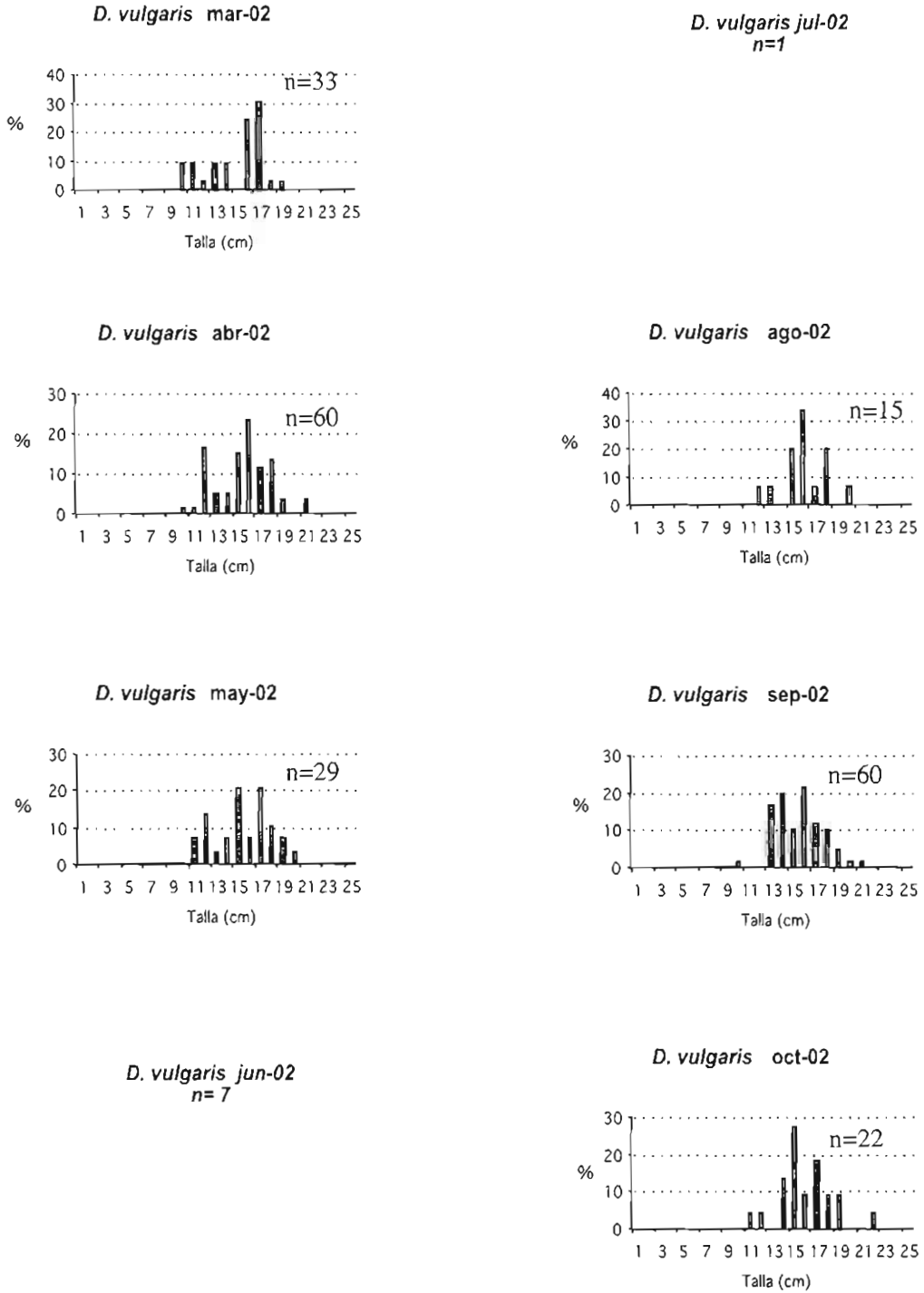


Figura 2.1 39 - *Diplodus vulgaris*. Distribución mensual de frecuencia de tallas.

*L. mormyrus* mar-02  
n=3

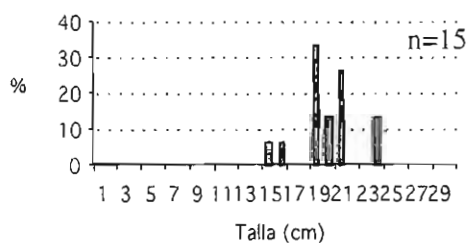
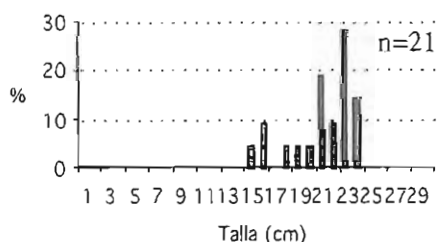
*L. mormyrus* jul-02  
n=5

*L. mormyrus* abr-02  
n=6

*L. mormyrus* ago-02  
n=5

*L. mormyrus* may-02

*L. mormyrus* sep-02



*L. mormyrus* jun-02

*L. mormyrus* oct-02

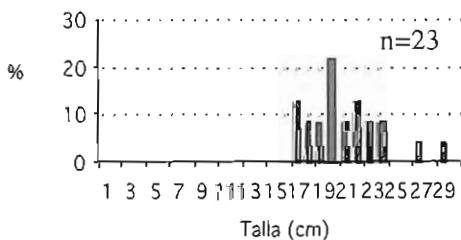
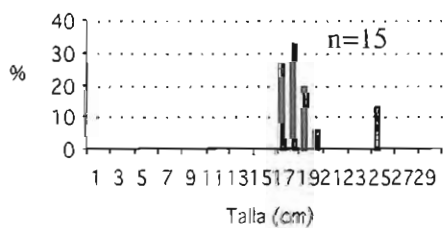


Figura 2.1 40.- *Lithognathus mormyrus*. Distribución mensual de frecuencia de tallas.

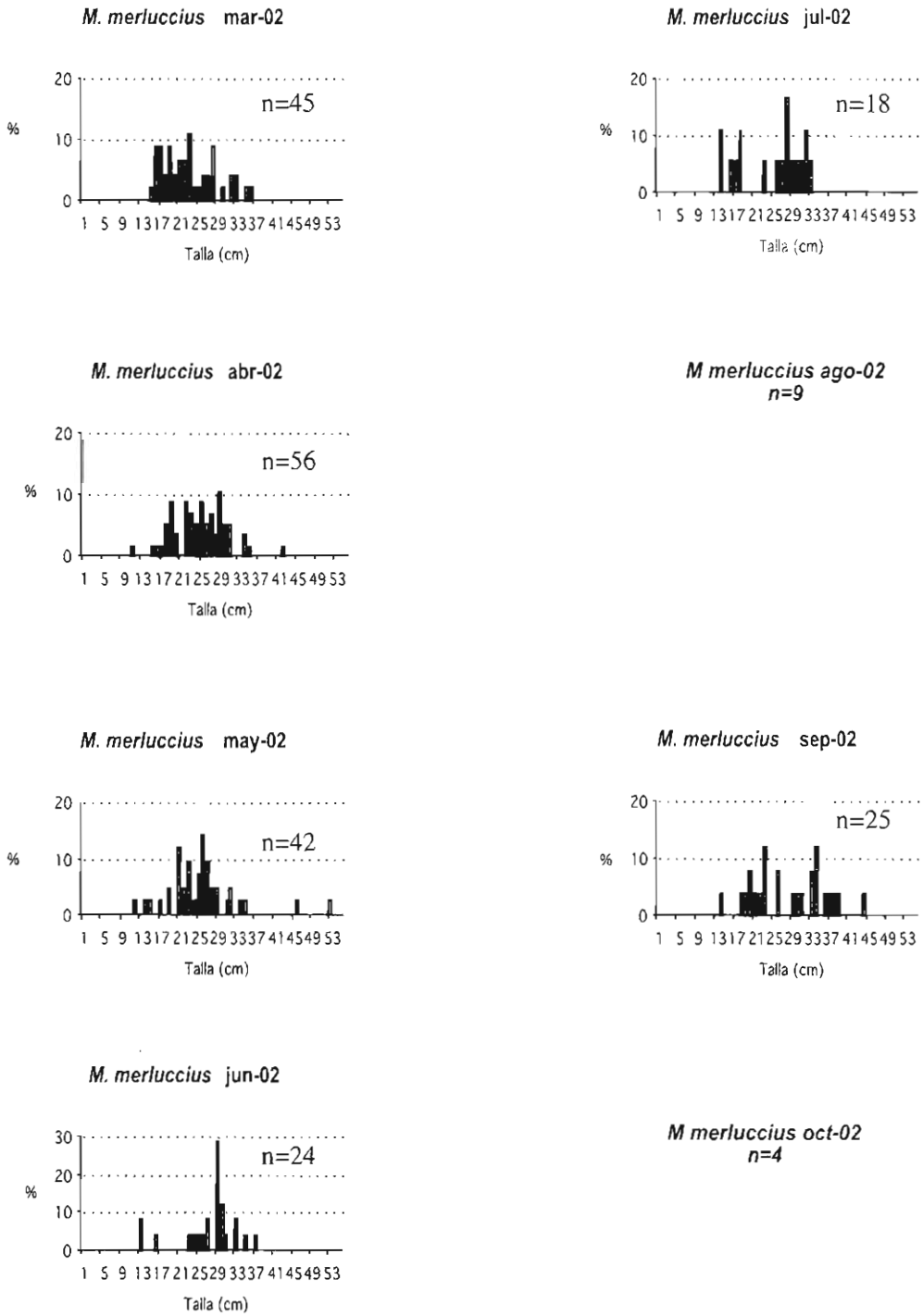
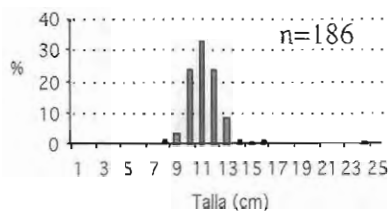
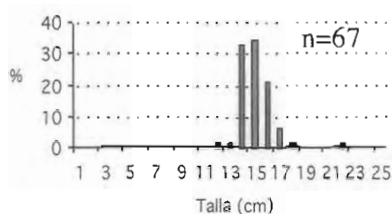


Figura 2.1 41.- *Merluccius merluccius*. Distribución mensual de frecuencia de tallas.

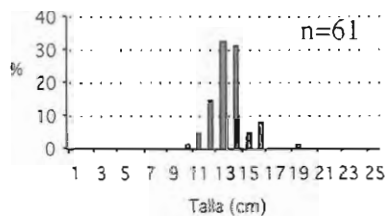
*M. azevia* mar-02



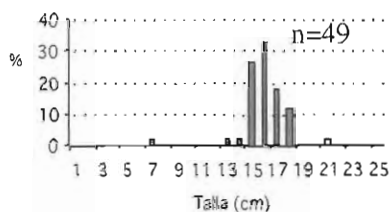
*M. azevia* jul-02



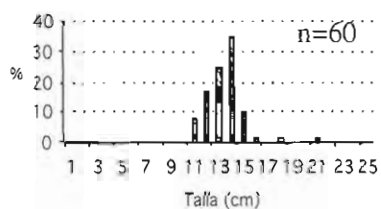
*M. azevia* abr-02



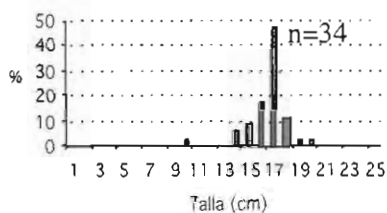
*M. azevia* ago-02



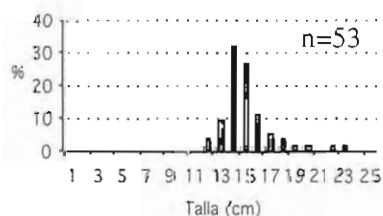
*M. azevia* may-02



*M. azevia* sep-02



*M. azevia* jun-02



*M. azevia* oct-02  
n=9

Figura 2.1 42.- *Microchirus azevia*. Distribución mensual de frecuencia de tallas.

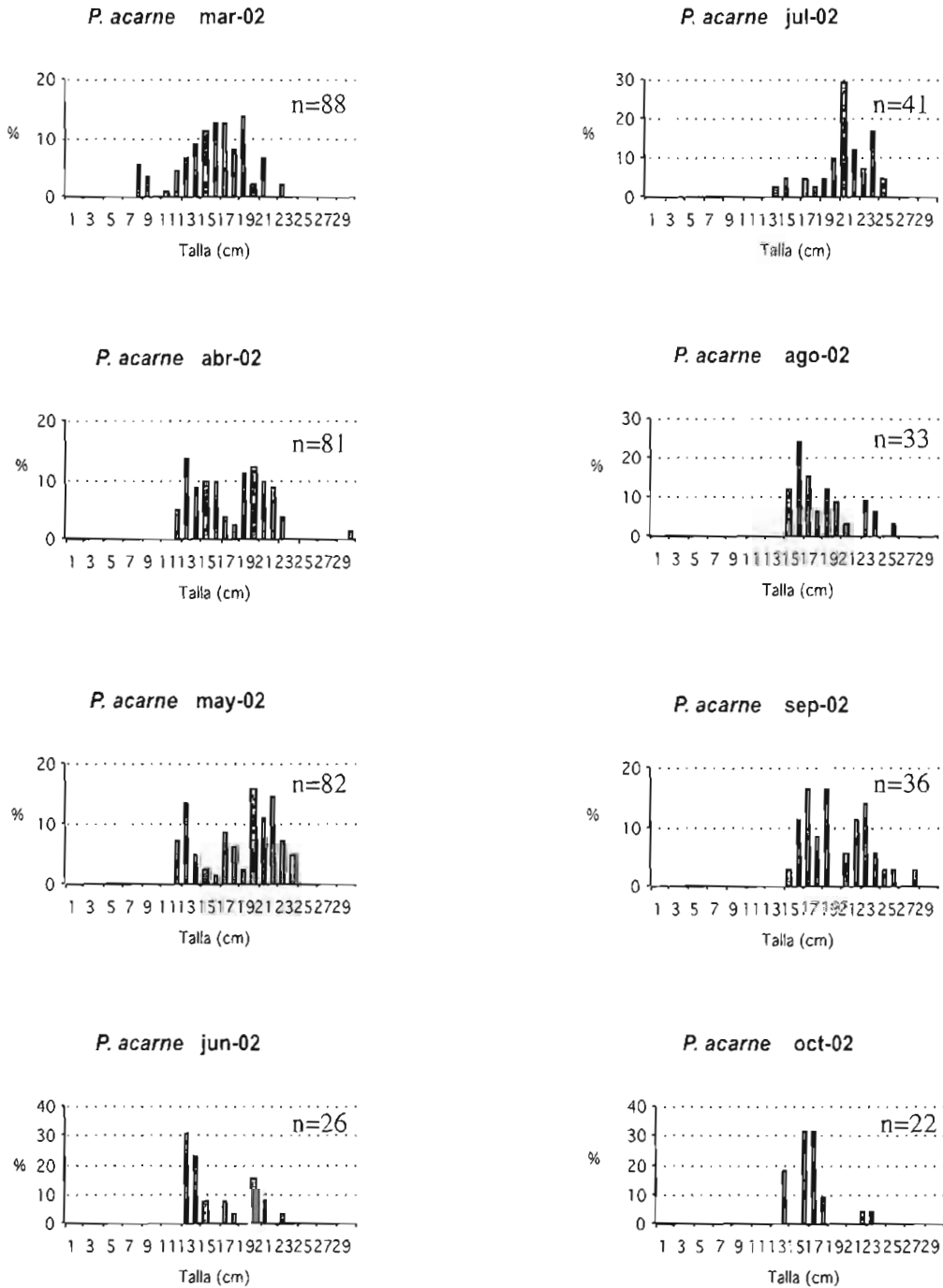


Figura 2.1 43. *Pagellus acarne*. Distribución mensual de frecuencia de tallas.

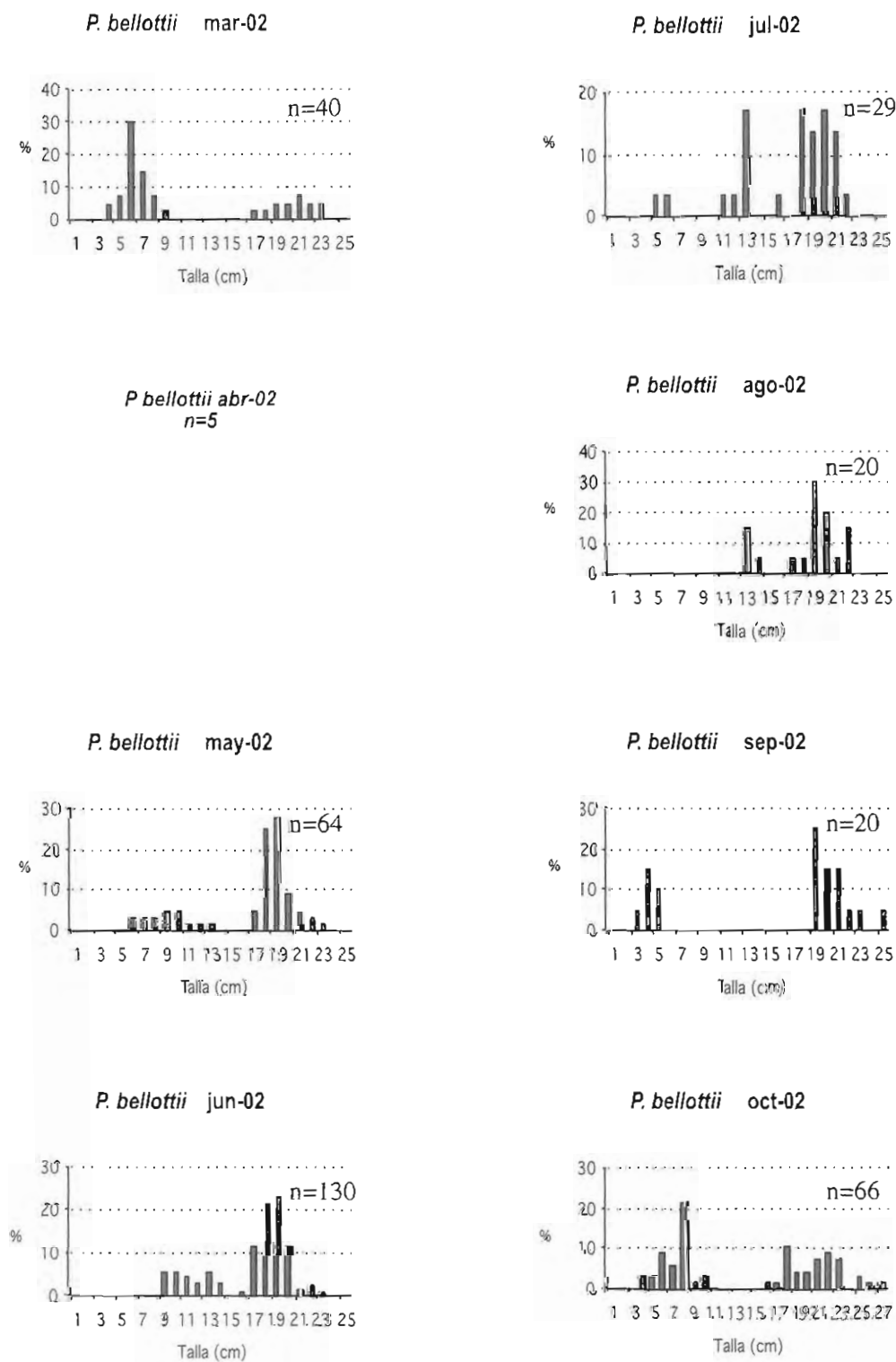


Figura 2.1 44. - *Pagellus bellottii*. Distribución mensual de frecuencia de tallas.

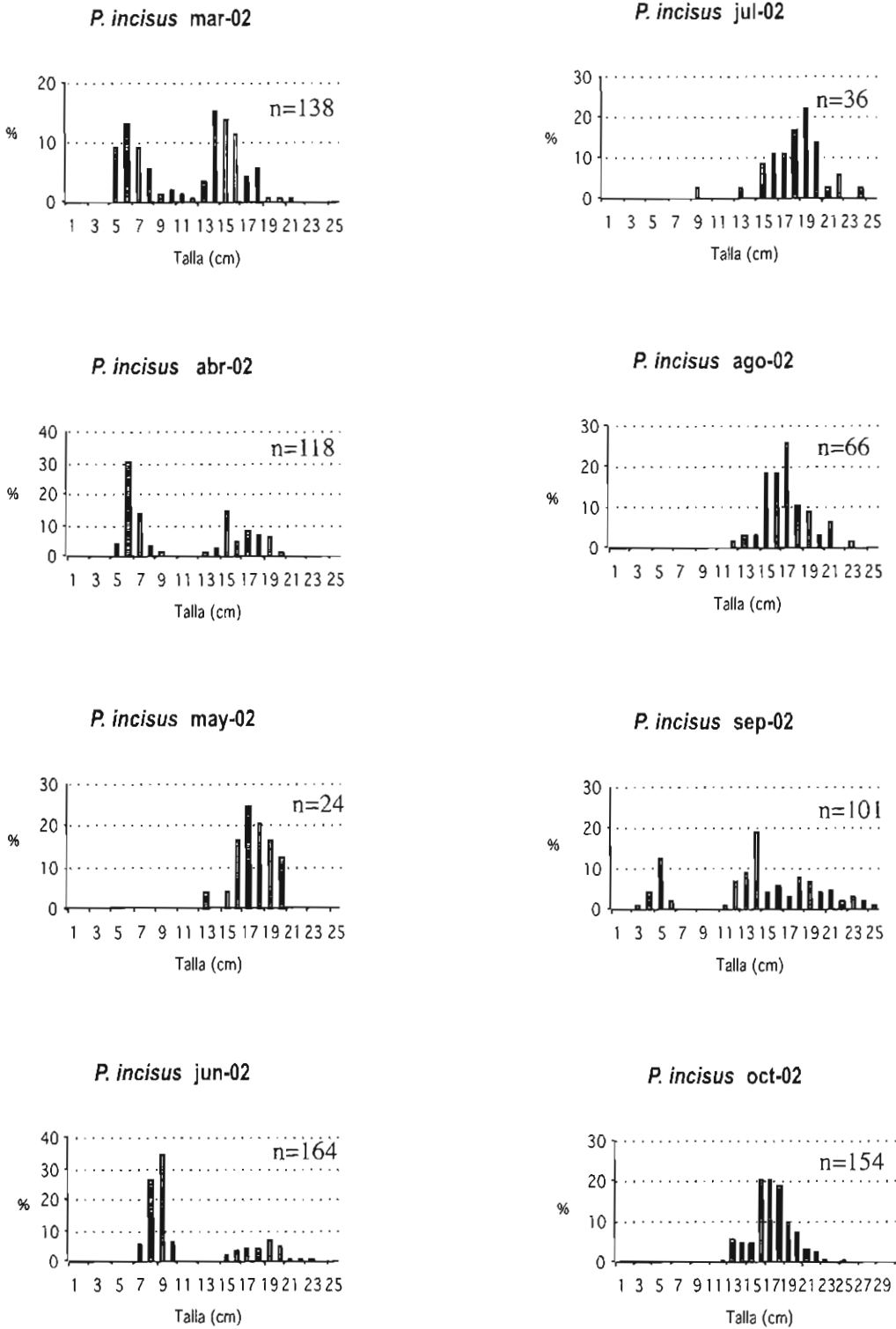
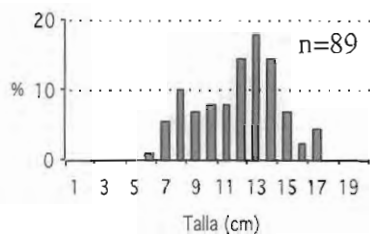


Figura 2.1 45. *Pomadasys incisus*. Distribución mensual de frecuencia de tallas.

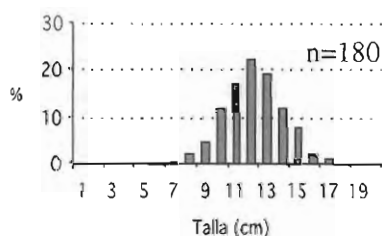
*S. notata* mar-02



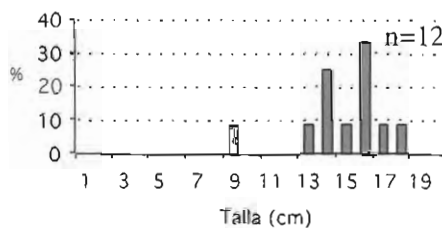
*S. notata* jul-02

n=14

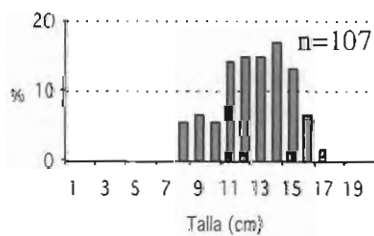
*S. notata* abr-02



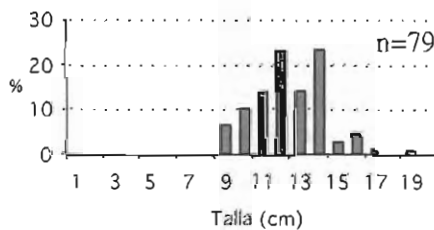
*S. notata* ago-02



*S. notata* may-02



*S. notata* sep-02



*S. notata* jun-02

n=7

*S. notata* oct-02

n=8

Figura 2.1 46. - *Scorpaena notata*. Distribución mensual de frecuencia de tallas.

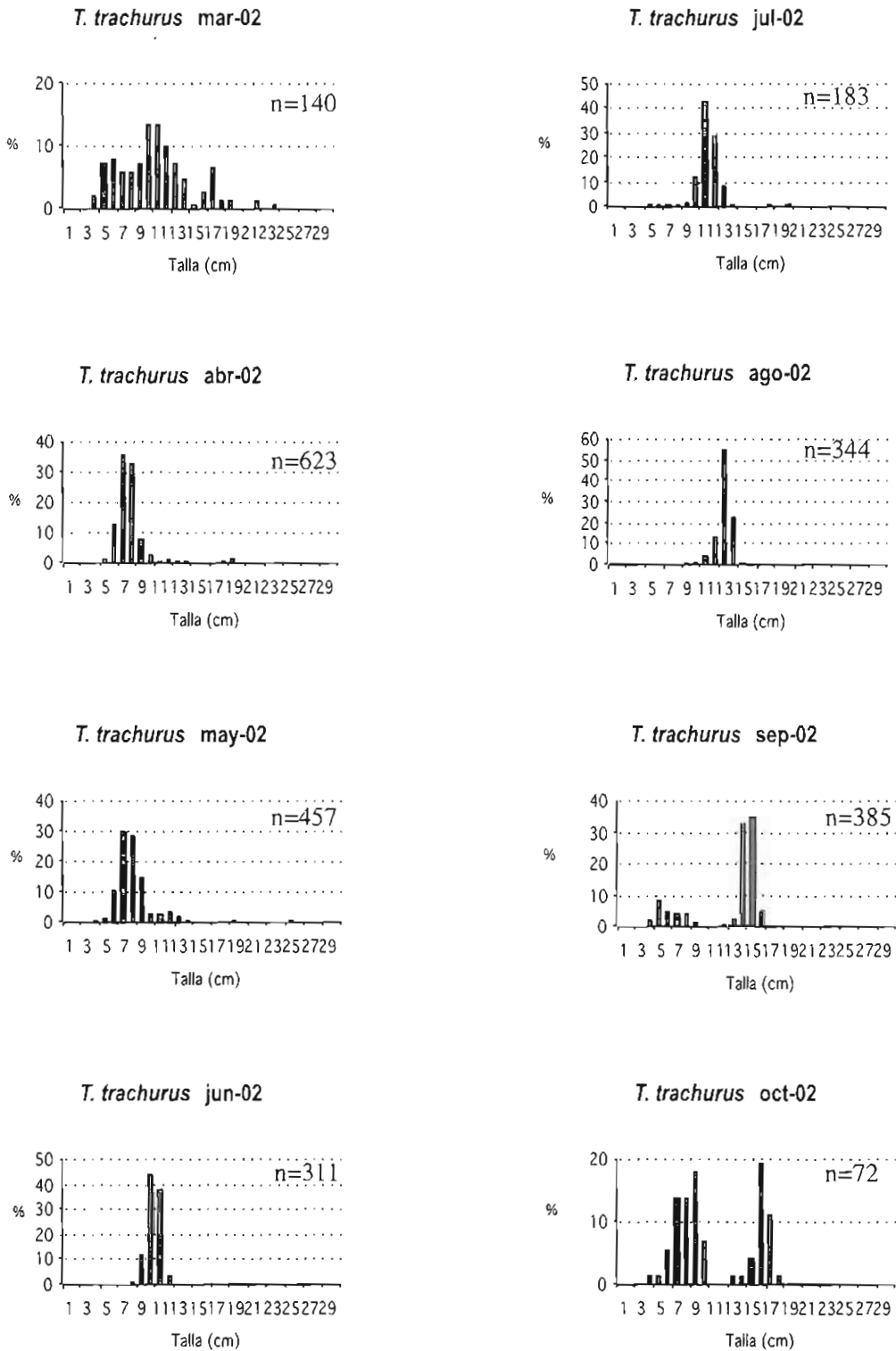
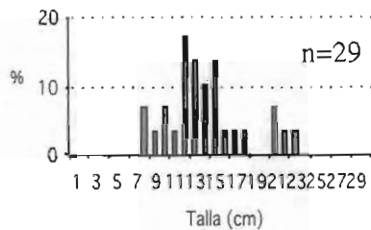


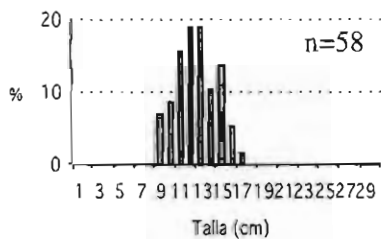
Figura 2.1 47.- *Trachurus trachurus*. Distribución mensual de frecuencia de tallas.

*U. canariensis* mar-02



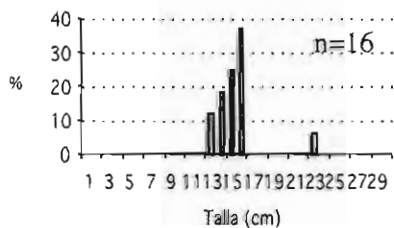
*U. canariensis* jul-02  
n=4

*U. canariensis* abr-02

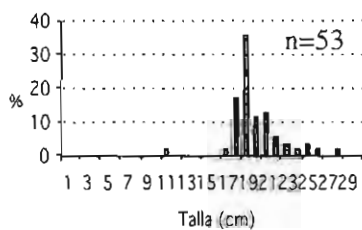


*U. canariensis* ago-02  
n=4

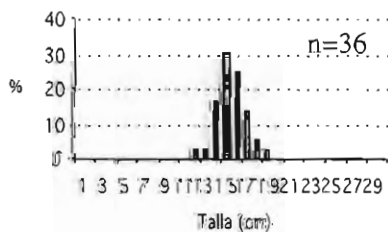
*U. canariensis* may-02



*U. canariensis* sep-02



*U. canariensis* jun-02



*U. canariensis* oct-02  
n=5

Figura 2.1 48.- *Umbrina canariensis*. Distribución mensual de frecuencia de tallas.

<b>Cefalópodos</b>		<b>mar-02</b>	<b>abr-02</b>	<b>may-02</b>	<b>jun-02</b>	<b>jul-02</b>	<b>ago-02</b>	<b>sep-02</b>	<b>oct-02</b>
<i>Allotheutis sp</i>	n	494	690	893	841	663	865	450	3139
	min	2	1	1	2	1	1	1	1
	max	12	13	13	12	11	14	15	12
<i>Loligo vulgaris</i>	n	20	186	181	181	196	220	54	244
	min	2	1	2	2	2	2	3	4
	max	8	25	10	14	17	12	16	35
<b>Peces</b>									
<i>A. laterna</i>	n	229	154	217	290	264	341	493	272
	min	6	7	2	3	3	2	3	1
	max	13	14	15	13	11	13	13	13
<i>A.thori</i>	n	681	336	270	229	190	167	198	156
	min	6	5	5	5	5	4	6	4
	max	15	12	12	13	12	13	12	13
<i>C.linguatula</i>	n	66	210	75	69	113	68	142	16
	min	6	5	6	6	4	11	8	11
	max	20	20	23	20	24	23	21	19
<i>D.annularis</i>	n	139	59	70	61	11	4	16	89
	min	6	8	8	9	10	10	10	10
	max	17	16	17	19	15	12	14	16
<i>D.bellottii</i>	n	740	657	531	379	183	203	284	653
	min	5	7	8	8	9	9	5	7
	max	17	18	18	20	17	18	18	18
<i>D.vulgaris</i>	n	33	60	29	7	1	15	60	22
	min	10	10	11	10	15	12	10	11
	max	19	21	20	20	15	20	21	22
<i>L.mormyrus</i>	n	3	6	21	15	5	5	15	23
	min	15	14	15	17	1	3	15	17
	max	19	20	24	25	19	25	24	29
<i>M.merluccius</i>	n	45	56	42	24	18	9	25	4
	min	15	11	12	13	14	17	14	19
	max	36	42	53	37	33	37	44	24

Peces (cont.)		mar-02	abr-02	may-02	jun-02	jul-02	ago-02	sep-02	oct-02
M.azevia	n	186	61	60	53	67	49	34	9
	min	8	10	11	12	12	7	10	8
	max	24	19	21	23	22	26	20	19
Pagellus acarne	n	88	81	82	26	41	33	36	22
	min	8	12	12	13	14	15	15	14
	max	23	30	24	23	25	26	28	23
Pagellus bellottii	n	40	5	64	130	29	20	20	66
	min	4	7	6	9	5	13	3	4
	max	23	25	23	23	22	22	25	27
P. incisus	n	138	118	24	164	36	66	101	154
	min	5	5	13	7	9	12	3	12
	max	21	20	20	23	24	23	25	25
S.notata	n	89	180	107	6	14	12	79	8
	min	6	7	8	12		9	9	12
	max	17	17	17	20		18	19	16
T.trachurus	n	140	623	457	311	183	344	385	70
	min	4	4	4	7	5	9	3	4
	max	24	30	25	13	20	34	17	1
U.canariensis	n	29	58	16	36	4	4	53	5
	min	8	9	13	12	24	19	11	19
	max	23	17	23	19	28	20	28	24

Tabla 2.1.11.- Tamaño de muestra (n), talla mínima y talla máxima capturadas para especies comerciales.

### 2.1.3. Diversidad del área de estudio

En la Figura 2.1.49 se muestra la variación mensual del índice de diversidad de Shannon-Weaver. Los valores medios mensuales sufren pequeñas oscilaciones desde el valor inicial de 2,46 en marzo y el mínimo de 1,9 observado en los meses de agosto y septiembre para después alcanzar el máximo en octubre (2,60). Estos valores concuerdan con los resultados estimados por Sobrino et al. (2001) obteniendo los valores más altos en el período otoño-invierno.

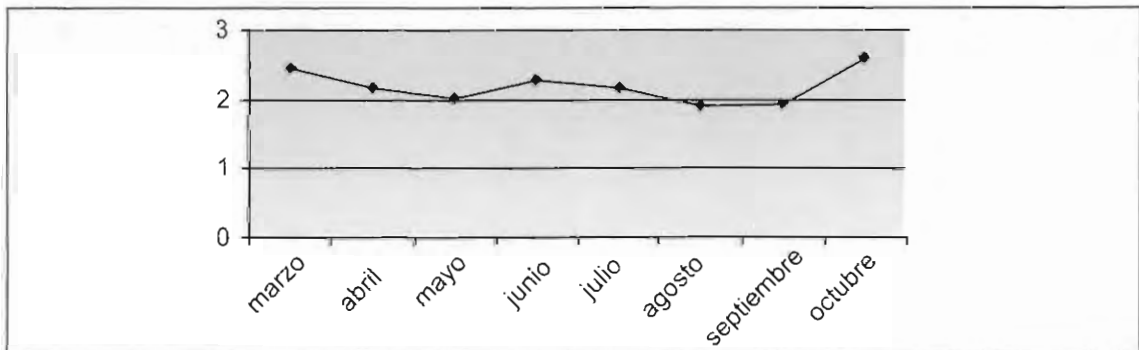


Figura 2.1.49. Evolución de los valores medios del índice de Shannon-Weaver.

	mar-02	abr-02	may-02	jun-02	jul-02	ago-02	sep-02	oct-02
<b>Crustáceos</b>	ind	ind	ind	ind	ind	ind	ind	ind
<i>M. kerathurus</i>	118	81	13	22	4	6	5	4
<i>Squilla mantis</i>	724	78	36	119	32	119	151	173
<b>Cefalópodos</b>								
<i>Alloteuthis sp</i>	806	1279	2218	1170	1376	2084	1597	3139
<i>Eledone sp</i>	23	17	24	11	6	3	11	90
<i>Loligo vulgaris</i>	20	186	181	181	196	220	54	244
<i>Octopus vulgaris</i>	22	21	16	24	12	25	23	51
<i>Sepia elegans</i>		1			1	14	10	
<i>Sepia officinalis</i>	32	19	7	5	8	21	19	24
<i>Sepiola</i>	37	30		4	5	7	4	4
<b>Peces</b>								
<i>Alosa fallax</i>	12	6	21	41	68	63	9	39
<i>Aphia minuta</i>		10226		246	104	1067	2817	6721
<i>Argyrosomus regius</i>	11	55	1	37	2	6	835	43
<i>A. imperialis</i>		2	2	3	5			
<i>Arnoglossus laterna</i>	229	161	217	290	264	466	734	272
<i>Arnoglossus thori</i>	681	336	698	381	328	277	280	156
<i>Aspitrigla obscura</i>	4			36	6	7	3	18
<i>Ballistes carolinensis</i>			2	1				
<i>Belone belone</i>					1			
<i>Boops boops</i>	23	8	8	1	2	1	2	24
<i>Bothus podas</i>	1					1	3	
<i>Callyonimus lyra</i>	51	21	19	38	10	51	17	4
<i>Callyonimus spp</i>	150	275	76	105	214	72	110	110
<i>Caranx ronchus</i>								3
<i>Cepola rubescens</i>	9	8	11	6	4	6	9	12
<i>Citharus linguatula</i>	66	210	75	69	113	68	142	16
<i>Conger conger</i>	51	13	8	6	15	11	8	13
<i>Dentex canariensis</i>		1	3	1			4	13

	mar-02	abr-02	may-02	jun-02	jul-02	ago-02	sep-02	oct-02
<b>Peces (cont.)</b>	ind	ind	ind	ind	ind	ind	ind	ind
<i>Dentex gibossus</i>	3	6	9	2	1	43	304	113
<i>D. punctatus</i>	43	2	3	14	5	4	7	21
<i>D. cuneata</i>	273	48	10	27	16	13	26	13
<i>Diplodus annularis</i>	141	59	70	61	11	4	16	89
<i>Diplodus bellottii</i>	932	977	668	379	183	203	296	653
<i>Diplodus sargus</i>	2	3	1	13	1	28	2	6
<i>Diplodus vulgaris</i>	33	60	29	7	1	15	60	22
<i>E. encrasicolus</i>	245	392	171	353	51	502	328	2305
<i>Galeus melastomus</i>			1					
<i>Gobios spp</i>	724							
<i>Gobios negros</i>		244	36	34	31	17	9	2
<i>Gobios raya</i>		353	56	211	37	308	36	337
<i>H. dydactilus</i>	95	36	18	14	10	11	22	13
<i>H. hippocampus</i>	1				1	6	8	1
<i>Hyporamphus picarti</i>	1							
<i>Lepidotrigla cavillone</i>	9	9	3	19	2	238	389	66
<i>L. sanzoi</i>		201	109	126	88	60	61	26
<i>L. mormyrus</i>	3	6	21	15	5	5	15	23
<i>Liza aurata</i>		1	1					2
<i>Liza ramada</i>	3			4	1	24	4	11
<i>M. merluccius</i>	45	56	42	24	18	9	25	4
<i>Microchirus azevia</i>	212	61	66	53	67	49	34	9
<i>Microchirus sp</i>	562	257	292	286	254	538	302	294
<i>Monochirus hispirus</i>	7							
<i>Mugil cephalus</i>	2	2	4			4	2	2
<i>Mullus barbatus</i>	1			2		1		
<i>Mullus surmuletus</i>	21	2	6	12	10	15	81	51
<i>Mustelus mustelus</i>			1			1	1	1
<i>Pagellus acarne</i>	88	81	82	26	41	33	36	22
<i>Pagellus bellottii</i>	44	5	64	130	29	20	20	66

	mar-02	abr-02	may-02	jun-02	jul-02	ago-02	sep-02	oct-02
<b>Peces (cont.)</b>	ind	ind	ind	ind	ind	ind	ind	ind
<i>Pagellus erythrinus</i>	1	15						2
<i>Pagrus auriga</i>			1					
<i>Pagrus pagrus</i>	2							
<i>Phycis phycis</i>				1	1			
<i>Pomadasys incisus</i>	138	118	24	283	36	66	101	154
<i>Pomatomus saltator</i>		1					1	1
<i>Pteromylaeus bovinus</i>								1
<i>Raja asterias</i>	5	11	12	19	13	10	9	4
<i>Raja miratelus</i>					1			
<i>Raja undulata</i>	2	1		3	3	8	6	2
<i>Sardina pilchardus</i>	105	36	370	21	25	103	72	62
<i>Sardinella aurita</i>							1	1
<i>Sarpa salpa</i>								1
<i>Scomber japonicus</i>	8	1					2	5
<i>Scomber scombrus</i>	1							
<i>Scophtalmus rhombus</i>		1	2	1	3	1		
<i>Scorpaena notata</i>	104	239	128	29	14	12	79	8
<i>Scorpaena porcus</i>		1	1					
<i>Serranus cabrilla</i>	1	4	3				2	
<i>Serranus hepatus</i>	215	221	277	105	80	70	80	53
<i>Simphodus sp</i>		1	1					
<i>Solea kleini</i>				1				
<i>Solea impar</i>						1		
<i>Solea lascaris</i>	2			2				
<i>Solea senegalensis</i>	3		2	3	1	5	4	
<i>Solea vulgaris</i>	2	2	5	2	1		1	
<i>Sparus aurata</i>						1	2	
<i>Sphyaena sphyraena</i>								
<i>Spicara spp</i>	16	41	21	11	8	13	7	126

	mar-02	abr-02	may-02	jun-02	jul-02	ago-02	sep-02	oct-02
<b>Peces (cont.)</b>	ind	ind	ind	ind	ind	ind	ind	ind
<i>S. cantharus</i>	26	6	15	3	3	2	5	8
<i>Stromateus fiatola</i>		2						
<i>Synaptura lusitanica</i>				7	1			
<i>Torpedo marmorata</i>	2	1	2	5	1	3	3	
<i>Torpedo torpedo</i>	12	2	1	2		1	1	1
<i>Trachinus draco</i>	28	14	34	22	20	39	19	12
<i>Trachurus picturatus</i>					4			
<i>Trachurus trachurus</i>	140	735	1117	1020	438	3327	974	72
<i>Trigla lucerna</i>				6	3	2	3	2
<i>Trigloporus lastoviza</i>								1
<i>Trysopterus luscus</i>	15			2				
<i>Umbrina canariensis</i>	29	58	16	36	4	4	53	5
<i>Uranoscopus scaber</i>		1	1		8	3		
<i>Zeus faber</i>		1						

**Tabla 2.1.12.-** Número de individuos capturados de cada especie en los muestreos mensuales (la casilla en blanco indica ausencia de ejemplares en ese muestreo).

## 2.2.- POTENCIALIDAD DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL. ABUNDANCIA DE HUEVOS Y LARVAS

El reclutamiento de los stocks comerciales o adultos depende en gran medida de la supervivencia de los primeros estados de desarrollo, muy especialmente de los estadios planctónicos (huevos y larvas). Por tanto, las condiciones ambientales, debido a la influencia que ejercen sobre la supervivencia de estos estadios, desempeñan un papel fundamental en el éxito del reclutamiento.

El análisis de la abundancia de los componentes ictioplanctónicos permitirá discernir la importancia del área como potencial zona de puesta y cría larvaria y según lo mencionado anteriormente, como zona de reclutamiento de los stocks pesqueros. Los resultados que se describen a continuación corresponden al análisis de las muestras ictioplanctónicas de los meses de marzo a junio.

### 2.2.1 Distribución espacio-temporal de los huevos y larvas de las especies objetivo durante el periodo marzo-junio 2002

Las Figuras 2.2.1 a 2.2.12 muestran la distribución espacial de las abundancias de huevos y larvas de cada una de las especies objetivo y del resto de las especies (englobadas en la categoría "otros") a lo largo de los meses mencionados. Además, en la Figura 2.2.13 quedan representadas las proporciones de cada una de las especies objetivo a lo largo de estos meses. La distribución espacial de los valores de biomasa zooplanctónica queda representada en la Figura 2.2.16.

#### Boquerón (*Engraulis encrasicolus*):

A pesar de que el boquerón tiene su pico de puesta en los meses estivales en el golfo de Cádiz, se ha observado una puesta muy intensiva de esta especie en el mes de marzo (ver Figura 2.2.1). Los máximos valores de abundancia de huevos obtenidos en este mes (en torno a 2800 huevos/ 100 m<sup>3</sup>) fueron muy superiores a los obtenidos dos años antes en la zona más oriental de nuestro área de estudio y en los meses de puesta intensiva de la especie, (1800 huevos/ 100 m<sup>3</sup> en el mes de agosto), (Sobrino *et. al.* 2001). Esto sugiere que en marzo se debieron dar unas condiciones ambientales típicamente estivales que favorecieron sobremanera la puesta de la especie en la zona.

Las zonas de puesta preferentes del boquerón se localizaron en un área en torno a la ría de Huelva y otra más oceánica, por fuera de la isobata de los 50 m, situada frente a la línea de costa entre la ría y el Guadalquivir. Además el boquerón fue la especie predominante en las capturas totales de huevos obtenidas en marzo, suponiendo un 40% del total (ver Figura 2.2.13). Sin embargo, esta puesta masiva detectada en marzo no se manifestó en una consecuente abundancia de larvas en el mismo mes o en el mes siguiente (Figura 2.2.2.). Las larvas de boquerón en marzo y abril constituyeron menos del 20% y 21%, respectivamente del total mensual de capturas larvarias (ver Figura 2.2.13). Esto sugiere que las condiciones que favorecieron la puesta masiva fueron puntuales, de manera que la eclosión de los huevos y/o el desarrollo de las primeras fases larvarias no resultó viable. Las mayores densidades larvarias de marzo se localizaron puntualmente en la boca de la ría de Huelva y en dos zonas profundas, frente al río Piedras y a Matalascañas (Figura 2.2.2). Por su parte, las principales abundancias de larvas en abril se dieron en una estación costera al este de la ría de Huelva y en las estaciones más profundas y alejadas de costa frente a los ríos Guadiana y Piedras, como se observa en la Figura 2.2.2.

La puesta del boquerón en abril fue bastante inferior a la observada en marzo, pero aún así, se dieron abundancias puntuales importantes de nuevo en la zona costera de la boca de la ría de Huelva y en aguas más oceánicas frente a la misma (ver Figura 2.2.1). La proporción de presencia de huevos de boquerón en este mes fue también bastante significativa, suponiendo un 36% respecto al total de huevos capturados (Figura 2.2.13).

En mayo se observó una puesta importante del boquerón (pero inferior al pico del mes de marzo), sobre todo en el área en torno a la desembocadura del Guadalquivir, como se puede apreciar en la Figura 2.2.1. Se han capturado densidades de más de 1800 huevos/100 m<sup>3</sup> en la estación más costera y en la más oceánica del transecto localizado frente a la desembocadura de este río. Estos valores máximos capturados fueron muy superiores a los observados en la misma zona en mayo de 2001 (700 huevos/100 m<sup>3</sup>) (Sobrino *et al.*, 2001). En el resto de la zona de estudio, las estaciones más profundas y alejadas de costa presentaron mayores densidades de huevos que las más costeras y poco profundas. En la totalidad de la zona, las puestas de boquerón representaron sólo el 21% respecto al total de huevos, ya que fueron muy abundantes las puestas de otras especies de reproducción primaveral (ver Figura 2.2.13). De igual modo, la proporción relativa de larvas de boquerón fue también baja (16%) debido a la gran presencia larvaria de estas especies (Figura 2.2.13). Aún así, en este mes se detectaron abundantes larvas de boquerón en la zona de la desembocadura del Guadalquivir, siendo escasas en el resto del área de estudio, como se pone de manifiesto en la Figura 2.2.2. Los valores máximos de presencia larvaria detectados en el Guadalquivir, en torno a las 600 larvas/100 m<sup>3</sup> fueron muy superiores al máximo de 140 larvas/100 m<sup>3</sup> localizados en la misma zona dos años antes (Sobrino *et al.*, 2001). Según lo descrito, resulta evidente que durante el mes de mayo se dieron unas características ambientales concretas en la zona de la desembocadura del Guadalquivir que dieron lugar a una puesta importante de boquerón y favorecieron su desarrollo larvario.

De los meses analizados hasta ahora, es en junio cuando se mostró el pico de puesta intensiva de esta especie. Las capturas de huevos de boquerón supusieron más del 62% del total en este mes (ver Figura 2.2.13). Se han registrado valores de hasta 11500 huevos/100 m<sup>3</sup>, con un área de puesta preferencial situada en la zona profunda frente al río Piedras (Figura 2.2.1). De nuevo se detectaron densidades de huevos muy importantes en la boca de la ría de Huelva, con máximos puntuales de 3000 huevos/100 m<sup>3</sup>. En la desembocadura del Guadalquivir, a pesar de no ser de una de las principales áreas de puesta detectadas en el mes, se llegaron a capturar más de 1200 huevos/100 m<sup>3</sup> en una única estación, valor superior a los máximos de 900 huevos/100 m<sup>3</sup> registrados en la misma zona el año anterior (Sobrino *et al.*, 2001). Las mayores densidades larvarias se detectaron en la misma zona (ver Figura 2.2.2), con capturas máximas de 500 larvas/100 m<sup>3</sup>, por encima de los valores observados el año anterior por Sobrino *et al.*, (2001). Otros dos núcleos importantes, donde se dieron abundancias de 300-350 larvas/100 m<sup>3</sup>, fueron la zona profunda frente a la desembocadura del Guadalquivir y la zona costera situada al este de la ría de Huelva, entre Mazagón y Matalascañas. Las capturas de larvas de boquerón supusieron casi el 38 % del total de larvas capturadas en este mes (Figura 2.2.13)

En base a los resultados de estos cuatro meses se puede concluir que las áreas bajo influencia de la ría de Huelva y del Guadalquivir parecen ser propicias para la puesta y/o desarrollo de larvas de boquerón. El análisis de las condiciones ambientales que se dieron en estas zonas durante los meses descritos permitirá establecer relaciones entre las variables ambientales y el desarrollo de los primeros estadios de vida planctónicos de boquerón. Es destacable la ausencia o escasa presencia de huevos y larvas en la zona de la desembocadura del Guadiana, donde parece que no se dan las características ambientales favorables para la reproducción del boquerón.

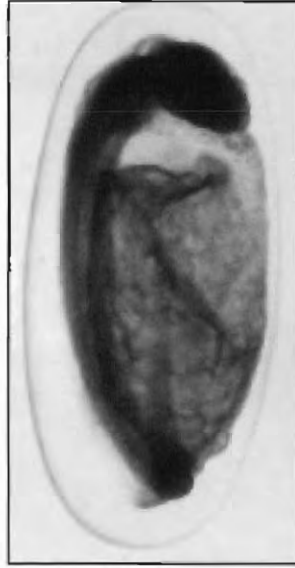


Foto 2.2.1. Huevo de boquerón (*Engraulis encrasicolus*).

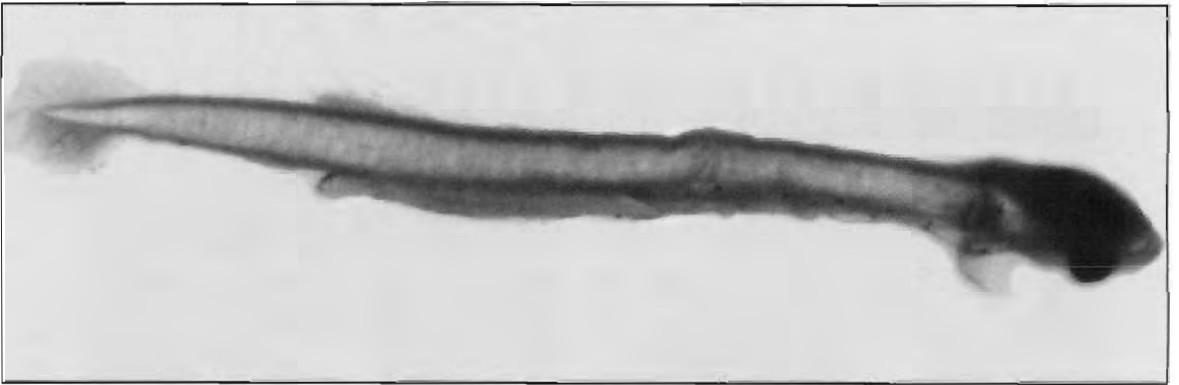


Figura 2.2.2. Larva de boquerón (*Engraulis encrasicolus*).

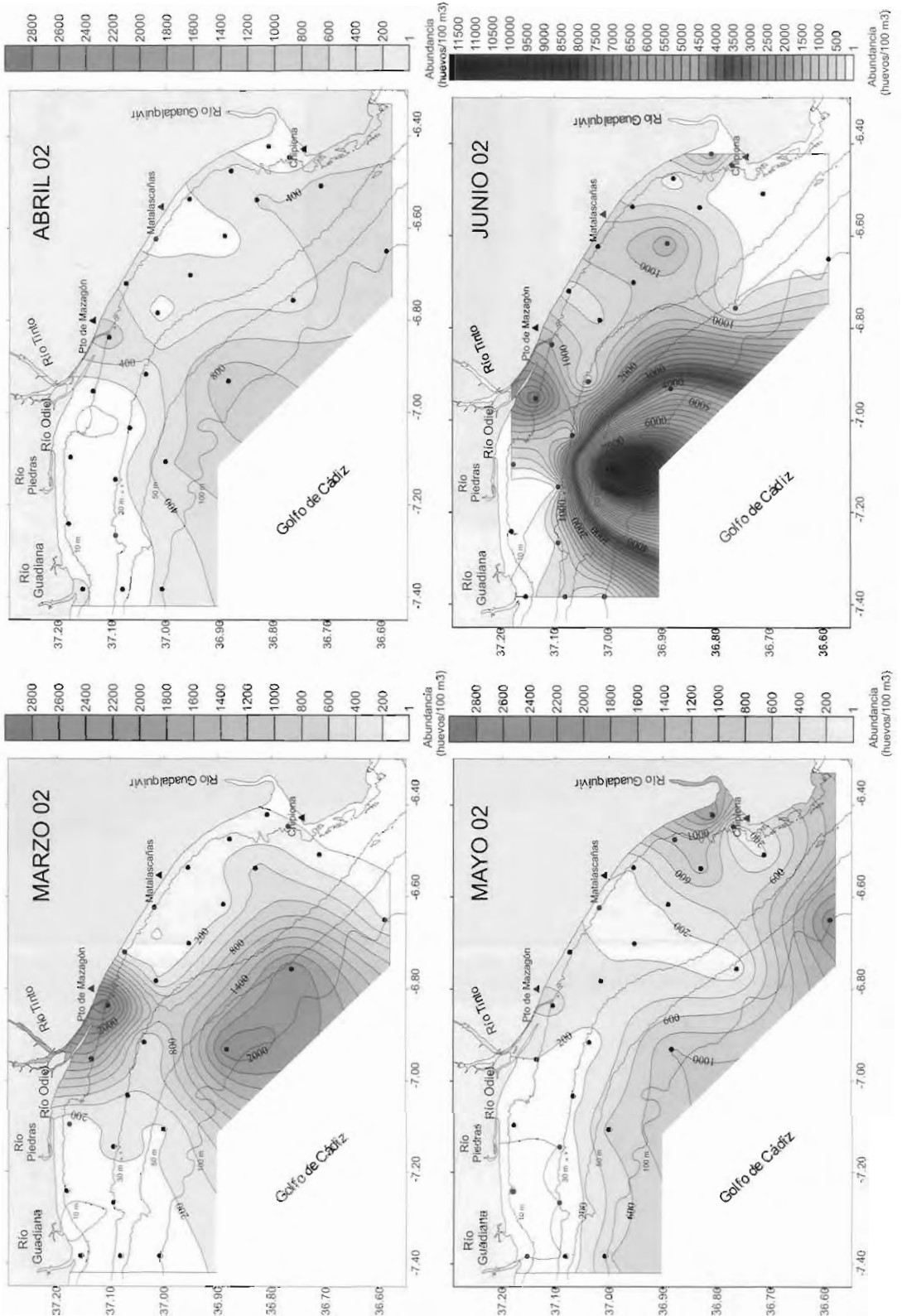


Figura 2.2.1. Distribución espacial de huevos de boquerón (*Engraulis encrasicolus*) a lo largo del periodo marzo-junio de 2002.

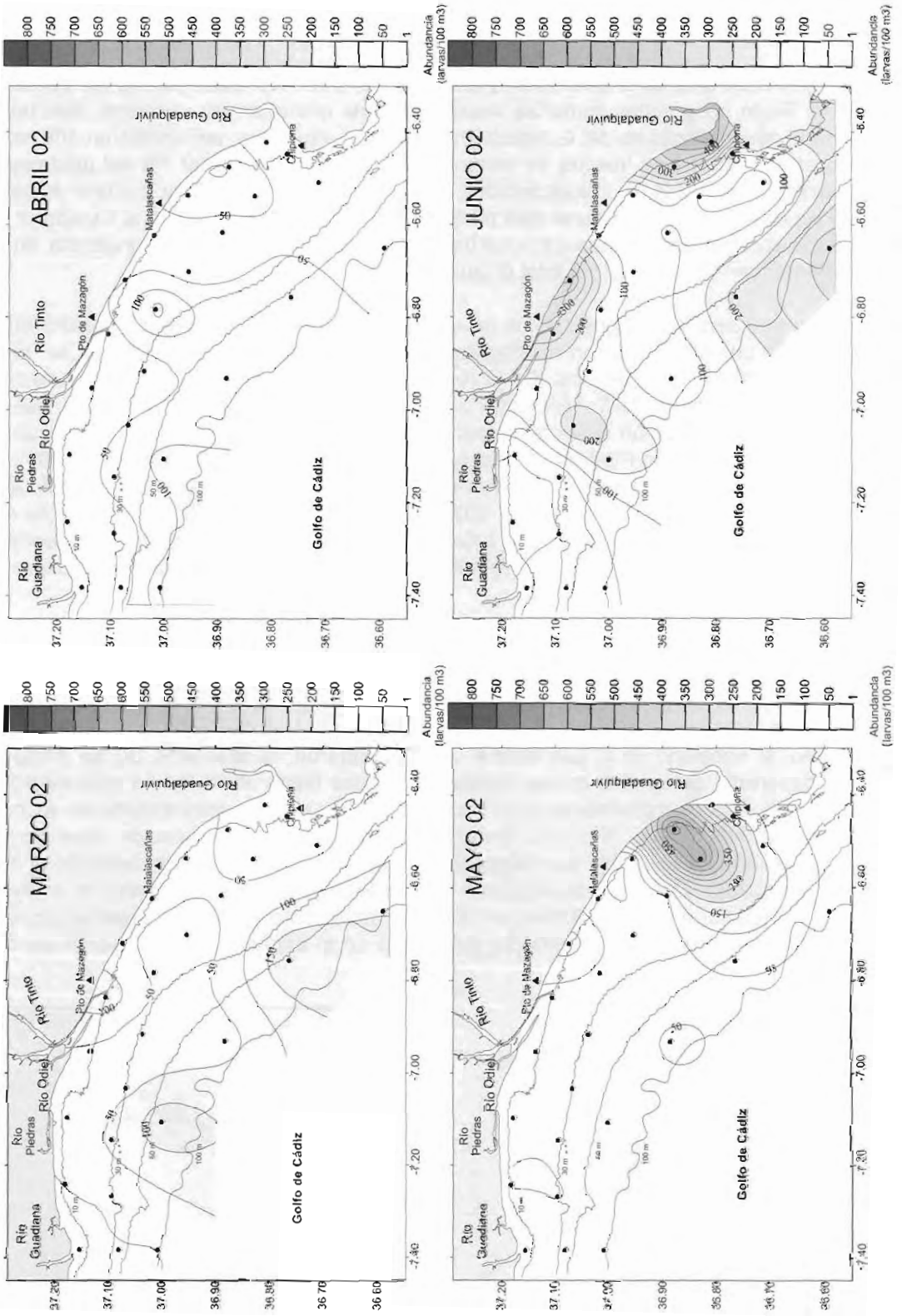


Figura 2.2.2. Distribución espacial de larvas de boquerón (*Engraulis encrasicolus*) a lo largo del periodo marzo-junio de 2002.

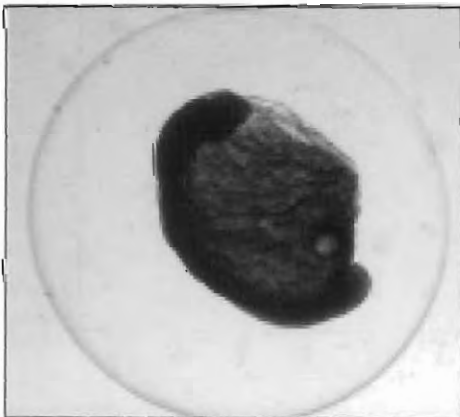
### Sardina (*Sardina pilchardus*):

Las condiciones anómalas de marzo de 2002 no han sido favorables para la reproducción de la sardina. Tanto las puestas como las abundancias de larvas de esta especie detectadas en el área de la desembocadura del Guadalquivir fueron inferiores las registradas un año antes por Sobrino *et al.* (2001). Los huevos de sardina constituyeron menos del 7% del total capturado en marzo (Figura 2.2.13), localizándose principalmente en la franja costera entre el Guadiana y ría de Huelva y en la zona más profunda y alejada de costa frente al Guadiana, tal como se puede apreciar en la Figura 2.2.3. La densidad larvaria fue también muy escasa, suponiendo aproximadamente el 12% del total (Figura 2.2.13).

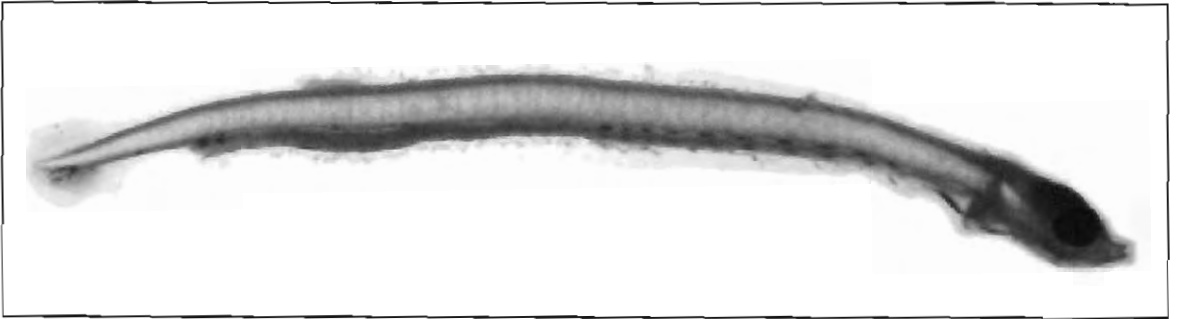
Tampoco han sido muy significativas las capturas de huevos y larvas de sardina en el mes de abril. Las puestas quedaron restringidas al área costera entre el Guadiana, la ría de Huelva y el área de influencia de ésta. En el resto de la zona de estudio la densidad de huevos fue inferior a 100 huevos/100m<sup>3</sup> (Figura 2.2.3). Las capturas larvarias no superaron las 50 larvas/100m<sup>3</sup>, con la excepción de escasos puntos localizados al oeste de la desembocadura del Guadalquivir y entre el río Piedras y la ría de Huelva, con más de 50 ó 100 larvas/100 m<sup>3</sup>. De hecho, las abundancias de huevos y larvas en la zona del Guadalquivir han resultado muy inferiores a las detectadas por Sobrino *et al.* (2001) un año antes, con valores máximos de 400 huevos/100m<sup>3</sup> y 360 larvas/100m<sup>3</sup>. Estas bajas densidades ictioplanctónicas representaron menos del 9% y el 11%, respectivamente, del total de huevos y larvas capturados en el mes de marzo (Figura 2.2.13).

Es curioso observar que en los meses de mayo y junio, que no corresponden a meses de puesta de la sardina, sí quedó un pequeño residuo de ésta localizado en la zona delimitada por el Guadiana y la ría de Huelva (Figura 2.2.3).

Por tanto, al contrario de lo que ocurre con el boquerón, la presencia de los primeros estadios de desarrollo de sardina en los meses analizados hasta ahora no ha sido especialmente abundante, debido probablemente al ambiente cálido que ha predominado en la zona durante ese periodo de tiempo, el cual no favorece la puesta de esta especie, de reproducción principalmente invernal. Por tanto, los meses analizados corresponden probablemente al final de su época de puesta. Las escasas capturas que se localizaron principalmente en la franja costera entre el Guadiana y ría de Huelva, en la que posiblemente se dieron temperaturas más bajas, hacen de este área el último reducto de puesta de la especie a finales de su periodo reproductor.



Fotos 2.2.3. y 2.2.4. Huevo de sardina (*Sardina pilchardus*) en distintos estados de desarrollo.



Fotos 2.2.5. Larva de sardina (*Sardina pilchardus*).

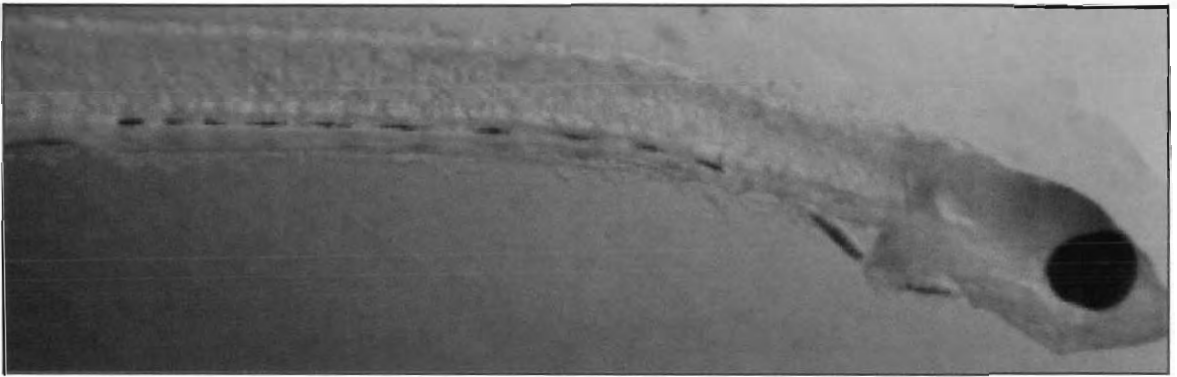


Foto 2.2.5. Detalle de parte anterior de la larva de sardina (*Sardina pilchardus*).

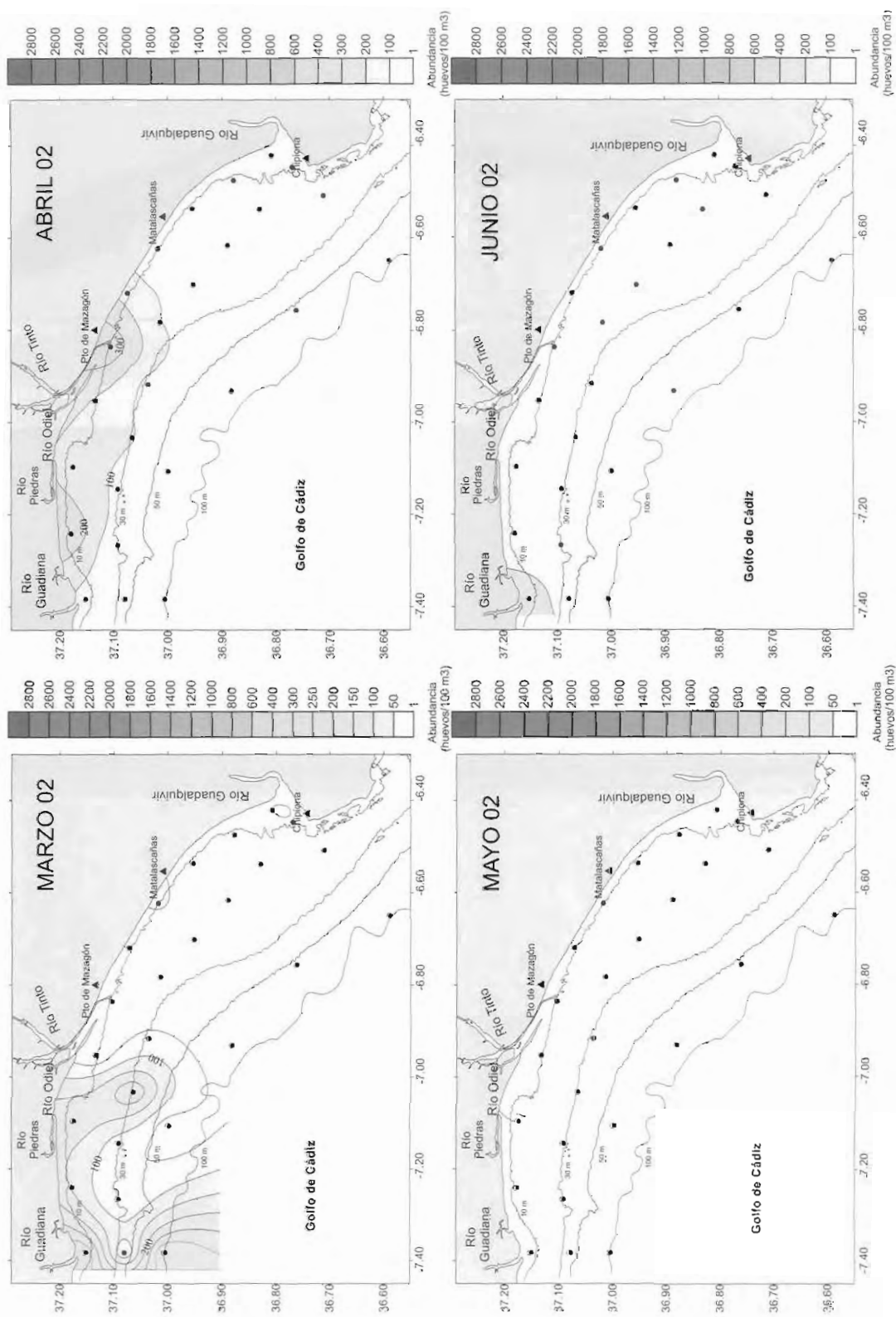


Figura 2.2.3. Distribución espacial de huevos de sardina (*Sardina pilchardus*) a lo largo del periodo marzo-junio de 2002

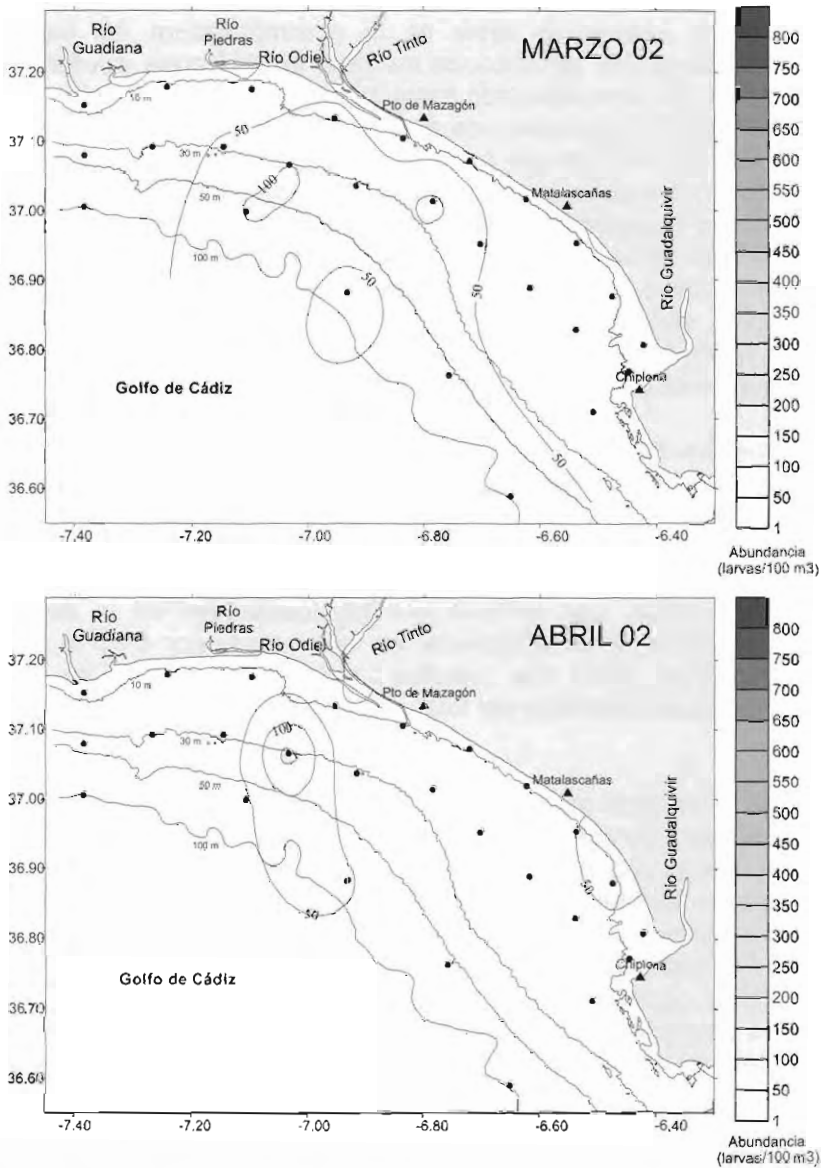


Figura 2.2.4. Distribución espacial de larvas de sardina (*Sardina pilchardus*) a lo largo del periodo marzo-junio de 2002.

### Acedia (*Dicologlossa cuneata*)

Al igual que ocurre con la sardina, la acedia es una especie de reproducción principalmente invernada, con lo cual y aunque se han detectado puestas y presencia larvaria en ciertas zonas del área de estudio, parece que los datos aquí presentados representan el final de su periodo reproductivo.

En marzo se capturaron puestas bastante considerables de acedia en el área costera entre el Guadiana y la ría de Huelva, siempre por debajo de la isóbata de 30 metros (Figura 2.2.5). En esta zona, las abundancias de huevos han sido decrecientes a medida que la profundidad y distancia a costa iban en aumento, llegando a estar prácticamente ausentes por fuera de los 50 metros de profundidad. Se ha localizado otro núcleo de importante presencia

de huevos en la zona costera al oeste de la desembocadura del Guadalquivir, hasta Matalascañas. Sin embargo, las abundancias máximas en esta zona estuvieron en torno a los 400 huevos/100m<sup>3</sup>, habiéndose capturado hasta 1800 huevos/100m<sup>3</sup> en el mismo área un año antes (Sobrino *et al.*, 2001). Los huevos de acedía sólo han supuesto el 12% de las capturas totales del mes (Figura 2.2.13). Por otra parte, la presencia larvaria ha sido bastante escasa en todo el área de estudio, con densidades inferiores a 50 larvas/100m<sup>3</sup>, sólo superándose este valor en dos estaciones costeras frente a Matalascañas, como se observa en la Figura 2.2.6. No se capturaron larvas de acedía en los puntos costeros cercanos a la desembocadura del Guadiana, donde en cambio sí se detectaron importantes puestas. La presencia larvaria en el área del Guadalquivir, aunque baja, fue coincidente con la observada el año anterior por Sobrino *et al.* (2001). En todo el área de estudio, las larvas de acedía supusieron sólo el 7% del total capturado en este mes (ver Figura 2.2.13).

En abril las puestas disminuyeron respecto al mes anterior, aunque la distribución de huevos resultó muy similar a la de entonces, localizándose las mayores abundancias en la franja costera entre el Guadiana y la ría de Huelva (Figura 2.2.5). El máximo (300 huevos/100m<sup>3</sup>) se registró en la estación situada frente al río Piedras. En el resto del área de estudio las capturas fueron inferiores a 100 huevos/100m<sup>3</sup> e incluso nulas en algunas de las estaciones más profundas y alejadas de costa. Las escasas puestas localizadas en la desembocadura del Guadalquivir son inferiores a las detectadas un año antes, por encima de 300-400 huevos/100m<sup>3</sup> (Sobrino *et al.*, 2001). Las capturas de huevos y larvas de acedía representaron menos del 6% y 7%, respectivamente del total de huevos y larvas registrados en abril (Figura 2.2.13).

La franja costera limitada por el Guadiana y la ría de Huelva fue de nuevo en mayo el núcleo principal de puesta de acedía, como se puede apreciar en la Figura 2.2.5. Los valores de abundancia de huevos superaron a los del mes anterior, alcanzándose máximos de 500 huevos/100m<sup>3</sup> en las estaciones más costeras entre los ríos Guadiana y Piedras. Las abundancias encontradas fueron decrecientes con la profundidad y distancia a costa. En la zona litoral entre la ría y el Guadalquivir, la presencia de huevos fue mayor de 100 huevos/100m<sup>3</sup>, alcanzando densidades de 200-300 huevos/100m<sup>3</sup> en las estaciones localizadas en la boca del Guadalquivir. Estos valores superaron los máximos de 125 huevos/100m<sup>3</sup> observados en la zona dos años antes por Sobrino *et al.* (2001). La presencia de huevos fue muy escasa por fuera de la isóbara de los 30 metros y prácticamente nula por fuera de los 50 metros. En este mes, las densidades larvarias continuaron siendo bastante escasas en la zona de estudio, con valores inferiores a 50 larvas/100m<sup>3</sup> en la mayor parte del área, superior a este valor en pocas estaciones y sólo mayor de 100 larvas/100m<sup>3</sup> en una estación costera frente a Mazagón (ver Figura 2.2.6). Las proporciones de huevos y larvas de acedía respecto al total de mayo fueron bastante bajas, representando el 7% y 5% respectivamente (Figura 2.2.13).

En junio se ha seguido detectando puesta relativamente importante de acedía, a pesar de no ser un mes propio para la reproducción de esta especie. Pero esta actividad reproductora ha estado prácticamente restringida a la zona costera entre el Guadiana y la ría de Huelva, alcanzando los máximos valores de capturas de huevos de acedía (en torno a los 600 huevos/100 m<sup>3</sup>) en la desembocadura del Guadiana (ver Figura 2.2.5). También se capturaron densidades de huevos relativamente importantes en la estación costera localizada frente a Matalascañas. La presencia de larvas ha sido en general bastante baja en toda la zona de estudio, como se aprecia en la Figura 2.2.6, siendo sólo superior a las 50 larvas/100m<sup>3</sup> en estaciones puntuales entre el Guadiana y la ría de Huelva. Los huevos y larvas de acedía representaron sólo el 3,5 % y 4,3% , respectivamente de los totales capturados en este mes (Figura 2.2.13).

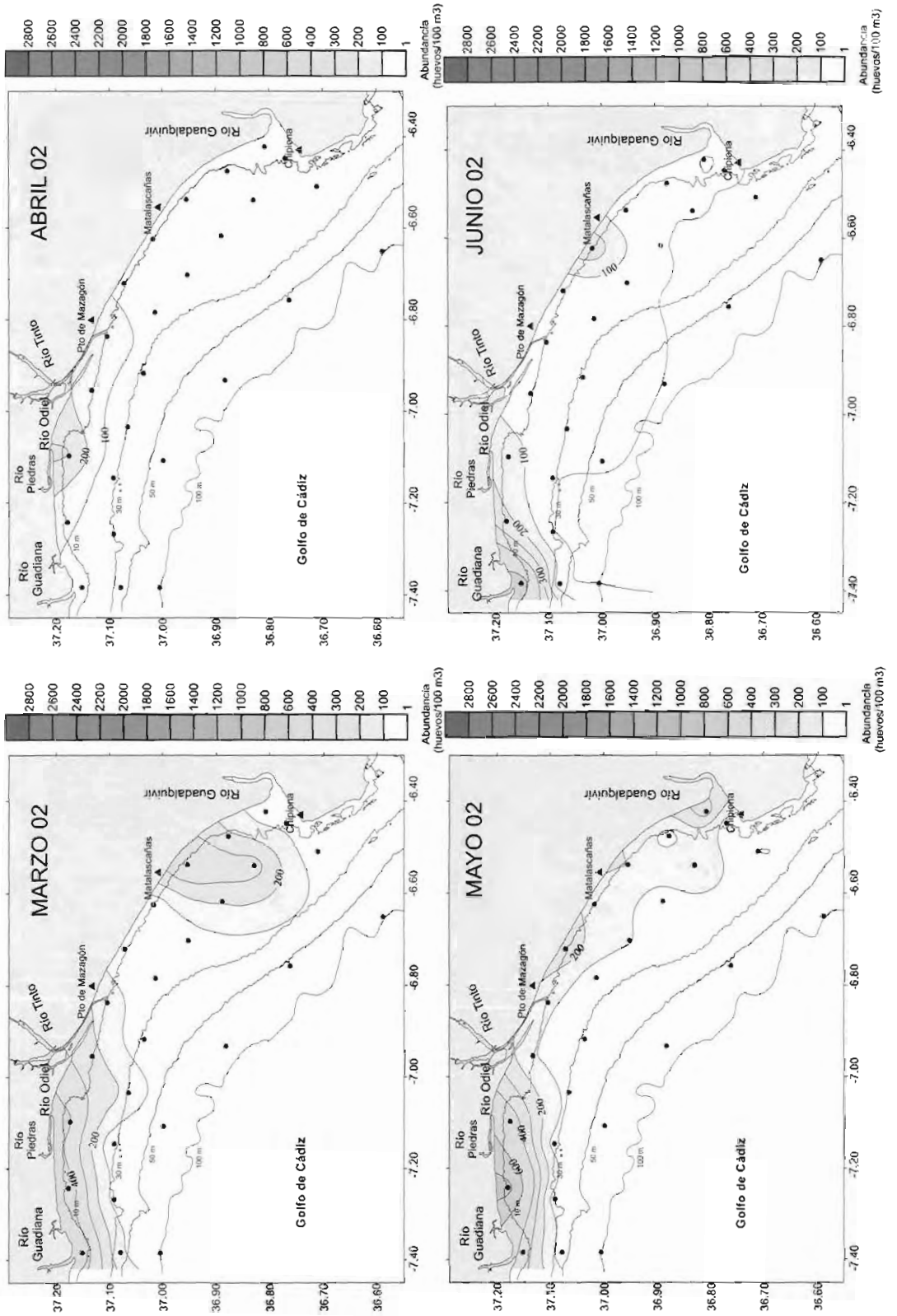


Figura 2.2.5. Distribución espacial de huevos de acedía (*Dicologlossa cuneata*) a lo largo del periodo marzo-junio de 2002.

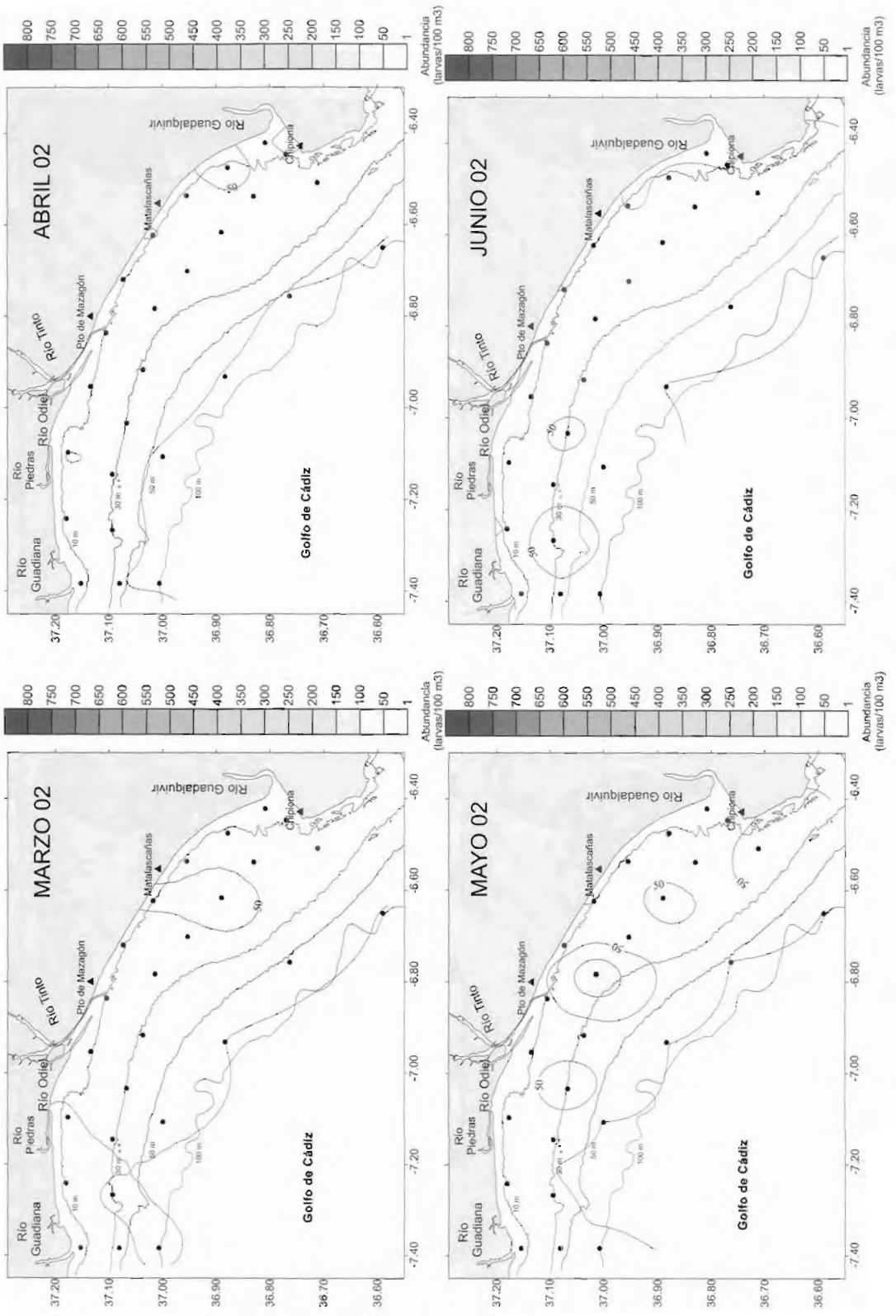


Figura 2.2.6. Distribución espacial de larvas de acedia (*Dicologlossa cuneata*) a lo largo del periodo marzo-junio de 2002.

Según lo observado, la reproducción de acedia se ha localizado siempre en áreas costeras y poco profundas, siendo muy escasa o nula por fuera de la isóbata de los 50 metros. Por tanto, se puede afirmar que esta especie se reproduce en zonas muy cercanas a costa, manifestando un área de puesta preferente localizada, al igual que en el caso de la sardina, en la zona litoral limitada por el Guadiana y ría de Huelva. Esto refuerza la hipótesis de que en esta franja, al menos durante los meses analizados, se dieron unas condiciones ambientales propicias para la reproducción de especies de puesta invernal como la sardina y acedia.

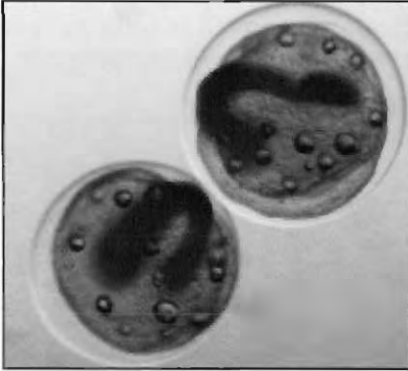


Foto 2.2.7. HUEVOS de acedia (*Dicologlossa cuneata*).

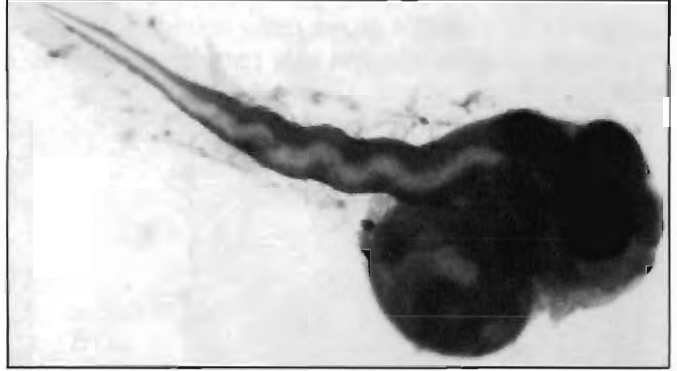


Foto 2.2.8. Estado larvario inicial de acedia (*Dicologlossa cuneata*).

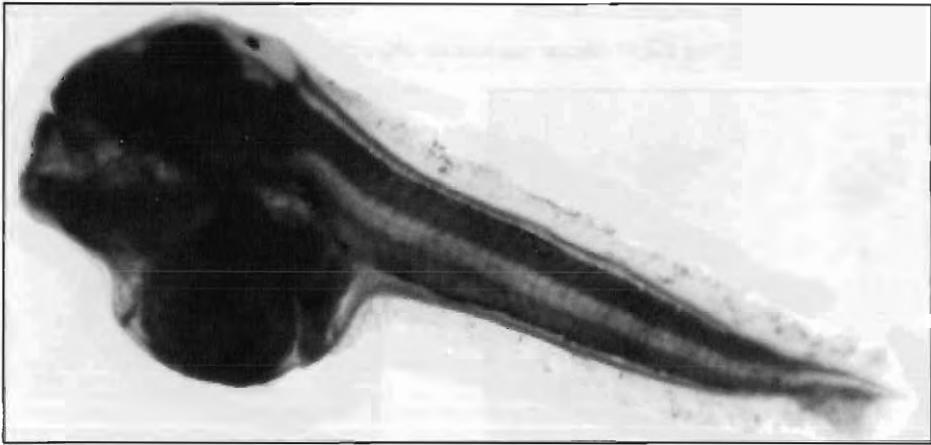


Foto 2.2.9. Larva de acedia (*Dicologlossa cuneata*).

### Langostino (*Melicertus kerathurus*)

Las primeras larvas de langostino se comenzaron a detectar en abril, aunque se trata de individuos aislados localizados solamente en tres estaciones de muestreo, dos de ellas en la boca de la ría de Huelva. Por tanto, es a partir de mayo cuando la presencia de larvas de langostino se hizo algo significativa, limitándose a la zona más oriental del área de estudio, localizada entre el río Piedras y el entorno del Guadalquivir. Las mayores abundancias se detectaron en las estaciones localizadas en la desembocadura del Guadalquivir, alcanzando un valor máximo de 60 larvas/100m<sup>3</sup> (ver Figura 2.2.7). En la estación de la boca de la ría se capturaron 10 larvas/100m<sup>3</sup>.

En el mes de junio ya se registró una presencia importante de larvas de langostino, la cual se localizó en la franja litoral, por debajo de la isóbata de 30 metros, entre la ría de Huelva y desembocadura del Guadalquivir. Como se observa en la Figura 2.2.7, los máximos valores

(superiores a 150 larvas/100 m<sup>3</sup>) se dieron en la estación costera al este de Matalascañas. Pero esta densidad larvaria es bastante inferior a la detectada en la misma zona por Sobrino *et al.* (2001) en junio del 2000, por encima de las 400 larvas/100 m<sup>3</sup>.

Se sabe que el periodo reproductor del langostino en esta zona se inicia a finales de primavera, prolongándose hasta finales de verano. Por tanto, mayo ha marcado inicio de este periodo, ya que la presencia de larvas en abril se puede considerar anecdótica (ver Figura 2.2.7). Las larvas de langostino se localizaron preferentemente en zonas someras, en torno a la isóbata de 10 metros. Las mayores abundancias se detectaron siempre en la zona de la desembocadura del Guadalquivir, que parece ser un área muy favorable para la reproducción de la especie.



Fotos 2.2.10 y 2.2.11. Larvas nauplius de langostino (*Melicertus kerathurus*).



Fotos 2.2.12 y 2.2.13. Larvas protozoa de langostino (*Melicertus kerathurus*).



Foto 2.2.14. Larvas mysis de langostino (*Melicertus kerathurus*).

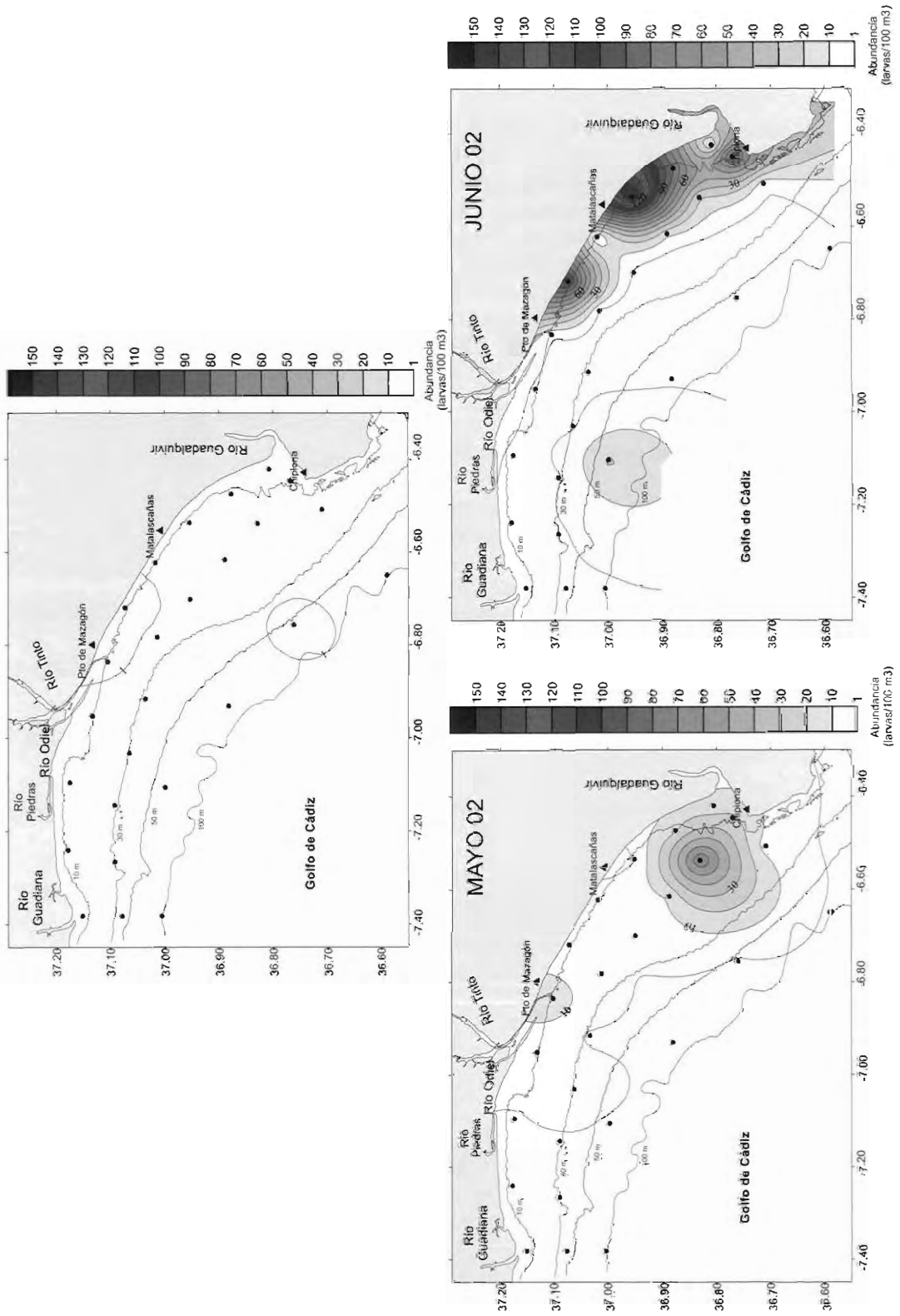


Figura 2.2.7. Distribución espacial de larvas de langostino (*Melicertus kerathurus*) a lo largo del periodo marzo-junio de 2002.

**Galera (*Squilla mantis*)**

No se ha detectado presencia importante de larvas de galera en los meses analizados. En mayo se capturaron algunas, de modo anecdótico, en estaciones cercanas a la desembocadura del Guadalquivir (Figura 2.2.8). En junio, incrementó la densidad de larvas capturadas, localizándose preferentemente en la misma zona, como se puede apreciar en la Figura 2.2.8. Los valores de abundancia en este área, aunque bajos, son comparables a los detectados por Sobrino, *et al.* (2001) dos años antes.

El periodo larvario de la galera se extiende a lo largo de los meses estivales, con lo que no es de extrañar que la aparición de larvas en las capturas planctónicas no haya sido muy significativa en los meses analizados, a excepción de junio que posiblemente marca el inicio de su época de desarrollo larvario. La presencia de larvas de galera queda restringida a la parte más oriental del área de estudio, entre la ría y el Guadalquivir, estando claramente asociada, al igual que ocurre con el langostino, a la zona de influencia del Guadalquivir.

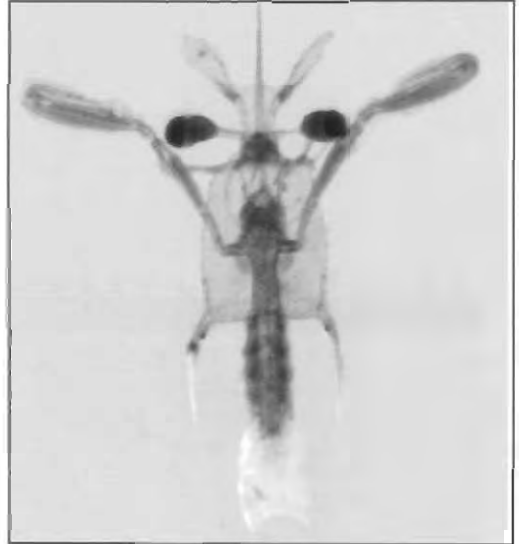


Foto 2.2.15. Larvas zoea de galera (*Squilla mantis*).

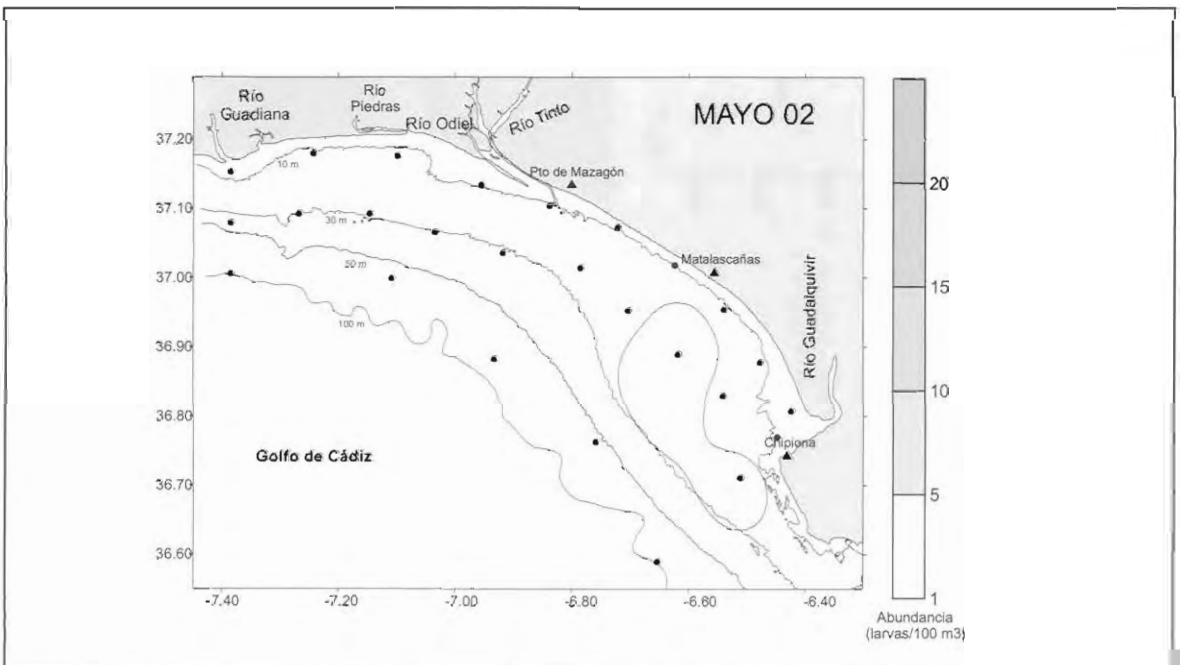


Figura 2.2.8. Distribución espacial de las larvas de galera (*Squilla mantis*) a lo largo del periodo marzo-junio de 2002.

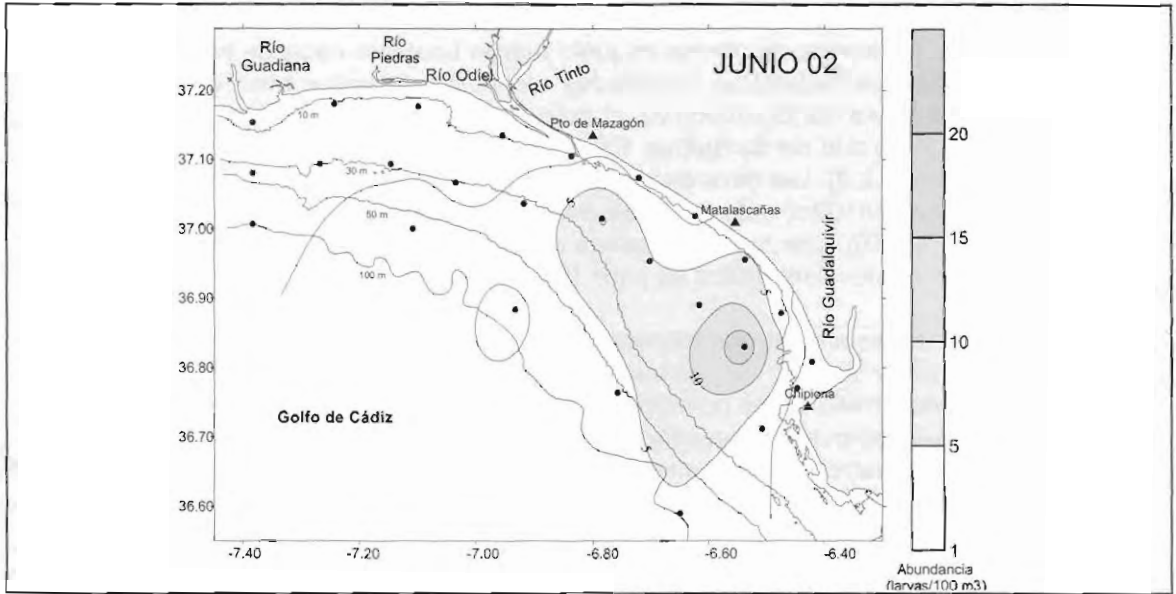


Figura 2.2.8. Distribución espacial de las larvas de galera (*Squilla mantis*) a lo largo del periodo marzo-junio de 2002.

### Alacha (*Sardinella aurita*)

A pesar de no ser especie objetivo del presente estudio, se ha considerado interesante el análisis del componente ictioplanctónico de *S. aurita* dada la coincidencia en el tiempo de reproducción con el boquerón y la posible competencia entre ambas especies durante los primeros estadios de vida.

Al igual que el boquerón, la alacha es de reproducción típicamente estival, pero las condiciones que se dieron en el mes de marzo parece que también favorecieron su desove anticipado. Su puesta no fue tan abundante como la del boquerón, pero sí siguió un patrón de distribución muy parecido, localizándose las mayores abundancias en la zona litoral en torno a la ría de Huelva y en un área oceánica (por fuera de la isóbata de 30 metros) frente la línea de costa entre la ría y el Guadalquivir (Figura 2.2.9). Los huevos de alacha sólo supusieron el 3,2 % de las capturas totales (ver Figura 2.2.13).

No se capturaron puestas de alacha en el mes de abril. En mayo de nuevo siguieron un patrón de distribución muy parecido al del boquerón, de manera que las mayores abundancias se registraron en la zona más profunda (por fuera de la isóbata de los 50 metros) y alejada de costa del transecto del Guadalquivir, donde se capturaron máximos de hasta 2000 huevos/100m<sup>3</sup> (ver Figura 2.2.9). También se localizaron densidades muy significativas a la misma profundidad en el área frente a la línea de costa entre Mazagón y Matalascañas. Sin embargo, esta abundancia de huevos no se corresponde con la escasa densidad larvaria, que fue inferior a 50 larvas/100m<sup>3</sup> en gran parte de la zona de estudio, superior a este valor en pequeños núcleos y mayor de 100 larvas/100m<sup>3</sup> en sólo dos estaciones (Figura 2.2.10). Esto nos hace pensar que aunque las condiciones ambientales fueron favorables para la puesta de ambas especies, pudieron surgir relaciones de competencia entre ambas en el momento que han de desarrollarse en el medio. De hecho, las proporciones de ambas especies en las capturas de huevos respecto al total no fueron muy diferentes, 21% (boquerón) y casi el 17% (alacha), mientras que la presencia de larvas de boquerón (16% del total) sí fue bastante más importante que la de alacha (7%) (Figura 2.2.13).

Las capturas de huevos de alacha en junio fueron bastante escasas y muy inferiores a las de boquerón. Sólo se registraron densidades relativamente importantes en una zona cercana a la desembocadura del Guadalquivir, al este de Matalascañas, por debajo de la isóbata de 30 metros y en torno a la ría de Huelva. En el resto de la zona de estudio su presencia fue escasa o nula (Figura 2.2.9). Las densidades larvianas fueron igualmente bajas en todo el área, superando las 50 larvas//100m<sup>3</sup> sólo en 2 estaciones localizadas en el transecto frente a la ría de Huelva (Figura 2.2.10). Los huevos y larvas de *S. aurita*, supusieron, respectivamente el 3,6% y 4,6% de los totales capturados en junio (Figura 2.2.13)

Por tanto, se puede afirmar que hay una coincidencia en el tiempo y en el espacio de las puestas de boquerón y alacha. Sin embargo, esta especie no ha supuesto un competidor importante para el desarrollo de los primeros estadios de vida del boquerón durante este periodo ya que por un lado, su puesta y presencia larvaria es muy inferior y por otro, parece ser que las larvas tienden a desarrollarse en zonas distintas.

### “Otros”

Como ya se ha mencionado anteriormente, la categoría “otros” engloba al resto de las especies ícticas que no constituyen especie objetivo del presente estudio. Durante los meses analizados hasta el momento, este grupo ha estado integrado fundamentalmente por individuos de la familia Sparidae, y en bastante menor abundancia por góbidos, callyonímidos, lábridos, bótidos, blénidos, carángidos, etc.

En marzo se localizó una importante zona de puesta en el área costera limitada por el Guadiana y la ría de Huelva, en la que se alcanzaron valores máximos de hasta 2600 huevos/100m<sup>3</sup>. La abundancia en esta zona fue decreciendo con la profundidad y distancia a costa. En la zona más oriental del área de estudio, entre la ría y el Guadalquivir, las puestas fueron poco significativas (Figura 2.2.11). Esta categoría supuso el 38% del total de las capturas de huevos en el mes (ver Figura 2.2.13). Sin embargo, las larvas de este grupo representaron casi el 63% del total. Las mayores abundancias se registraron en el área en torno a la ría de Huelva, entre las isóbatas de 10 y 50 metros de profundidad, alcanzando un valor máximo de 700 larvas/100m<sup>3</sup> (Figura 2.2.12).

Al igual que ocurre con otras especies analizadas, las abundancias de huevos y larvas en abril decrecieron respecto al mes anterior. Las mayores capturas de huevos se obtuvieron en el área costera en torno a la ría de Huelva, desde el río Piedras hasta Mazagón, alcanzándose valores máximos de 1400 huevos/100m<sup>3</sup> (Figura 2.2.11). La presencia de “otros huevos” en la zona en torno a la desembocadura del Guadalquivir, inferior a valores de densidad de 600 huevos/100m<sup>3</sup> está muy por debajo de los valores máximos de 2400 huevos/100m<sup>3</sup> localizados en la misma zona un año antes (Sobrino *et al.*, 2001). Los huevos capturados englobados en esta categoría suponen la mitad del total (ver fig.). Las mayores densidades larvianas se dieron en la zona oriental del área de estudio, concentrándose en la desembocadura del Guadalquivir (ver Figura 2.2.12), donde se llegó a capturar un máximo puntual de 400 larvas/100m<sup>3</sup>, cifra comparable a las del año anterior en la zona, según datos de Sobrino *et al.* (2001). Las larvas englobadas en esta categoría supusieron un 60 % del total larvario de este mes (Figura 2.2.13).

En el mes de mayo se detectó una puesta masiva de especies englobadas en este grupo, obteniéndose capturas muy abundantes en la mayor parte de la franja más litoral de la zona de estudio por debajo de la isóbata de los 30 metros. El área principal de puesta se localizó, al igual que el mes anterior, en la zona costera en torno a la ría de Huelva, desde el río Piedras hasta Mazagón, donde se capturaron grandes abundancias que llegaron hasta los 6500 hue-

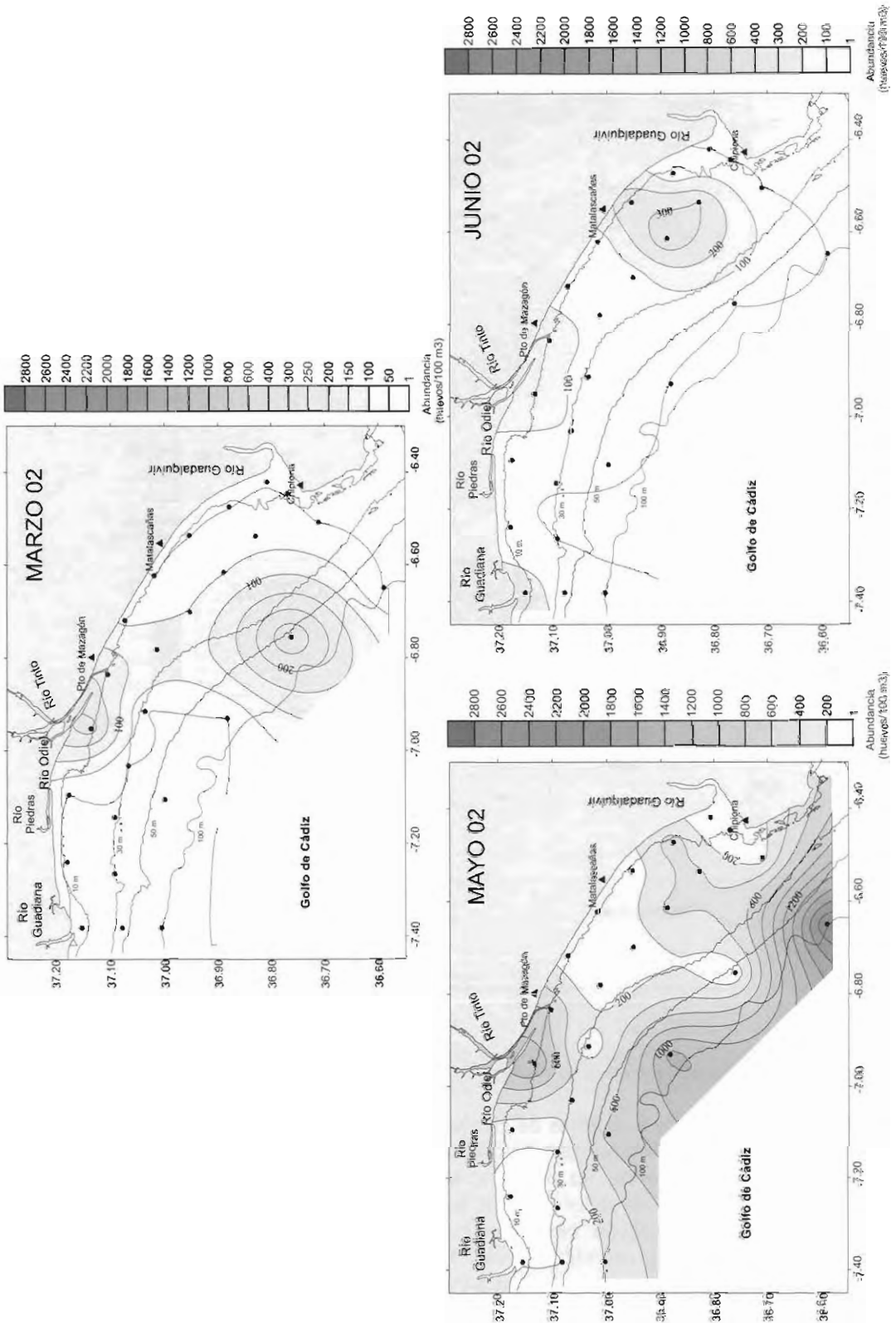


Figura 2.2.9. Distribución espacial de huevos de alacha (*Sardinella aurita*) a lo largo del periodo marzo-junio de 2002.

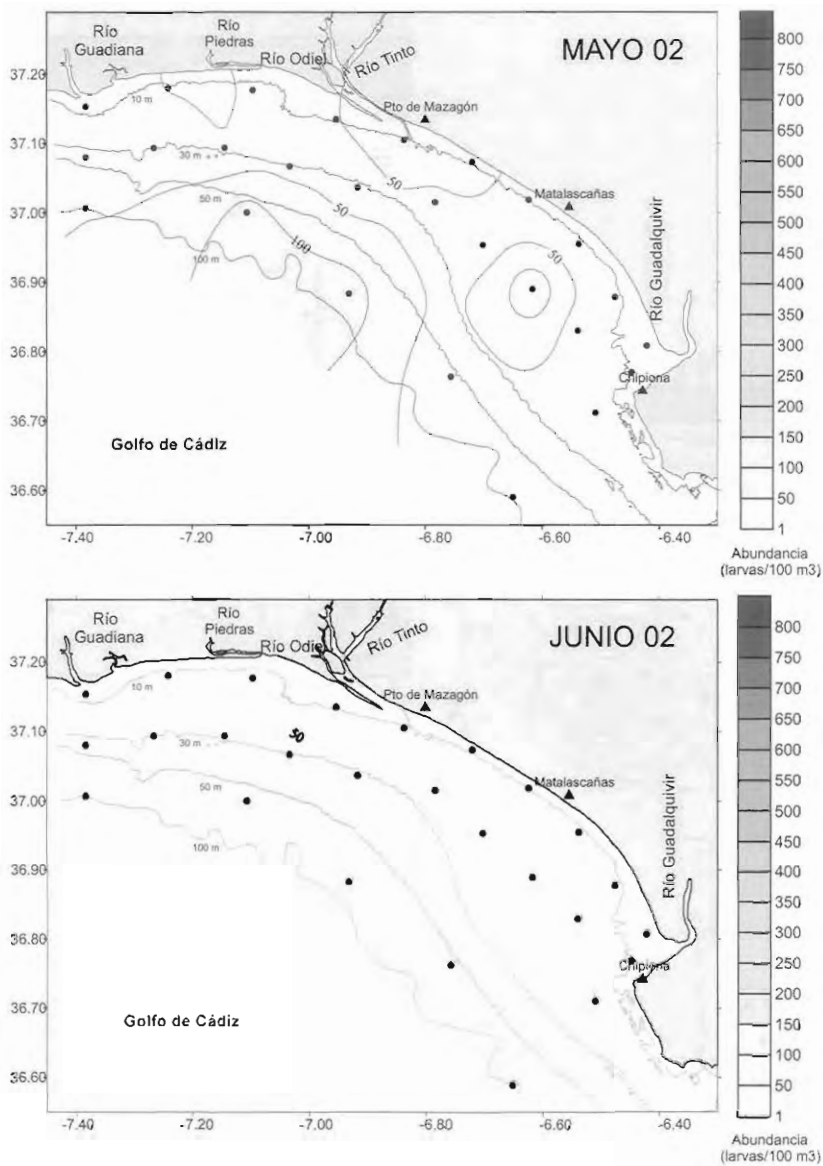


Figura 2.2.10. Distribución espacial de larvas de alacha (*Sardinella aurita*) a lo largo del periodo marzo-junio de 2002.

vos/100m<sup>3</sup> registrados frente a la barra de Huelva (ver Figura 2.2.11). Aunque en menor densidad que en esta zona, también se detectaron puestas al este de la misma, hasta la desembocadura del Guadalquivir, donde se llegaron a registrar abundancias de hasta 1500 huevos/100m<sup>3</sup>, comparables a las obtenidas dos años antes en este lugar (Sobrino *et al.*, 2001). Las capturas de huevos de esta categoría supusieron aproximadamente el 55% del total (Figura 2.2.13). La presencia de "otras larvas" fue también muy abundante, representando el 72% de las capturas larvarias totales de mayo y distribuyéndose de forma preferente en el área litoral comprendida entre la ría de Huelva y desembocadura del Guadalquivir, por debajo de la isóbata de los 50 metros (ver Figura 2.2.12). Se dieron valores máximos de 900-1000 larvas/100m<sup>3</sup> en estaciones localizadas frente a la ría de Huelva y desembocadura del

Guadalquivir, muy superiores a los detectados en el área del Guadalquivir un año antes ( $< 50$  larvas/100m<sup>3</sup>).

En junio disminuyó el número de huevos y larvas del grupo "otros" respecto al mes anterior, aunque las abundancias seguían siendo significativas. Como se observa en la Figura 2.2.11, las mayores densidades de huevos se localizaron en la zona litoral entre el Guadiana y la ría de Huelva y de modo puntual, en la estación costera localizada frente a Matalascañas. Las capturas de huevos en la zona en torno al Guadalquivir alcanzaron máximos puntuales de 600 huevos/100m<sup>3</sup>, inferiores a los valores en torno a los 1000 huevos/100m<sup>3</sup> registrados dos años antes (Sobrino *et al.*, 2001). Las capturas de "otros" huevos supuso el 30% del total en el mes de junio (Figura 2.2.13). Las larvas se localizaron principalmente en el área costera en torno a la ría de Huelva, alcanzando las mayores abundancias en la boca de la ría, donde se capturaron más de 700 larvas/100m<sup>3</sup> (ver Figura 2.2.12). En la zona de la desembocadura del Guadalquivir, la presencia de estas larvas no superó las 150 larvas/100m<sup>3</sup>, muy por debajo de las más de 1500 larvas/100m<sup>3</sup> registradas dos años antes por Sobrino *et al.* (2001). Las larvas englobadas en esta categoría constituyeron más de la mitad del total larvario capturado este mes (Figura 2.2.13).

Por tanto, teniendo en cuenta las abundancias obtenidas en los meses analizados, podemos decir que este grupo, representado principalmente por espáridos de reproducción primaveral, presenta un pico de puesta en el mes de mayo. Se ha localizado un área de puesta preferente para el grupo en la zona costera en torno a la ría de Huelva, que se extiende hacia el Guadiana (en el mes de marzo) o hacia el Guadalquivir (en abril y mayo). Las larvas se localizan principalmente en la zona litoral entre la ría y el Guadalquivir. Este grupo ha sido el predominante en cuanto a la composición larvaria durante los meses analizados, alternando con el boquerón como especie dominante en las puestas.

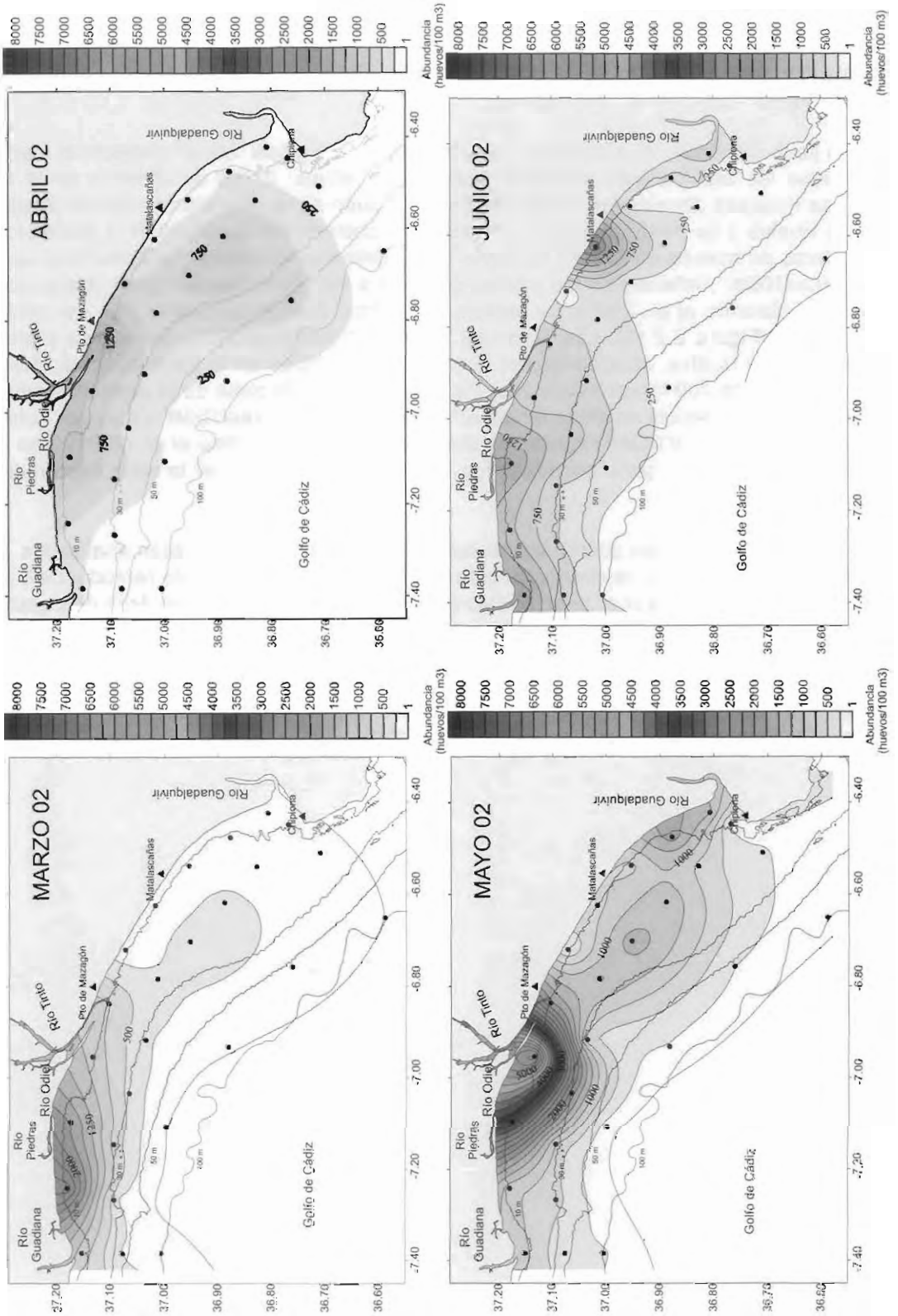


Figura 2.2.11. Distribución espacial de huevos de "otros" a lo largo del periodo marzo-junio de 2002.

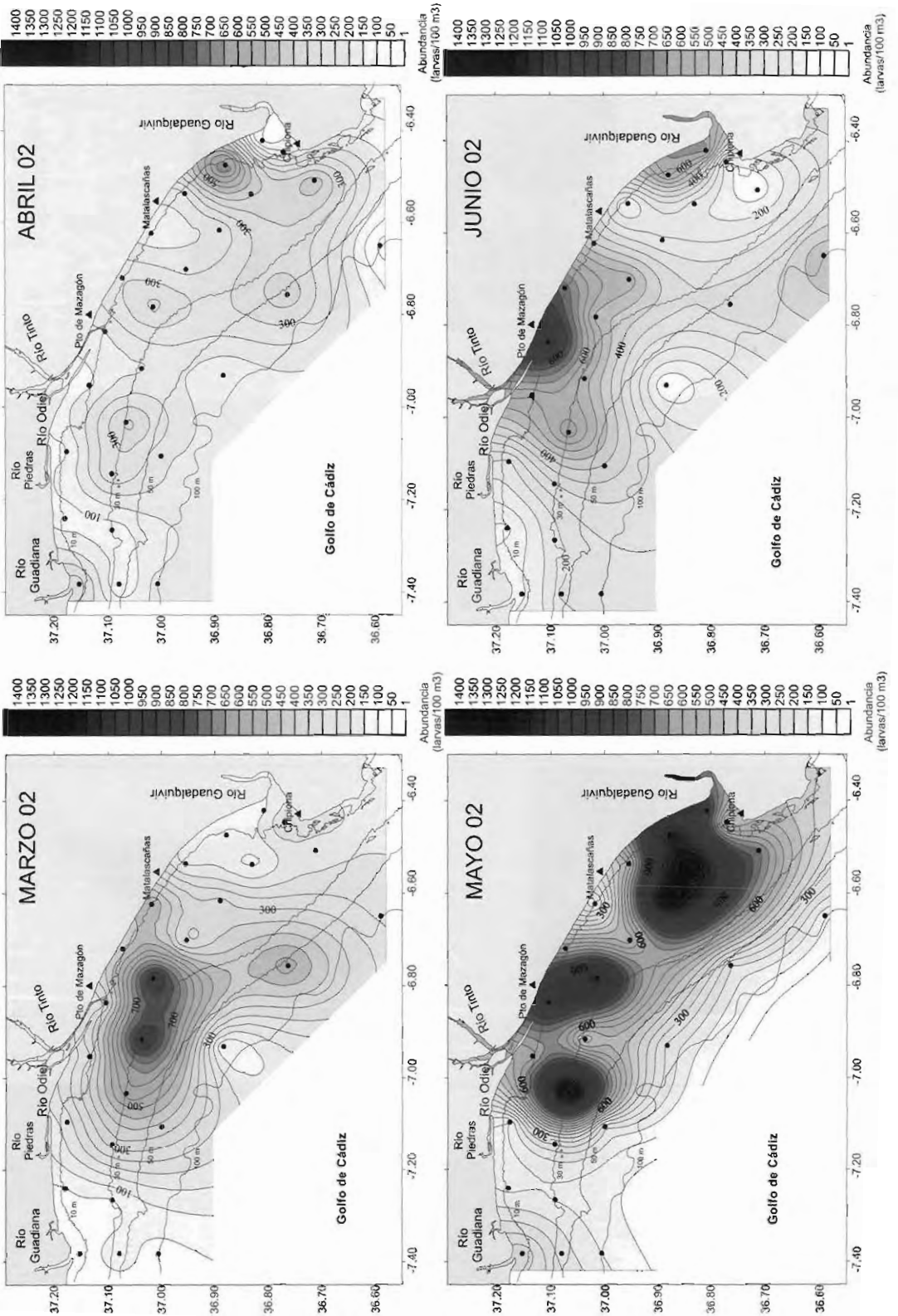


Figura 2.2.12. Distribución espacial de larvas de "otros" a lo largo del periodo marzo-junio de 2002.

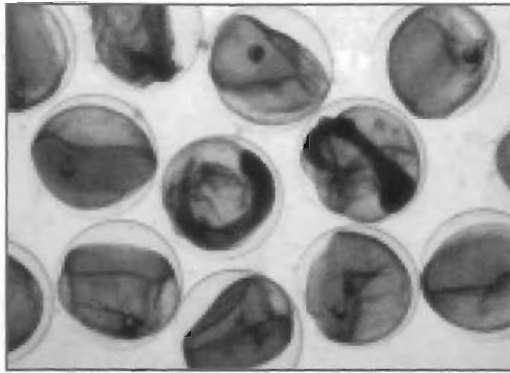


Foto 2.2.16. Huevos de espárido.

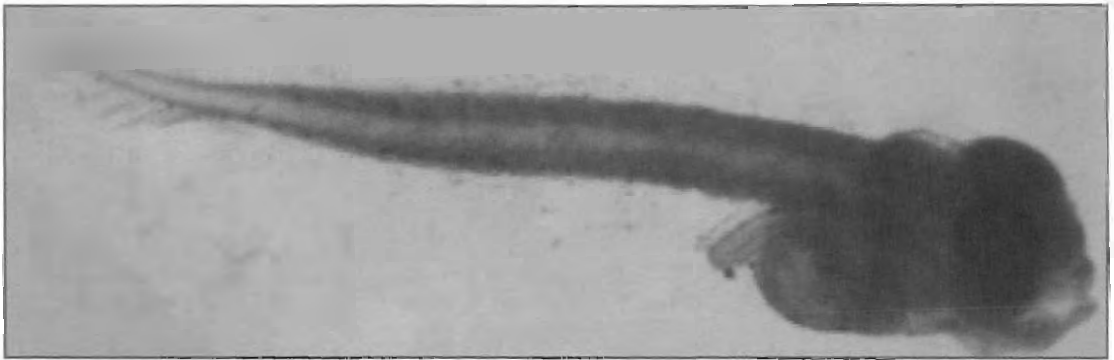


Foto 2.2.17. Larva de espárido.

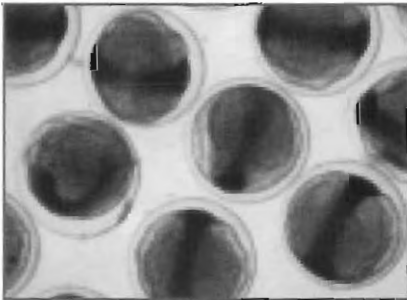


Foto 2.2.18. Huevos de *Callyonimus* sp.

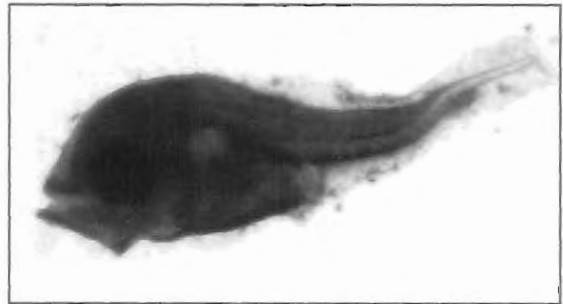


Foto 2.2.19. Larva de *Callyonimus* sp.

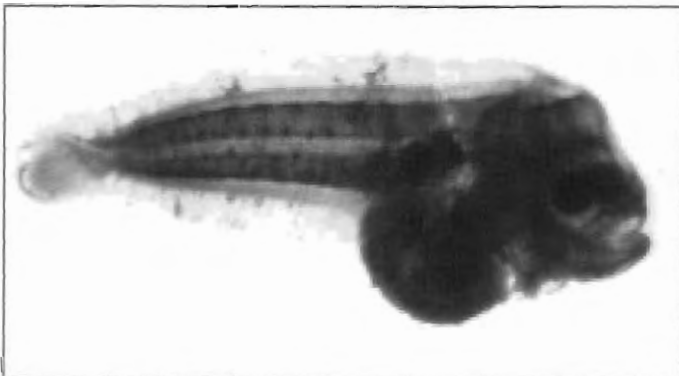


Foto 2.2.20. Larva de lenguado *Solea senegalensis*.

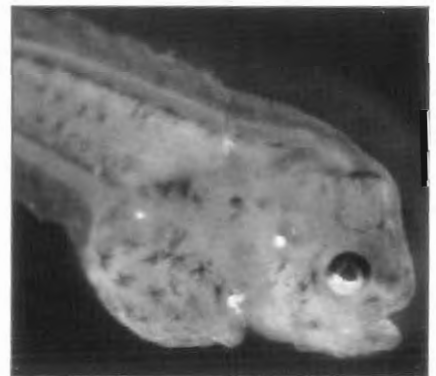


Foto 2.2.21. Detalle de la parte anterior de una larva de lenguado *Solea senegalensis*.

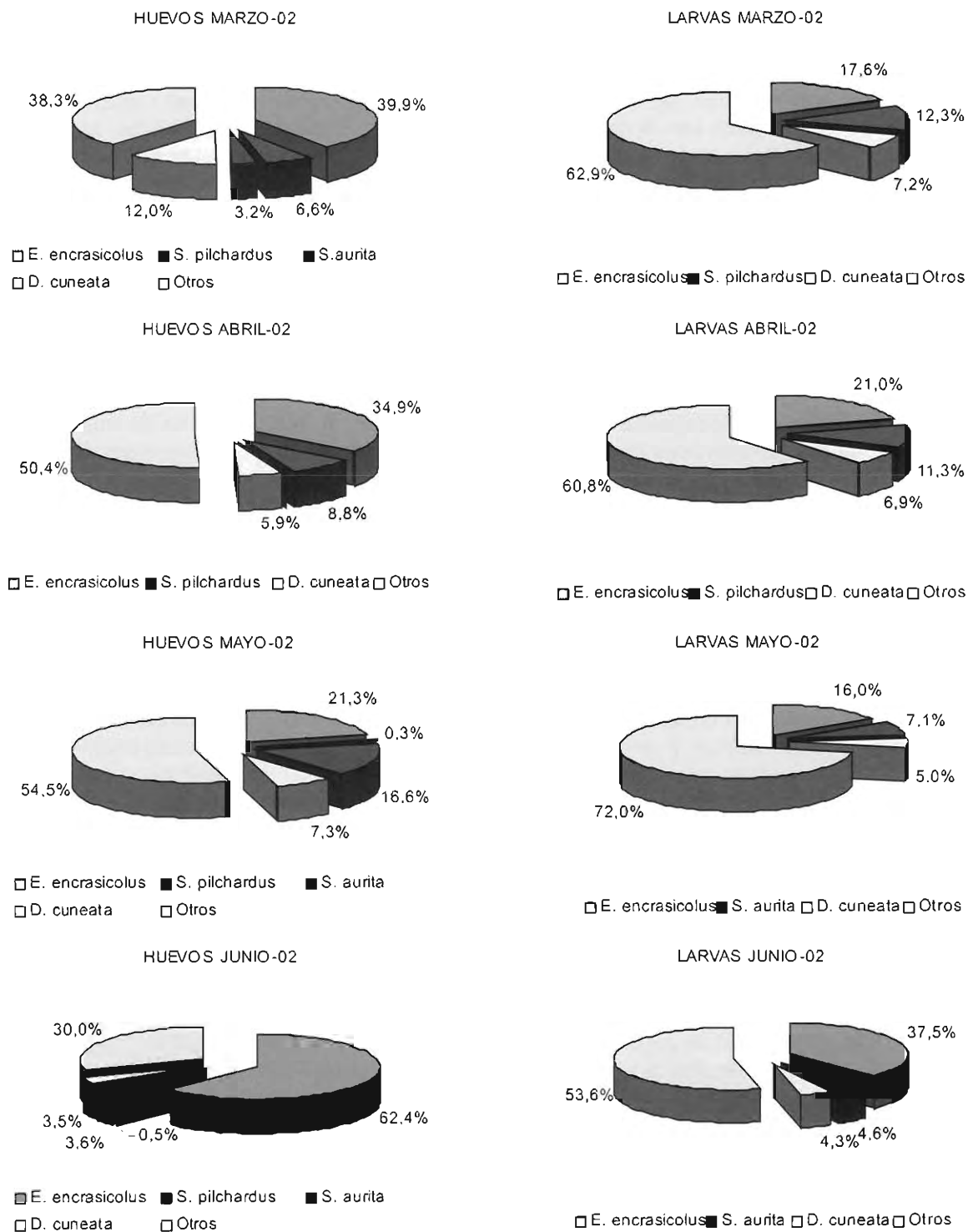


Figura 2.2.13. Proporciones relativas de los huevos y larvas de los grupos analizados durante el periodo de marzo-junio 2002.

## 2.2.2- Identificación de zonas principales de puesta y cría larvaria

Las figuras 2.2.14 y 2.2.15 muestran la distribución espacial de la totalidad de huevos y larvas capturados en cada uno de los meses correspondientes al periodo analizado marzo- junio de 2002. Estas figuras, junto con el análisis efectuado en el apartado anterior, permiten explicar la variación espacio-temporal de la composición ictioplanctónica global y establecer una serie de núcleos de puesta y desarrollo larvario principales en el periodo analizado, detectados en función de las abundancias y composición de las capturas totales de huevos y larvas. La permanencia de esos núcleos se constatará en el futuro análisis de las muestras.

### Marzo:

En marzo se capturó un total de 16455 huevos, que se encontraron distribuidos, en su mayor parte, en dos núcleos de puesta bien diferenciados (ver Figura 2.2.14):

1. **Franja costera localizada entre la desembocadura del Guadiana y ría de Huelva.** Las abundancias en esta zona fueron superiores a 3200 huevos/100m<sup>3</sup>, correspondiendo mayoritariamente a puestas de acedía, sardina y de "otros".
2. **Zona litoral en la boca de la ría de Huelva, extendida en dirección SE hacia una franja más profunda localizada frente a la línea de costa delimitada por la ría y el Guadalquivir.** En este lugar se capturaron principalmente puestas de boquerón y en menor medida, de alacha. Los valores máximos en esta zona, que corresponden a los máximos del mes en todo el área de estudio (de más de 4000 huevos/100m<sup>3</sup>) se localizaron en la estación posicionada en la boca de la ría.

En lo que se refiere a las densidades larvarias, han sumado un total de 4233 larvas en el mes de marzo. Se localizaron preferentemente en el **área litoral en torno a la ría de Huelva**, entre el río Piedras y Matalascañas y correspondieron en su mayor parte a "otras" (fundamentalmente espáridos). Los máximos valores registrados en la zona (más de 900 larvas/100m<sup>3</sup>) se dieron en las estaciones situadas frente a la barra de Huelva y sobre la isóbata de 30 metros. Además se ha detectado un pequeño subnúcleo frente a Matalascañas, por fuera de la isóbata de 50 metros, debido a la presencia conjunta de larvas de "otros" y de boquerón, principalmente. La presencia larvaria detectada en el transecto frente a la desembocadura del Guadiana ha sido bastante escasa (Figura 2.2.15).

### Abril:

Las puestas del mes de abril, que sumaron un total de 12250 huevos, se localizaron en dos núcleos principales, similares a los de marzo, aunque ligeramente desplazados (ver Figura 2.2.14).

1. **Zona litoral localizada aproximadamente entre el río Piedras y Mazagón.** En este núcleo predominaron puestas de sardina, acedía, y "otros". Al igual que en el mes anterior, el valor máximo se detectó en la estación localizada en la boca de la ría, con abundancias superiores a 2800 huevos/100m<sup>3</sup> y donde también se capturaron densidades importantes de huevos de boquerón.
2. **Núcleo de puesta localizado frente a la línea costera entre la ría y el Guadalquivir.** Éste fue menos intenso que el primero (con valores máximos puntuales de 1300 huevos/100m<sup>3</sup>). En este lugar se combinaron puestas de boquerón, en la zona más profunda y alejada de costa y de "otros", en la más litoral.

Se ha capturado un total de 3429 larvas en abril, localizadas principalmente en el **área entre la ría de Huelva y la desembocadura del Guadalquivir**, como se observa en la Figura 2.2.15. La mayor parte correspondió a larvas de "otros" (espáridos, principalmente). Las mayores abundan-

cias se dieron en una estación costera al oeste de la desembocadura, donde se superaron las 750 larvas/100m<sup>3</sup>. Se ha localizado otro pequeño núcleo de densidad larvaria importante, entre el río Piedras y la ría de Huelva, constituido básicamente por larvas de sardina y "otras" larvas.

## Mayo

En mayo se detectaron puestas muy intensivas, siendo muy elevadas las abundancias en todo el área de estudio, que llegaron a sumar un total de 27753 huevos capturados. En la zona del Guadiana, al igual que en el mes anterior, se dio una actividad reproductora menor que en el resto del área. Las puestas han sido masivas en prácticamente todo la zona de estudio, aunque se pueden definir tres núcleos de puesta fundamentales (ver Figura 2.2.14):

1- **Zona costera en torno a la ría de Huelva.** En este lugar predominó la presencia de huevos de "otros" junto con aportes de acedía y sardina, sobre todo en su área más occidental. Como en los meses anteriores, las mayores abundancias se dieron en la zona de la ría, superando los 7200 huevos/100m<sup>3</sup> en la estación costera frente a la barra de Huelva.

2- **Núcleo localizado en la desembocadura del Guadalquivir.** En él se detectaron puestas de "otros" y de boquerón, principalmente, que llegaron a alcanzar abundancias en torno a los 3500 huevos/100m<sup>3</sup>.

3- **Franja más profunda (30-50 metros), localizada frente a la línea de costa entre Mazagón y Chipiona.** En esta zona predominó la puesta de boquerón y de alacha, detectándose hasta 4000 huevos/100m<sup>3</sup> en la estación más alejada de costa del transecto del Guadalquivir.

En este mes se dieron las mayores abundancias larvarias, registrándose un total de 7838 larvas, repartidas principalmente en una amplia zona comprendida aproximadamente entre la ría de Huelva y el Guadalquivir y por debajo de la isóbata de 50 metros (ver Figura 2.2.15). Esta gran franja de altas abundancias larvarias, puede ser dividida en las siguientes áreas:

- **Núcleo en torno a la ría de Huelva.** A su vez está formado por dos subnúcleos más pequeños, uno a cada lado de la ría, pero ambos constituidos por "otras" larvas de modo predominante y por aportaciones menos abundantes de acedía y sardina. En este área se llegaron a capturar valores puntuales por encima de 1400 larvas/100m<sup>3</sup>.

- **Núcleo localizado en la desembocadura del Guadalquivir.** Se trata de una zona de gran abundancia larvaria, con valores por encima de 1300 larvas/100m<sup>3</sup>, donde predominaron larvas de "otros" (principalmente espáridos) y de boquerón.

## Junio

Se ha constatado una actividad reproductora especialmente intensa en la zona en el muestreo de junio. Las puestas fueron muy abundantes en prácticamente todo el área de estudio, a excepción del sector más meridional de la desembocadura del Guadalquivir. Se capturaron un total de 22647 huevos, concentrados en los siguientes núcleos de puesta (ver Figura 2.2.14):

1- **Amplia zona localizada aproximadamente entre el Guadiana y Matalascañas, por fuera de la isóbata de los 50 metros.** En este lugar se ha dado una enorme actividad de puesta, predominantemente de boquerón. Se han alcanzado capturas puntuales en torno a los 12000 huevos/100m<sup>3</sup> en la zona más profunda frente a la ría de Huelva, siendo éstos los máximos valores detectados en toda la zona de estudio y en todo el periodo analizado hasta el momento.

2- **Área litoral en torno a la ría de Huelva.** Se han registrados puestas muy abundantes de boquerón, alacha y de espáridos (incluidos en "otros"), con máximos puntuales por encima de los 3700 huevos/100m<sup>3</sup>.

3- **Desembocadura del Guadiana.** En esta zona se capturaron puntualmente más de 2700 huevos/100m<sup>3</sup>, siendo predominantes las puestas de acedía, sardina y de "otros".

4- **Núcleo situado en la zona litoral frente a Matalascañas, que se prolonga hacia el este hasta la boca del Guadalquivir.** Se detectaron puestas predominantes de boquerón, alacha y de "otros", alcanzando en algunas estaciones valores de 3500 huevos/100m<sup>3</sup>.

Se ha contabilizado un total de 4918 larvas en junio, que mostraron el siguiente patrón de distribución (ver Figura 2.2.15):

- **Área litoral en torno a la ría de Huelva.** La mayor concentración larvaria se dio en esta zona, correspondiendo principalmente a larvas de "otros" y de boquerón, estas últimas sobre todo al este de la barra. Se llegaron a capturar más de 1000 larvas/100m<sup>3</sup> en la estación localizada en la boca de la ría.

- **Desembocadura del Guadalquivir.** Constituye un segundo núcleo de puesta larvaria, algo menor que el anterior pero también abundante (con valores en torno a 660 larvas/100m<sup>3</sup>). Además se observó otro pequeño agregado larvario (con más de 500 larvas/100m<sup>3</sup>) en la zona profunda en del mismo área. Ambos núcleos estaban constituidos principalmente por larvas de boquerón.

Analizando la totalidad de huevos y larvas capturados mes a mes se puede concluir que la zona de estudio constituye un hábitat de gran importancia para la puesta y desarrollo larvario de las especies estudiadas. Además, se ha podido observar a lo largo de los meses analizados diversas áreas de puesta y cría larvaria en la misma zona de estudio, constituidas por especies que se reproducen en lugares distintos, en función de las condiciones ambientales de los mismos. Las características ambientales que se dan en cada una de estas zonas y que favorecen la reproducción de los distintos grupos ícticos serán analizadas en apartados posteriores.

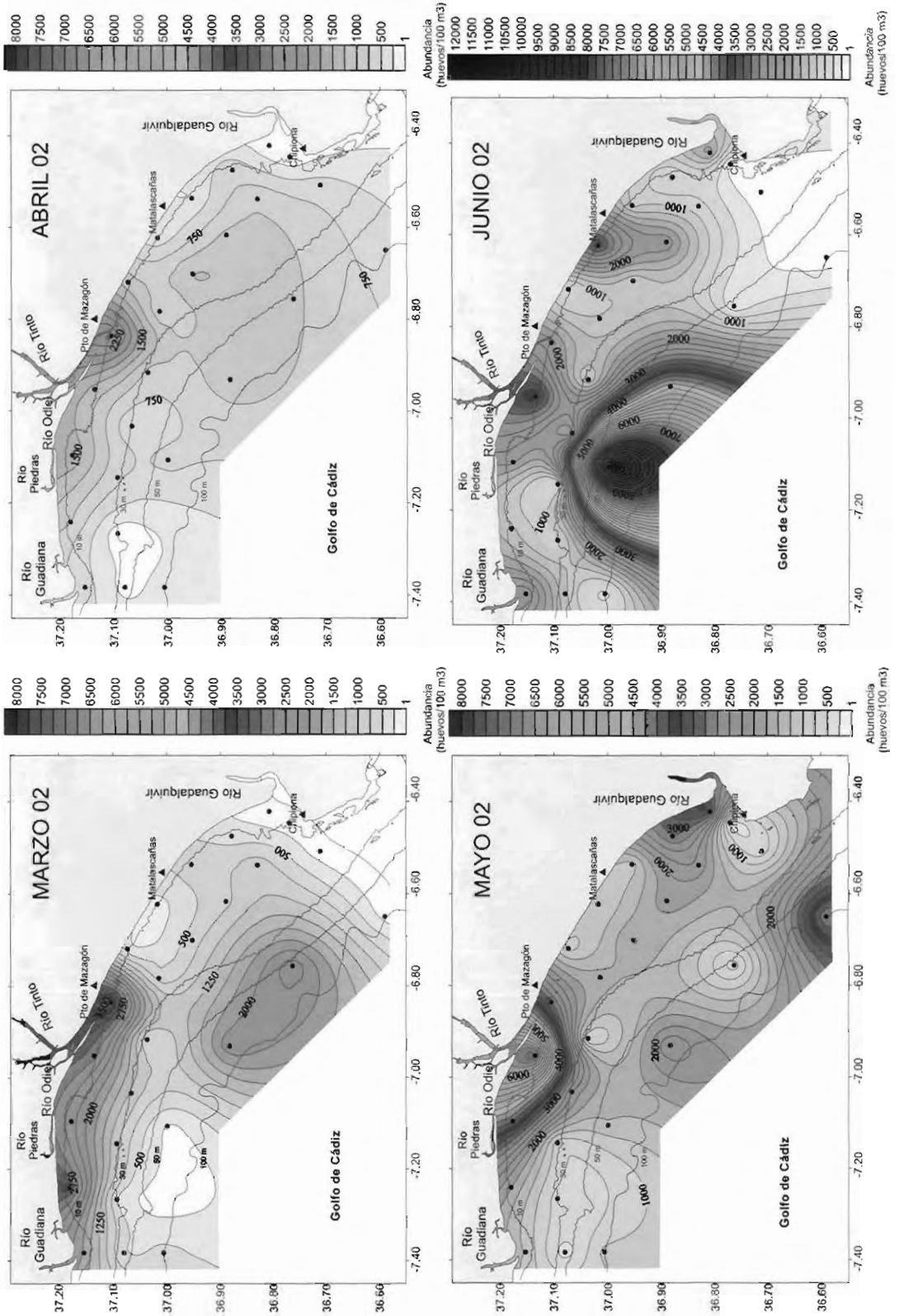


Figura 2.2.14. Distribución espacial del total de huevos detectados en el periodo marzo-junio 2002.

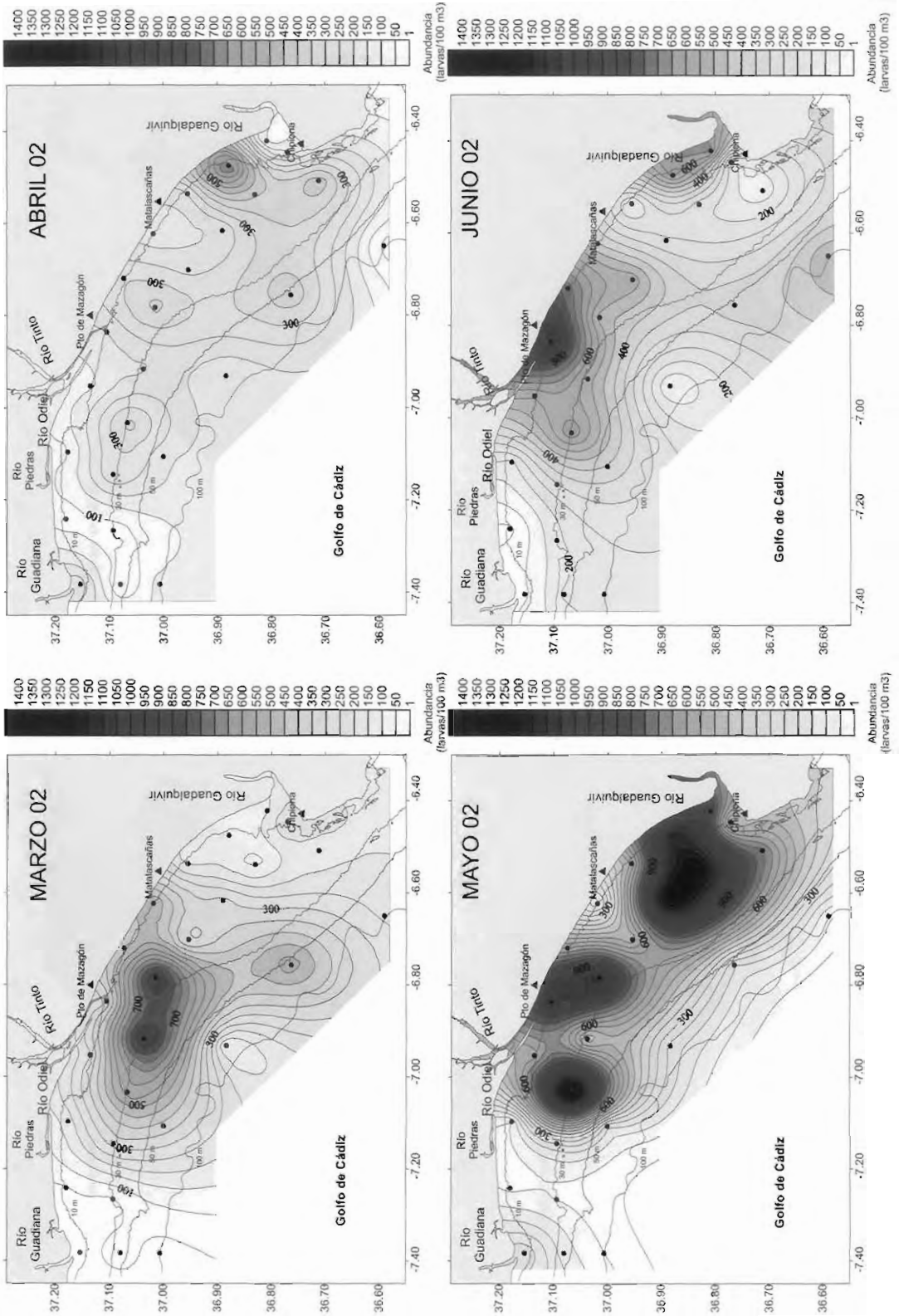


Figura 2.2.15. Distribución espacial del total de larvas detectadas en el periodo marzo-junio 2002.

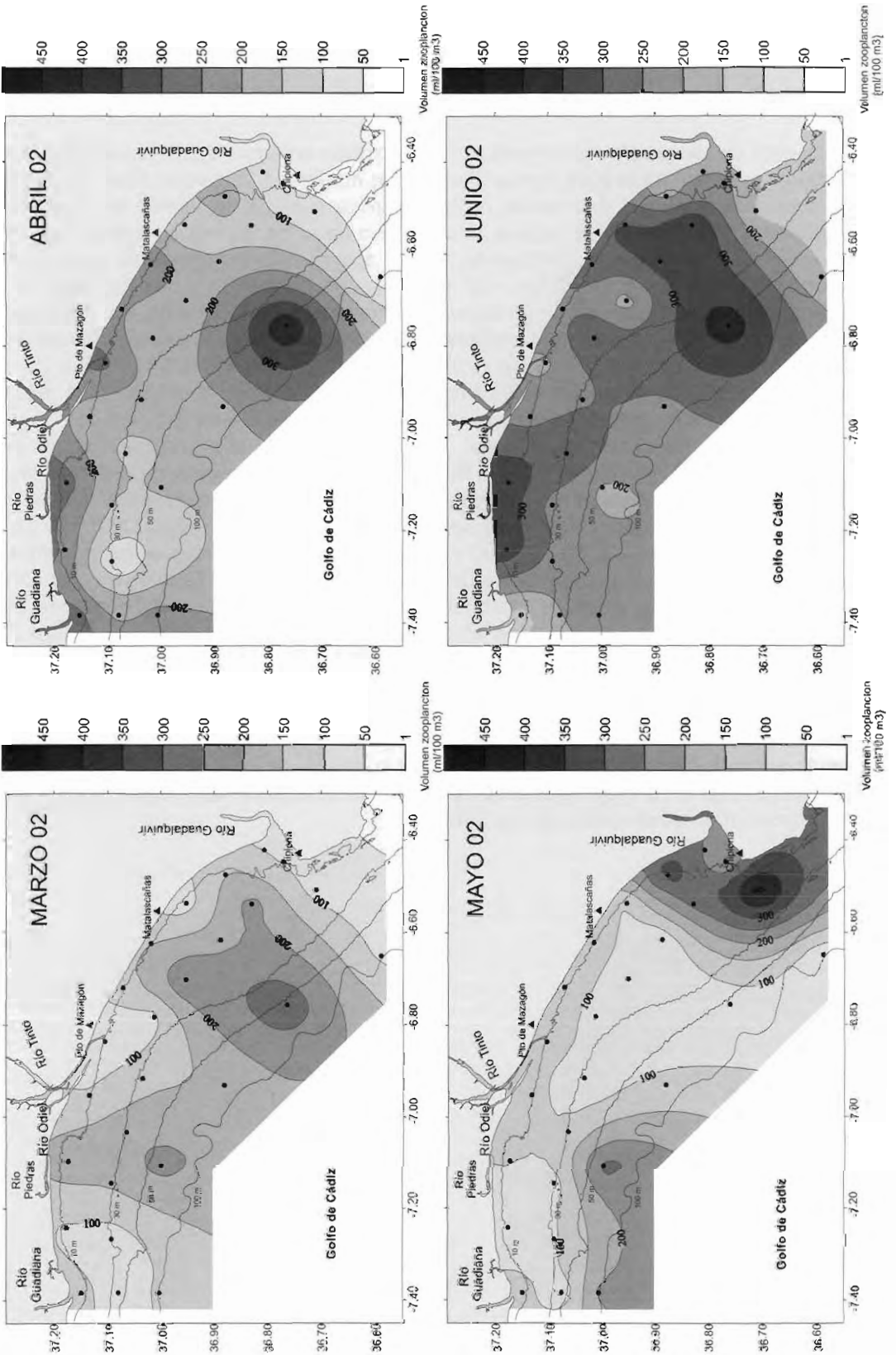


Figura 2.2.16. Distribución espacial de la biomasa zooplanctónica en el periodo marzo-junio 2002.

### 2.2.3- Comparación de las abundancias ictioplanctónicas con otras zonas del mundo

A la vista de los resultados descritos en el apartado anterior, resulta evidente que el área de estudio es muy favorable para la reproducción de numerosas especies marinas, muchas de ellas de alto valor comercial. A pesar de no ser la época principal de puesta de especies como el boquerón, las abundancias de huevos y larvas a lo largo de los meses analizados han sido muy elevadas. Nos ha parecido interesante indagar acerca de las densidades ictioplanctónicas que se registran en otras zonas del mundo. Para ello, se ha realizado una recopilación de los datos más recientes de abundancias de huevos y larvas en distintos lugares. La comparación de los resultados obtenidos en el periodo analizado con otras zonas de puesta y/o desarrollo larvario permite dar una idea de la importancia relativa de la franja litoral del golfo de Cádiz como área de reproducción de importantes especies ícticas. Conviene tener en cuenta que los datos recopilados en la bibliografía pueden referirse a ecosistemas distintos, diversos métodos de captura, años o épocas del año diferentes. Aún así, permiten obtener una visión general comparativa entre distintas zonas a nivel mundial. Para hacer posible la comparación, dada las variadas formas de expresión de las densidades ictioplanctónicas que se emplean en la bibliografía, se han expresado nuestros datos en unidades de volumen ( $n^{\circ}$  de huevos o larvas/ $100 \text{ m}^3$ ) y unidades de superficie ( $n^{\circ}$  de huevos o larvas / $10 \text{ m}^2$ ) y se han empleado tanto los valores máximos como los valores promedio de las abundancias. En primer lugar se han reflejado en un mapa mundial las abundancias larvarias relativas (valores promedio y/ o valores máximos) descritas en distintos lugares del mundo, expresadas en unidades de superficie o volumen (Figura 2.2.17). Estos valores promedio y/o máximos de las abundancias larvarias, en unidades de volumen (A) y superficie (B), se escalan en la Figura 2.2.18.

Al comparar estos datos con los obtenidos en nuestros muestreos podemos concluir que aún siendo pocos los meses analizados, se puede constatar que las abundancias larvarias que se han registrado en la zona de estudio son especialmente abundantes, incluso superiores a las de otras importantes áreas marítimas del mundo.

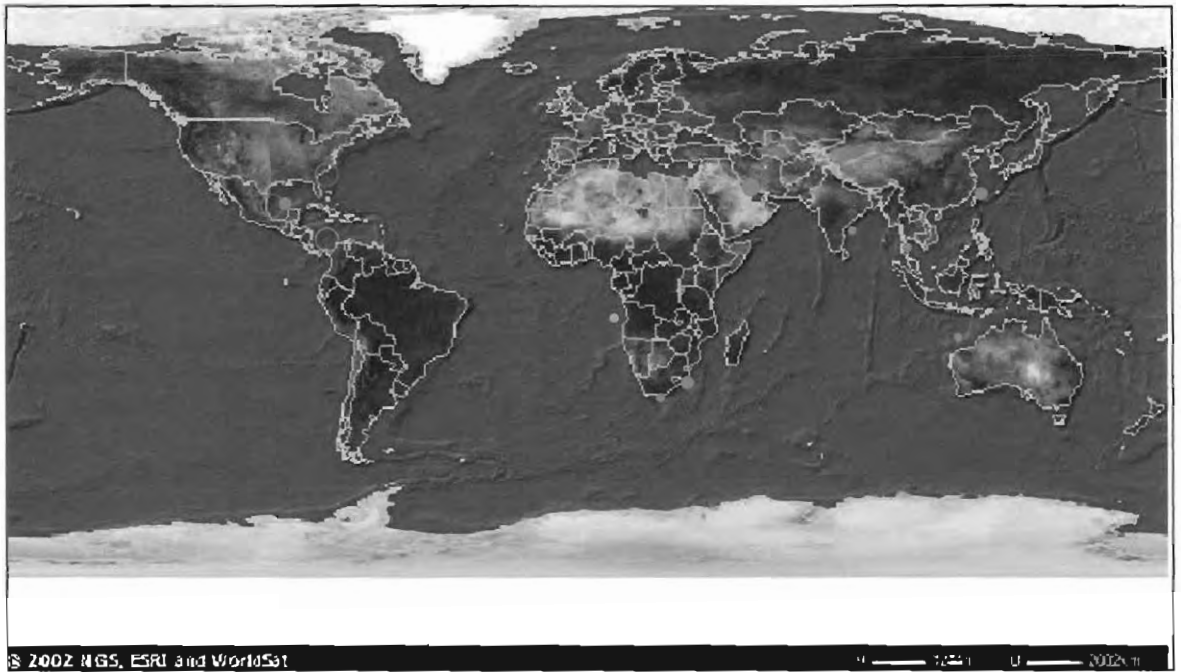


Figura 2.2.17. Mapa mundial de las abundancias larvarias registradas en diversas zonas marítimas.

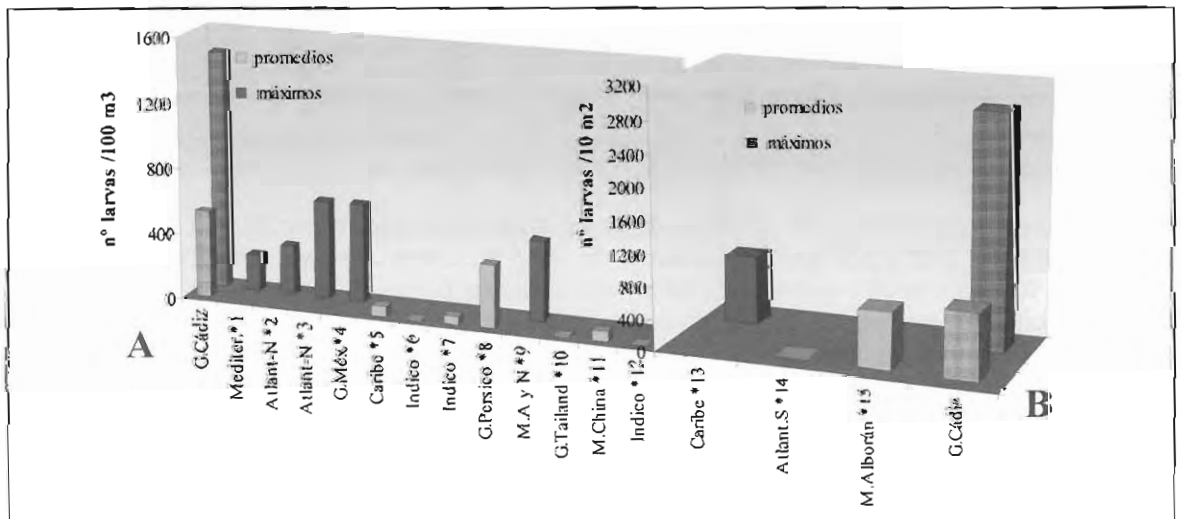


Figura 2.2.18. Densidades de larvas de peces (valores promedio y/o máximos) registradas en distintos mares del mundo, en unidades de volumen (A) y superficie (B). (Referencias en tabla 2.2.1).

Resulta igualmente interesante realizar comparaciones similares a la anterior con abundancias de huevos y larvas de **boquerón** en otras zonas del mundo. El boquerón es una de las especies de mayor valor comercial en el golfo de Cádiz y zonas adyacentes del Atlántico y Mediterráneo. Asimismo, es objeto fundamental de la pesquería de zonas importantes del Pacífico o del Atlántico Sur. En la Figura 2.2.19 se representan los valores de abundancia medios y máximos de huevos de boquerón en el golfo de Cádiz y otras zonas del Atlántico, Mediterráneo, Pacífico, etc.. en unidades de volumen (A) y superficie (B). De igual modo, se ha realizado una comparación entre la abundancia (valores medios y/o máximos) de estadios larvarios de boquerón en nuestra zona en relación a otros lugares, que queda representada en la Figura 2.2.19.

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio y a las comparaciones realizadas con otras zonas a nivel mundial, resulta evidente que el golfo de Cádiz constituye un excepcional área de puesta y desarrollo larvario de boquerón. Además hay que tener en cuenta que los datos de esta zona corresponden a los resultados del análisis de un periodo concreto (marzo-junio 2002) y dado que esta especie alcanza su pico de puesta en los meses estivales (Millán, 1999; Sobrino, 2001) se esperan encontrar abundancias aún superiores al estudiar las muestras de verano.

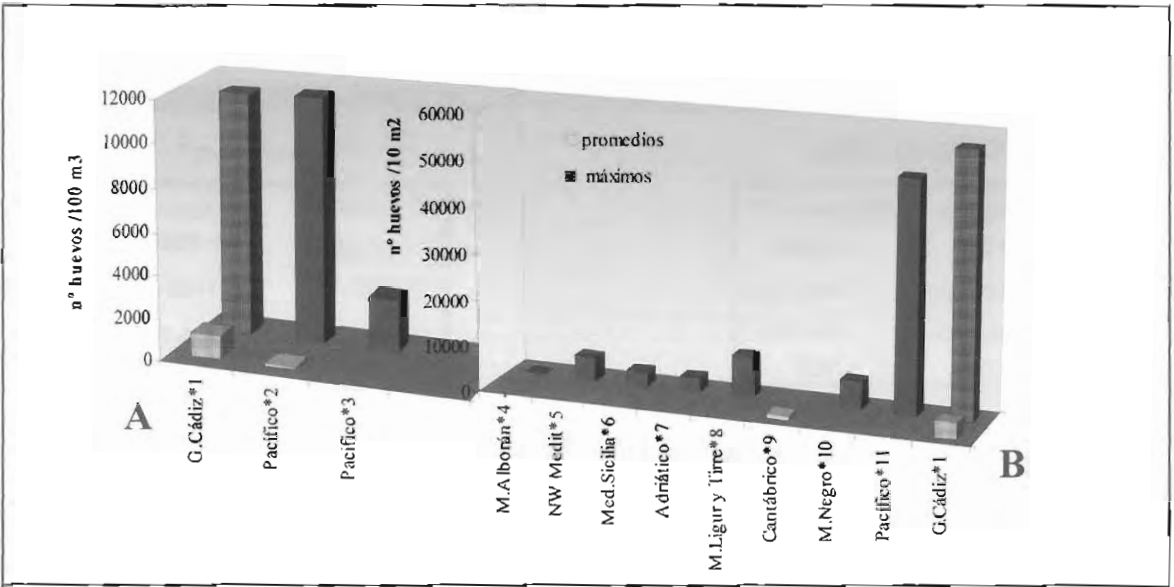


Figura 2.2.19. Densidades de puestas de boquerón (*Engraulis* sp.) (valores promedio y/o máximos) registradas en distintos mares del mundo, expresadas en unidades de volumen (A) y superficie (B). (Referencias incluidas en Tabla 2.2.2)

Todo ello sugiere que las características del área de estudio hacen de ella una excelente zona de puesta, cría y por tanto, reclutamiento de gran número de especies de gran interés comercial, entre las cuales alcanza especial importancia el boquerón. Se trata de un amplia plataforma ocupada por aguas bajo influencia de las descargas de varios ríos importantes (Guadalquivir, Gadiana, Piedras, Tinto y Odiel), lo que constituye un ambiente muy rico donde tanto procesos físicos como biológicos favorecen los procesos que controlan el reclutamiento, como la alimentación larvaria, crecimiento y supervivencia y que a su vez van a controlar la producción pesquera. Las características ambientales e hidrológicas que hacen de esta zona muy propicia para la reproducción de especies serán analizadas en el siguiente apartado.

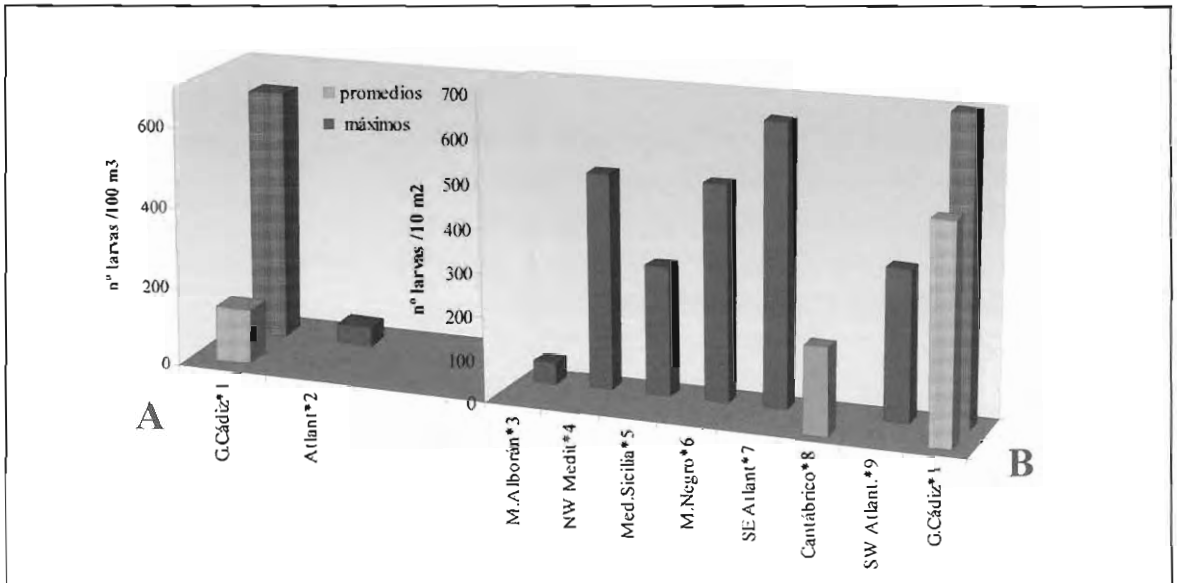


Figura 2.2.20. Densidades de larvas de boquerón (*Engraulis* sp.) (valores promedio y/o máximos) registradas en distintos mares del mundo, expresadas en unidades de volumen (A) y superficie (B). (Referencias incluidas en Tabla 2.2.3)

- \* 1- Golfo de Cádiz- Mayo de 2002. Datos del presente estudio.
- \* 2- Mediterráneo. Mar Balear- Alemany,
- \* 3- Atlántico Norte. Chesapeake Bay, Virginia (EEUU)- Reiss, et al. 1999.
- \* 4- Atlántico Norte. Great South Bay, Nueva York (EEUU)- Monteleone, 1992.
- \* 5- Golfo de Méjico- Sanvicente *et al.*, 2000.
- \* 6- Caribe. Méjico- Vásquez-Yeomans, 2000.
- \* 7- Índico. Sudáfrica- Cowley *et al.*, 2001.
- \* 8- Índico. Sudáfrica- Harris *et al.*, 1999.
- \* 9- Golfo Pérsico- Houde *et al.*, 1986.
- \* 10- Mar de Andaman y Nicobar. India- Lalithambika *et al.*, 1994.
- \* 11- Golfo de Tailandia- Janekarn y Kiørbe, 1991.
- \* 12- Mar de China. Taiwán- Huang, 1998
- \* 13- Índico. NW Australia- Young *et al.*, 1986.
- \* 14- Caribe. Colombia- Rodríguez Castro, 1999.
- \* 15- Atlántico Sur. Angola- John *et al.*,
- \* 15- Mar de Alborán- Rodríguez, 1990.

Tabla 2.2.1. Referencias de los datos incluidos en la Figura 2.2.18.

- \* 1- Golfo de Cádiz- Boquerón (*E. encrasicolus*). Junio de 2002. Datos del presente estudio.
- \* 2- Pacífico. California sur y central (EEUU). Anchoa del norte (*E. mordax*). Checkley et al., 2000.
- \* 3- Pacífico. Sur California (EEUU). Anchoa del norte (*E. mordax*). Moser y Pommeranz, 1999)
- \* 4- Mar de Alborán. Boquerón (*E. encrasicolus*). Rubin et al., 1997.
- \* 5- NW Mediterráneo. Boquerón (*E. encrasicolus*). García y Palomera, 1996.
- \* 6- Mediterráneo. Sicilia (Italia). Boquerón (*E. encrasicolus*). Anon., 1999 b.
- \* 7- Adriático. Boquerón (*E. encrasicolus*). Regner, 1996.
- \* 8- Mar de Liguria y Tirreno. Boquerón (*E. encrasicolus*). García y Palomera, 1996.
- \* 9- Cantábrico. Golfo de Vizcaya. Boquerón (*E. encrasicolus*). Motos et al., 1996.
- \* 10- Mar Negro. Boquerón (*E. encrasicolus*). Kideys et al., 1999.
- \* 11- Pacífico. Chile norte y central. Anchoveta (*E. ringens*). Castro et al., 2001.

Tabla 2.2.2. Referencias de los datos incluidos en la Figura 2.2.19.

- \* 1- Golfo de Cádiz- Boquerón (*E. encrasicolus*). Mayo-Junio de 2002. Datos del presente estudio.
- \* 2- Atlántico. Golfo de Tehuantepec, México. Engráulidos. Ayala et al., 1998.
- \* 3- Mar de Alborán. Boquerón (*E. encrasicolus*). Rubín et al., 1997.
- \* 4- NW Mediterráneo. Boquerón (*E. encrasicolus*). Olivar et al., 1998.
- \* 5- Mediterráneo. Sicilia (Italia). Boquerón (*E. encrasicolus*). Anon., 1999 b.
- \* 6- Mar Negro. Boquerón (*E. encrasicolus*). Kideys et al., 1999.
- \* 7- Atlántico. NW África. Boquerón (*E. encrasicolus*). Rodríguez et al., 1999.
- \* 8- Cantábrico. Golfo de Vizcaya. Boquerón (*E. encrasicolus*). Motos et al., 1996.
- \* 9- SW Atlántico. Brasil. *E. anchoita*. Castello y Castello, 2002.

Tabla 2.2.3. Referencias de los datos incluidos en la Figura 2.2.20.

### CAPÍTULO 3

## LA PLATAFORMA GADITANO-ONUBENSE, UN ESPACIO PRIVILEGIADO

La influencia de la hidrología en la distribución espacial de los peces es un tema ampliamente tratado, en especial en lo que se refiere a su relación con el reparto de huevos y larvas. Éste parece ser uno de los factores responsables del éxito o fracaso en el reclutamiento de especies como el boquerón. Al ser muy alta la abundancia de huevos y larvas en la franja costera rastreada es de suponer que se encuentra fundamentada en una dinámica singular propia de esta zona, no compartida por el resto de la cuenca.

### 3.1. OCEANOGRAFÍA DEL GOLFO DE CÁDIZ

#### *Aspectos del patrón general de la circulación superficial en el golfo de Cádiz*

La hidrodinámica del golfo de Cádiz es poco conocida y aún lo es menos su relación con los procesos biológicos que tienen lugar en el ecosistema pelágico. El conjunto de su circulación marina hay que encuadrarlo en la corriente de las Azores. Una de sus ramas penetra en el golfo y da origen a un gran giro anticiclónico, el cual también alimenta de agua al Mediterráneo a través del estrecho de Gibraltar (Jonson *et al.*, 2000).



**Figura 3.1.1.** Patrón de circulación general en el Atlántico Norte. (Villanueva y Gutiérrez-Mas, 1994)

El esquema de circulación obtenido por Jonson está fundamentado en análisis mediante el uso de modelos ya que los estudios de campo de las aguas superficiales de esta cuenca han sido muy escasos hasta la puesta en marcha del presente estudio y del, ya finalizado, proyecto de la Comisión Interministerial de Ciencia Y Tecnología "*Distribución y dinámica de plancton y seston en el golfo de Cádiz: escalas de variabilidad y control por procesos físicos y biológicos.*"

La mayoría de los estudios realizados hasta ese momento habían tenido como objetivo investigar el flujo de agua mediterránea saliente del estrecho de Gibraltar (Baringer y Price, 1999; Ochoa y Bray, 1991; Zenk y Army, 1990; Zenk, 1990; Ochoa y Bray, 1988; Bryden y Stommel, 1982; Thorpe, 1976; Zenk, 1975; Madelain, 1970). A pesar de poseer un gran interés científico, este flujo de agua saliente tiene un escaso impacto sobre la producción biológica de la cuenca pues se produce a profundidades donde no hay luz suficiente para que tenga lugar la fotosíntesis (por debajo de 400 metros).

Han sido también frecuentes los estudios de la zona mediante el uso de imágenes térmicas de satélites de la serie NOAA (Stevenson, 1977; Folkard, 1997; Vargas *et al.*, 2000). Las características térmicas descritas en estos trabajos son consistentes con el patrón de circulación anticiclónica descrito por Jonson para el conjunto del golfo ya que todos estos autores encuentran su zona central ocupada por aguas superficiales de carácter cálido durante los meses de verano (Figura 3.1.2).

El análisis estadístico de estas imágenes térmicas revela que esta circulación anticiclónica es muy estable y es el primer elemento estructurador del hidrodinamismo de la cuenca (Vargas *et al.*, 2000). Sin embargo, estos mismos análisis también revelan la existencia de un comportamiento diferente a este patrón de circulación anticiclónica en aquellas áreas del golfo donde se manifiesta la influencia del continente. Es el caso de la aparición de estructuras que dependen de los vientos dominantes que pueden llegar a tener, sin embargo, una presencia cuasi permanente en la zona como le ocurre al fenómeno de afloramiento que se registra en el cabo de San Vicente.

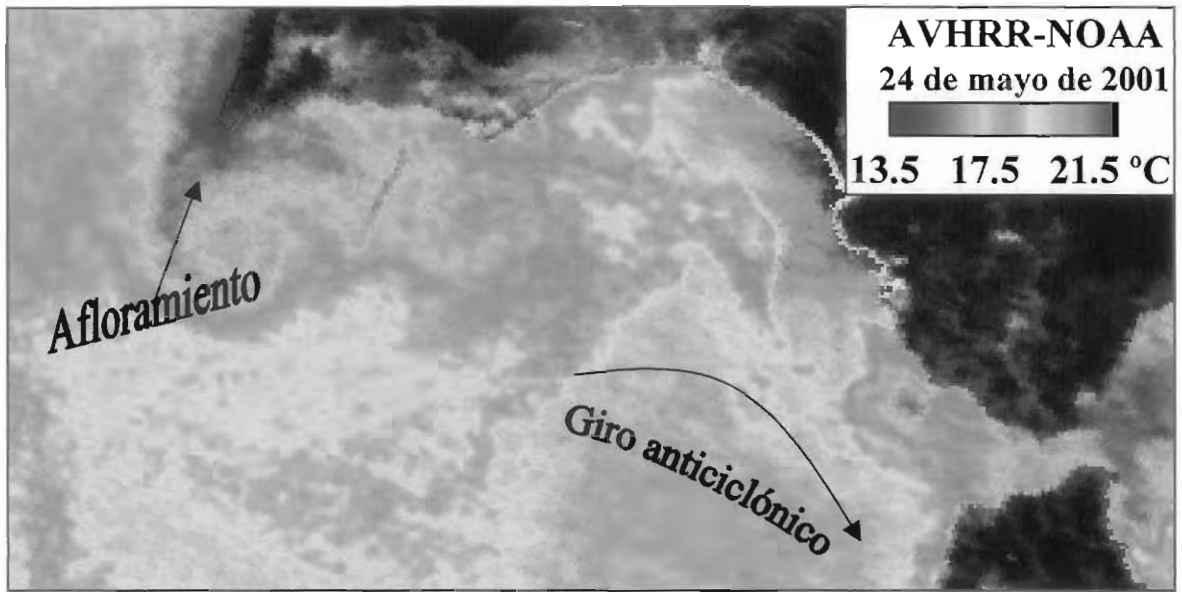


Figura 3.1.2. Imagen térmica superficial de AVHRR del día 24 de mayo de 2001 (La línea discontinua indica la situación anticiclónico en la zona. la continua la del afloramiento del cabo San Vicente).

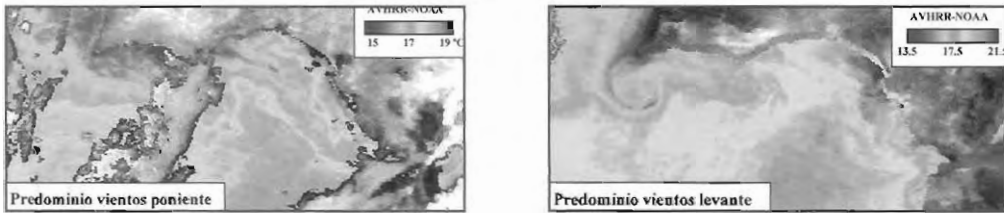


Figura 3.1.3. Imágenes térmicas de AVHRR de la campaña GOLFO-2001.

Este afloramiento se encuentra no obstante, muy alejado de las costas andaluzas por lo que su influencia sobre ella resultará muy escasa. No ocurre lo mismo con una lengua de agua superficial fría que surge del cabo de Santa María en dirección hacia el este sobre el talud continental. Los resultados obtenidos por Vargas ya revelan la estrecha conexión existente entre esta estructura y la dirección predominante de los vientos, levante o poniente. Durante la campaña GOLFO-2001 del proyecto CICYT, se pudo constatar esta evidencia estadística. En ella se muestreó esta zona de talud y plataforma exterior en dos ocasiones: la primera tras vientos persistentes de poniente y la segunda tras vientos persistentes de levante. Las imágenes térmicas que se obtuvieron para cada una de estas fases reflejan claramente como la existencia de esta lengua de agua fría depende de la existencia de vientos de poniente (Figura 3.1.3).

El mecanismo que da origen a este comportamiento debe estar relacionado con el transporte de Ekman hacia mar abierto que se produce en una costa como la del sur de la península Ibérica, con una clara orientación este-oeste, cuando los vientos predominantes son de poniente. En estas circunstancias, el agua superficial costera es retirada hacia el centro del Golfo siendo repuesta por agua profunda mas fría y rica en nutrientes. El mecanismo simétrico funciona con vientos de levante, al producir el transporte de Ekman un transporte de aguas superficiales (cálidas y pobres en nutrientes) del centro del golfo hacia la plataforma. De esta manera la producción biológica de la zona exterior de la plataforma se encuentra altamente relacionada con el viento dominante en el área.

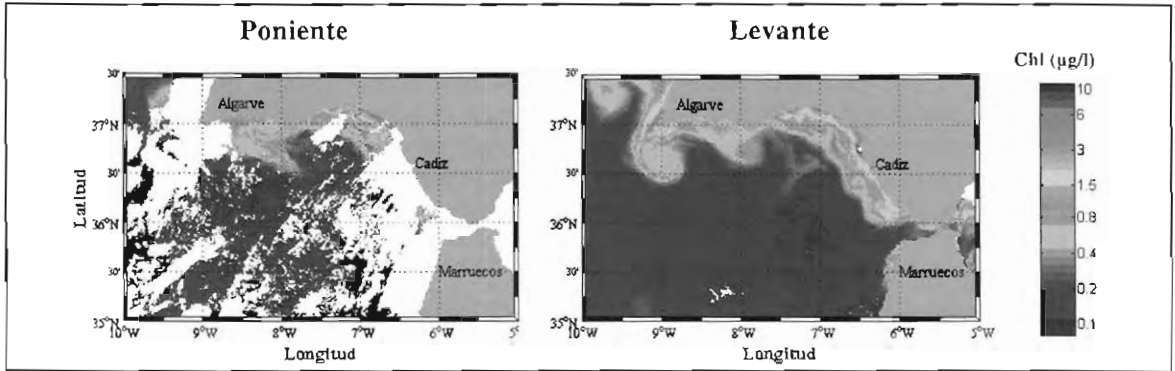


Figura 3.1.4. Imágenes de los valores de clorofila estimados a partir de los datos Sea WIFS de los días en que se efectuó la campaña GOLFO-2001

Así, cuando coinciden los vientos de levante con el periodo de puesta de especies de interés pesquero, tienen un doble efecto perjudicial. No sólo disminuyen la producción biológica general de la zona sino que, como se explicará más adelante, tienen la potencialidad de expulsar hacia mar abierto grandes masas de agua costera que contienen la elevada concentración de huevos y larvas propios de esta franja litoral.

El impacto de los vientos sobre la productividad de la zona tiene un efecto más allá del que se puede diagnosticar mediante el uso de imágenes de satélite ya que en ellas sólo es posible analizar el comportamiento del agua presente en la superficie mientras que dicho impacto afecta a toda la columna de agua. El transporte de la masa de agua superficial hacia mar abierto con reemplazamiento por aguas profundas se une a los procesos de mezcla que caracterizan las aguas de plataforma.

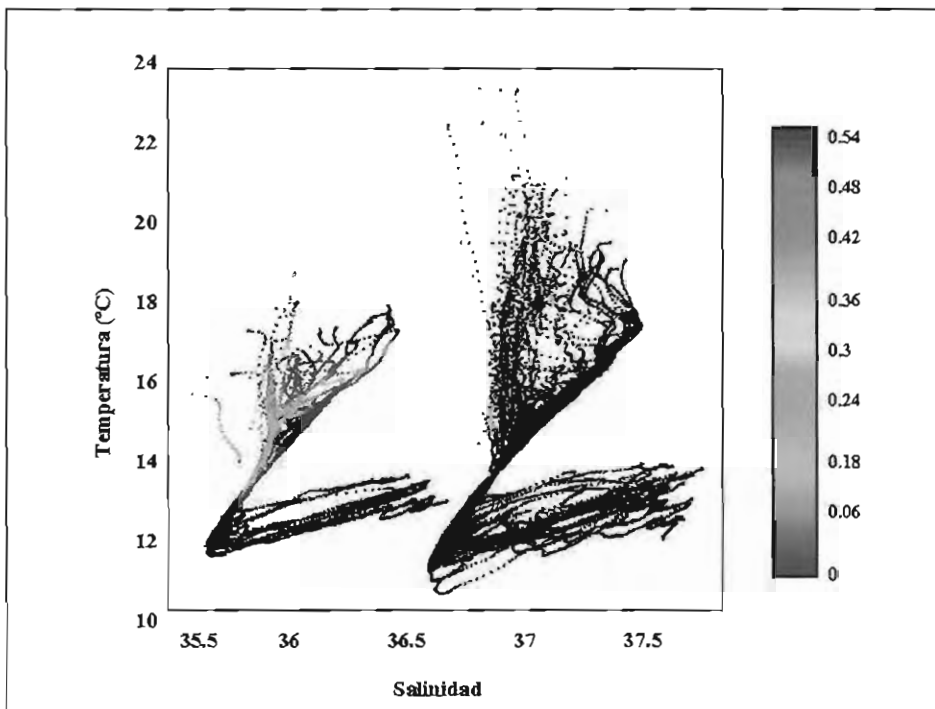


Figura 3.1.5. Diagramas T-S obtenidos en la campaña Golfo 2001. Escala de color: Fluorescente de la clorofila. (La situación de poniente se representa a la izquierda de la gráfica y la de levante a la derecha sumándose 1 valor de salinidad para evitar que se solapan y permitir compararlas)

De esta manera se genera una tendencia de las isolíneas de salinidad y temperatura a alcanzar gradualmente la superficie a medida que nos acercamos a la zona del talud. Este combamiento de isolíneas debe tratarse de un proceso dinámico que fuerza la productividad en la zona iluminada de la columna de agua cuando soplan con persistencia los vientos de poniente. Este fenómeno aparece muy claro al observar los diagramas TS con la fluorescencia de la clorofila incorporada de la región de plataforma exterior y talud al este del cabo de Santa María para cada uno de los dos periodos sinópticos (poniente y levante) (Figura 3.1.5).

En las aguas del golfo el aumento de la profundidad se corresponde con una disminución de salinidad y temperatura. Teniendo esto en cuenta, el diagrama T-S con vientos de poniente (Figura 3.1.5) muestra un conjunto de aguas que se están alejando de la curva característica del agua central atlántica ya que son más cálidas para una misma salinidad. Este agua presenta elevados valores de fluorescencia, lo que indica que se trata de aguas que han empezado a acercarse a la superficie donde la luz las calienta y permite que el fitoplancton crezca activamente.

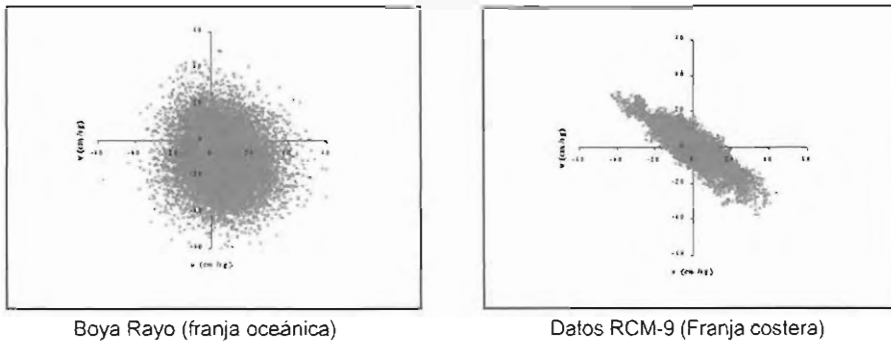
El otro diagrama TS es el resultado de los datos tomados en la misma zona, unos días más tarde, tras soplar un viento persistente de levante (Figura 3.1.5). En este caso, al no existir un forzamiento para que las aguas afloren, éstas se calientan y el fitoplancton agota los nutrientes existentes de manera que la señal de fluorescencia es marcadamente más baja.

Este ejemplo puntual demuestra la gran dependencia que tiene el régimen de vientos sobre la producción primaria de la plataforma exterior. Ésta es una situación de inestabilidad en lo que respecta a la supervivencia de las larvas de los peces que crían en esta zona. No permite que la producción primaria fluya de la misma manera que lo haría sin encontrarse condicionada por el capricho con el que la meteorología controla los procesos que tienen lugar en esta franja oceánica. No obstante, las imágenes de satélite (Figuras 3.1.3 y 3.1.4) muestran como la franja más costera del golfo tiene un comportamiento singular en este contexto oceanográfico, ya que parece conservar un carácter casi permanente de zona cálida y de elevada productividad.

## 3.2. LA PLATAFORMA, UN ÁREA DIFERENTE. ESTABILIDAD Y PRODUCCIÓN

### 3.2.1.- Área resguardada con corrientes débiles

Los datos aportados por las imágenes de satélite (carácter casi permanente de zona cálida y de elevada productividad) junto al bajo valor que alcanzan las corrientes en la zona cuando se comparan con las de mar abierto, permiten definir esta franja costera como un área de elevada estabilidad. De hecho, la magnitud de las velocidades en la zona costera de la plataforma es muy inferior a las velocidades que se producen en su franja más oceánica. Este hecho es fácilmente comprobable al comparar los valores obtenidos en el fondeo realizado frente Matalascañas (estación de 17 m de profundidad) con las velocidades registrados en el límite oceánico de la plataforma por las boyas Rayo en una estación de 450 m de profundidad.

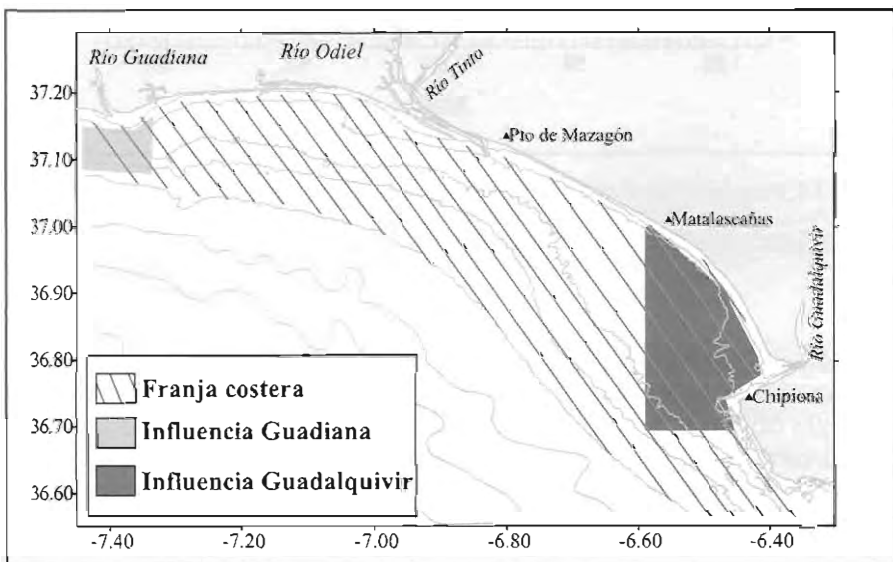


**Figura 3.2.1.** Componentes zonal (u) y meridional (v) de los valores de corriente obtenidos en la boya rayo y los fondeos realizados frente Matalascañas.

Este bajo valor de la velocidad de corriente implica una menor capacidad de intercambio de este agua con mar abierto y una mayor susceptibilidad a eventos de carácter costero como la influencia de los que desembocan en la zona.

### 3.2.2.- Influencia continental: ríos Guadalquivir y Guadiana

La influencia continental y fluvial sobre la plataforma queda también de manifiesto en la evolución térmica y del color oceánico que refleja en el conjunto de las imágenes de satélite que han sido exploradas (ver archivo mpeg adjunto a este informe).



**Figura 3.2.2.** Identificación de las zonas características a estudiar en la plataforma.

En las gráficas que se muestran a continuación, se realiza un análisis cuantitativo de esta percepción que se deriva de la inspección visual de las imágenes. Para ello se han diferenciado una serie de zonas características (Figura 3.2.2):

- el conjunto de la zona norte del golfo de Cádiz, que incluye la franja costera y mar abierto.
- el conjunto de la franja costera objeto de nuestro estudio, identificando dentro de ella las desembocaduras de los ríos Guadalquivir y Guadiana

Para cada una de estas zonas se realiza un promedio mensual de temperatura, concentración de clorofila y producción primaria. El análisis conjunto de su evolución refleja claramente como la inercia térmica de la franja costera es inferior a la de mar abierto y le hace fluctuar en un margen más amplio de temperaturas a lo largo del ciclo anual. Las zonas afectadas por la desembocadura de los ríos, en especial del Guadalquivir, presentan las fluctuaciones térmicas mayores dentro del conjunto de la franja costera.

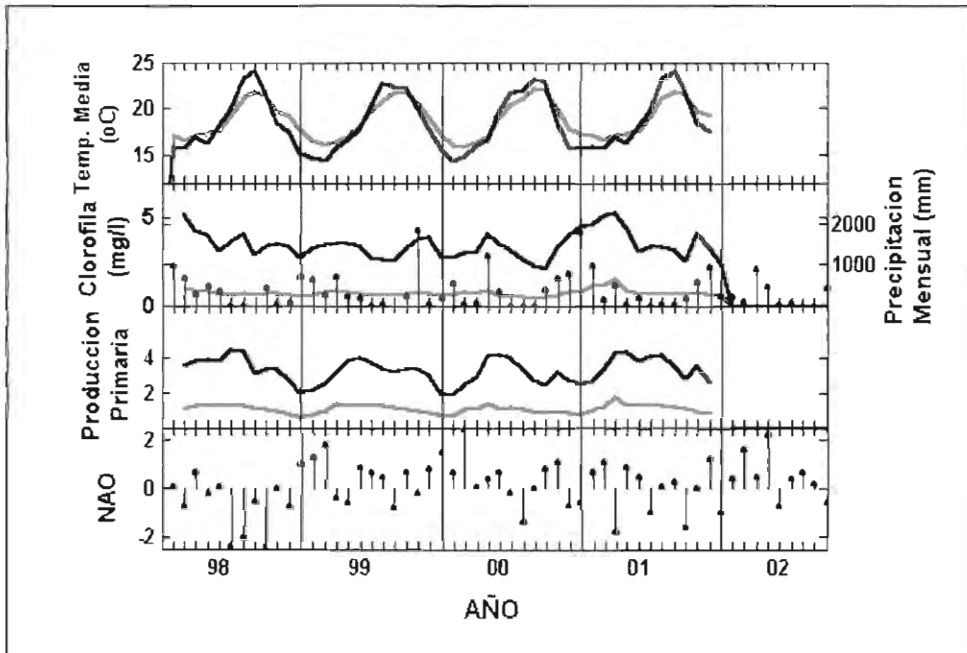


Figura 3.2.3. Promedios mensuales de temperatura, clorofila y producción primaria en el conjunto del sector norte del golfo de Cádiz (rojo) y en la franja costera objeto de estudio (negro) a lo largo de los años 1998 a 2001. Índice NAO y valores de precipitación mensual de 1998 a 2002)

Este patrón se mantiene tanto en la evolución de la clorofila como en la de la producción primaria, ya que ambas presentan los valores más altos en la franja costera respecto al conjunto del Golfo (Figura 3.2.3). Dentro de ésta, los máximos registrados siempre coinciden con la desembocadura del río Guadalquivir (Figura 3.2.4). En sus alrededores la impronta continental se deja notar también en su inercia térmica. Ésta es menor que la del conjunto de la franja costera lo que se traduce en un rango más amplio de fluctuación de la temperatura a lo largo de un ciclo anual. La desembocadura del Guadiana, en cambio, parece afectar muy poco a las propiedades de la masa de agua. Este sector presenta una evolución muy similar a la del conjunto de la franja costera tanto en lo que respecta a temperaturas, producción primaria y concentración de clorofila. Todo este patrón de comportamiento no presenta una relación clara con la pluviosidad ni el índice NAO, relación que abordaremos con más detalle en el capítulo 4.

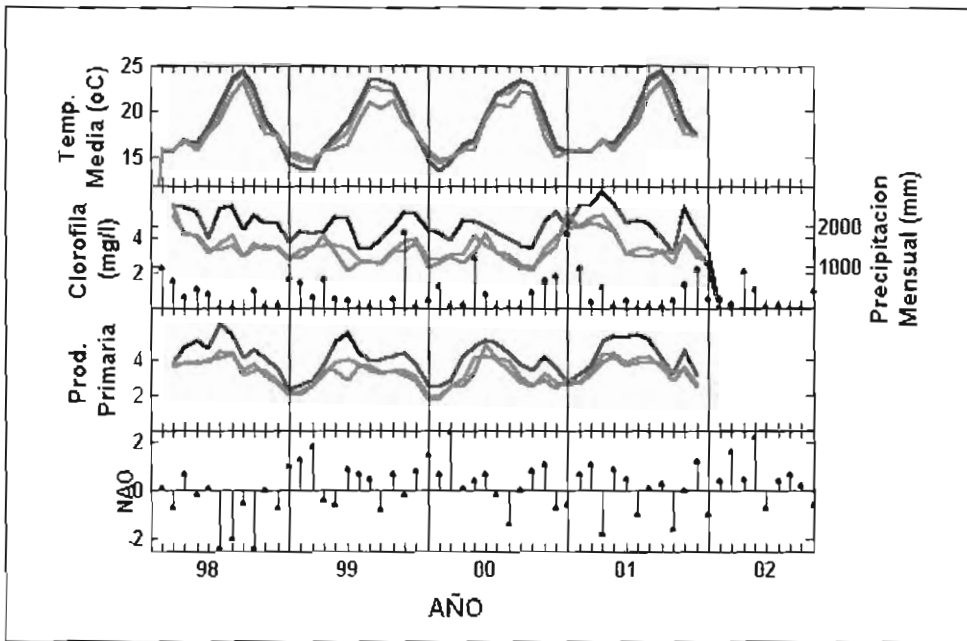


Figura 3.2.4. Promedios mensuales de temperatura, clorofila y producción primaria en el conjunto de la franja costera objeto de estudio (rojo) y en el entorno de las desembocaduras de los ríos Guadalquivir (azul) y Guadiana (verde) a lo largo de los años 1998 a 2001. Índice NAO y valores de precipitación mensual de 1998 a 2002.

Dada estas características no es de extrañar que la zona sea elegida para la puesta masiva por numerosas especies. Su particular dinámica la hacen altamente ventajosas para especies, como el boquerón, que precisan de aguas cálidas y a su vez ricas en alimento para los individuos reproductores y las futuras larvas. Estas condiciones son muy difíciles de encontrar en latitudes medias como en las que se encuentra ubicado el golfo de Cádiz. De hecho, ya se mostró en el apartado anterior como la zona más cercana a mar abierto (en el talud continental) sólo presenta aguas productivas tras vientos persistentes de poniente. Sin embargo, en estos episodios el área se encuentra ocupada por aguas más frías que dificultarían el desarrollo de huevos y larvas de este tipo de especies.

La franja costera constituida por la plataforma gaditano- onubense presenta una elevada producción y riqueza biológica durante los meses estivales, fenómeno que parece no encontrarse excesivamente influido por el régimen de vientos. Durante estos meses, la elevada temperatura favorecería la puesta y desarrollo de especies cuyas larvas encuentran el entorno alimenticio adecuado tras consumir el saco vitelino.

### 3.2.3.- Vientos de poniente y levante, componentes decisivos en la dinámica de la zona

En cierta forma, esta franja costera podría compararse con una gran piscina estable, cálida y productiva en la que las probabilidades de éxito reproductivo son máximas para aquellas especies que realicen en ella su puesta. El régimen de vientos no parece alterar esta singularidad, aunque sí que tiene influencia sobre el patrón de corrientes presente sobre ella. El análisis armónico de las corrientes registradas por el fondeo mediante la técnica desarrollada por Pawlowicz *et al.* (2002) muestra que tan sólo un 20% de la varianza de la corriente se debe a la influencia del ciclo mareal. Este porcentaje se muestra en la Figura 3.2.5 donde se puede ver como las magnitudes de la corriente de marea son bajas para los dos primeros fondeos del RCM-9 realizados en la zona.

Frente a esta débil influencia de las mareas, el componente de la corriente y temperatura obtenido tras restarle el componente mareal, posee una fuerte influencia del régimen de vientos. Esto se puede observar en la Figura 3.2.6, en la que aparece la componente residual de la velocidad al que se le ha aplicado un cambio de base para ubicarlo dentro de unas coordenadas orientadas en dirección de la costa ( $-30^\circ$ ).

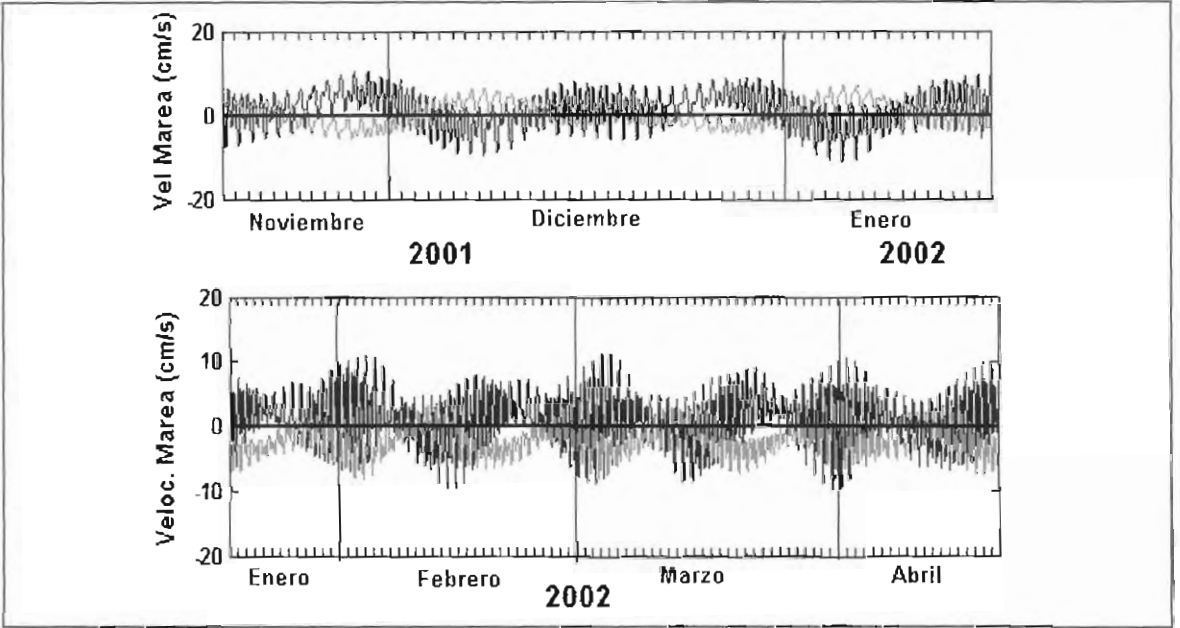


Figura 3.2.5. Componente mareal de la señal de corrientes de los fondeos 1 y 2 del RCM-9 frente a Matalascañas.

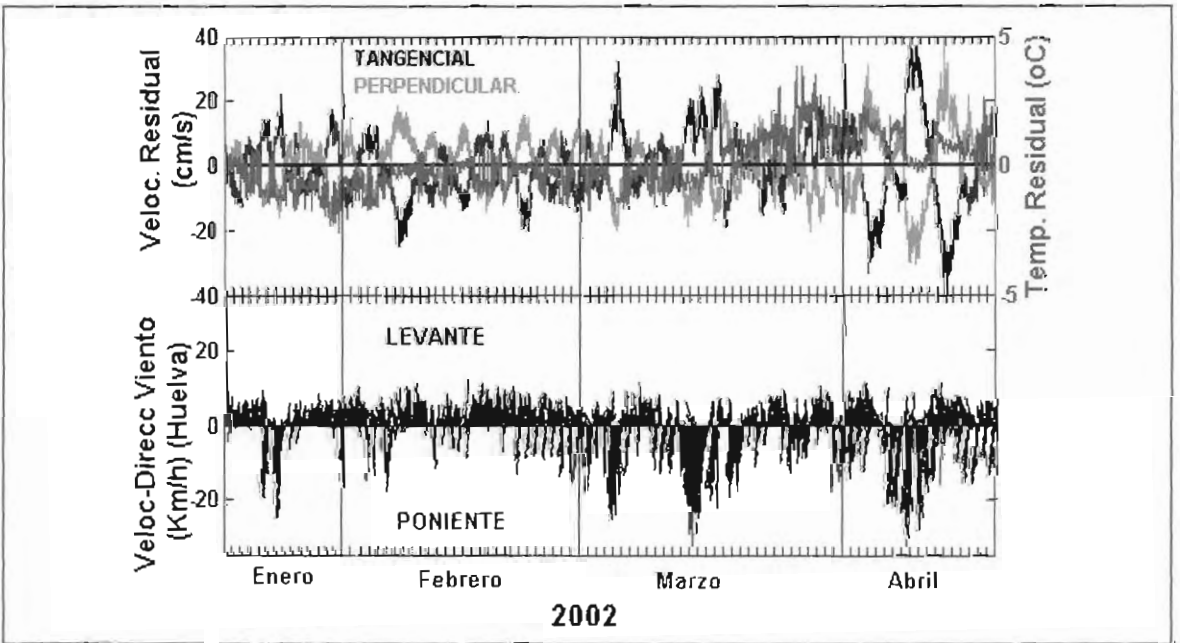


Figura 3.2.6. Componente residual de la corriente y la temperatura tras restarle el componente mareal a la señal original y aplicarle un cambio de base a  $-30^\circ$ . (Componente residual de la temperatura (azul). Componente tangencial a la costa (negro), valores positivos son hacia Huelva y negativos hacia Cádiz. Componente perpendicular a la costa rojo: valor positivo es hacia tierra y negativo hacia mar adentro. Vectores de viento. Hacia arriba, levante y hacia abajo, poniente)

En su conjunto, la Figura 3.2.6 muestra una situación en la que claramente se manifiestan patrones de afloramiento asociados a las dos direcciones de viento que predominan en la zona, poniente y levante. De esta forma, los temporales de poniente que tuvieron lugar en enero, marzo y abril coinciden con velocidades perpendiculares hacia mar adentro (negativas) en coincidencia con lo que cabe esperar del transporte de Ekman asociado a esta dirección del viento. Esta masa de agua costera y cálida es repuesta por aguas más profundas y frías de manera que se registra un enfriamiento de varios grados de temperatura en la masa de agua que ocupa la plataforma.

Por el contrario y de nuevo en concordancia con el transporte de Ekman, al soplar el levante las corrientes se dirigen hacia la costa (componente perpendicular positivo).

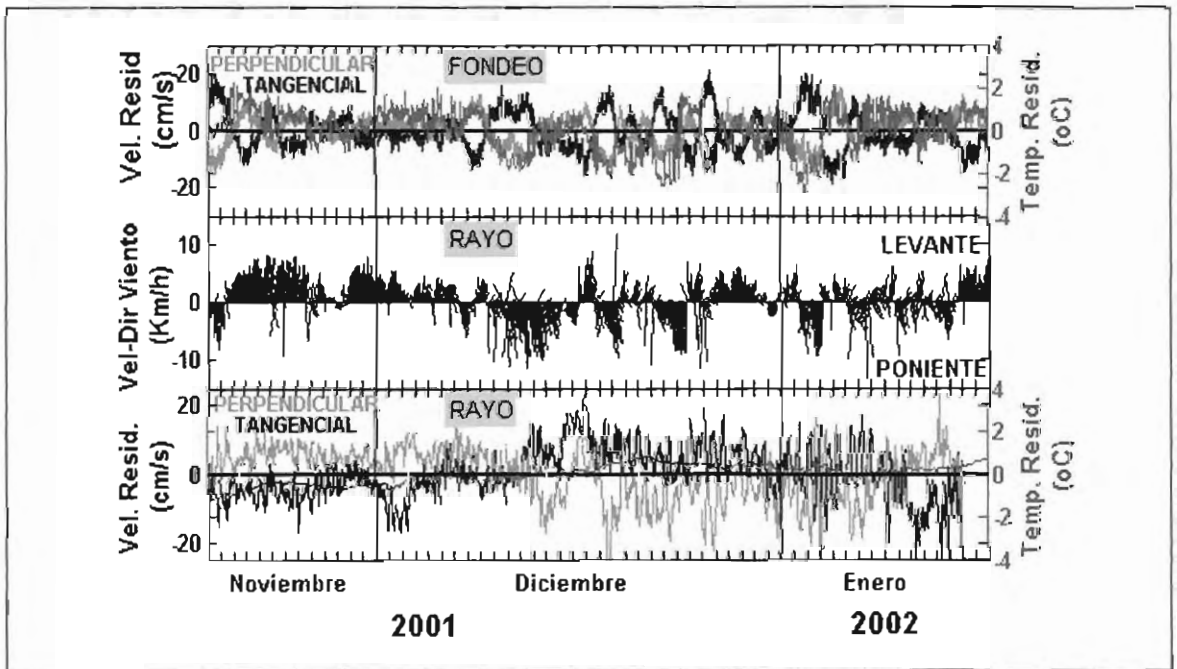


Figura 3.2.7. Datos aportados por las boyas Rayo situadas en la franja oceánica del talud continental.

El análisis de las velocidades registrado por las boyas Rayo muestra que este patrón de circulación no se produce con tanta claridad mar adentro. Ni la componente de corriente perpendicular a costa ni las temperatura registradas por esta boya se encuentra tan claramente condicionada por el régimen de vientos como la zona costera en el mismo periodo de tiempo.

Hay que resaltar también la importancia que el régimen de vientos ejerce sobre las velocidades tangenciales a la línea de costa en la franja costera. Ésta es muy sensible a los vientos de poniente, los cuales desplazan las aguas costeras de la zona en dirección a Cádiz. Los vientos de levante provocan el efecto simétrico a éste, con una tendencia de las masas de agua costera a circular hacia el oeste.

### 3.3. ESTACIONALIDAD SOBRE LA PLATAFORMA: EVOLUCIÓN DE LA HIDROLOGÍA A LO LARGO DEL 2002

El acercamiento a los fenómenos acontecidos sobre la plataforma descritos en el apartado 3.2 es posible gracias a los estudios realizados en campo. Las diferencias entre el calentamiento y enfriamiento de la masa de agua frente al de la franja oceánica, así como la influencia de la meteorología sobre esta franja costera se estudian con mayor detalle en esta sección. Para llevarlo a cabo se ha trabajado con muchos de los resultados obtenidos en las campañas de marzo a octubre de 2002 y eventualmente, los de enero y noviembre de 2002, los cuales quedan plasmados en este apartado. Características propias de esta zona como la influencia específica de los ríos sobre ella, su propia evolución estacional, la detección de bloom de fitoplancton o la aparición de estratificación térmica, entre otras, quedan patentes al realizar este análisis.

#### 3.3.1. Generalidades acerca de la estacionalidad sobre la plataforma

La evolución de los valores promedio de temperatura, obtenidos en todo el área de estudio en cada uno de los muestreos de 2002, es la que mejor nos acerca al patrón de evolución estacional presente en las aguas de la plataforma.

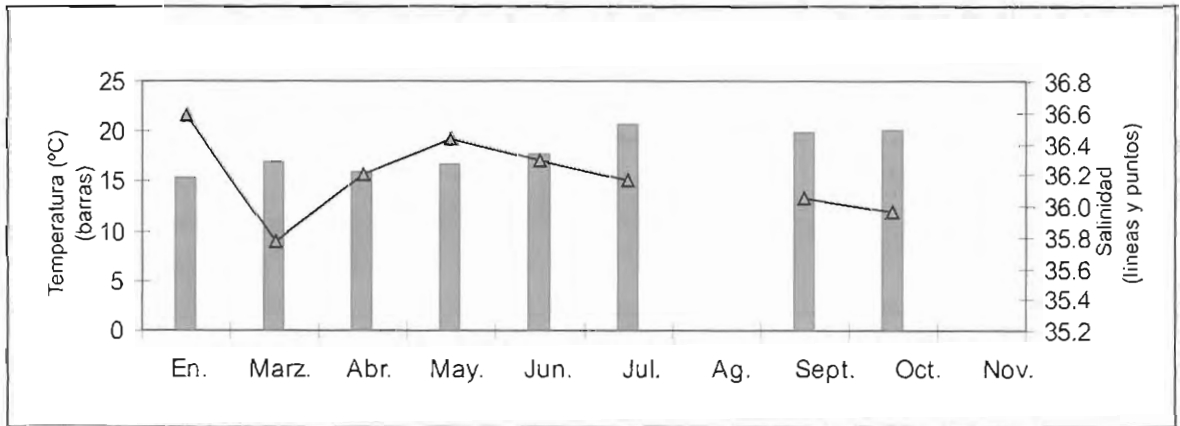


Figura 3.3.1. Evolución de la temperatura (°C) y salinidad en el área estudiada (datos a 5 m) de enero a noviembre de 2002.

Estos valores reflejan un ascenso de la temperatura superficial entre los meses de primavera-invierno y la época estival, que superó los 5 °C (Figura 3.3.1). Al promediar todos los valores de temperatura superficial registrados en la zona se encontró un mínimo de 15,4 °C, en el mes de abril, alcanzando un máximo de 20,6 °C en el mes de julio. Coincidiendo con una entrada tardía del invierno, estas altas temperaturas se mantuvieron hasta el mes de septiembre, momento en el que aún era posible medir una temperatura media superficial de 20,05 °C.

La concentración de sólidos en suspensión es otro parámetro en el que también se encontró un patrón estacional bastante claro. Con valores que oscilan entre los 30 y los 55 mg/l los mínimos se registran durante los meses de verano con 30 mg/l, en superficie y en fondo, en el mes de julio. Es el punto de inflexión de una evolución en la que las concentraciones más elevadas coinciden con los meses de otoño e invierno. El máximo de sólidos se registró en octubre con 51,72 mg/l. En este muestreo soplaron fuertes vientos de poniente y el estado de la mar osciló de marejada a fuerte marejada.

En la Figura 3.3.2 se observa que en todo el área estudiada la carga de sólidos se debe principalmente a aportes de material inorgánico, seguramente procedentes en su mayoría de la escorrentía de los ríos que descargan sobre la plataforma. El porcentaje de materia inorgánica siempre supera el 50 %, oscilando entre 63,715 % en octubre y 77,05 % en marzo (porcentaje de materia inorgánica). Los valores más bajos de este porcentaje coincidieron con los meses de junio a octubre en los que se dio una mejora climatológica general (Figura 3.3.3). Fue una época, por tanto, en la que se registró una pluviosidad mucho menor por lo que la descarga fluvial sobre la zona se reduce considerablemente.

Esta estacionalidad, junto a la inversión térmica descrita en el apartado 3.2, también queda reflejada en los mapas de distribución de temperatura superficial (Figura 3.3.4 y 3.3.5). En ellos se distinguen tres patrones térmicos bien definidos para cada época del año: una situación invernal, una situación típica estival y una etapa de transición entre ambas. La primera de ellas coincide con meses fríos como el mes de enero. Se caracteriza por ser un periodo en las que las temperaturas más bajas se registraron en la franja costera, detectándose diferencias de hasta 4 °C respecto a la oceánica. La estructura térmica se invierte en los meses de mayo a septiembre, aumentando gradualmente la diferencia entre las dos zonas ( de 3,2 °C en mayo a más de 6 °C en septiembre). Este fenómeno se acentúa en las cercanías de las desembocaduras de los ríos, en especial del Guadalquivir cuya importante influencia en la zona ya comenzaba a perfilarse en la Figura 3.2.4. Sus aportes coinciden con las áreas más cálidas en primavera-verano y las más frías durante el invierno.

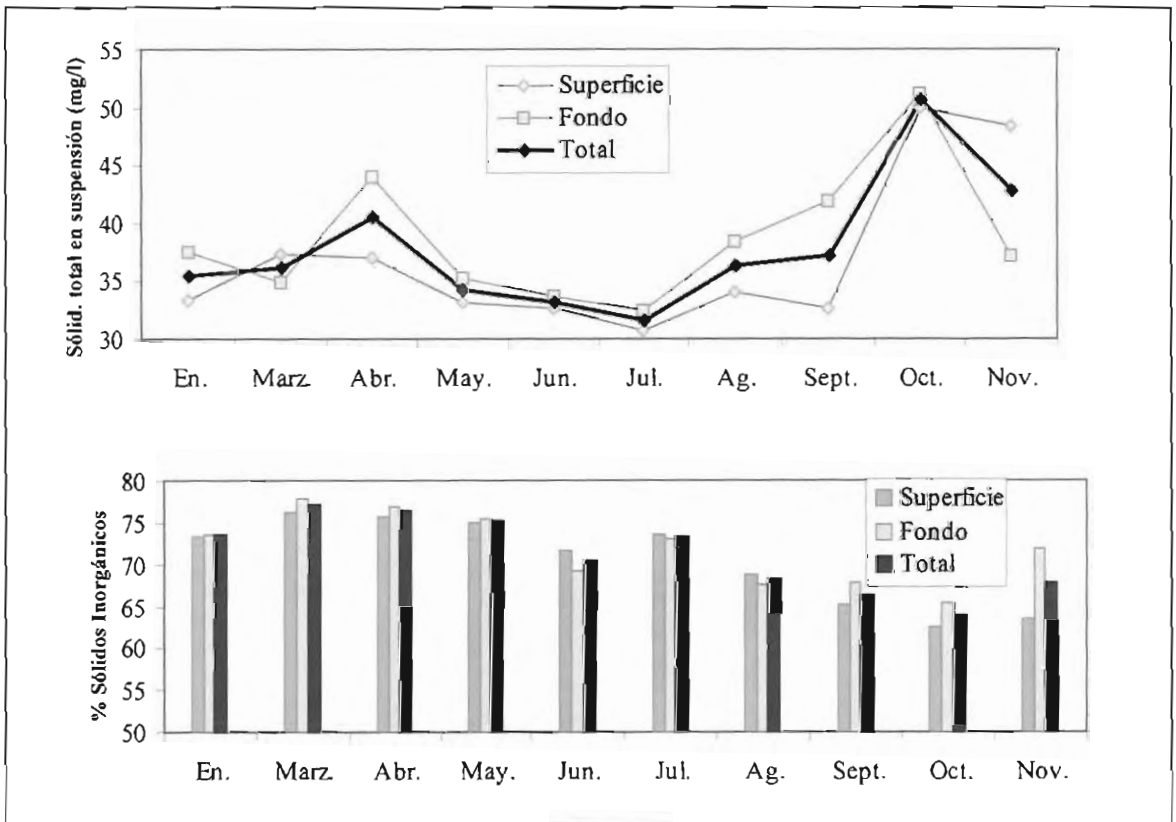


Figura 3.3.2. Promedios de la concentración de sólidos en suspensión y porcentaje de materia inorgánica en todo el área de muestreo de enero a noviembre de 2002.

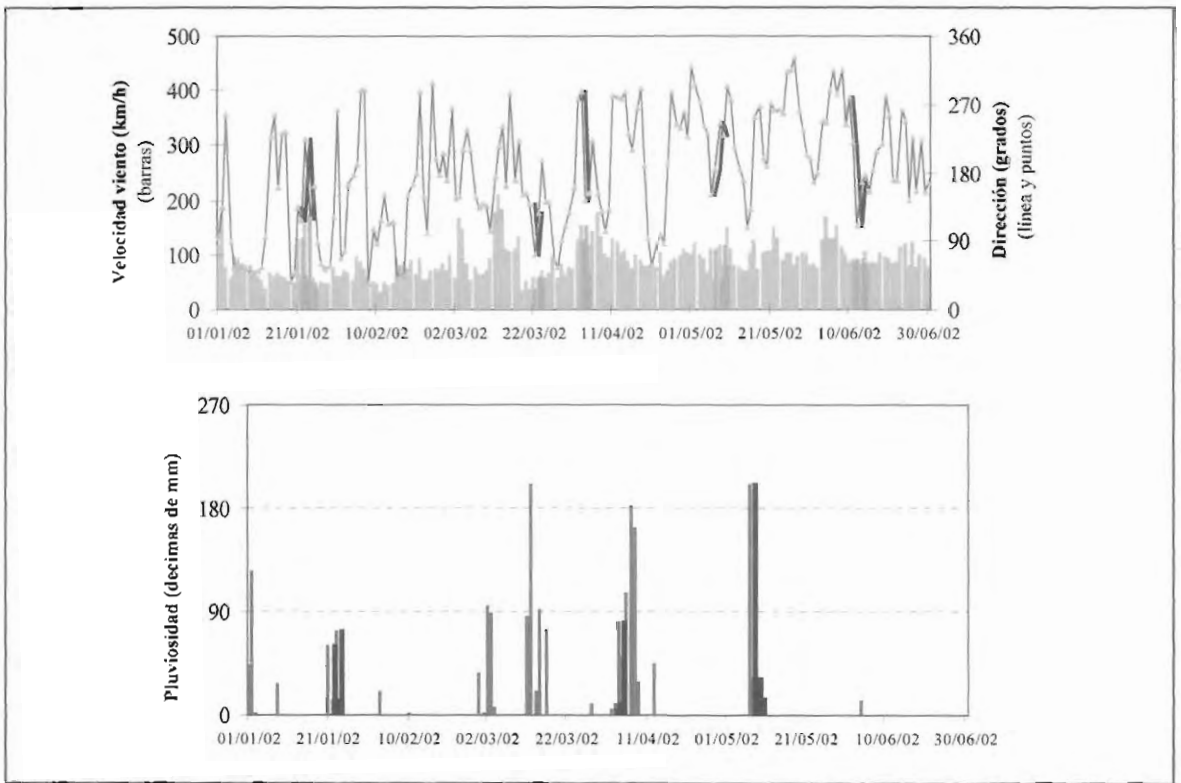


Figura 3.3.3. Régimen de vientos y pluviiosidad de 1 de enero a 30 de junio de 2002.

Otra de los patrones más claros observados en estos mapas es la formación de dos franjas térmicas bien definidas dentro del área de estudio. La primera integraría el sector más oriental, quedando situada al este de la ría de Huelva. Esta zona parece encontrarse fuertemente afectada por la evolución estacional y los patrones térmicos que hasta el momento hemos comentado. De tal manera que en ella factores como la influencia continental y los aportes de los ríos parecen tener una gran importancia.

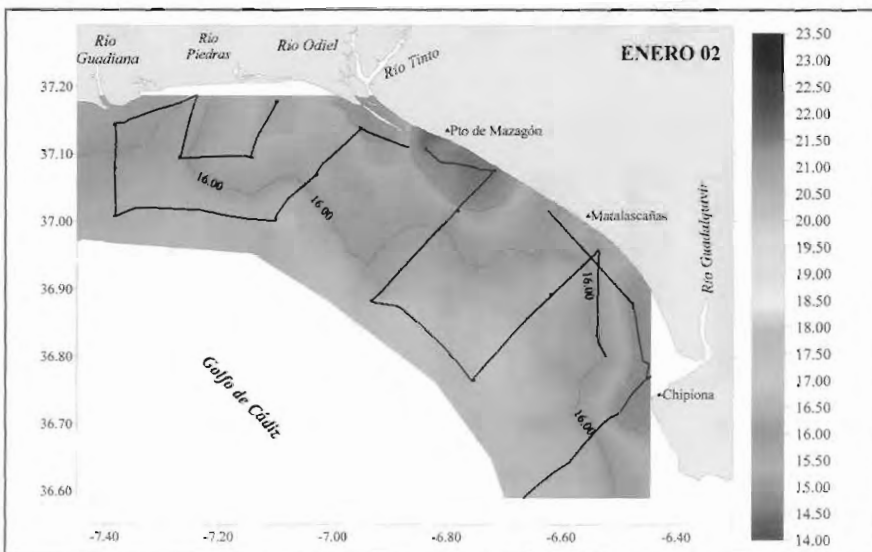


Figura 3.3.4. Distribución espacial de la temperatura del registro en continuo. Muestreo del 22 al 25 enero de 2002.

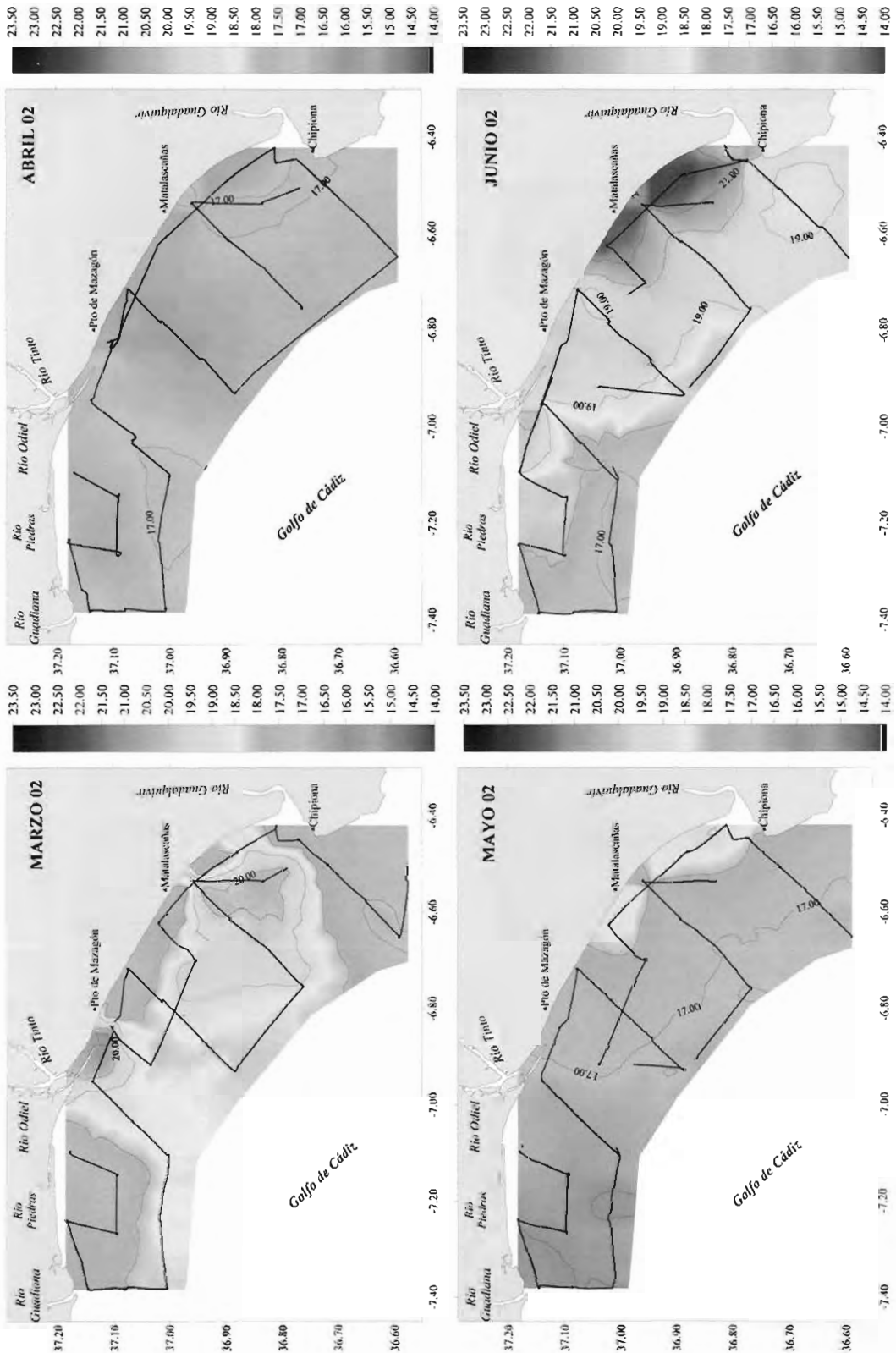


Figura 3.3.4. (continuación)- Distribución espacial de la temperatura del registro en continuo. Muestreo de marzo a junio de 2002.

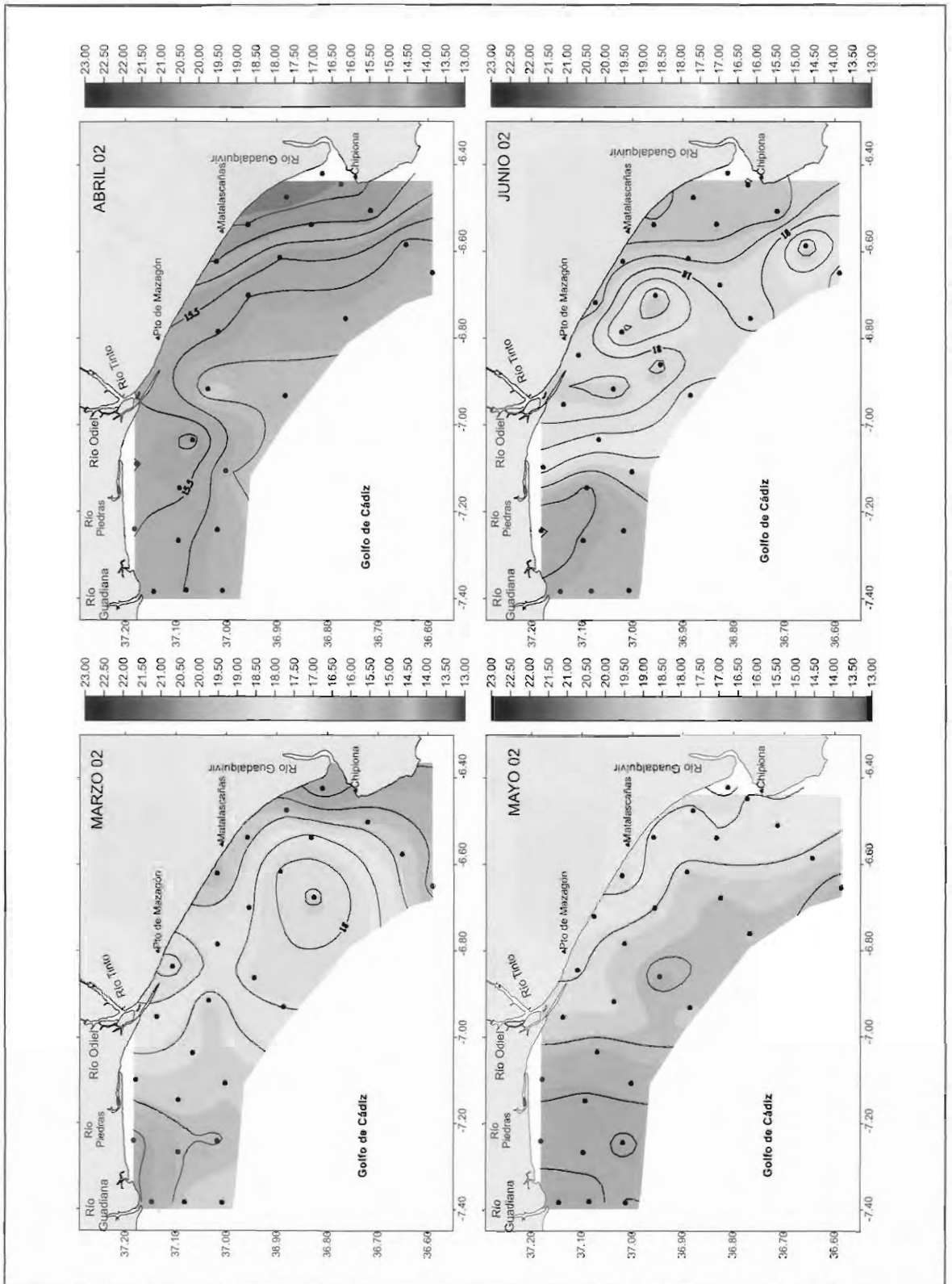


Figura 3.3.5. Distribución espacial de la temperatura (°C) en los muestreos realizados de marzo a octubre 2002. Datos a 5m.

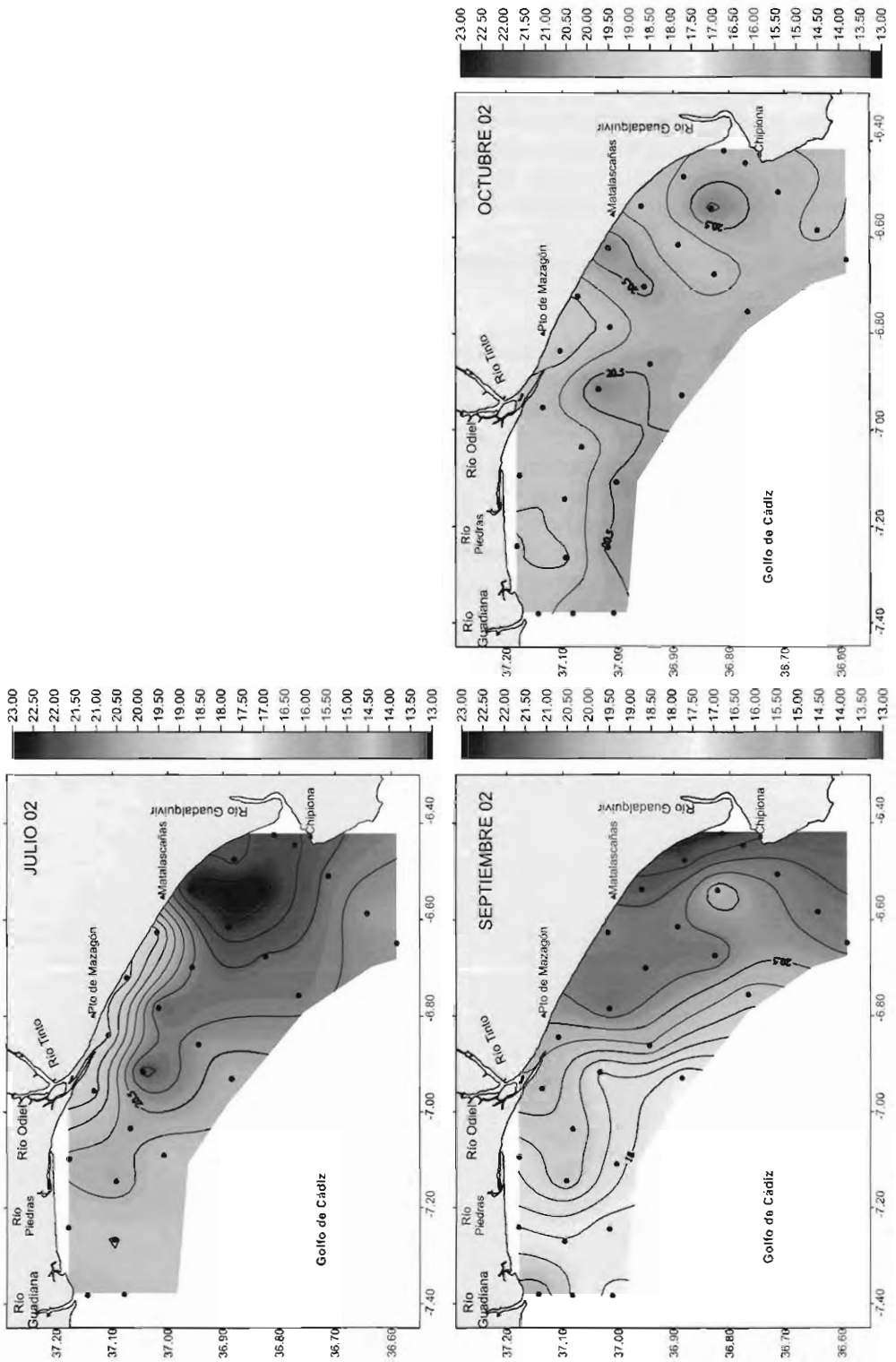


Figura 3.3.5. (continuación) Distribución espacial de la temperatura (°C) en los muestreos realizados de marzo a octubre 2002. Datos a 5m.

La segunda de estas zonas presenta un patrón térmico prácticamente desligado de estos factores. En ella, la marcada evolución estacional que afecta a la plataforma se registra principalmente en los primeros metros de la columna de agua (datos del continuo, Figura 3.3.2). En esta zona se detecta, para todos los muestreos, una lengua de agua fría que conserva una temperatura más o menos constante a 5 m de profundidad: por debajo de los 16 y 17 °C de marzo a junio, de los 18,5 °C en septiembre y de los 20 °C en julio y octubre (Figura 3.3.3). Esta mancha de agua fría suele quedar ubicada entre la desembocadura del Guadiana y la ría de Huelva aunque, bajo vientos de componente oeste puede extenderse más al este de la ría como parece ocurrir en octubre de 2002 (Figura 3.3.3)

### **3.3.2.- Aportes de los ríos presentes sobre la plataforma. Análisis del sector oriental y occidental de la zona de estudio.**

Al conjugar estos resultados de campo con los aportados en apartados anteriores parece que la descarga de los ríos sobre la plataforma es uno de los motores principales que rigen la dinámica estacional de su hidrología. La importancia de esta influencia resulta lógica si se tiene en cuenta que esta franja oceánica recibe aportes de ríos tan importantes de la península Ibérica como Guadiana y Guadalquivir así como la ría de Huelva o el río Piedras. El río Guadalquivir constituye el curso fluvial más importante de Andalucía con 650 km de curso y un caudal medio en la desembocadura de 164 m<sup>3</sup> /sg y 3,75 l/m<sup>2</sup>. Los mapas de distribución de salinidad confirman la existencia de las descargas de estos ríos sobre el talud continental, ya que en las estaciones cercanas a sus desembocaduras es posible registrar salinidades inferiores a 36 (Figura 3.3.6).

La división en dos franjas bien diferenciadas en la zona de estudio, en función de la distribución térmica espacial, nos lleva a estudiar por separado las áreas de influencia de los ríos Guadalquivir y Tinto-Odiel a la de los ríos Guadiana y Piedras.

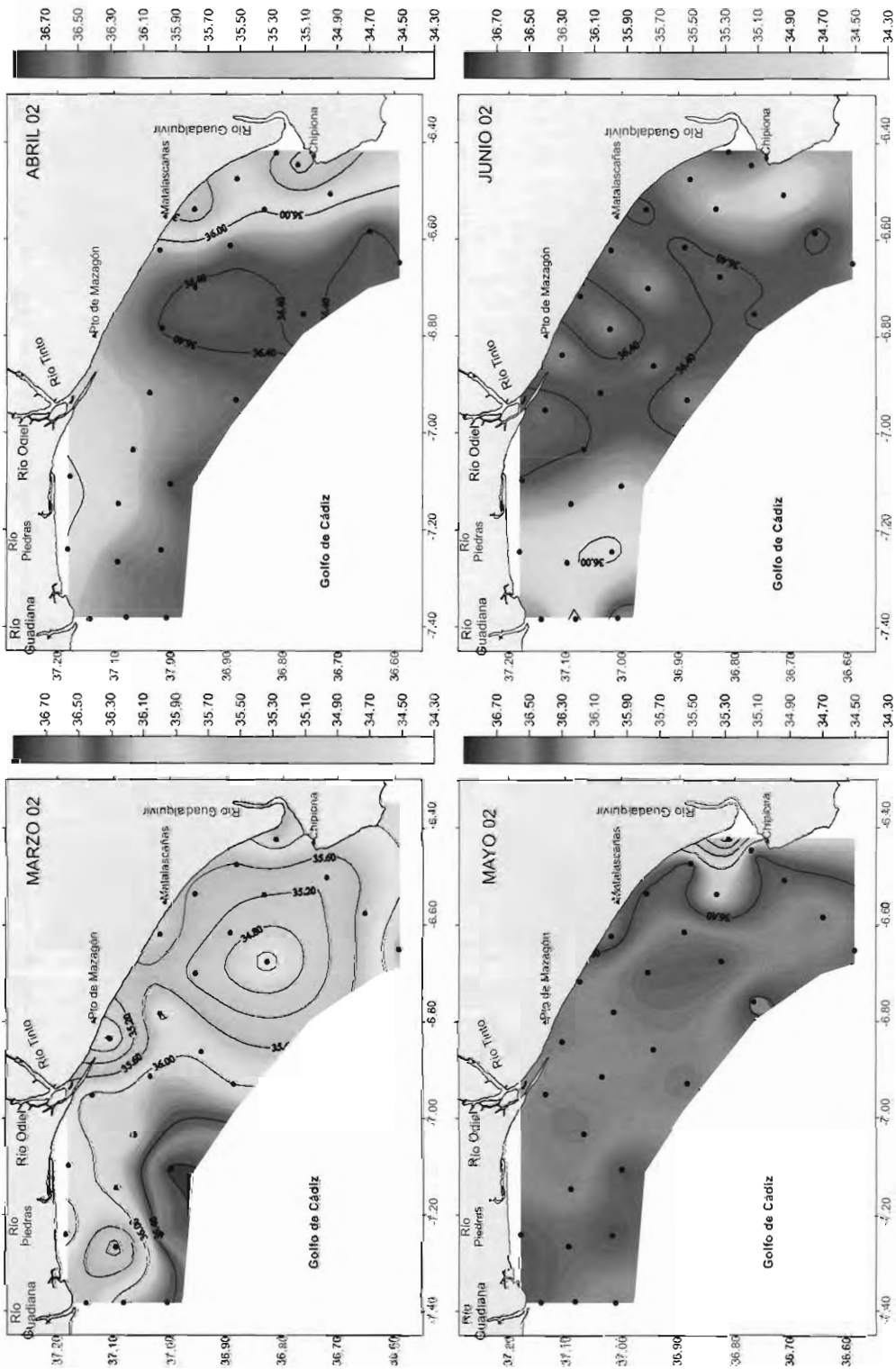


Figura 3.3.6. Distribución espacial de la salinidad en los muestreos realizados de marzo a octubre 2002. Datos a 5m.

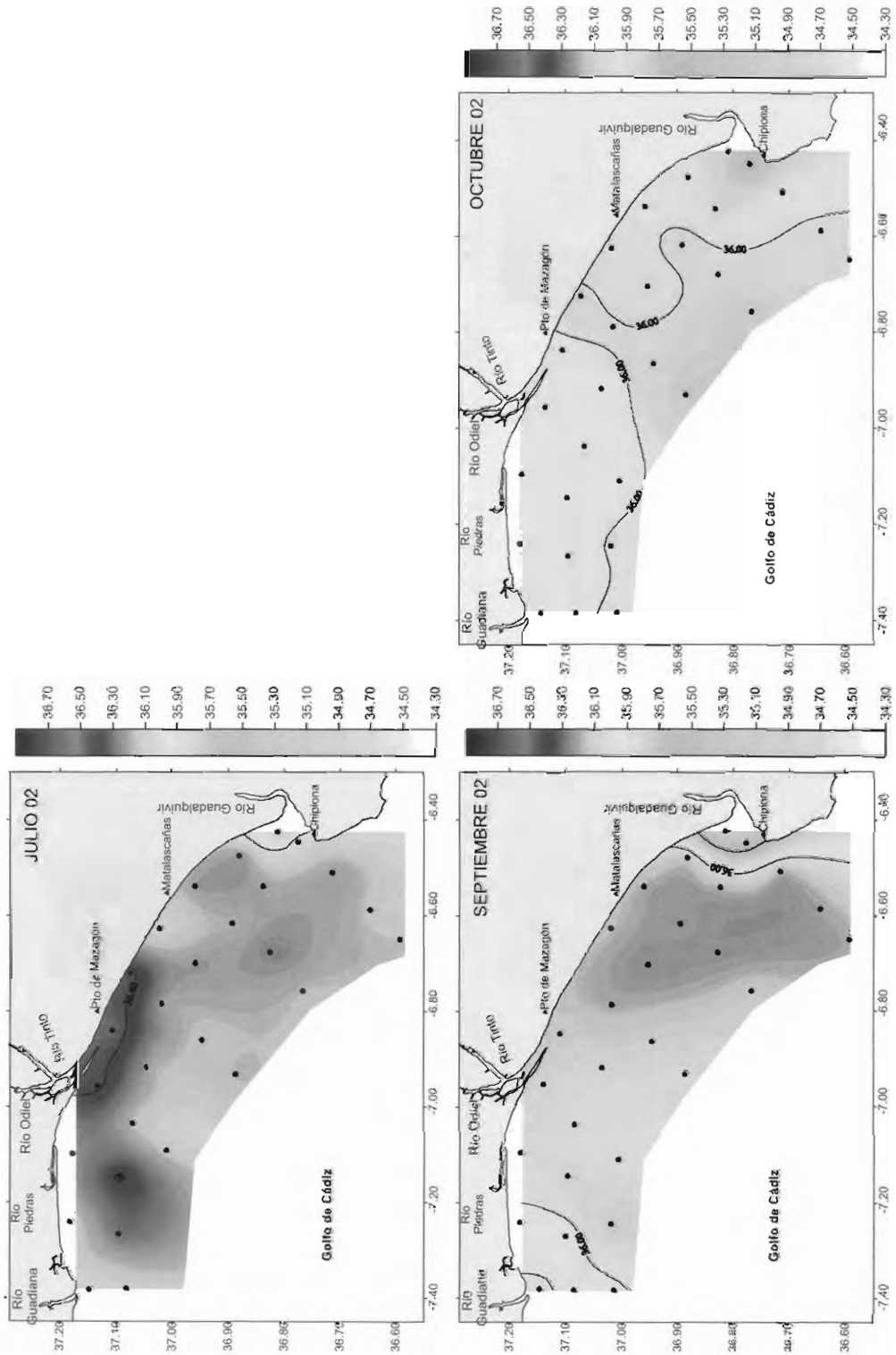


Figura 3.3.6. (continuación) Distribución espacial de la salinidad en los muestreos realizados de marzo a octubre 2002. Datos a 5m.

### Río Guadalquivir y Ría de Huelva: Influencia del aporte de dos ríos sobre la plataforma

Los resultados presentados en el apartado 3.2 señalan al área de la desembocadura del Guadalquivir por su elevada inercia térmica. Esta zona destaca entre todas por su baja salinidad ya que justo en su desembocadura se detectó de forma cuasi-permanente valores de salinidad por debajo de 35,8. Durante el invierno es aquí donde se registraron los valores más bajos de temperatura de todo el área de estudio y los más cálidos en los meses de verano. Todo esto apoya el resultado obtenido en la Figura 3.2.4 y deja entrever la influencia del Guadalquivir sobre la plataforma.

La localización inicial del aporte de este río coincide con las dos estaciones de muestreo más cercanas a su desembocadura situadas por debajo de la línea batimétrica de 10 m (bajo del Picacho). Siempre asociada a valores superiores a 4  $\mu\text{g/l}$  de clorofila a y a 40 mg/l de sólidos en esta zona, este aporte se extiende sobre la plataforma en una u otra dirección en función del momento mareal y del viento que predomine en la zona, los dos factores que determinan la hidrodinámica en el área de estudio (ver apartado 3.2). Su influencia llega a registrarse hasta la altura de la playa de Matalascañas afectando tanto a las estaciones más cercanas (ver marzo, abril, octubre) como a las más alejadas de costa dentro del área de estudio. Tanto es así que durante el muestreo de marzo llegaron a detectarse valores inferiores a 36 de salinidad a más de 10 millas de costa.

El aporte de este río incluye una elevada cantidad de nutrientes procedentes tanto del aporte natural del río como de los vertidos agrícolas realizados sobre el mismo, ya que riega gran número de hectáreas dedicadas al cultivo a lo largo de su curso. Sus aportes de nitratos, fosfatos y silicatos son los más altos registrados en el área de estudio, con concentraciones de 4,41  $\mu\text{M}$  de fosfatos y 0,3  $\mu\text{M}$  de nitratos en el muestreo de abril o superiores a 10  $\mu\text{M}$  de nitratos y de silicatos en el muestreo de marzo. Todos estos valores se corresponden con datos tomados en superficie (Figuras 3.3.7 y 3.3.9), ya que en profundidad las concentraciones de nutrientes registradas en la desembocadura del Guadalquivir compiten con las de la franja oceánica, en especial con la del sector situado al oeste de la ría de Huelva. Aún así persisten los valores elevados de nitratos y fosfatos en el bajo del Picacho situado frente a este río (Figuras 3.3.8 y 3.3.10).

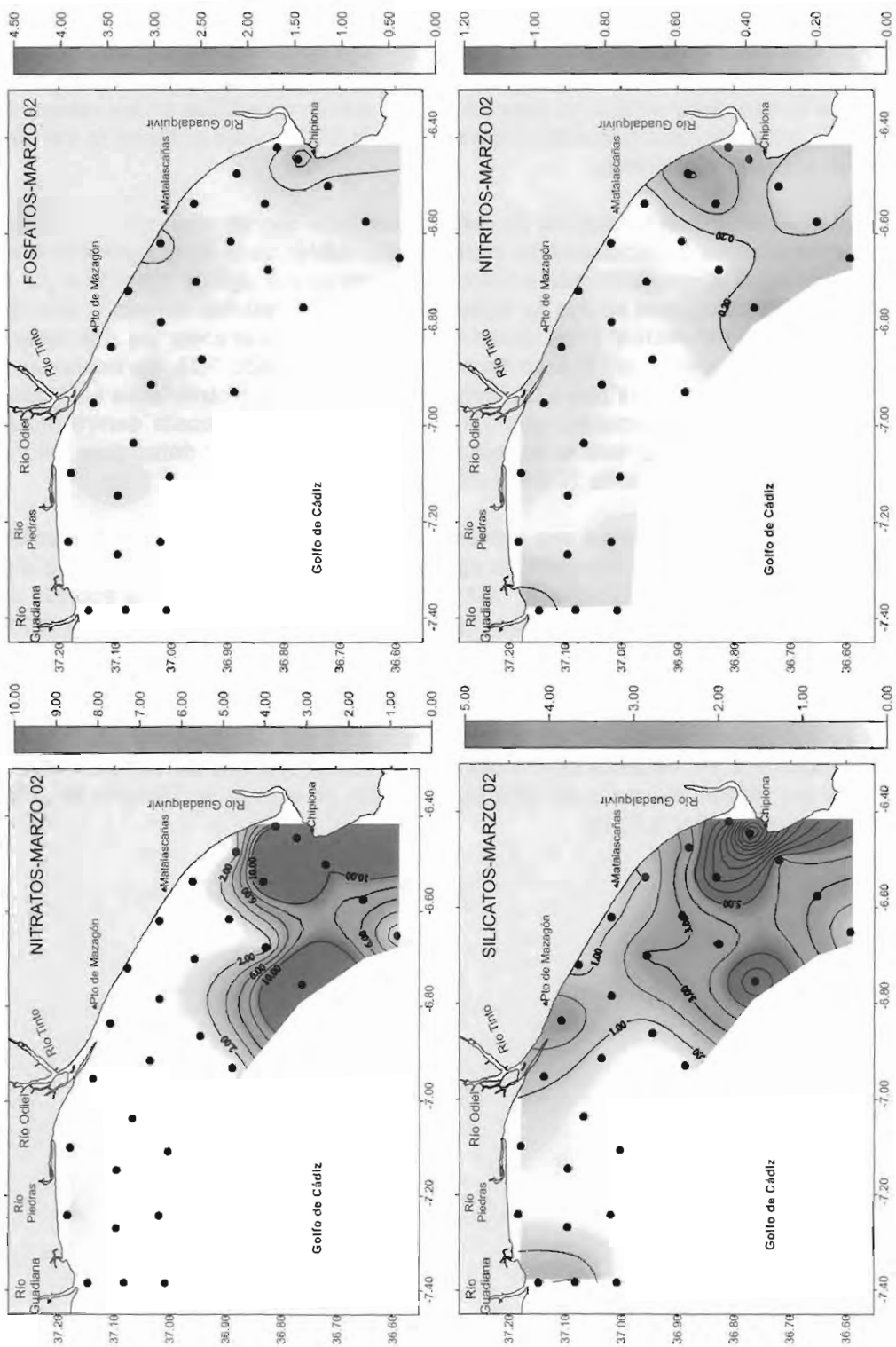


Figura 3.3.7. Distribución espacial de los nutrientes en los muestreos realizados de marzo de 2002. Datos de superficie.

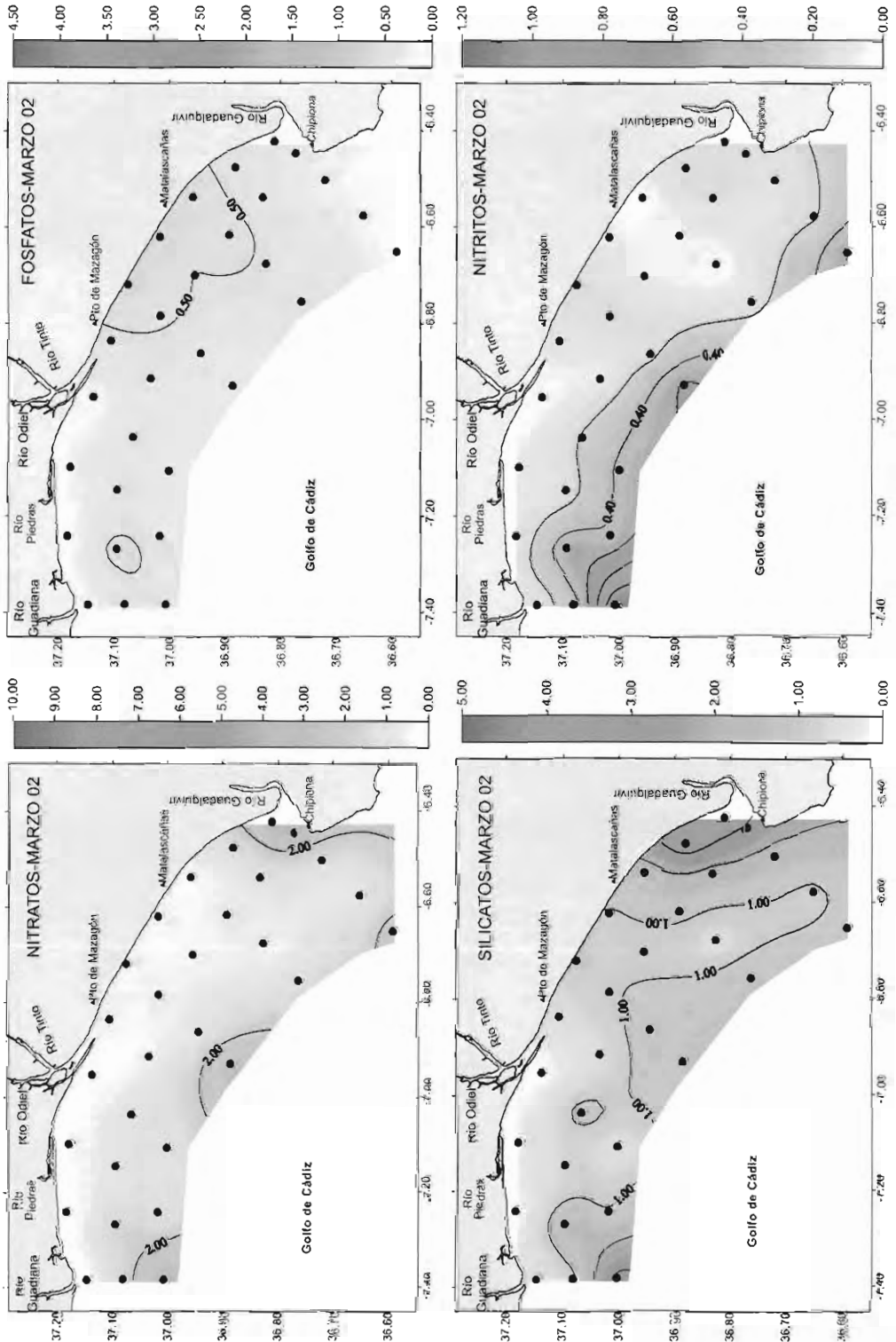


Figura 3.3.8. Distribución espacial de los nutrientes en los muestreos realizados de marzo de 2002. Datos de fondo.

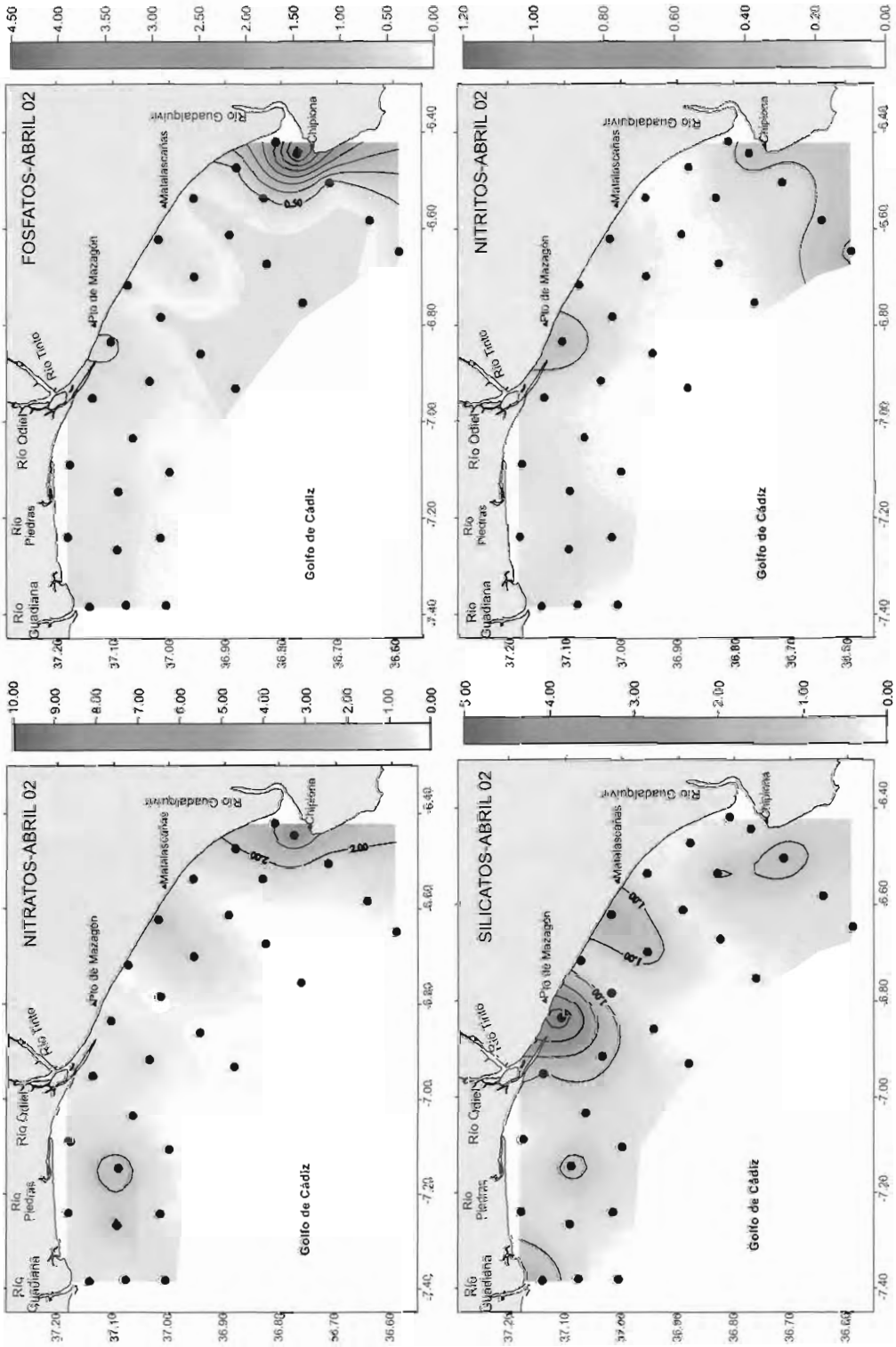


Figura 3.3.9. Distribución espacial de los nutrientes en los muestreos realizados de abril de 2002. Datos de superficie.

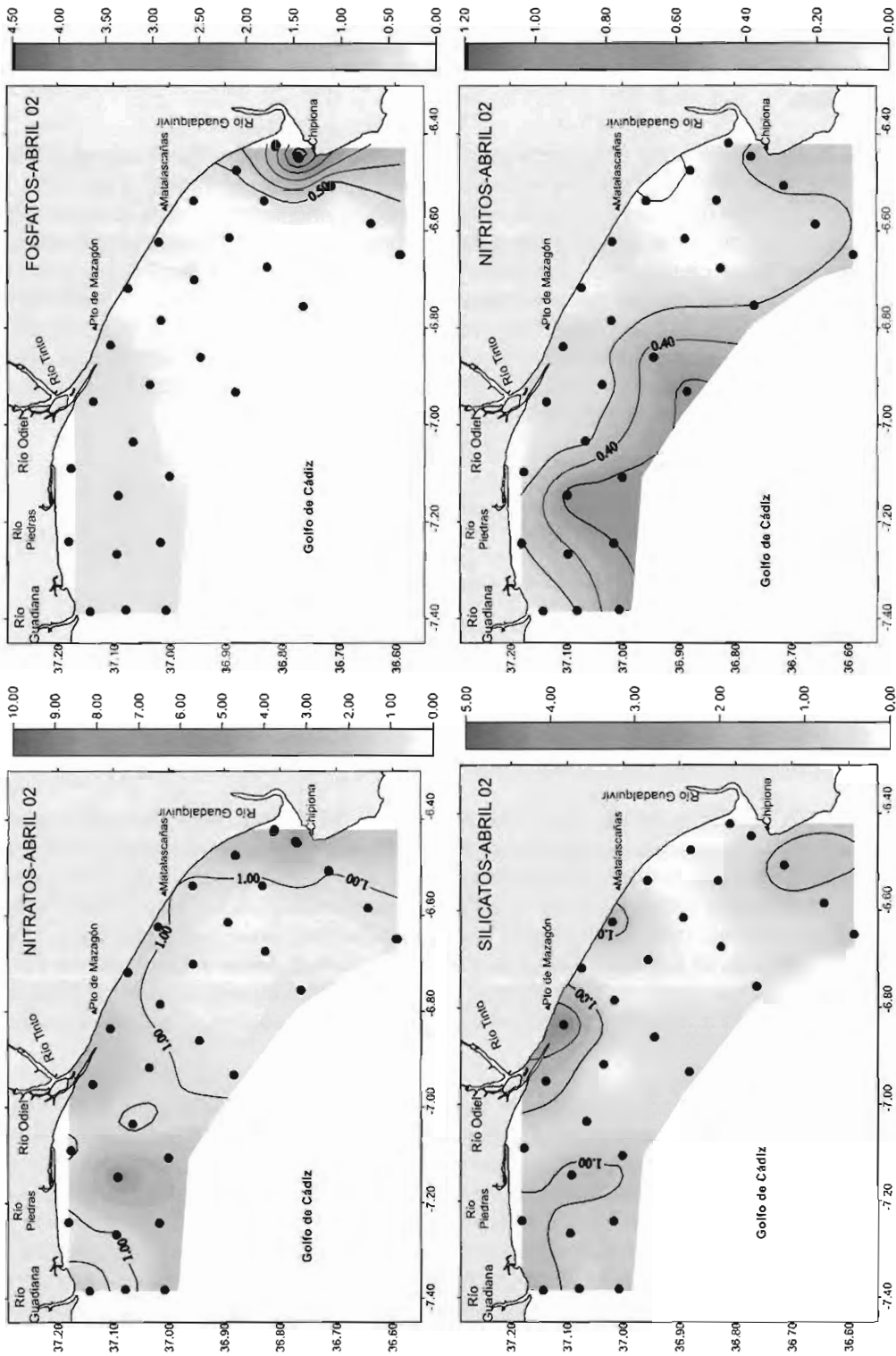


Figura 3.3.10. Distribución espacial de los nutrientes en los muestreos realizados de abril de 2002. Datos de fondo.

Este aporte de nutrientes es el responsable de que en la desembocadura del río proliferen el crecimiento de productores primarios (fitoplancton), el cual se refleja en forma de una elevada concentración de clorofila. Este fenómeno debería ser especialmente intenso durante los meses de verano en los que no se da una mezcla completa de las capas profundas ricas en nutrientes y la capa superficial.

En realidad, la presencia de una mancha de clorofila en esta zona es una constante a lo largo de todo el año sin destacar de manera especial durante los meses de verano (Figura 3.3.11). Esto nos llevó a pensar que una buena parte de esta clorofila se encuentra incluida en el aporte del propio río. Para comprobarlo se tomaron datos en distintos puntos localizados dentro del cauce del Guadalquivir, en las cercanías de su desembocadura, obteniéndose los resultados recogidos en la tabla 3.3.1. Las concentraciones tomadas dentro del río son similares o incluso ligeramente superiores a las detectadas en las estaciones marítimas más cercanas a la desembocadura del Guadalquivir. Aunque estos datos apuntarían a la posibilidad de que la procedencia de una fracción importante de la clorofila del río se trata de una serie de muy pocos datos para afirmarlo. La recogida continuará realizándose en los próximos años de este estudio.

	Clorofila a (•••µg/l)
Estaciones interiores (río)	5,279
Estaciones externas (desembocadura)	4,55

**Tabla 3.3.1.** Valores de concentración de clorofila en el interior del río Guadalquivir (tres estaciones situadas a 8,20 y 32 km) y en las estaciones situadas en su desembocadura (Ag4, Ag5 y Ag6). datos de Noviembre 2002.

Al ser muy inferior su caudal, la influencia de la ría de Huelva sobre la plataforma tiene una importancia mucho menor que la del Guadalquivir. Sólo en contadas ocasiones puede observarse en los mapas de distribución espacial claramente la influencia de la ría sobre el área de estudio. Todas ellas coincidieron con la toma de muestras en su desembocadura en un momento cercano o coincidente con la bajamar. Es el caso del mes de septiembre, en el que se detectó un núcleo de elevada concentración de sólidos justo en la desembocadura de la ría (Figuras 3.3.11 y 3.3.12). El resultado más llamativo se dio en el muestreo del mes de marzo durante el cual los valores de salinidad fueron inferiores a 35 y se detectó una concentración de sólidos en suspensión por encima de los 50 mg/l .

Curiosamente las estaciones situadas cerca de esta desembocadura si que destacan por la presencia de altas concentraciones de clorofila (Figura 3.3.10). Éstas son siempre superiores a los valores de clorofila promedio encontrados en el talud, con la única excepción del mes de mayo. Una explicación a este fenómeno puede encontrarse al observar los mapas de nutrientes. En ellos es posible comprobar como los valores más altos de silicatos (mayor de 3 µM en marzo y abril) y elevados de nitratos (superiores a 2 µM) se obtienen en la ría, diluyéndose a medida que avanzan hacia mar abierto. Tanto este cauce fluvial como el del Tinto y el Odiel se encuentran rodeados por áreas terrestres dedicadas a agricultura intensiva, polos petroquímicos y zonas turísticas, de manera que era de esperar este aporte de aguas residuales ricas en nutrientes y, en consecuencia, la proliferación de clorofila en su desembocadura.

El aporte de estos dos ríos se extiende sobre la plataforma en una dirección preferente que coincide con la orientación de las líneas de batimetría. Es la franja comprendida entre la costa y los

30 m de profundidad la que marca el patrón de distribución de los sólidos y la clorofila procedentes de sus aportes. Este fenómeno se produce con especial claridad en la capa más profunda del área comprendida entre la ría de Huelva y la desembocadura del Guadalquivir, donde la batimetría deja un espacio más amplio entre ambas isóbatas. Es esta la zona en la que con mayor frecuencia se han registrado valores de clorofila y sólidos similares a los de la desembocadura de estos dos ríos (Figuras 3.3.11, 3.3.12 y 3.3.13). En su flanco oriental, este área se extiende hasta la altura de Chipiona, donde ocasionalmente se han llegado a detectar más de 40 mg/l de sólidos en el fondo. Su aparición coincide con los meses de marzo, junio y julio en los que soplaron vientos de NO, por lo que la corriente debió dirigirse hacia el SE y hacia mar abierto de manera que la procedencia de esta mancha sería también un aporte de sólidos del Guadalquivir.

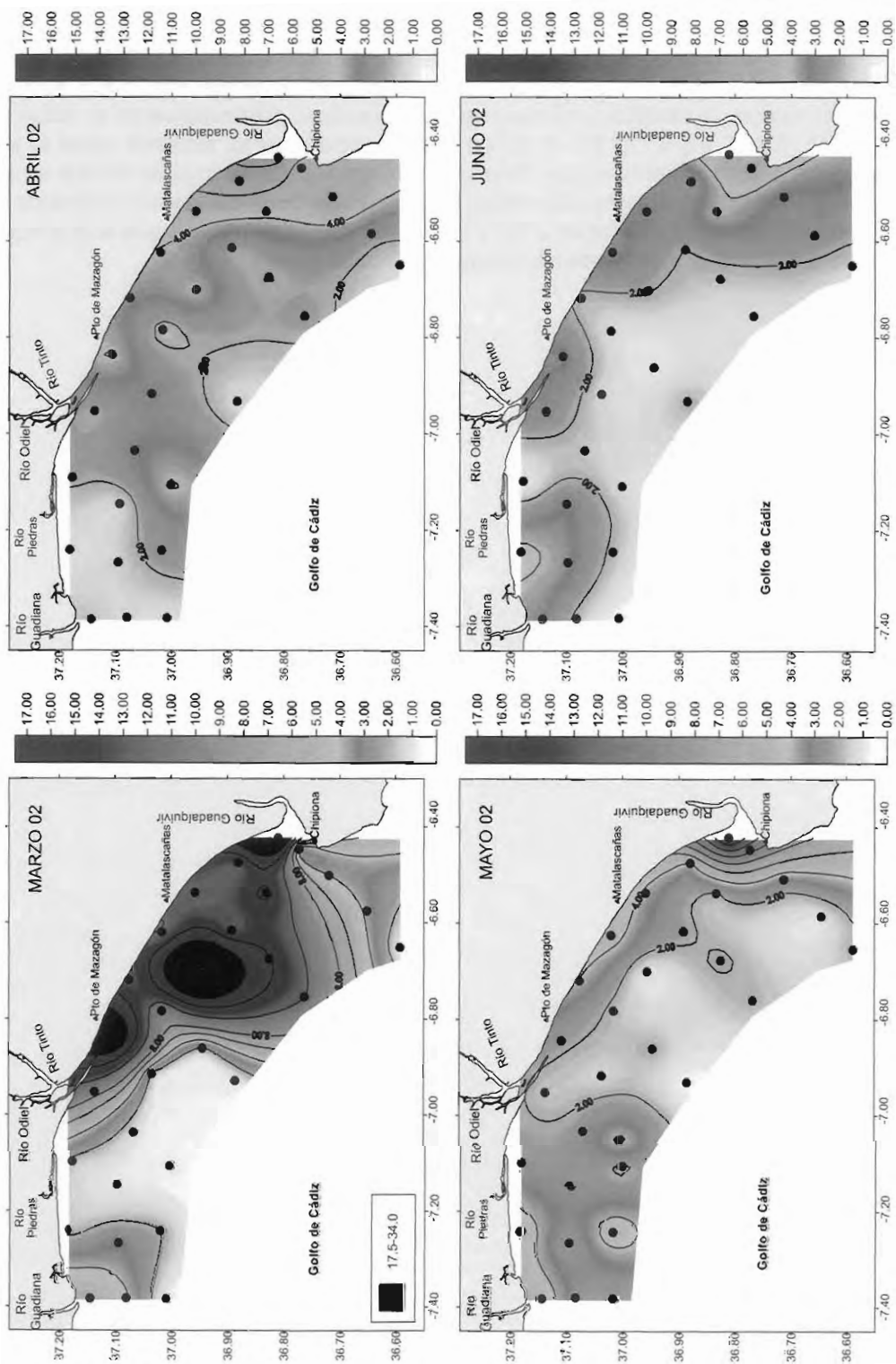


Figura 3.3.11. (continuación) Distribución espacial de Clorofila a (µg/l) de marzo a junio de 2002. Datos de superficie.

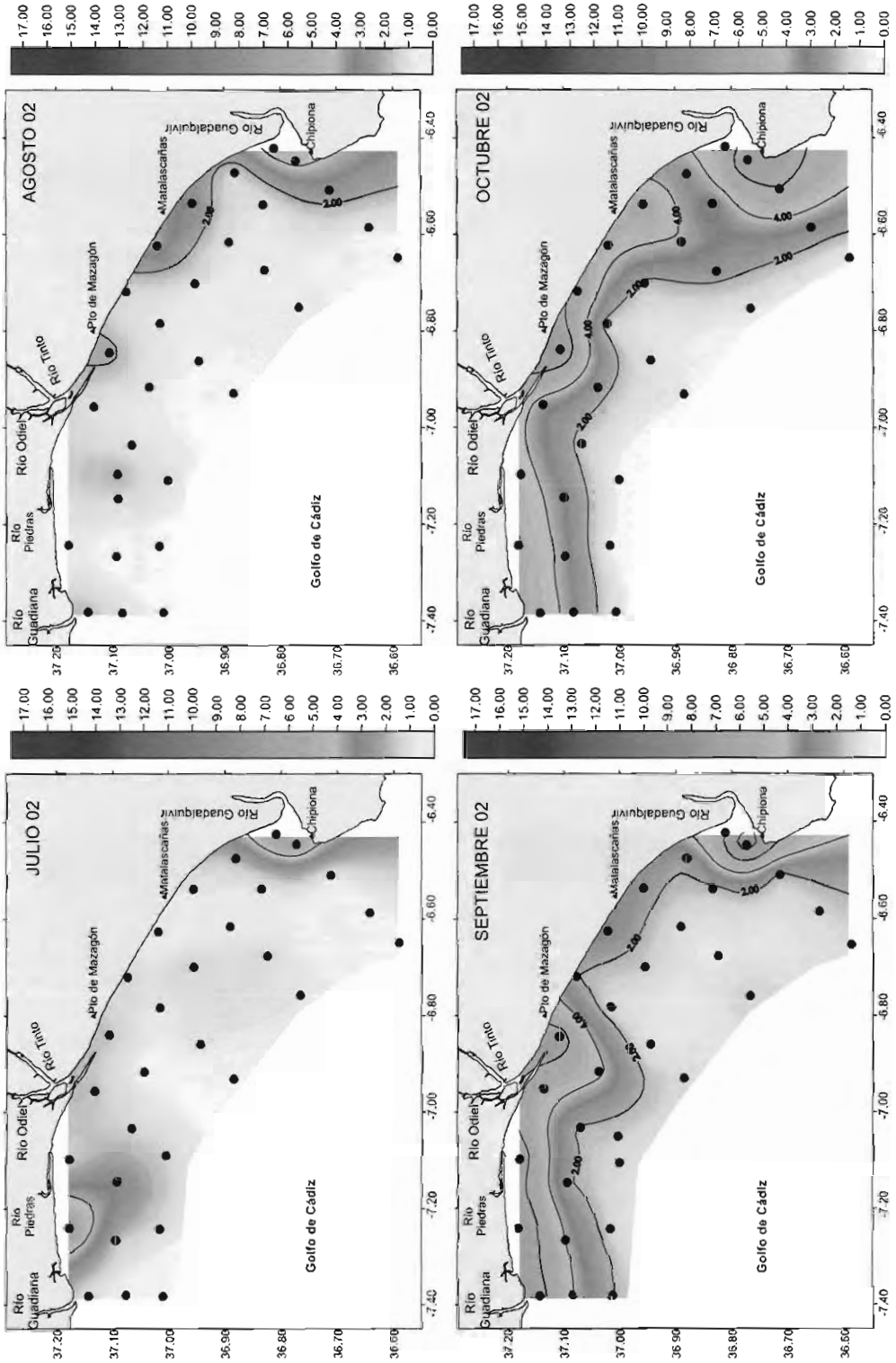


Tabla 3.3.11. (continuación) Distribución espacial de Clorofila a ( $\mu\text{g/l}$ ) de julio a octubre de 2002. Datos de superficie.

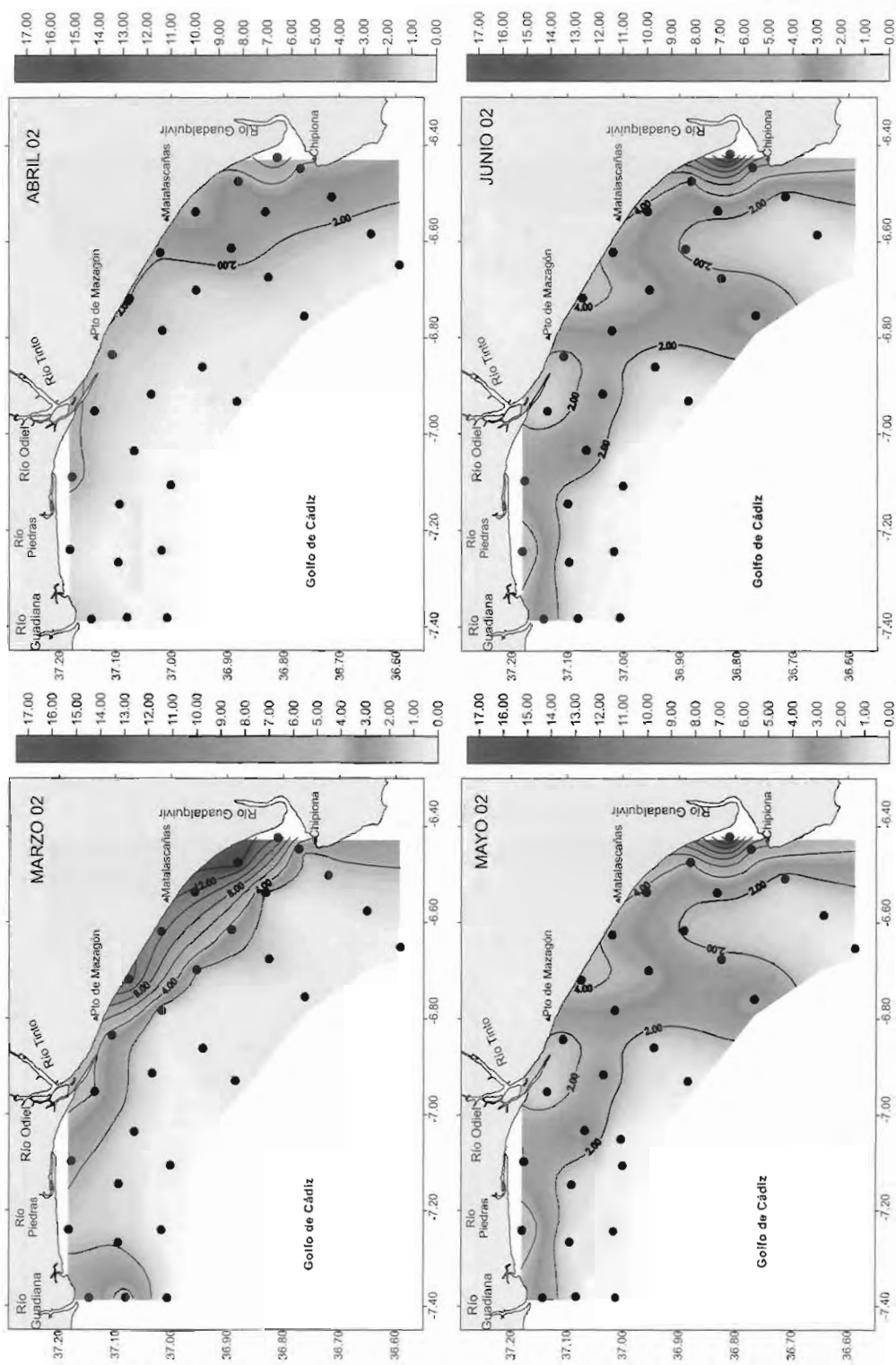


Tabla 3.3.11. (continuación) Distribución espacial de Clorofila a (ug/l) de marzo a junio de 2002. Datos de fondo.

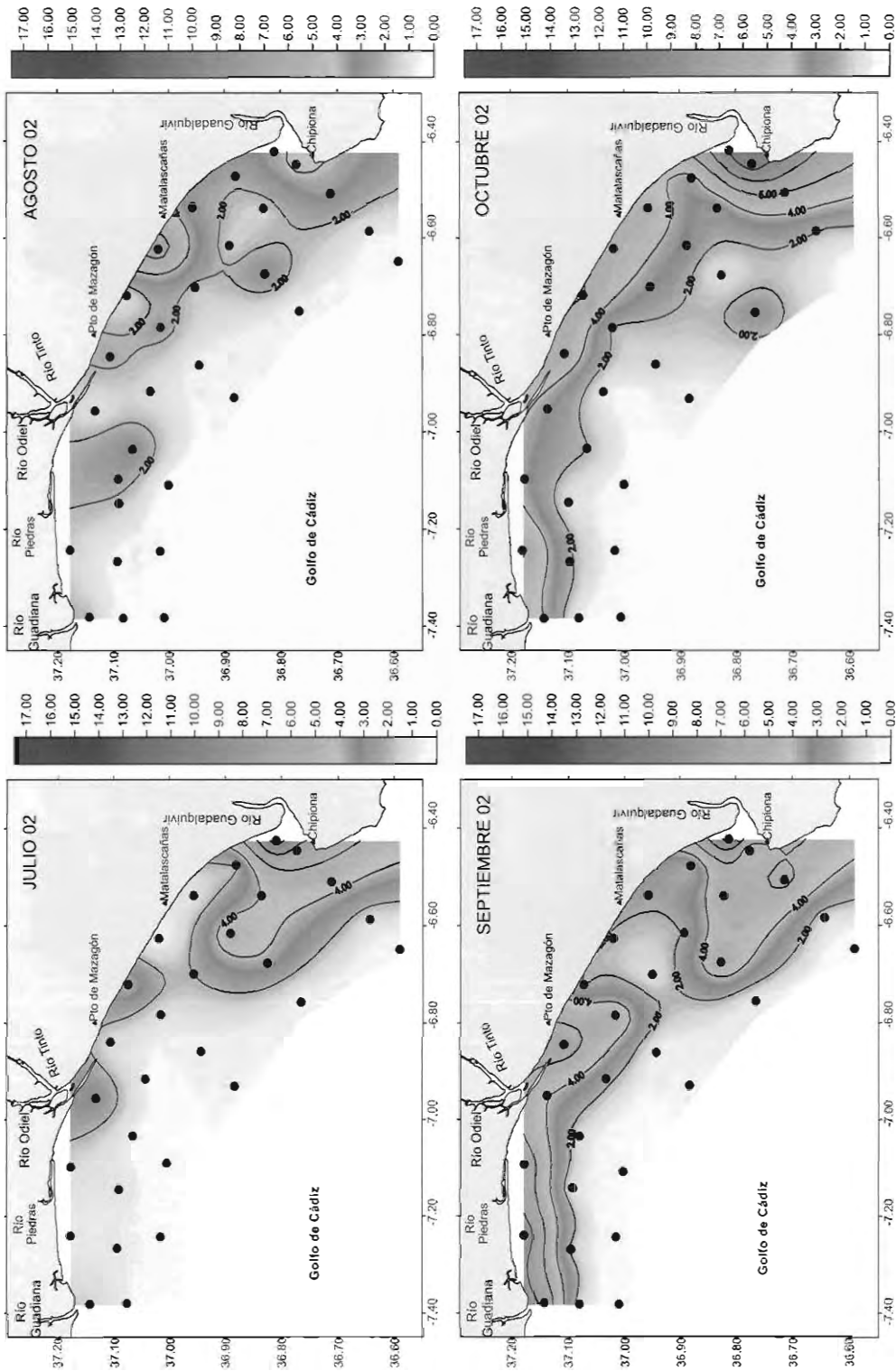


Tabla 3.3.11. (continuación) Distribución espacial de Clorofila a (ug/l) de julio a octubre de 2002. Datos de fondo.

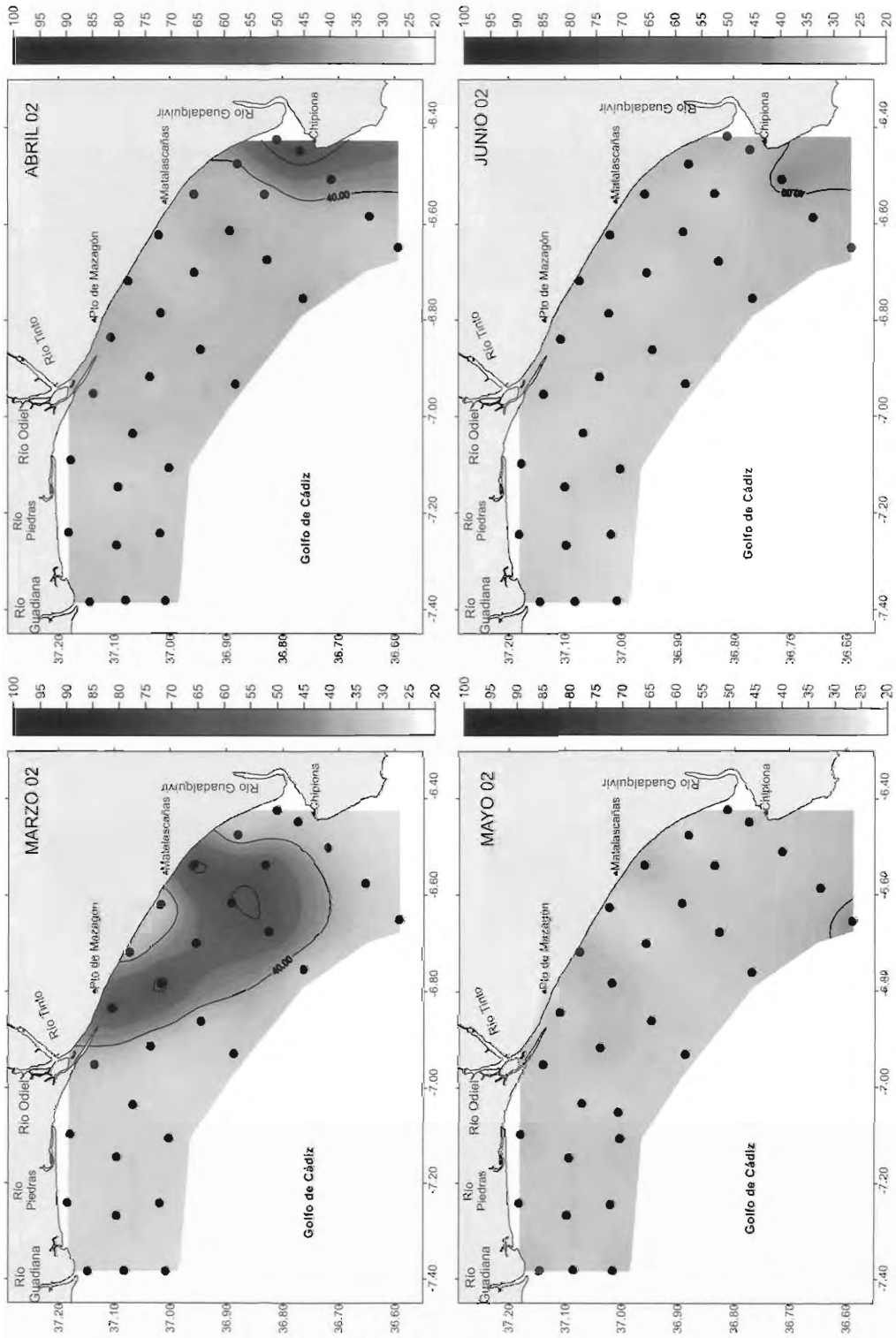


Tabla 3.3.12. Distribución espacial de sólidos en suspensión (mg/l) en la superficie de marzo a junio de 2002.

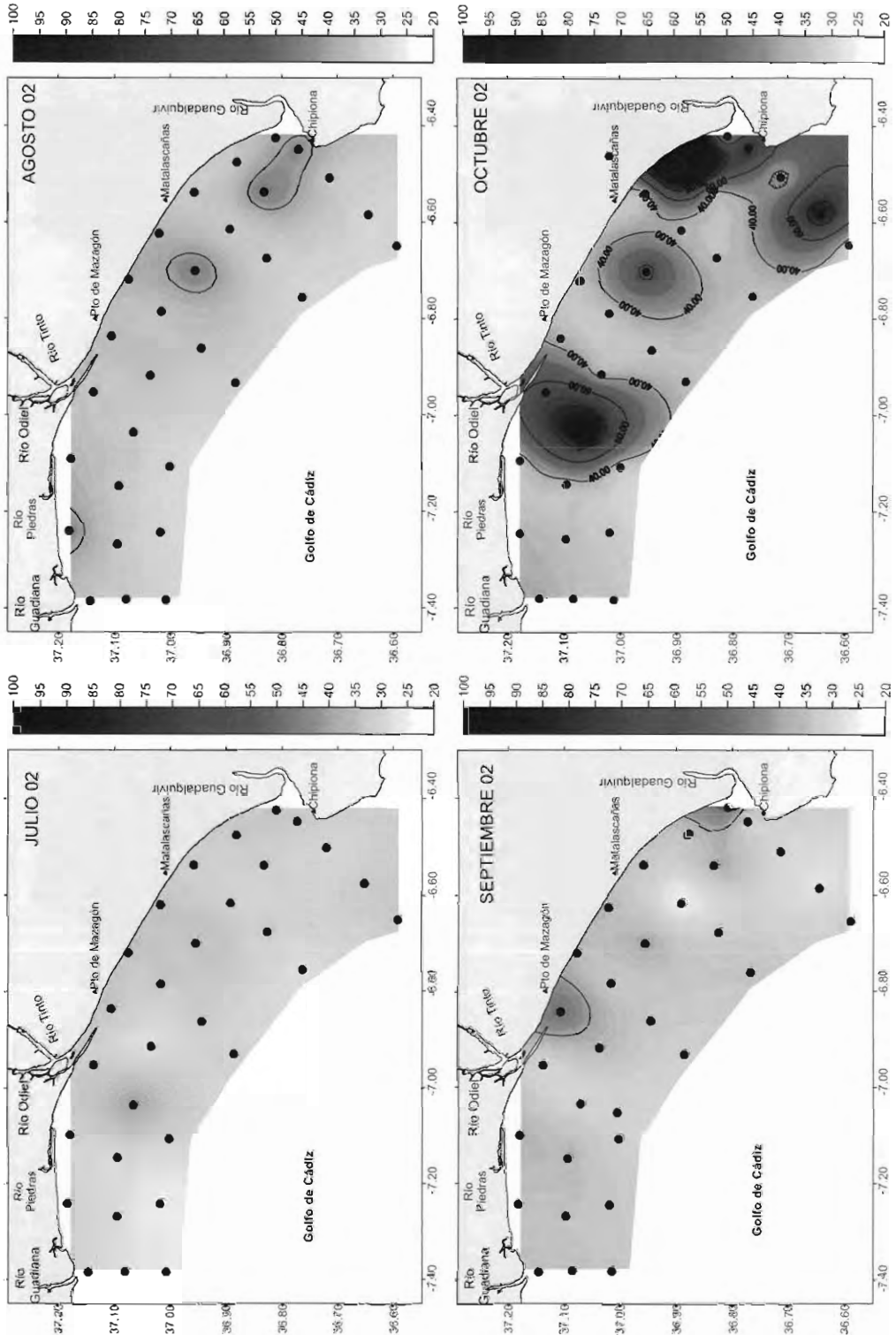


Tabla 3.3.12. (continuación) Distribución espacial de sólidos en suspensión (mg/l) en la superficie de marzo a junio de 2002.

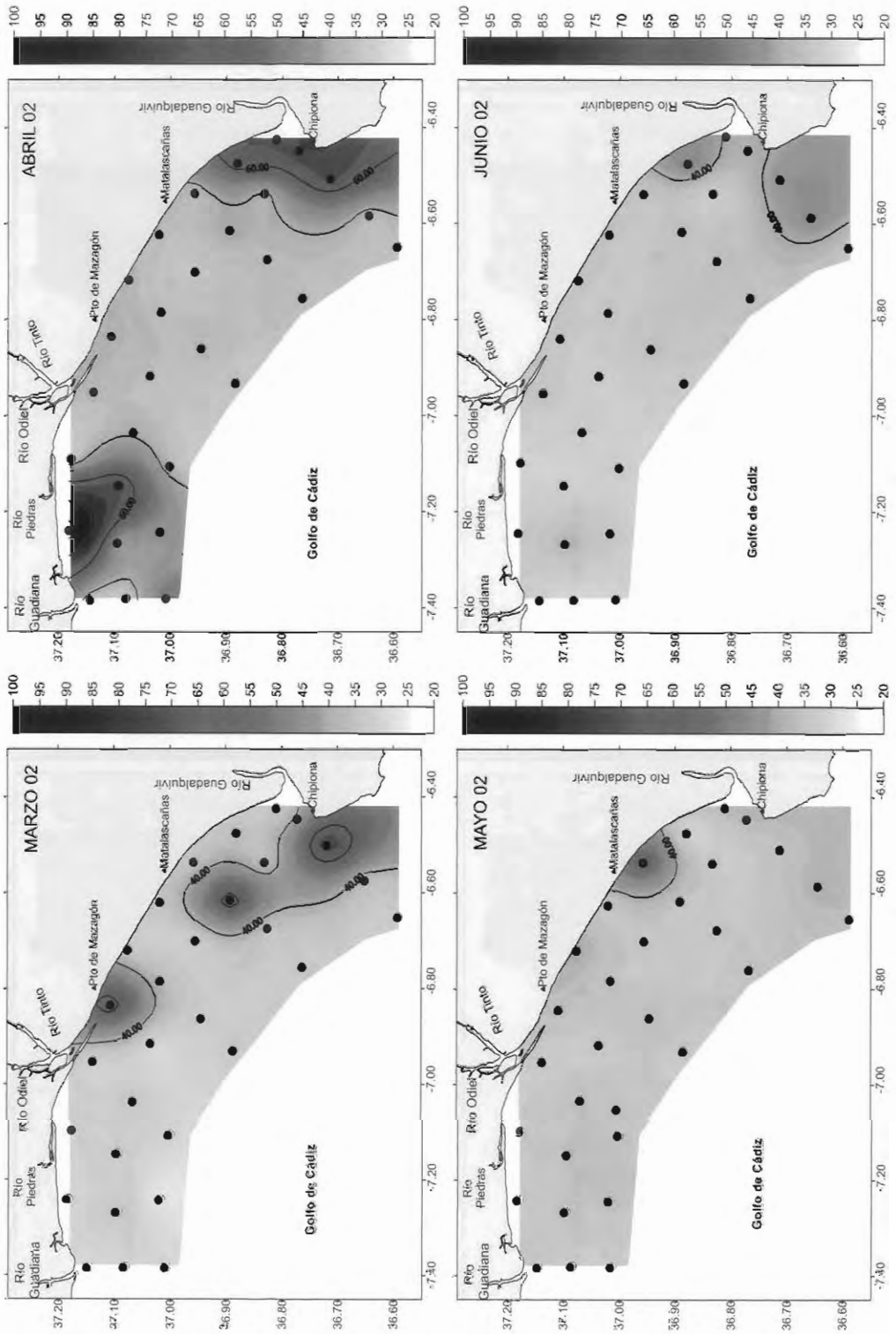


Tabla 3.3.13. Distribución espacial de sólidos en suspensión (mg/l) en el fondo de marzo a junio de 2002.

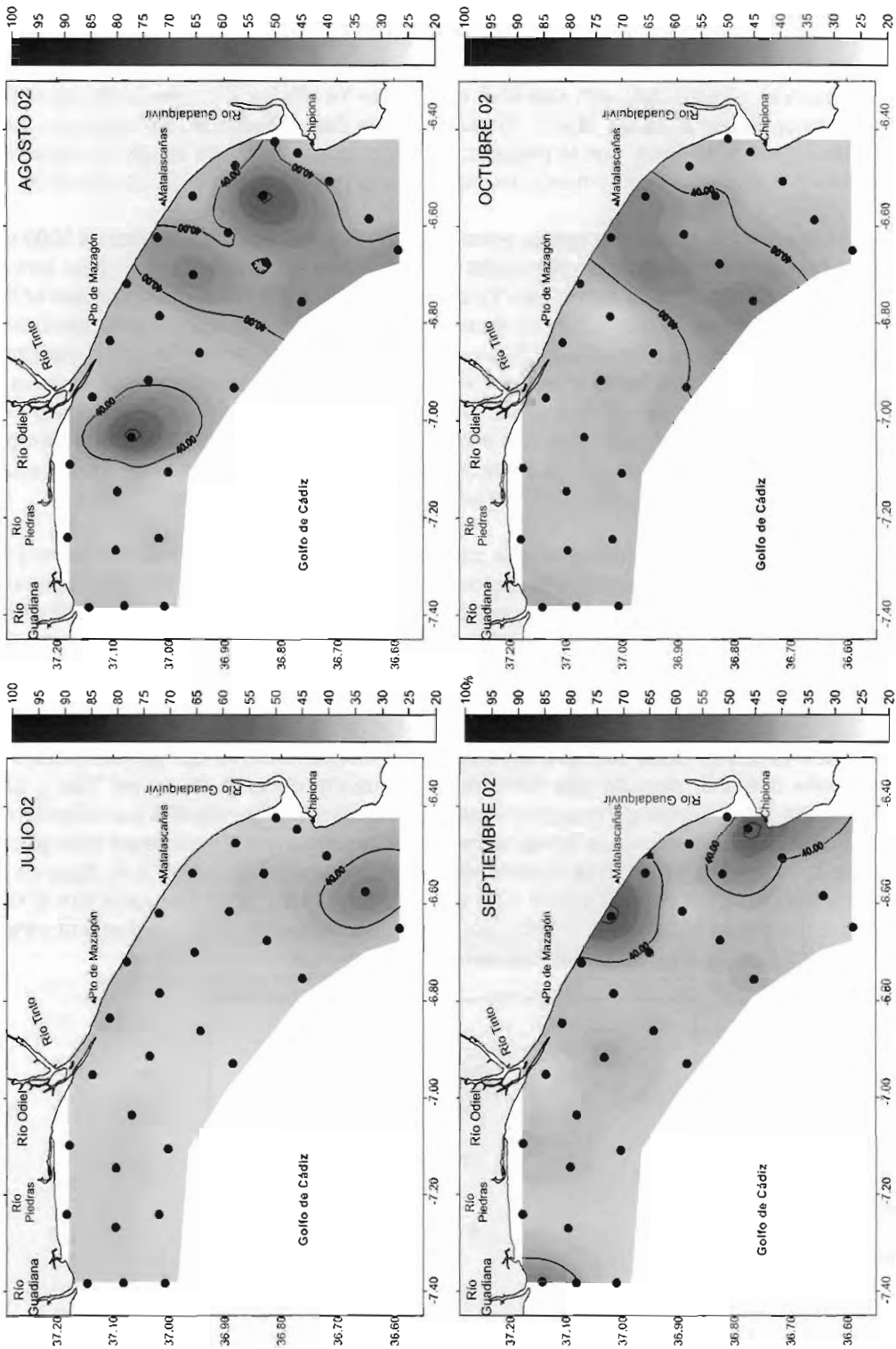


Tabla 3.3.13. (continuación) Distribución espacial de sólidos en suspensión (mg/l) en el fondo de julio a octubre de 2002.

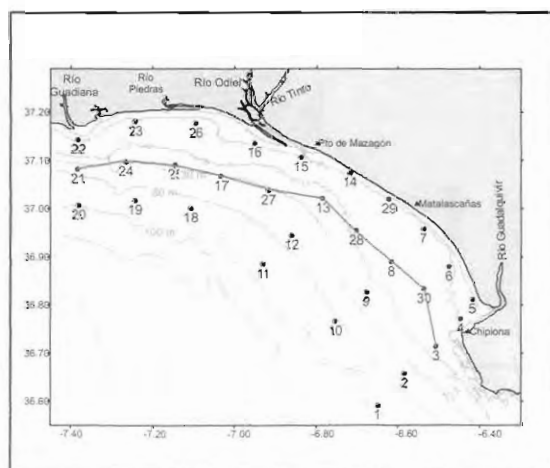
### Río Guadiana y Río Piedras: Influencia de la franja oceánica sobre la plataforma

En la franja más occidental se han detectado con menor frecuencia aportes de los ríos. En la mayoría de los muestreos realizados no se registraron bajas salinidades en la desembocadura del Guadiana o el río Piedras. Aún así, en muestreos como el de abril, junio, septiembre y octubre es posible observar núcleos con una salinidad que ronda los 35.9 y con una carga de sólidos en suspensión menor que la del Guadalquivir. El estudio de la desembocadura de estos ríos coincidió, en la mayoría de las ocasiones, con la pleamar. Por ello, la detección de su aporte sobre la zona podría tener relación directa con el momento mareal en el que se recogieron las muestras.

En realidad se trata de dos ríos con un escaso caudal desde que el 8 de febrero de 2002 se inauguró la presa de Alqueva en el Alentejo portugués. Situada sobre el Guadiana es el mayor embalse de toda Europa, con una capacidad de 4150 hm<sup>3</sup> y un volumen de 3150 hm<sup>3</sup> en explotación normal. La inauguración de esta presa ha hecho que el caudal del Guadiana se reduzca considerablemente y, en consecuencia, también lo haya hecho su influencia sobre el área de estudio. De todas maneras, esta franja occidental se caracteriza por la presencia de la lengua de agua fría que detectábamos en la distribución espacial de la temperatura. Al observar la Figura 3.3.1 puede identificarse con facilidad la presencia de esta franja de agua fría en el sector occidental del área de estudio desde la desembocadura del Guadiana hasta la desembocadura del río Piedras. En ella, en los meses de marzo a junio, no se superaron los 17 °C tanto en costa como en las estaciones más profundas.

En los meses de julio a octubre se dan valores de temperatura algo más elevados (16 a 20 °C), aunque sigue siendo el área más fría de toda la zona. Este patrón se conserva incluso en los meses de verano, por lo que se elimina la posibilidad de que su existencia se encuentre relacionada con las aguas del Guadiana o del Piedras a pesar de que su salinidad sea inferior a 36.2 en marzo, abril y junio. En los muestreos como el de mayo o julio no se registra esta correspondencia bajas temperaturas- baja salinidad.

Esta zona presenta unas condiciones especiales siendo descrita por los pescadores como un área con una corriente singular que siempre se encuentra cargada de aguas frías y se dirige hacia el este. Los datos de campo muestran que su concentración de clorofila y producción primaria es similar a las del conjunto de la franja costera, presentando una temperatura más baja que la del agua que la rodea, especialmente durante los meses de verano (Figura 3.2.4). Esto se debe a que el calentamiento típico de esta época deja una impronta menor en ésta que sobre el resto de las aguas que ocupan la plataforma. Parece por tanto que, factores como la influencia continental o el aporte de los ríos no afectan a esta estructura.



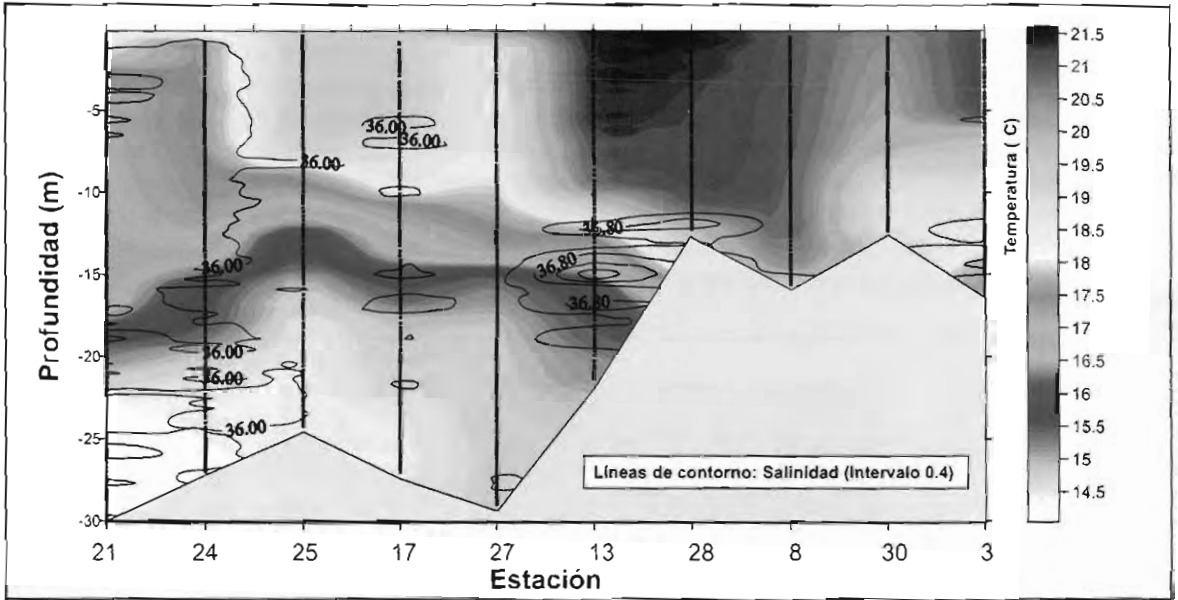


Figura 3.3.14. Transecto vertical de temperatura (°C) y salinidad en las estaciones indicadas en el mapa superior.

Al realizar una representación de los valores de temperatura y salinidad con el SB-19 en una serie de estaciones que siguen la línea de costa (Figura 3.3.14), puede observarse como la presencia de esta masa de agua fría se detecta más claramente bajo la superficie. Este cierto hundimiento, junto a sus características térmicas y de salinidad, hace sospechar que procede de las aguas afloradas al oeste de nuestra zona de estudio.

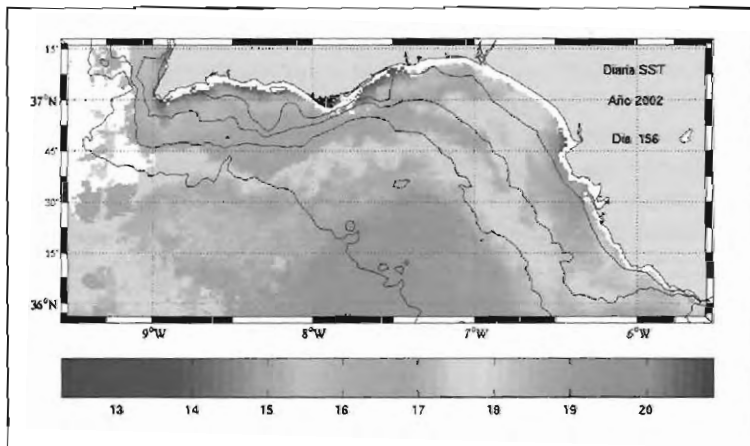


Figura 3.3.15. Imagen de AVHRR (NOAA) del 5 de junio.

Las imágenes de temperatura térmica superficial de la serie de satélites NOAA aportan una visión de conjunto del Golfo más amplia. Estas muestran una línea de agua fría que, en numerosas ocasiones, cubre la totalidad de la franja costera del sur de Portugal. En estas imágenes, como la del 5 de junio (Figura 3.3.15), puede distinguirse como esta masa de agua penetra en la plataforma. Se trata de un patrón que se repite durante regímenes de viento de componente oeste. Autores como Folkard (1997) o Vargas (2002) ya apuntaban a la existencia de una relación entre esta entrada de aguas frías sobre la plataforma con la extensión del agua central nor-atlántica que

aflora en el cabo San Vicente y el cabo Santa María y se desplaza hacia el SE durante este régimen de vientos. Además, durante la Ictio-Alborán 95 (Rubin *et al.*, 1999) se localizó en esta zona una interfase con el ACNA entre los 50 y 80 m. Ésta es una profundidad más somera que los 100 m que Villanueva y Gutierrez-Mas (1994) consideran como la ubicación habitual de esta masa de agua en el golfo de Cádiz. Todo esto apoyaría la teoría de que esta lengua de agua fría procede de la extensión de aguas afloradas al oeste de la zona de estudio. Durante regímenes de poniente la salida de agua de costa se compensaría con la entrada de esta agua fría sobre la plataforma. Su influencia llega a extenderse más allá incluso de la ría de Huelva, con una distribución que sigue la batimetría presente en la zona (Figura 3.3.16, imagen del 20 de mayo).

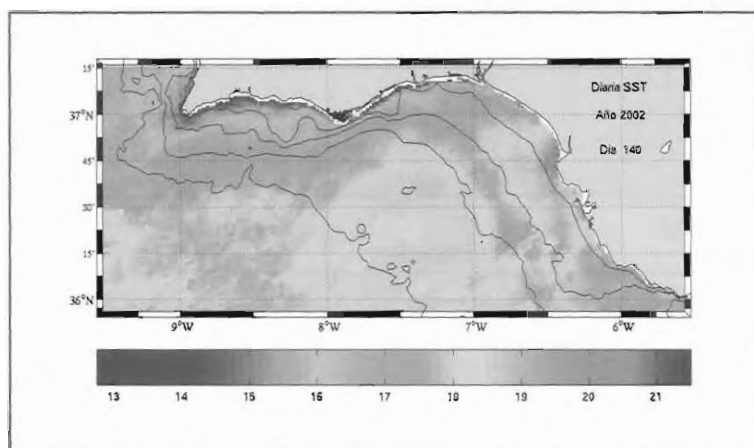


Figura 3.3.16. Imagen de AVHRR (NOAA) del 20 de mayo.

Los datos obtenidos en los próximos años de estudio permitirán confirmar esta teoría. Lo que sí parece seguro es que se encuentra relacionada con la presencia de elevadas concentraciones de nutrientes en los últimos metros de la columna de agua (valores de fondo). Éstas oscilaron entre los 3,23-5,8  $\mu\text{M}$  de nitratos, 0,47-4,41  $\mu\text{M}$  de fosfatos y 3,27-0,406  $\mu\text{M}$  de silicatos registrados en los muestreos de marzo a abril de 2002. Este aporte de nutrientes debe encontrarse relacionado con los altos valores de clorofila presentes entre el río Guadiana y la ría de Huelva. A pesar de situarse en la franja costera, los bajos valores de sólidos en suspensión de la zona apuntan a que no se encuentran relacionados con los aportes de estos dos ríos por lo que su origen estaría en las aguas afloradas en Portugal.

### 3.3.3.- Aparición de un bloom de fitoplancton en el muestreo de marzo de 2002

Otro de los acontecimientos dignos de mención es la aparición de un bloom de fitoplancton en la totalidad del área de estudio durante marzo de 2002. En esta fecha la salinidad de la zona, alcanzó su valor más bajo, 35.8 (Figura 3.3.1) que se registró tras un periodo de elevada pluviosidad comprendido del 12 al 17 de marzo. En estos días, la presa de Alcalá alcanzó su pico más alto, 406  $\text{m}^3/\text{sg}$ , por lo que las descargas del río Guadalquivir sobre la zona fueron las más abundantes de todo el periodo de estudio.

Este fenómeno tuvo repercusiones en parámetros como la clorofila (Figura 3.3.17). Su valor máximo, 5.99  $\mu\text{g/l}$ , se registró en el muestreo realizado tras este temporal. Este valor resulta de promediar 8.59 de superficie y 3.39 de fondo obtenidos en toda la zona de estudio y son muy altos si los comparamos con las concentraciones habituales en superficie y fondo sobre la plataforma (1-2.5  $\mu\text{g/l}$ ). Este pico coincide con el porcentaje más alto de oxígeno, 9.247  $\text{mg/l}$ , por lo que todo apunta a que en estas fechas tuvo lugar un bloom de fitoplancton.

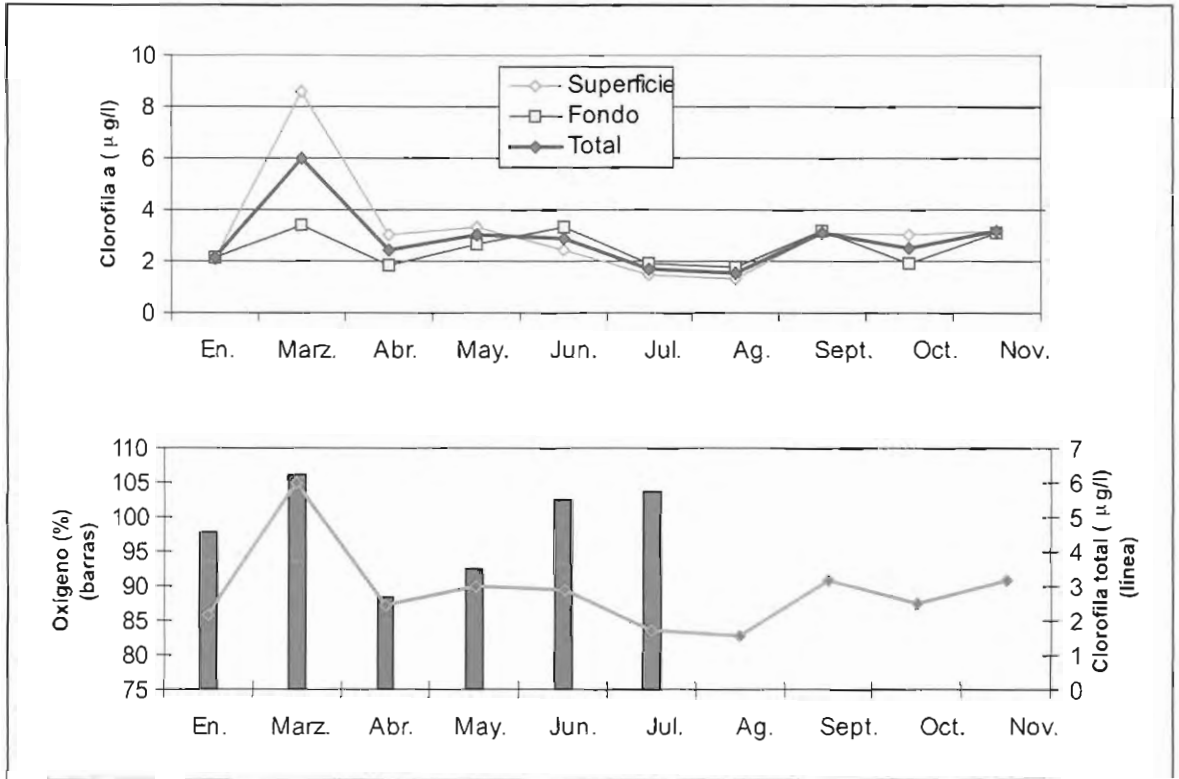


Figura 3.3.17. Evolución de la evolución de la clorofila (mg/l) y oxígeno (%) en el área estudiada.

La fuerza del temporal de poniente registrado en los días previos a este fenómeno fue tal que obligó a la flota pesquera de Huelva y Cádiz a permanecer amarrada en puerto. En los datos de meteorología puede verse que este evento estuvo acompañado por fuertes precipitaciones y vientos de hasta 200 km/h. En estos días (del 12 al 17) llegaron a caer un total de 476 décimas de mm de lluvia, superando en sólo 5 días los 399 décimas de mm caídas en enero y febrero de este año. Este fuerte periodo de lluvias fue seguido de otro, coincidente con nuestro muestreo, en el que vientos flojos de levante calentaron la masa de agua hasta el punto de ascender hasta 3.5 °C en la estación 28 y 1 °C en el resto de las estaciones (datos de los primeros metros de la columna)<sup>2</sup>. Este bloom, por tanto, debió ser el resultado de la fertilización de la zona por los aportes de nutrientes de los ríos, acompañada por unas altas temperaturas que crearon el caldo de cultivo ideal para el crecimiento de fitoplancton. De hecho en estos días se registraron concentraciones más altas de lo habitual de fosfatos y nitratos (mayor de 50 µM) asociadas a la desembocadura del Guadalquivir.

Este fenómeno es especialmente claro en la franja comprendida desde la ría de Huelva al Guadalquivir, ocupando tanto estaciones costeras como oceánicas. En esta zona se encuentra las temperaturas más altas, asociadas a una elevada concentración de clorofila que llega a alcanzar 34 µg/l en una de las estaciones situada frente a Matalascañas (Figura 3.3.18). También coincide con una gran cantidad de sólidos en suspensión localizados entre costa y la isóbata de 30 m. De todos ellos, un 72-76% es materia inorgánica procedente del río Guadalquivir y/o de la ría de Huelva ya que se encuentra asociado a salinidades inferiores a 36.

<sup>2</sup> Datos del muestreo realizado del 12 al 15 de marzo que hubo de suspenderse por mal tiempo.

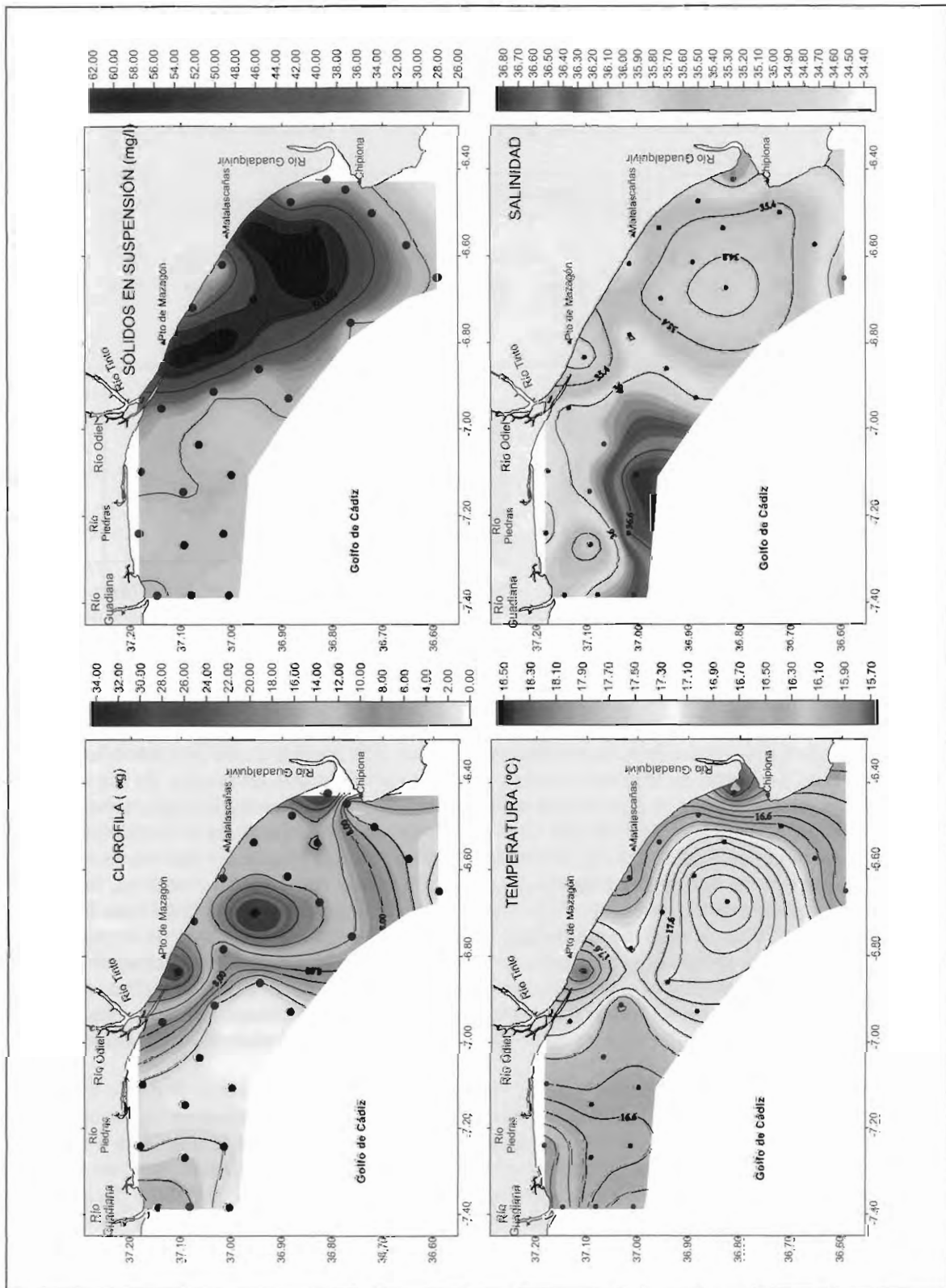


Figura 3.3.18. Distribución espacial de clorofila, sólidos en suspensión, temperatura y salinidad en el muestreo de marzo de 2002.

Las condiciones anómalas de temperatura registradas durante este mes y la aparición de este bloom de fitoplancton tuvo sus repercusiones en la puesta de especies de reproducción estival como el boquerón. Éstas se analizarán en apartados posteriores.

### 3.3.4.-Estratificación

Otro de los procesos que tienen lugar a lo largo del año es la aparición y desaparición de la termoclina estacional. Se trata de un proceso típico de los meses estivales producido por la intensa radiación solar a la que se encuentran sometidos los primeros metros de la columna de agua durante estas fechas. Su aparición determina la estructuración de la columna de agua en dos capas, una superior donde se dan las condiciones de luz adecuadas para el crecimiento del fitoplancton y una inferior que representa un reservorio de nutrientes que ascenderán a superficie al mezclarse las dos capas durante los meses invernales. Algunos autores ya apuntaban la existencia de esta estructura en el Golfo durante los meses de verano, identificándola con la aparición de un gradiente térmico en la vertical de 5°C/100 m (Villanueva y Gutiérrez-Mas, 1994). El proceso de formación de esta termoclina estacional también existe en las aguas que ocupan la plataforma y es algo más complejo que en aguas oceánicas. En su aparición se solapan el aporte de agua dulce de origen fluvial (cálida en verano y fría en invierno) y la influencia oceánica, en las estaciones más profundas y en la franja más occidental del área de estudio.

Al comparar los perfiles verticales de temperatura que hemos obtenido a lo largo de todos estos muestreos (Figura 3.3.19) podemos detectar cual parece ser la evolución de la estratificación en el golfo de Cádiz a lo largo de un año. Dejando de lado el muestreo de marzo que presentó unas características especiales, la evolución registrada en el 2002 podría ser la típica en un ciclo anual, siempre con las variaciones generadas por las particulares situaciones meteorológicas del año a considerar.

En los meses invernales (enero y abril), la columna de agua en estaciones oceánicas y costeras presentó una mezcla completa ni siquiera alterada por el aporte de agua fría y dulce de los ríos. La estratificación comienza a hacer su aparición durante el mes de mayo en las estaciones más oceánicas, en las que ya se detecta una diferencia de temperatura entre el fondo y la superficie de 2 y 3 °C. Las estaciones de mar abierto situadas entre la desembocadura de la ría de Huelva y la del Guadiana (estaciones Ag17, Ag18, Ag19, Ag21, Ag24, Ag25, Ag27), son las que registran los gradientes más acusados de temperatura, 2 °C en 2-10 m.

Es en los meses siguientes, conforme avanza la época estival, cuando esta estratificación se asienta sobre la plataforma. En junio se detectó en la práctica totalidad de la zona de estudio. La franja oceánica es la que presenta una estratificación mejor definida con un gradiente térmico superior al de mayo, registrándose variaciones de 3 a 5 °C en pocos metros. Los gradientes térmicos menos acusados se sitúan en las estaciones más cercanas a costa (de profundidad inferior a 10 m) oscilando entre 2 y 5 °C en 10 m.

Los meses de verano, de julio a septiembre, suponen la consolidación de la termoclina estacional en el área, con gradientes de temperatura de 4 a 6 °C en 10 m e incluso de 7 °C/30 m (julio, estación 10) en las estaciones de mar abierto. En septiembre se encontraron estaciones con una doble termoclina, ya que se solapan la formada por el calentamiento diario de los primeros metros de la columna de agua con la termoclina estacional. En estos meses sólo las estaciones cercanas a la desembocaduras de los ríos, en las que las temperaturas son muy elevadas en toda la columna de agua, no presentaron ningún tipo de estratificación térmica.

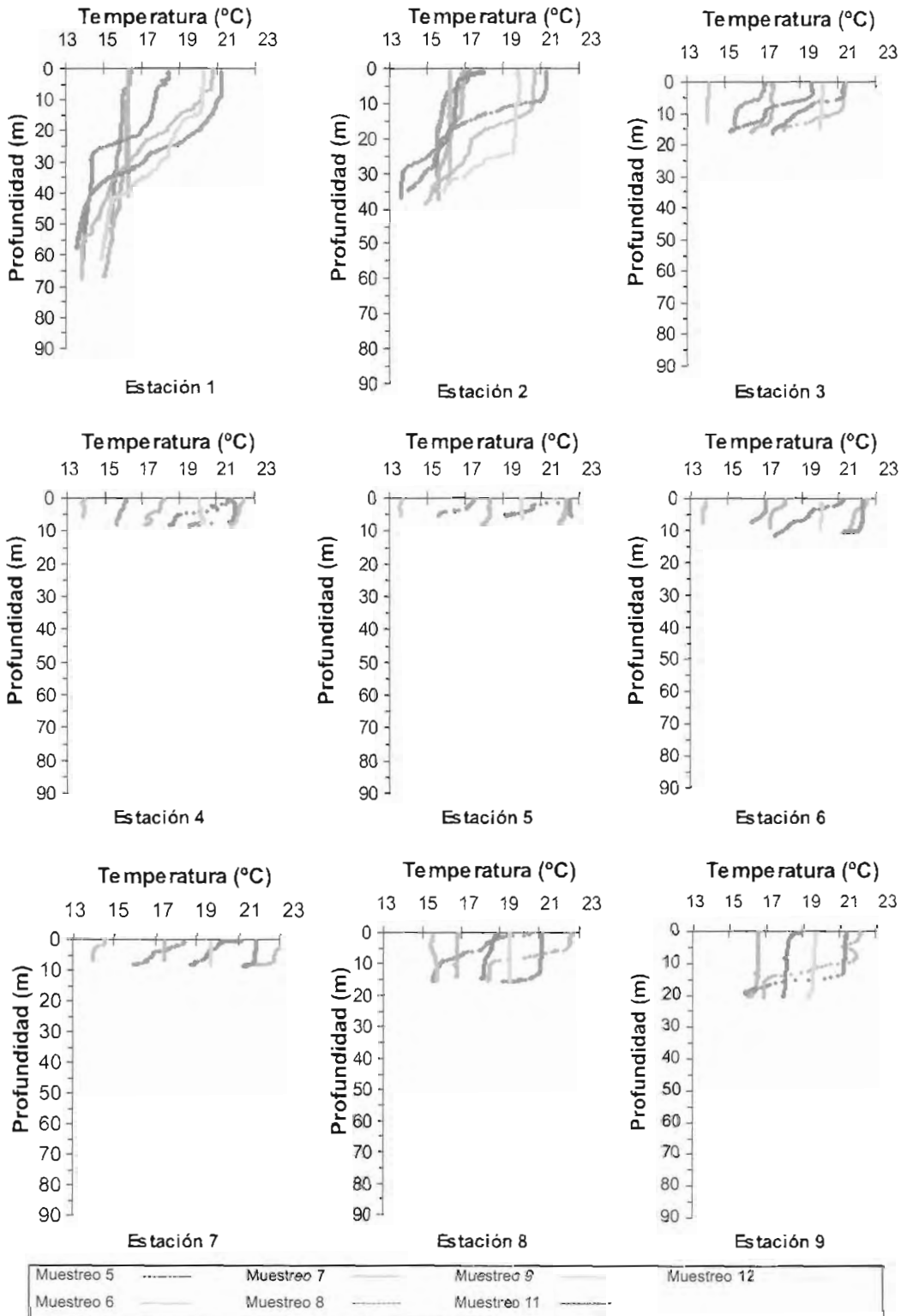


Figura 3.3.19. Estratificación térmica en la zona de estudio.

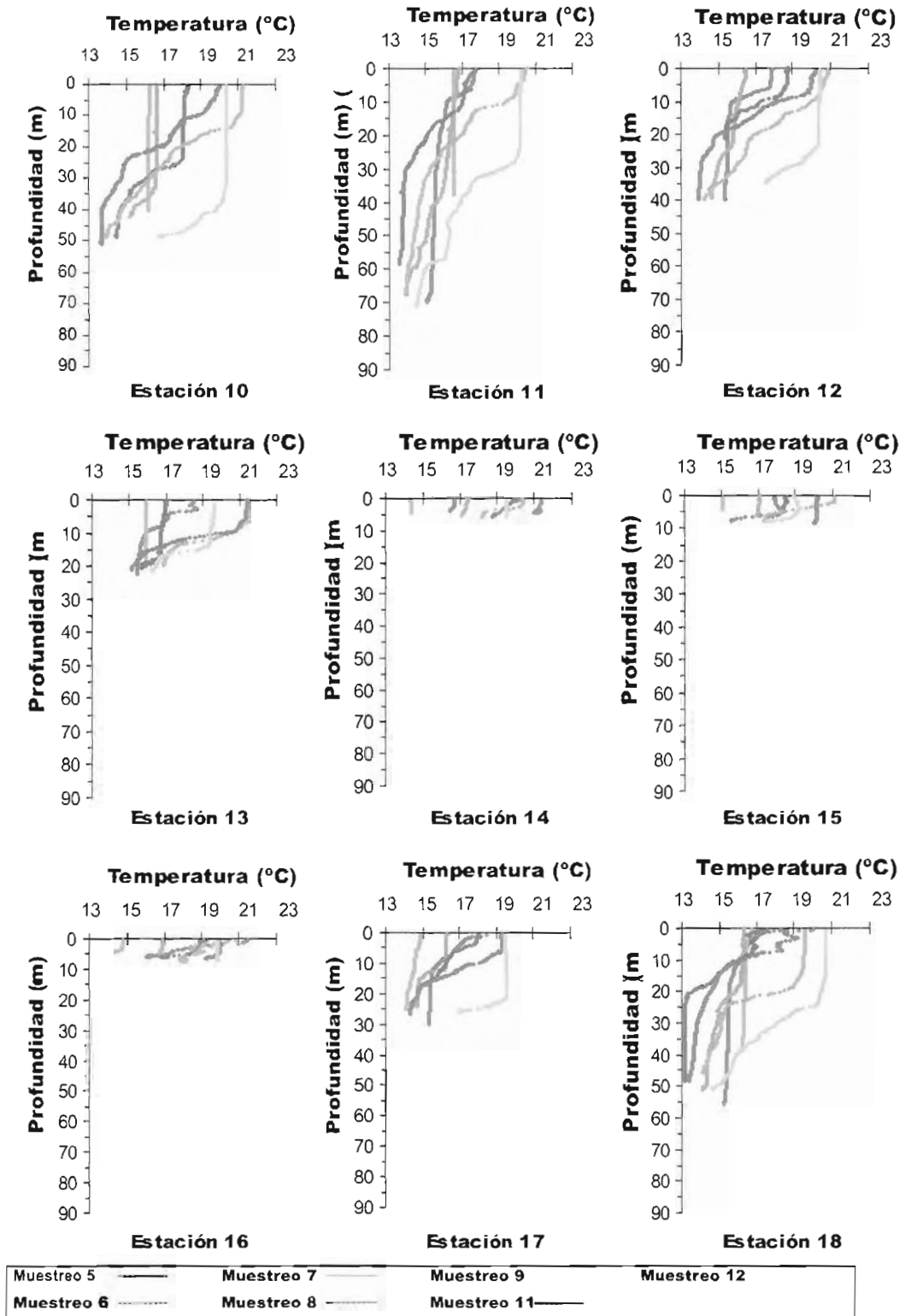


Figura 3.3.19. Estratificación térmica en la zona de estudio.

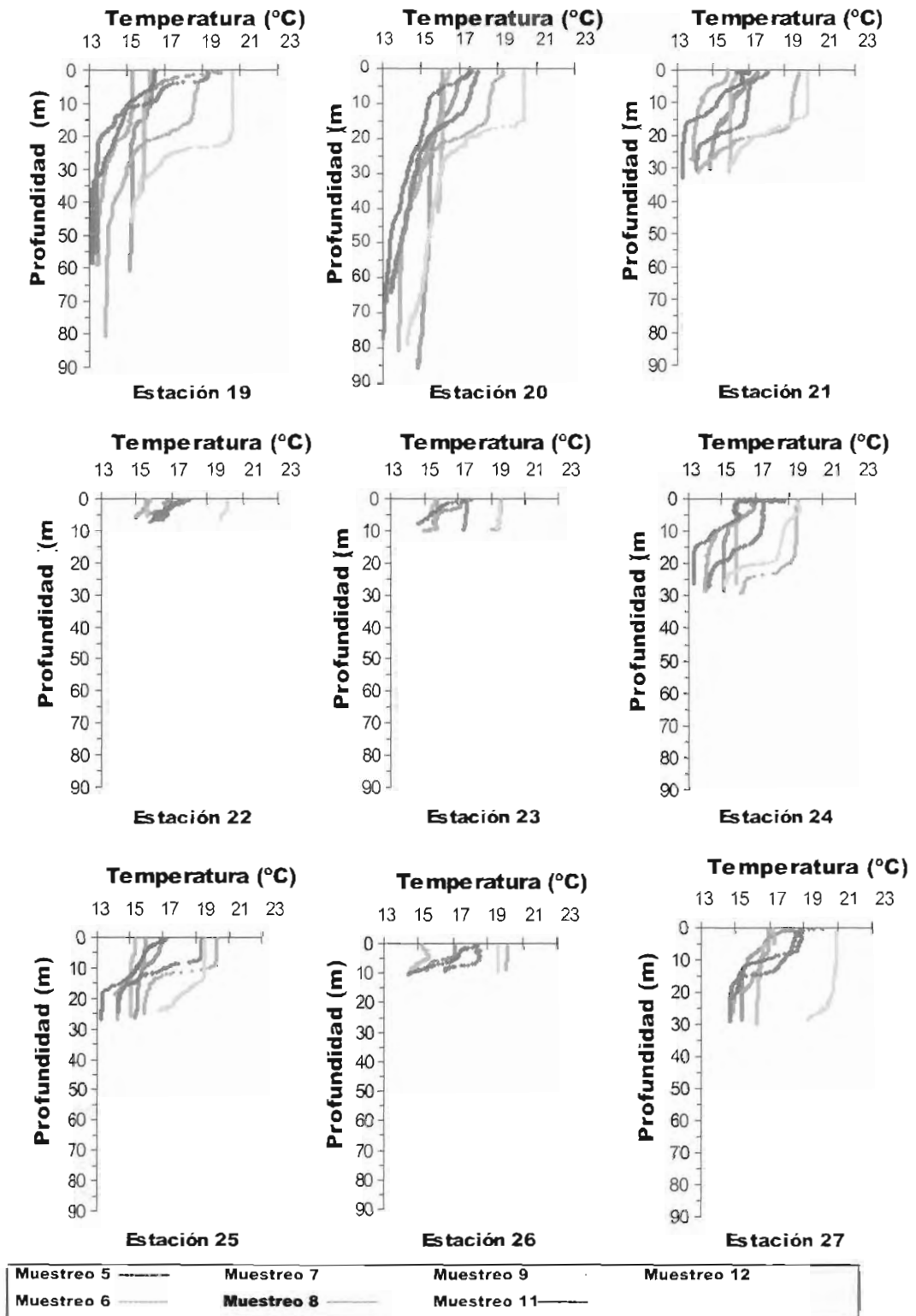


Figura 3.3.19. Estratificación térmica en la zona de estudio.

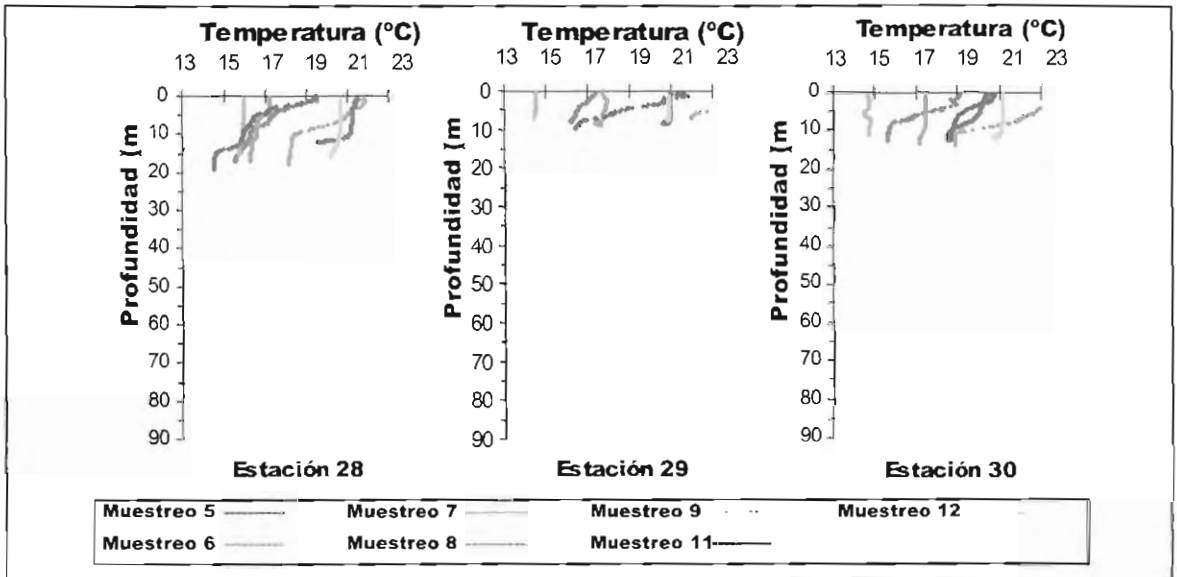


Figura 3.3.19. Estratificación térmica en la zona de estudio.

En octubre comienzan a aparecer los primeros síntomas del enfriamiento en las capas superiores de la columna de agua. Las estaciones con una profundidad inferior a 20 m ya presentan una situación de mezcla completa de la columna. Las que conservan aún estratificación coinciden con las que inicialmente, en abril, resultaron más sensibles al calentamiento de la superficie como son las estaciones más oceánicas. En el mes de octubre los gradientes de temperatura son más acusados que los registrados en abril en estas mismas estaciones, detectándose variaciones de temperatura de 3 a 6 °C (en 2-20 m). Incluso algunas estaciones presentan la doble estratificación que ya apareció en septiembre (Ag1 y Ag11).

En conclusión, parece que sobre la plataforma se ha dado un patrón bastante claro en la aparición y desaparición de la estratificación estacional durante el año 2002. Durante los meses invernales se detectó una mezcla completa de la columna de agua. El calentamiento de los primeros metros se detectó inicialmente a detectarse en las estaciones oceánicas durante los meses de primavera para extenderse y afianzarse en toda la zona en la época estival. La desaparición de esta estructura comenzó a principios de otoño afectando inicialmente a las estaciones menos profundas donde la mezcla completa de la columna ocurre más rápidamente. La termoclina formada en las estaciones oceánicas permaneció con gradientes no muy alejados de los registrados en verano hasta bien entrado el invierno.

Este patrón tan bien definido no es rígido e inamovible para todos los meses del año. Las condiciones de escasa profundidad y corrientes débiles sobre la plataforma hacen posible encontrar alguna situación atípica que se salte el patrón establecido. Esta situación se dio durante marzo de 2002. En este mes se observó, en algunas estaciones, una situación similar a la del mes de julio, registrándose estratificación térmica o algún efecto de la incidencia del calentamiento solar con un ascenso de 1 a 5 °C en menos de 20 metros. Los gradientes más acusados, 0,25 a 1 °C/m se localizaron en las estaciones profundas dispersas por todo el área y en la estación situada en las cercanías de la ría de Huelva (6 °C/ 5 m).

Una semana antes de este muestreo se realizó en la zona una serie de perfiles verticales en el transcurso de una campaña que hubo de suspenderse por mal tiempo. En ellos se observa una

plataforma en la que existe una situación típicamente invernal. Por lo tanto, el fenómeno detectado en la campaña de marzo se debe a un calentamiento de la capa superficial de la columna de agua en un breve espacio de tiempo.

### 3.4. RELACIÓN DEL ICTIOPLANCTON CON LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN ESTE ENTORNO

Los primeros estados de desarrollo de los peces son especialmente sensibles a las condiciones del medio en el que habitan, registrándose importantes fluctuaciones en el número de individuos que llega a la fase de reclutamiento. Esto depende de diversos factores entre los que destacan la disponibilidad de alimento y la predación, los cuales se encuentran a su vez estrechamente relacionados con las condiciones ambientales. Otras variables como las corrientes, turbulencia y/o estratificación de la columna de agua intervienen también en el proceso.

Son numerosos los estudios que han puesto de manifiesto la relación existente entre los procesos de puesta y cría larvaria y las condiciones ambientales de un hábitat determinado. En la tabla 3.4.1. se resume algunos de ellos. Estos factores no actúan de forma aislada ya que es la combinación de todos la que va a determinar la idoneidad de la zona como hábitat de puesta y supervivencia larvaria de una u otra especie

COMPONENTE ICTIOPLANCTÓNICO	VARIABLE AMBIENTAL	REL.	REFERENCIA
Huevos y larvas	Zooplancton	+	Palomera y Rubiés, 1982
Larvas	Temperatura	+	Esteves et al, 2000
		+	Whitfield, 1989
Larvas	Fitoplancton	+	Grioche et al, 1999
Larvas Zooplancton		+	Sanvicente-Añorve, 2000
		+	Monteleone, 1992
		+	Rodríguez y Rubín, 1991
		+	Ré, 1982
		-	Afonso, 1995
Larvas Turbidez		-	Blaber et al, 1997
		-	Janekarn y Kiørboe, 1991
Larvas	Pluviosidad	+	Sanvicente-Añorve, 2000
Larvas neríticas	Temperatura	-	Rodríguez <i>et al.</i> , 1999
Huevos de boquerón	Fitoplacton	+	Vucetic, 1975
<i>E. encrasicolus</i>	Zooplancton	+	
Larvas de boquerón	Salinidad	-	Olivar et al., 1998
<i>E. encrasicolus</i>		-	Sabatés y Olivar, 1996
		-	Palomera, 1992
Larvas de boquerón	Fitoplacton	+	Lasker, 1975
	Zooplancton	+	
Huevos y larvas de boquerón	Temperatura	+	Anon., 1999 b

Figura 3.4.1. Referencias de estudios en los que se establecen relaciones entre la presencia de huevos y larvas y las variables ambientales.

COMPONENTE ICTIOPLANCTÓNICO	VARIABLE AMBIENTAL	REL.	REFERENCIA
<i>E. encrasicolus</i>		+	Motos et al., 1996
		+	Dekhnik et al., 1970
Huevos y larvas de boquerón	Salinidad	-	Motos et al., 1996
<i>E. encrasicolus</i>			
Huevos y larvas de boquerón	Fitoplancton	+	Regner, 1996
<i>E. encrasicolus</i>			
Huevos y larvas de boquerón	Zooplancton	+	Kideys et al, 1999
<i>E. encrasicolus</i>		+	Motos et al., 1996
		+	Regner, 1996
		+	Dekhnik et al., 1970
		+	Zaika, 1968
		-	
Huevos de boquerón	Fitoplancton	+	Uye, 1990
<i>E. japonicus</i>			
Huevos de boquerón	Zooplancton	+	Nakata et al., 2000
<i>E. japonicus</i>		+	Uye, 1990
Huevos de boquerón	Transparencia	-	Nakata et al., 2000
<i>E. japonicus</i>			
Larvas de boquerón	Temperatura	-	Lee y Lee, 1996
<i>E. japonicus</i>			
Larvas de boquerón	Salinidad	+	Lee y Lee, 1996
<i>E. japonicus</i>			
Larvas de boquerón	Velocidad de corriente	-	Lee y Lee, 1996
<i>E. japonicus</i>		-	Chao, 1993
Larvas de boquerón	Pluviosidad	-	Lee et al., 1994
<i>E. japonicus</i>			
Larvas de boquerón	Descargas fluviales	-	Lee et al., 1994
<i>E. japonicus</i>			
Huevos y larvas de boquerón	Temperatura	+	Mihara, 1994
<i>E. japonicus</i>			
Huevos de boquerón	Temperatura	+	Checkley et al., 2000
<i>E. mordax</i>			
Huevos de boquerón	Salinidad	+	Checkley et al., 2000
<i>E. mordax</i>			
Huevos y larvas de boquerón	Microplancton	+	Castro et al., 2000
<i>E. ringens</i>			
Huevos de boquerón	Temperatura	+	Van der Lingen et al., 1999
<i>E. capensis</i>			

Figura 3.4.1. (continuación) Referencias de estudios en los que se establecen relaciones entre la presencia de huevos y larvas y las variables ambientales.

En el presente informe se presentan los resultados del análisis de ictioplancton de los meses comprendidos entre marzo y junio de 2002. Se trata de sólo cuatro meses de estudio, pero en ellos ya es posible inferir importantes relaciones entre la puesta y desarrollo larvario de las especies estudiadas y las variables ambientales que controlan las mismas.

### 3.4.1- Caracterización hidrológica de las zonas de puesta y cría larvaria

Tras un análisis exhaustivo de la hidrología de la zona de estudio es posible distinguir una alternancia de aguas frías y cálidas en este área durante los cuatro meses analizados. Ésta se encuentra repartida de tal manera que detectamos una franja de agua más fría en el área situada entre la desembocadura del Guadiana y la ría de Huelva, relacionada con el afloramiento de aguas profundas en el litoral portugués. El resto del área se caracteriza por estar sometida a la influencia de la descarga de ríos tan importantes como el Guadalquivir, de tal manera que la masa de agua que ocupa la plataforma se ve más afectada por las variaciones estacionales características. Se trata por tanto de dos zonas bien diferenciadas, la primera de ellas con mayor influencia oceánica y la segunda con influencia continental. Esta zonación se pone de manifiesto en la distribución de los componentes ictioplanctónicos de las distintas especies estudiadas.

#### Área situada entre el río Guadiana y la ría de Huelva: zona de puesta de especies de reproducción invernal y primaveral

En los cuatro meses estudiados se encontraron en esta zona rangos de temperatura bastante fría y estable en comparación con el resto del área, que oscilaron entre 15,1 y 16,8 °C (tabla 3.4.2). Según esto, parece que la variación estacional no afectó a esta franja costera. Los valores de salinidad, en cambio, fueron algo más variables, registrándose sólo ocasionalmente una buena correspondencia con la distribución de la temperatura.

	Temperatura a 5 m	Salinidad a 5 m
Marzo	15,8- 16,8 °C	34,96-36,22
Abril	15,3- 16,0 °C	35,99-36,31
Mayo	15,1- 16,8 °C	36,5
Junio	15,4-16,3 °C	35,95-36,20

**Tabla 3.4.2.** Rangos de temperatura y salinidad de la zona occidental del área de estudio durante el periodo marzo-junio 2002.

En este entorno se registraron puestas de especies de reproducción típicamente invernal, como la acedía y la sardina, que a pesar de estar al final de su periodo reproductivo encuentran en este hábitat las condiciones ideales de bajas temperaturas para realizar el desove. De hecho, las abundancias de huevos de acedía y sardina registradas en el resto del área de estudio fueron en general muy escasas. En esta zona las puestas de ambas especies coincidieron con las temperaturas más bajas registradas.

La distribución de las puestas dentro de esta zona está relacionada con el hábitat de las especies. En el caso de la acedía, su hábitat costero determinó que las densidades de huevos más abundantes se localizaran en las estaciones situadas por dentro de la isóbata de 30 metros, aumentando gradualmente su concentración conforme avanzamos hacia costa.

También se detectaron puestas del grupo "otros" que en estos meses se encuentra constituido fundamentalmente por espáridos de reproducción primaveral. Las abundancias fueron mucho mayores que la de los grupos invernales, distribuyéndose en un rango de temperatura más amplio (15,4-17,4 °C). Las cercanías de la ría de Huelva presentaron las máximas concentraciones de huevos en los meses de abril y mayo. En este último se produjo una puesta masiva de espáridos, cuyas mayores abundancias se dieron dentro del rango de temperatura de 16,3-17°C.

La distribución de parámetros como la salinidad, clorofila o biomasa zooplanctónica no posee tanta influencia en la localización de las puestas de estos grupos como la temperatura.

Área situada entre la ría de Huelva y el río Guadalquivir: zona de puesta sometida a estacionalidad

La distribución del ictioplancton en el sector oriental de nuestra zona de estudio es algo más compleja debido a que las condiciones hidrológicas que la determinan presentan una variación estacional más acusada. La temperatura osciló entre los 18,7 °C detectados en junio en la estación frente a Matalascañas y los 13,6 °C registrados en abril en la boca del Guadalquivir. A esta variación temporal se le une las diferencias entre estaciones costeras y profundas en cuanto a los valores de los distintos parámetros hidrológicos. Éstas son debidas a la influencia del aporte de los ríos y la inversión térmica registrada entre la plataforma y mar abierto, de los que se habló en apartados anteriores. Por todo ello, merece la pena hacer un recorrido a lo largo de los meses estudiados ahondando en las características hidrológicas de cada uno de ellos y su relación con la puesta y desarrollo larvario de una u otra especie.

Durante el mes de marzo se dieron condiciones ambientales inusuales para la época del año, como altas temperaturas y un bloom de fitoplancton que afectó a todo el área de estudio. Todo ello favoreció la puesta de especies que precisan de aguas cálidas para reproducirse, como es el caso del boquerón y la alacha, y provocó una disminución en la presencia de huevos y larvas de reproductores invernales, que no encontraron las condiciones idóneas para efectuar sus puestas. Los picos máximos de puestas de estos reproductores estivales (boquerón y alacha) se localizaron en las zonas donde se registraron las temperatura más cálidas y salinidad más baja, en la boca de la ría de Huelva y en una zona más profunda, por fuera de la isóbata de los 30 m (ver Figuras 2.2.1, 2.2.9, 3.3.17).

En el mes de abril, las características ambientales variaron respecto al mes anterior. En general se detectó un descenso de los promedios de temperaturas en todo el área en torno a los 2 °C y un leve incremento en los valores de salinidad y biomasa zooplanctónica. Además se produjo una disminución de las abundancias de los distintos componentes ictioplanctónicos. Los puntos de mayor densidad de puestas de boquerón se localizaron en las estaciones más profundas y alejadas de costa, donde se dieron las temperaturas más cálidas (en torno a los 16,5 °C), y salinidades superiores a 36,2. Las temperaturas fueron en disminución hacia las zonas más costeras, donde predominaron las puestas de "otros". Las mayores densidades de este grupo se registraron entre los 15,4 y 16 °C de temperatura y una salinidad de 36,32 a 36,44.

En mayo las condiciones ambientales se hacen ligeramente más cálidas que el mes anterior, favoreciendo la intensiva puesta y desarrollo larvario de especies de reproducción primaveral (grupo de los espáridos), así como un ligero incremento de especies estivales como el boquerón. De esta manera, se localizó un núcleo importante de puesta de reproductores estivales y primaverales en la desembocadura del Guadalquivir, sector donde se dieron las temperaturas más cálidas (17,4-18,3°C) y salinidad más baja (34,55). Estas condiciones también favorecieron el desarrollo de larvas de langostino, cuya reproducción en el área de estudio ocurre principalmente en los meses de verano. En la franja profunda entre 30 y 50 metros frente a Mazagón y Chipiona, se localizó una zona de puesta de reproductores estivales (boquerón y alacha). El rango de temperatura en la zona estuvo entre 16,3 y 16,7 °C.

La actividad reproductora de junio fue especialmente intensa. A diferencia del mes anterior en el que predominaron las puestas de especies primaverales, la especie dominante en las capturas ictioplanctónicas de estas fechas fue el boquerón, registrándose en este mes su pico de puesta respecto a todo el periodo analizado. Ésta se localizó principalmente en las estaciones profundas frente a la ría de Huelva, donde las temperaturas estuvieron en torno a 16,8-17,2°C. Además se detectaron otros núcleos secundarios en los que aparecían conjuntamente puestas de boquerón y de reproductores primaverales, uno situado en torno a la ría de Huelva y otro en la zona costera frente a Matalascañas y en la estación de la boca del Guadalquivir. En el primero de ellos se registró un rango de temperatura entre 17,2 y 18,7 °C y salinidad en torno a 36,47. La segunda zona fue la más cálida del área de estudio con 18,6-19,1 °C donde además se detectó una importante presencia larvaria de langostino y galera (a menor escala), íntimamente asociada a la desembocadura del Guadalquivir.

#### Presencia larvaria en la zona de estudio y su relación con condiciones del medio

Las larvas encontradas en estos cuatro meses se localizan principalmente en la franja comprendida entre la ría de Huelva y la desembocadura del Guadalquivir. Esto es debido a que la fracción mayoritaria del componente larvario corresponde a especies de reproducción estival y primaveral que encuentran en esta franja las condiciones más adecuadas para su desarrollo, ya que se trata de la zona más productiva de todo el área estudiada, donde las concentraciones registradas de clorofila y zooplancton resultan más abundantes, con lo que la disponibilidad de alimento se encuentra asegurada. Por otro lado, los valores elevados de temperatura y la existencia de corrientes débiles les aseguran una mayor posibilidad de supervivencia y permanencia en la zona. Las escasas larvas de especies de reproducción invernal parecen desarrollarse en el sector frío occidental de la zona de estudio, al igual que ocurría con sus huevos.

Las mayores abundancias larvarias se han localizado principalmente en las áreas cercanas a las desembocaduras de los ríos Tinto-Odiel y Guadalquivir, siempre por debajo de la isóbata de 50 m. Así, en marzo se capturaron mayoritariamente en el área litoral bajo la influencia de la ría de Huelva, correspondiendo en su mayor parte a larvas de espáridos, dentro de un rango de temperatura de 16,5-16,9 °C y salinidad de 35,9- 36,2. Coincidiendo con la zona más cálida, menos salina y con mayor biomasa zooplanctónica, se detecta un pequeño subnúcleo, por fuera de la isóbata de los 50 metros y frente a Matalascañas con presencia larvaria considerable sobre todo de boquerón y "otras" larvas.

En abril, las mayores abundancias detectadas en este sector oriental del área de estudio, correspondieron nuevamente a larvas de espáridos, que se localizaron en un rango de temperatura propio de meses primaverales de 13,7-16,3 °C y salinidad entre 35,85 y 36,37.

Las densidades larvarias de mayo fueron las más abundantes de todo el periodo analizado, correspondiendo en su mayor parte a larvas de "otros". Éstas predominaron en la zona en torno a la ría de Huelva, donde se registraron temperaturas entre 16,3-17 °C. En la zona costera de la desembocadura del Guadalquivir se dieron condiciones de alta temperatura, baja salinidad y elevadas concentraciones de fito y zooplancton, que favorecieron tanto las puestas como el desarrollo larvario de boquerón (estival) y de espáridos (primaverales).

En junio, se detectó un ligero aumento de las temperaturas y el establecimiento de estratificación térmica en todas las estaciones, lo cual quedó patente en forma de puesta masiva de una especie típicamente estival como es el boquerón. Las condiciones ambientales registradas en este mes también resultaban favorables para la cría larvaria. A pesar de ello, las abundancias larvarias fueron inferiores a las del mes anterior, correspondiendo en su mayoría al grupo "otros" y a boquerón, por lo que se intuye que será en el mes siguiente cuando se registrarán las altas densidades

correspondientes al desarrollo de larvas procedentes de las puestas de junio. Los grupos larvarios predominantes en este mes fueron los espáridos (incluidos en otros) y el boquerón, los cuales se dispusieron de modo preferente en el área en torno a la desembocadura del Tinto-Odiel, alcanzando las mayores abundancias en la estación frente a Mazagón. El primer grupo se localizó en un rango de temperaturas (16,6-18,7 °C) más amplio que el segundo, que seleccionó las estaciones más cálidas (18,3-18,8 °C) para su desarrollo larvario.

**3.4.2- Influencia de la temperatura sobre las puestas y desarrollo larvario de las especies objetivo**

Todo este análisis permite suponer que la **temperatura** es el factor ambiental que más ha influido sobre la distribución, abundancia y temporalidad de los distintos grupos icticos a lo largo de estos cuatro meses. Esto se comprueba al representar los promedios mensuales de abundancias de huevos y larvas de los distintos grupos, frente a la temperatura, salinidad, clorofila en superficie y biomasa zooplanctónica, a lo largo del periodo analizado (Figuras 3.4.1 y 3.4.2). Este periodo no es lo suficientemente amplio para establecer relaciones concretas entre estas variables y las puestas y/o abundancias larvarias de estas especies. Aún así, se observa una correspondencia entre la evolución de las abundancias y la temperatura. Se espera que el análisis de periodos más largos a lo largo del desarrollo de este proyecto nos permita determinar relaciones entre el ictioplancton y las variables ambientales.

La temperatura afecta en gran medida a la presencia de huevos y larvas en determinadas zonas, siendo uno de los principales factores determinantes de la distribución estacional de la puesta de la mayoría de las especies. Por una parte, gran número de especies efectúan su puesta bajo límites concretos de temperatura, de modo que se puede establecer una relación entre la época del año y su periodo de reproducción. Por otra parte, se ha relacionado la temperatura con distintos aspectos que influyen a las larvas como su mortalidad, ecología, ciclo reproductivo de los adultos, puestas y ciclos de producción primaria y secundaria.

En base a los datos de capturas ictioplanctónicas de los grupos analizados, se pueden establecer los siguientes límites de puesta y presencia larvaria:

Especie	Temperatura puesta (°C)	Temperatura puesta (°C) >500 huevos/100m <sup>3</sup>
Boquerón	13,6- 19,5	16,1-19,1
Sardina	13,7-16,9	-
Acedía	13,7-19,5	15,7-16,2
"Otros"	13,6-19,5	15,1-19,3

**Tabla 3.4.3.** Rango de temperaturas de puesta de las especies objetivo del estudio en el periodo marzo-junio 2002.

Especie	Temperatura (°C) Presencia larvaria	Temperatura (°C) Presencia larvaria > 100 larvas/100 m <sup>3</sup>
Langostino 16,3-19,5	18,8-19,5	
Galera	16,6-19,5	-

**Tabla 3.4.3.** Rango de temperaturas de presencia larvaria de langostino (*M. kerathurus*) y galera (*S. mantis*) en el periodo marzo-junio 2002.

Por tanto, hay especies que realizan sus puestas a bajas temperaturas, como la sardina y acedía (invernales), que no han sido muy abundantes durante los meses analizados, posiblemente porque se encuentran al final de su periodo reproductivo. Su presencia a lo largo de estos meses se ha detectado de modo preferente en la zona cercana a la desembocadura del Guadiana, caracterizada por aguas más frías que el resto del área. En el otro extremo se encontrarían las especies estivales, como el langostino y la galera, que requieren temperaturas elevadas para su desarrollo larvario, posiblemente superiores a las detectadas hasta junio, dado los valores de abundancias obtenidos. Los últimos meses analizados (mayo-junio) parecen marcar el inicio de esta fase, íntimamente ligada a la desembocadura del Guadalquivir. Entre ambos extremos parece encontrarse el boquerón, que si bien efectúa sus puestas intensivas en aguas cálidas (superiores a 16,1°C), puede realizar desoves a partir de 13,6 °C. El caso del boquerón será analizado con detalle en el apartado siguiente.

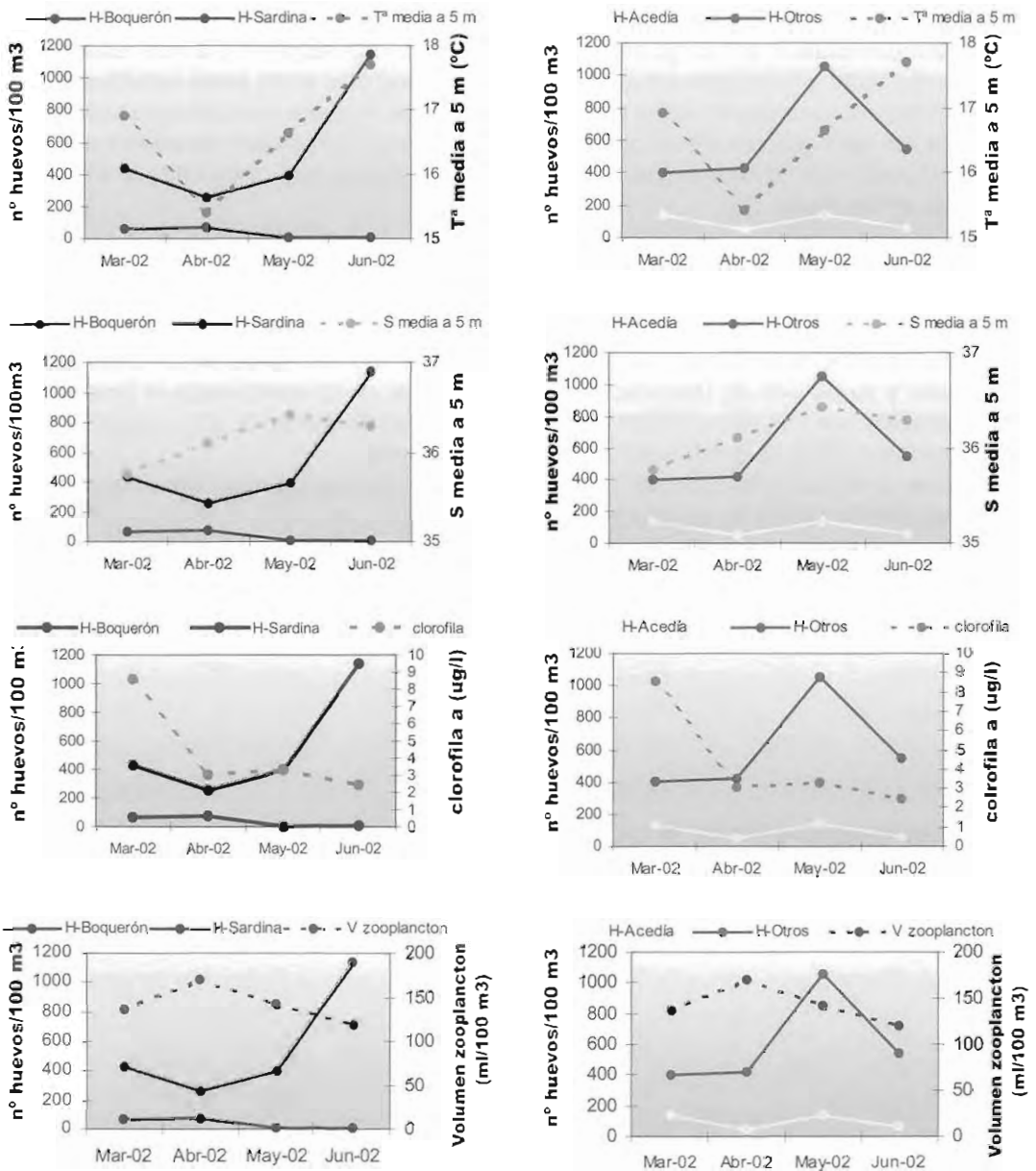


Figura 3.4.1. Evolución mensual de las densidades de huevos de los principales grupos ícticos frente a temperatura, salinidad, clorofila a y biomasa zooplanctónica.

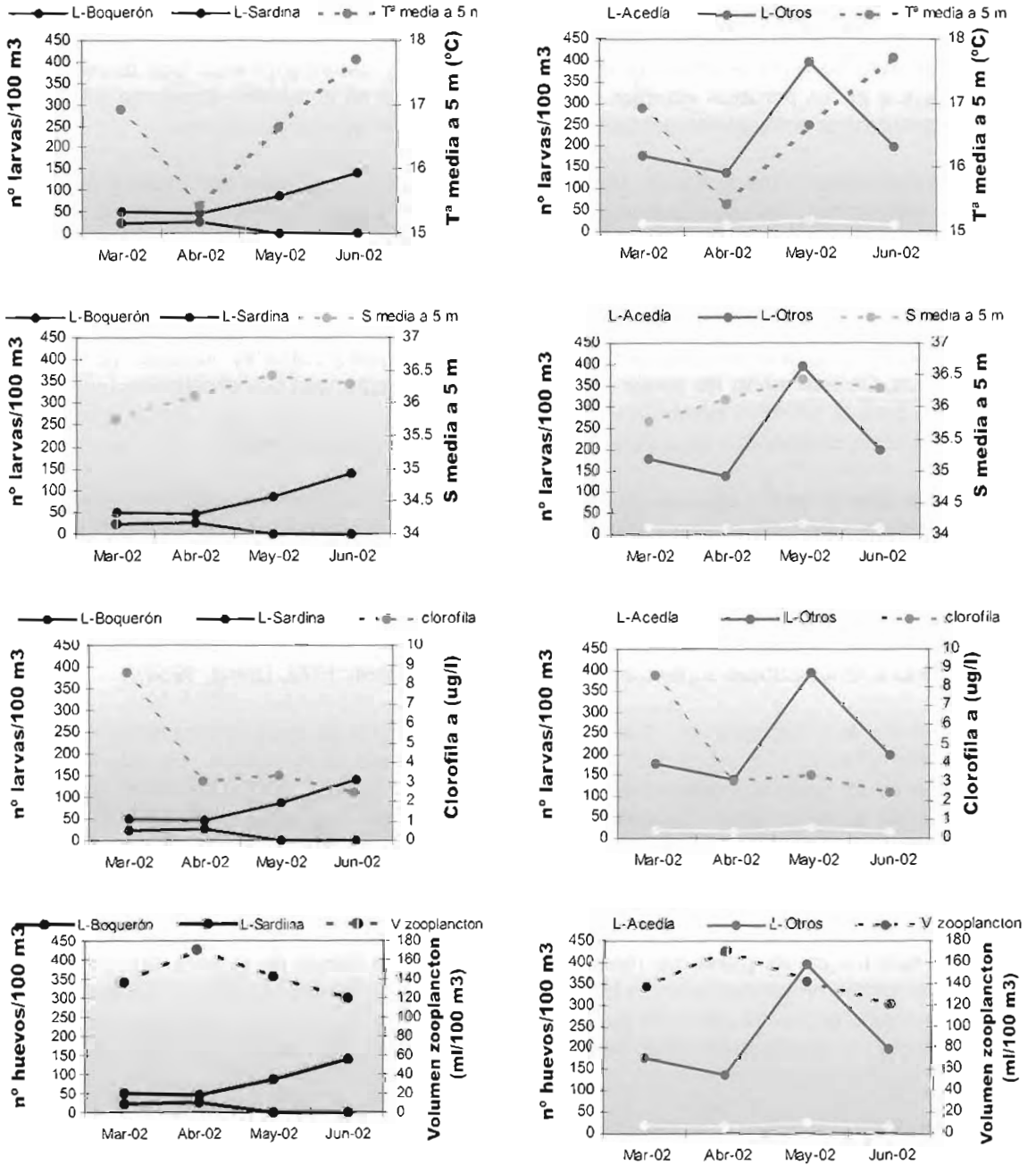


Figura 3.4.2. Evolución mensual de las densidades larvarias de los principales grupos icticos frente a temperatura, salinidad, clorofila y a biomasa zooplantónica.

### 3.4.3.- Puesta y desarrollo larvario del boquerón y su relación con la hidrología de la zona

El boquerón posee una gran importancia económica en el golfo de Cádiz y la enorme actividad reproductora detectada a lo largo de estos meses hace que merezca una mención especial en cuanto al análisis de las condiciones que determinan su reproducción en la zona de estudio. Se trata de una especie de vida corta para la cual el reclutamiento juega un papel fundamental en el establecimiento del nivel del stock. El número de individuos que alcance esta fase depende de la supervivencia en los primeros estadios de desarrollo, la cual se encuentra altamente influenciada por las condiciones ambientales presentes en el hábitat en el que se desarrollan.

La reproducción del boquerón tiene lugar en aguas costeras poco profundas y en épocas donde la temperatura del agua es elevada. Son frecuentes las migraciones de los individuos reproductores a zonas costeras someras para realizar sus puestas durante el periodo reproductor (Demir, 1965). Los pequeños pelágicos utilizan como zonas de desove áreas donde tengan asegurada la alimentación de los adultos (Blaxter y Hunter, 1982). Por ello, su reproducción está íntimamente ligada a procesos de enriquecimiento de las aguas que provocan un incremento de la productividad biológica de la zona, ya sean afloramientos costeros, aportes fluviales, frentes oceánicos u otros. De este modo, las zonas de desembocadura de grandes ríos constituyen lugares muy favorables para la puesta y desarrollo larvario de esta especie, ya que estas aguas producen un importante enriquecimiento y productividad de las áreas costeras cercanas.

La **temperatura** del agua juega un papel fundamental en la reproducción de esta especie, determinando su tasa de puesta y desarrollo larvario. Las temperaturas cálidas en la época de puesta del boquerón favorecen, por un lado, una elevada tasa de desarrollo del huevo y por otro, altas tasas de crecimiento diario de las larvas, ya que a esas temperaturas el metabolismo es más eficiente y acelerado. Se ha determinado que la maduración de gónadas de boquerón comienza a temperaturas mínimas de 13 °C y que la puesta tiene lugar entre 13-14 °C hasta 26 °C, con actividad máxima a temperaturas superiores a 20 °C (Dekhnik, 1954, 1973; Demir, 1959).

Además de la temperatura, la **estabilidad** de la columna de agua es otro factor que ejerce una importante influencia, sobre todo, en el desarrollo larvario de la especie. En este sentido es importante el concepto de "océano estable" propuesto por Lasker (1975), que establece que la supervivencia de las larvas de boquerón requiere condiciones de mínima estabilidad de la columna de agua, que permitan la formación y mantenimiento de agregaciones de partículas alimenticias a pequeña escala, favoreciendo la disponibilidad de alimento para los primeros estadios larvarios y de este modo, la supervivencia de los mismos.

En este trabajo se presentan resultados de sólo cuatro meses de estudio, que ya permiten inferir importantes relaciones entre la puesta y desarrollo larvario de boquerón y estos dos factores. La aparición de los dos picos de puesta más importantes de boquerón registrados en el periodo de estudio y la distribución espacial de las puestas sobre la plataforma son una buena prueba de ello.

#### ***Evolución temporal de las puestas de boquerón. Calentamiento y Aparición de la termoclina estacional en la zona de estudio***

El primero de los picos de puesta se produce en marzo, una época anómala para la reproducción de esta especie. Su aparición parece encontrarse relacionada con el rápido calentamiento de los primeros metros de la columna de agua. En menos de una semana se produjo la aparición de estratificación térmica en la zona y un aumento de temperatura de hasta 3,5 °C en algunas estaciones. A todo ello se le unió la aparición de un bloom de fitoplancton en todo el área de estudio gracias al aporte masivo de nutrientes por parte de los ríos de la zona. Este rápido incremento

de temperatura y en consecuencia, la aparición de la estratificación térmica pudieron ser los factores desencadenantes de esta puesta masiva ya que según afirman diversos autores (Furnestin, 1945; Cort et al., 1979, Motos et al., 1996) estas son las causas que marcan el inicio de su periodo reproductor. Este calentamiento supone una transición entre las condiciones invernales en las que predominan temperaturas bajas en una columna de agua completamente mezclada y las estivales donde se produce un calentamiento de la capa de agua superficial que se traduce en la aparición de una termoclina estacional.

Durante el mes de abril la puesta de boquerón no resultó tan espectacular. Además, la presencia larvaria tampoco fue la esperada en función a la abundancia de huevos detectada en el mes anterior. La explicación a este fenómeno puede encontrarse en el rápido enfriamiento de la columna de agua (2-3 °C) y la desaparición de la termoclina aparecida durante marzo. Esta vuelta a una situación invernal-primaveral repercute negativamente sobre la puesta y supervivencia larvaria. Por una parte, las temperaturas no son las adecuadas para el desove del boquerón ni para la eclosión de los huevos y/o desarrollo óptimo de las larvas. Por otro lado, la supervivencia de las larvas de boquerón requiere condiciones de mínima estabilidad, que permitan que el alimento esté disponible, concentrándose y formando agregados de partículas, que faciliten su predación. Por este motivo, a pesar de que el alimento era abundante (los valores de biomasa zooplanctónica llegaron a superar los 100 ml/100 m<sup>3</sup>), es probable que la nueva situación de mezcla completa de la columna dificulte la disponibilidad del mismo para la alimentación de las larvas.

En mayo se detectó un leve aumento de huevos y larvas de boquerón, que coincide con un incremento de la temperatura del agua superficial. Pero es en junio cuando se detectó un segundo pico de puesta, mucho más intenso que el primero. A ello se unió la aparición de un máximo de presencia larvaria, coincidiendo con los valores máximos de temperatura superficial registrados en la zona de estudio. En este mes se alcanzaron de nuevo condiciones de estratificación prácticamente en todo el área de estudio. En este caso es la estabilidad de la zona, más que el propio calentamiento de la misma, la que parece determinar el segundo pico de puesta ya que el aumento de temperatura respecto al mes anterior es de tan sólo 1 °C (valor promedio).

En los cuatro meses analizados no se ha llegado a alcanzar los 20 °C de temperatura a partir de la cual ocurre la actividad máxima de puesta del boquerón (Dekhnik, 1954, 1973; Demir, 1959), por lo que es de esperar que la abundancia de puestas y presencia de larvas de boquerón sea aún mayor en meses posteriores. Además el pico de puesta de esta especie detectado en el área de la desembocadura del Guadalquivir corresponde al mes de agosto (Sobrinó et al., 2001).

#### ***Aportes de los ríos en el área de estudio e hidrodinámica. Influencia sobre la distribución espacial de huevos y larvas de boquerón***

Las condiciones hidrológicas que se dan en torno a las plumas de los ríos son típicas para la reproducción del boquerón y las mayores puestas se localizan normalmente en estas zonas (Palomera, 1992; Palomera et al., 1995; Motos et al., 1996; García y Palomera, 1996; Sobrinó et al., 2001). Las descargas de los ríos sobre las áreas costeras proporcionan por una parte, un aporte de nutrientes en la franja costera y por otra, un calentamiento más rápido de la zona en la época estival, ya que el aporte fluvial posee una temperatura más elevada que el agua oceánica en esta época. Dentro de la zona de estudio, es la franja costera situada entre la ría de Huelva y la desembocadura del Guadalquivir la que recibe una mayor influencia de estos aportes fluviales. La reproducción del boquerón durante el periodo analizado parece estar íntimamente relacionada con esta zona. De esta manera, la presencia de larvas en mayo y junio, así como la puesta del mes de mayo, se encuentran asociadas a la desembocadura del Guadalquivir. En los meses de marzo, abril y junio, la puesta de boquerón se detectó en la boca de la ría de Huelva.

En la franja oceánica situada frente la ría de Huelva también se registró una elevada concentración de huevos en los cuatro meses analizados. Sólo en el mes de marzo esta zona se correspondió con temperaturas elevadas. En el resto de los muestreos la ubicación de esta mancha de huevos no se corresponde con esta característica hidrológica en la zona, lo que lleva a pensar que su localización debería explicarse a partir de la hidrodinámica presente sobre la plataforma.

Se puede concluir de los primeros resultados aquí expuestos que sin duda el área de estudio constituye un excelente hábitat para el desove y desarrollo larvario del boquerón, ya que en los cuatro meses analizados la puesta ha sido muy abundante, aún no siendo época de máxima actividad reproductora de la especie. El tamaño de los stocks comerciales o adultos, depende de los individuos que lleguen a la fase de reclutamiento, el cual está afectado, no sólo, por la supervivencia de estos primeros estadios de desarrollo planctónicos, sino por otros factores naturales o antropogénicos que han de ser tenidos en consideración. Estos factores serán analizados con detenimiento en apartados posteriores. Por lo tanto, a la hora de poder determinar el estado de los stocks de un año a otro habrá que tener en cuentas todos estos factores de forma conjunta.

## CAPITULO 4

# FLUCTUACIÓN INTERANUAL EN LA PESCA DEL GOLFO DE CÁDIZ. EFECTO DE LAS VARIABLES AMBIENTALES.

### 4.1.- DATOS APORTADOS POR LA ESTADÍSTICA PESQUERA. PERIODO 1985- 2002.

#### 4.1.1.- Interés de la Estadística Pesquera y problemas que presenta

El asesoramiento del estado de las pesquerías comenzó al final del siglo XIX con las pesquerías del mar del Norte. El *International Council for the Exploration of the Sea* (I.C.E.S.), creado en 1902, informa sobre el estado de la pesquería de unas 100 poblaciones de peces en el Atlántico Nordeste analizadas por grupos de trabajos de expertos. La calidad del asesoramiento varía entre las distintas poblaciones de peces resultando, en muchos casos, un objetivo difícil de alcanzar cuando no existe colaboración por parte de los pescadores o de sus asociaciones. Cuando esto ocurre, datos como las cantidades capturadas comerciales o la edad de los peces capturados son poco fiables. También existe incertidumbre acerca de la procedencia de las capturas, problemas en la identificación de la especie debido al uso de nombres genéricos en los datos de lonja y dificultad en la estimación de la captura por unidad de esfuerzo (FAO, 1997, Fisheries Circular nº 920). Esta situación se da en diversos grados dependiendo del país del que se trate de tal manera que, para utilizar las cantidades comercializadas en las lonjas como reflejo del estado del recurso pesquero explotado, es necesario un trabajo de recopilación de datos esenciales como el esfuerzo pesquero.

La situación de la estadística pesquera en Andalucía, como representación del estado en que se encuentra el caladero nacional, puede servirnos de ejemplo para entender la complejidad del problema. La reciente informatización de las lonjas andaluzas ha supuesto una mejoría en este sentido. Los datos anteriores a esta informatización son menos fiables ya que, en algunos casos, los kilogramos declarados responden a un número "aproximado" de cajas vendidas. Por este motivo no es posible realizar un seguimiento correcto de la evolución histórica del recurso pesquero a

partir de estos datos. A todo esto se le une el hecho de que la información obtenida en lonja sobre las capturas incluye las procedentes del caladero nacional junto a la pesca realizada por la flota gaditana en caladeros internacionales como el marroquí, la procedente de importación o, incluso, productos acuícolas que también son subastados en la lonja. Además, estos datos no registran aquellos productos pesqueros procedentes de la pesca artesanal, litoral y deportiva que no pasan por lonja ya sea por falta de la misma en la localidad o por venderse directamente al consumidor al resultar esta venta más rentable. La Consejería de Agricultura y Pesca ha realizado esfuerzos importantes para conocer los datos de venta en lonja de las especies de interés comercial. Así mismo, el Instituto Español de Oceanografía dispone también de una red de muestreadores en lonjas que asegura la exactitud de los datos de las especies más interesantes (Millán, 1992; Gil de Sola, 1993 y Sobrino *et al.*, 1996; ICES, 2002).

Dada la complejidad de este tipo de estudios y debido a la escasez de tiempo, este capítulo se ha centrado exclusivamente en la pesquería del boquerón en la zona al ser una de las especies más representativas en el golfo de Cádiz, por la abundancia del recurso en la zona y por su tradicional explotación en este caladero. En términos de capturas comercializadas en lonja, esta especie representa un 18,2% del total de las capturas de peces en la región Suratlántica durante los años comprendidos entre 1985 y 2000, porcentaje superado únicamente por la merluza, que supone un 28,9% del total (Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía). Esta merluza, proviene en su mayor parte de barcos que pescan en países con acuerdos pesqueros internacionales y por lo tanto no provienen del golfo de Cádiz. La sardina, especie muy explotada también en este caladero, es la especie más capturada tras el boquerón, con un 14,5% del total.

La pesca en el golfo de Cádiz se extiende a lo largo del litoral, desde el estrecho de Gibraltar hasta Ayamonte, abarcando todo un conjunto de puertos pesqueros de gran importancia por la actividad económica que en ellos se desarrolla. El boquerón se comercializa a lo largo de toda la costa, siendo el puerto de Cádiz el de mayor volumen de desembarques de esta especie en la región Suratlántica. Esto representa un 29,3% del total de las capturas comercializadas de boquerón en esta zona, seguido por la lonja de El Puerto de Santa María con un 9,4 % (datos de 1985-2000, Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía).

Entre las diversas estadísticas disponibles, la que consideramos que puede ser más fiable es la publicada por el ICES entre los años 1988 y 2000 (ICES, 2002; Figura 4.1.2), ya que corresponde a las descargas en lonja de los buques que han realizado sus capturas en el golfo de Cádiz y por lo tanto sin las interferencias con Marruecos.

Como es sabido, la flota pesquera que tiene como especie objetivo el boquerón, ha pescado tradicionalmente tanto en el golfo de Cádiz como en Marruecos. Es por ello que las capturas globales descargadas en puertos de la región Suratlántica andaluza pueden haber tenido una relación directa con los distintos Acuerdos de Pesca que el Gobierno Español y la Unión Europea han firmado con el Reino de Marruecos (Tabla 4.1.1). Al haber sido la misma flota, en muchos casos, la que faena tanto en Marruecos como en el Golfo, las capturas realizadas en el golfo de Cádiz pueden haber sido influenciadas indirectamente, de una forma difícil de evaluar.

Además, se dispone de datos de las capturas mensuales de boquerón desde enero de 1997 a mayo de 2002 en el puerto de Cádiz (Dirección General de Pesca de la Junta de Andalucía) y de las capturas anuales de boquerón desde 1985 a 2000 desglosada por puertos pesqueros (Palacios *et al.*, 2001 y Dirección General de Pesca de la Junta de Andalucía).

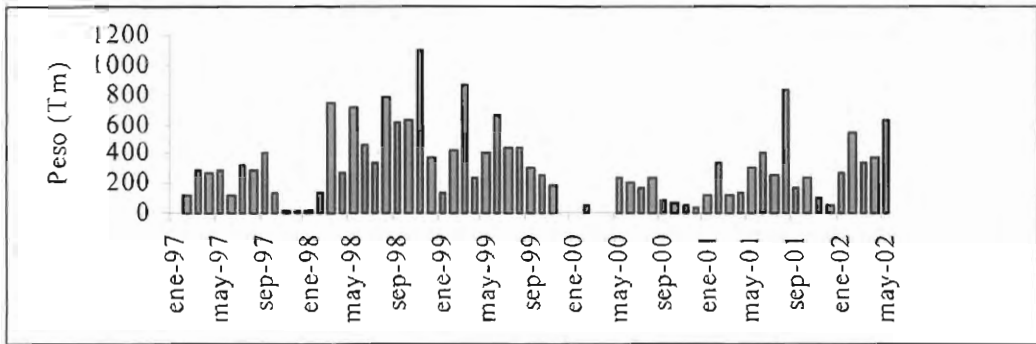


Figura 4.1.1. Evolución mensual de capturas de boquerón en el golfo de Cádiz. Datos de la lonja del puerto de Cádiz.

Acuerdos	Fecha	Zona de pesca	TRB permitidos
PRIMER ACUERDO TRANSITORIO	De julio de 1979 a julio de 1983	Desde el norte de Larache hasta Tánger	3500
SEGUNDO ACUERDO PESQUERO	Del 1 de agosto de 1983 al 31 de julio de 1987. Prorrogado hasta el 31 de diciembre de 1987	La pesca de cerco se practicará más allá de una milla marina en el Mediterráneo y de una milla marina en el Atlántico sólo en la región comprendida entre Tánger y Larache	3325 del 01-08-83 al 31-12-83 2880 del 01-01-84 al 31-12-84 2450 del 01-01-85 al 31-12-85 2275 del 01-01-86 al 31-07-86 2100 del 01-08-86 al 31-12-87
TERCER ACUERDO PESQUERO	Del 1 de marzo de 1988 al 31 de abril de 1992	La pesca de cerco se practicará más allá de una milla marina en el Mediterráneo y Atlántico Norte y al Norte del paralelo 35° 48' y dos millas marinas en el Atlántico al Sur del paralelo 35° 48'	2100 1088 para el Atlántico 374 Atlántico+Mediterráneo 638 para el Mediterráneo
CUARTO ACUERDO PESQUERO	Del 1 de mayo de 1992 al 31 de abril de 1995	A.-Límite de la zona: al Norte de 35° 12' N B.-Distancia con relación a la costa: 1 milla al Norte de 35° 48' N 2 millas entre 35° 12' N y 2 millas entre 35° 48' N	2100 1012 para el Mediterráneo (de las cuales 374 TRB pueden pasar al Atlántico) 1088 para el Atlántico
QUINTO ACUERDO PESQUERO	Del 1 de diciembre de 1995 al 31 de noviembre de 1999	A.-Límite de la zona: al Norte de 35° 18' N B.-Distancia con relación a la costa: 1 milla al Norte de 35° 48' N 2 millas entre 35° 18' N y 2 millas entre 35° 48' N	1300 100 para el Mediterráneo

Figura 4.1.1. Acuerdos de Pesca que el Gobierno Español y la Unión Europea han firmado con el Reino de Marruecos.

La flota de cerco de Barbate, la más numerosa en cuanto a embarcaciones que faenan en el Golfo de Cádiz para capturar boquerón, ha llevado a cabo de manera interna una serie de paradas biológicas en los tres últimos meses de cada año. Esto queda claramente reflejado en la Figura 4.1.1, donde se observa una disminución en las capturas obtenidas a finales del año 1997. En contra de lo que cabría esperar, no ocurre lo mismo en los últimos meses de 1998, en los que se observa el mayor pico de capturas del periodo enero de 1997 a mayo de 2002. Este aumento es ejemplo de la sobreexplotación a la que se ve sometido el caladero del golfo de Cádiz por parte de flotas ilegales, con toda la problemática que esto conlleva. Cuando la flota regulada hace sus paradas biológicas, otras embarcaciones sin licencia de pesca, así como parte de otra flota no dirigida a especies pelágicas, como la flota de arrastre, aprovechan para faenar en la zona.

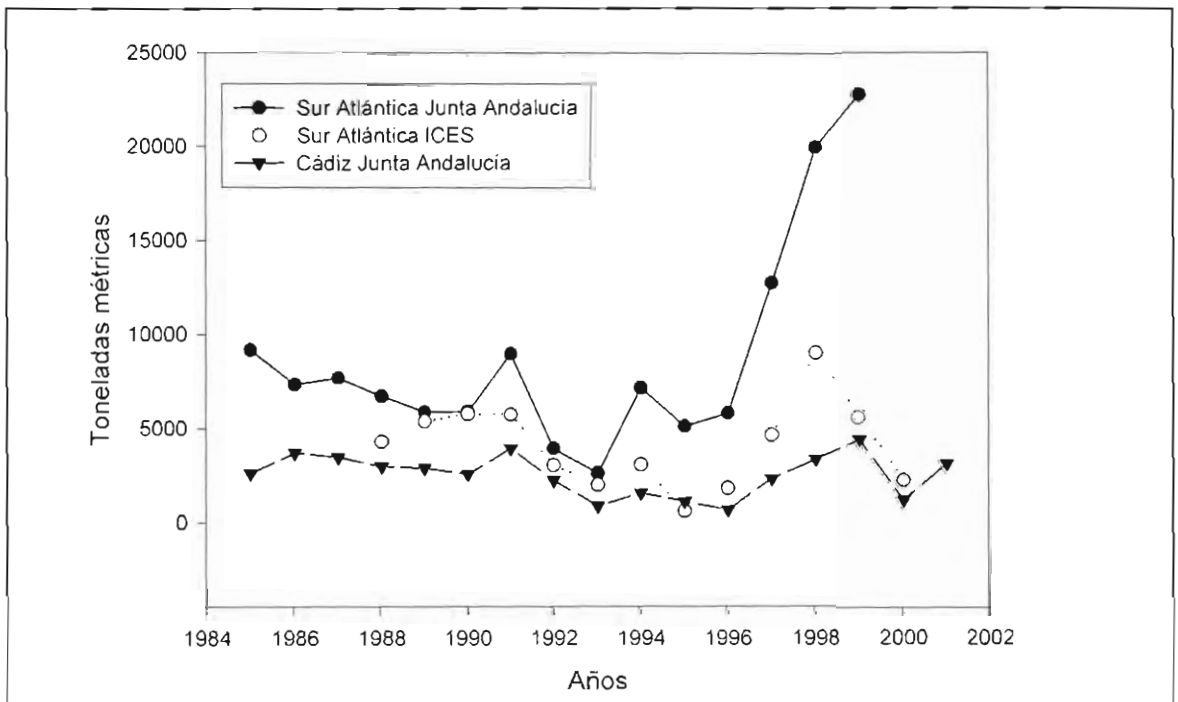


Figura 4.1.2. Evolución anual de capturas de boquerón en el golfo de Cádiz. Datos de la lonja del puerto de Cádiz, región SA (datos Junta de Andalucía) y datos del ICES (2002).

Por otro lado, se observa una disminución en las capturas de boquerón a finales de 1999 y principio de 2000. Esto es debido a la parada forzosa a la que se vio sometida la flota de cerco a raíz de los problemas políticos surgidos con la finalización del último Acuerdo de Pesca con Marruecos. Sin embargo, esta parada abarca desde el 31 de noviembre de 1999 hasta el 12 de diciembre de 2001, periodo durante el cual se siguen detectando capturas. En conversaciones mantenidas con personal del sector pesquero, se ha llegado a la suposición de que éstas fueron extraídas por parte de la flota ilegal. En enero de 2000 al no haber renovación del acuerdo pesquero, nuestra flota se ve obligada a faenar en el caladero nacional, con todos los problemas que esto conlleva. Se desconoce si este caladero tiene capacidad suficiente de soportar la mayor presión a la que se está viendo sometido desde entonces. La opinión de algunos pescadores es que la actividad pesquera en el golfo de Cádiz podría ser rentable, si no fuera por la sobreexplotación al que se ve sometido por parte de flotas ilegales.

La Figura 4.1.2 evidencia el descenso de las capturas entre los años 1992 y 1996. Este hecho coincide, por una parte, con una disminución del recurso en el golfo de Cádiz, hasta ahora de origen desconocido. Por otra parte, a la escasez del recurso se unieron una serie de problemas

políticos que desembocaron en uno de los mayores periodos de crisis al que se ha visto enfrentada la flota de cerco en los últimos tiempos. Durante el cuarto acuerdo pesquero (de 1992 a 1995), se redujo la llamada "zona tradicional de pesca" de Marruecos y ante la dificultad de faenar de forma rentable en el caladero marroquí, parte de la flota se concentró en el caladero nacional. En el quinto acuerdo (1995 a 1999), prácticamente se mantuvo la zona de pesca permitida para faenar en el caladero marroquí. A pesar de ello se registra un aumento en las capturas de boquerón en estos años frente al periodo 1992- 1995. En enero de 2000, al no haber renovación del acuerdo pesquero, nuestra flota se ha visto obligada a faenar en el caladero nacional, con todos los problemas que ya hemos comentado.

En todo caso, pensamos que la estadística más fiable y con menos interferencia con las descargas procedentes de Marruecos es la publicada por el ICES (2002), pues incluye exclusivamente los recursos de boquerón capturados en el golfo de Cádiz (región Suratlántica Andaluza), por lo que será la que se utilice en el resto del capítulo.

## 4.2.-CAMBIOS INTERANUALES DEL CLIMA EN LA REGIÓN Y SU POSIBLE CONEXIÓN CON FLUCTUACIONES DE LOS RECURSOS PESQUEROS

### *Ciclos de largo periodo en la región*

Por todo lo explicado hasta el momento acerca de las capturas del boquerón en el golfo de Cádiz de 1985 a 2001, podría esperarse que el motivo principal que produjo el mínimo registrado de 1992 a 1996 fueran factores naturales. Una vez analizados otros factores, como la situación política o el esfuerzo pesquero realizado en el Golfo, ahondamos en el estudio de ciclos meteorológicos de largo periodo para tratar de explicar este mínimo en particular y, en general, la evolución de estas capturas en nuestra zona de estudio.

El golfo de Cádiz está, de hecho, en una zona climática muy sensible a una de las oscilaciones climáticas interanuales más importantes del hemisferio norte: la oscilación del Atlántico norte. Los modos de esta oscilación quedan reflejados en el índice NAO (North Atlantic Oscillation) que se construye en base a las diferencias de presión registradas durante los meses invernales entre estaciones meteorológicas de Islandia y las islas Azores. Cuando los valores de este índice son positivos, los vientos que soplan del oeste atravesando el Atlántico inciden sobre el continente europeo en latitudes más altas. En estas condiciones, los vientos del oeste arrastran aire cálido y húmedo sobre el norte de Europa donde generan años con inviernos lluviosos y poco fríos. Por el contrario, en la península Ibérica esta situación genera años secos al no recibir la influencia de vientos de poniente que se encuentran cargados de humedad tras atravesar el océano Atlántico (Figura 4.2.1).

El otro modo de **la oscilación**, un NAO negativo, genera en **Europa** occidental la situación contraria. Los **vientos del oeste** ahora inciden más al sur favoreciendo **que** el aire cargado de humedad genere años **lluviosos** sobre la península Ibérica, mientras que su ausencia en el norte de Europa genera años secos y fríos en esta zona.

Cuando se realiza el análisis de **la evolución** de este índice con la pluviosidad de la estación meteorológica de Huelva, se observa que existe cierta correlación entre ambas variables (figura 4.2.2). Ésta es especialmente llamativa para el año 1996 en el que tras varios años de sequía coincidentes con valores positivos del NAO, se produce un valor muy negativo del índice que coincide con un año de muy elevada pluviosidad.

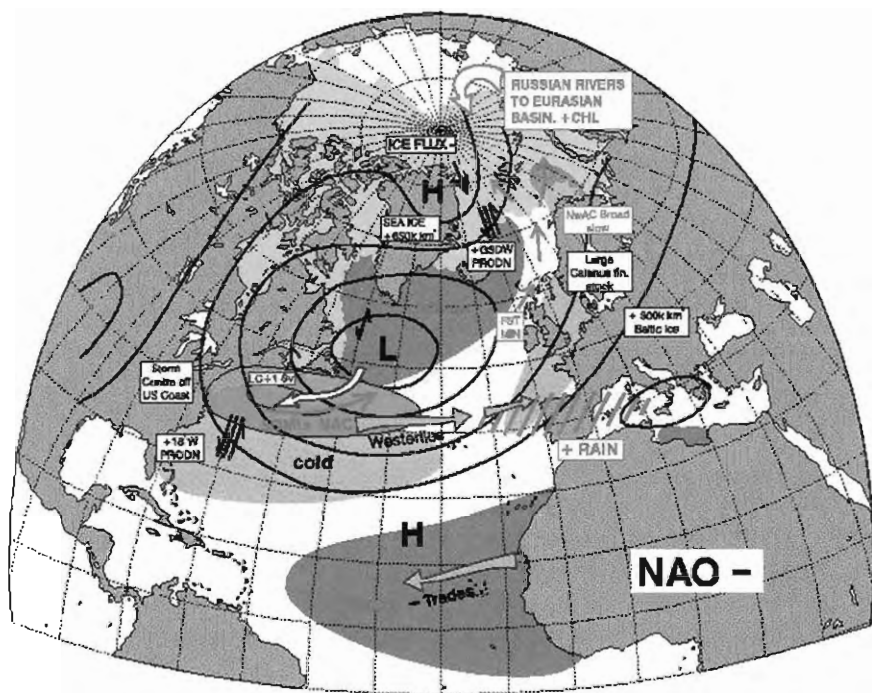
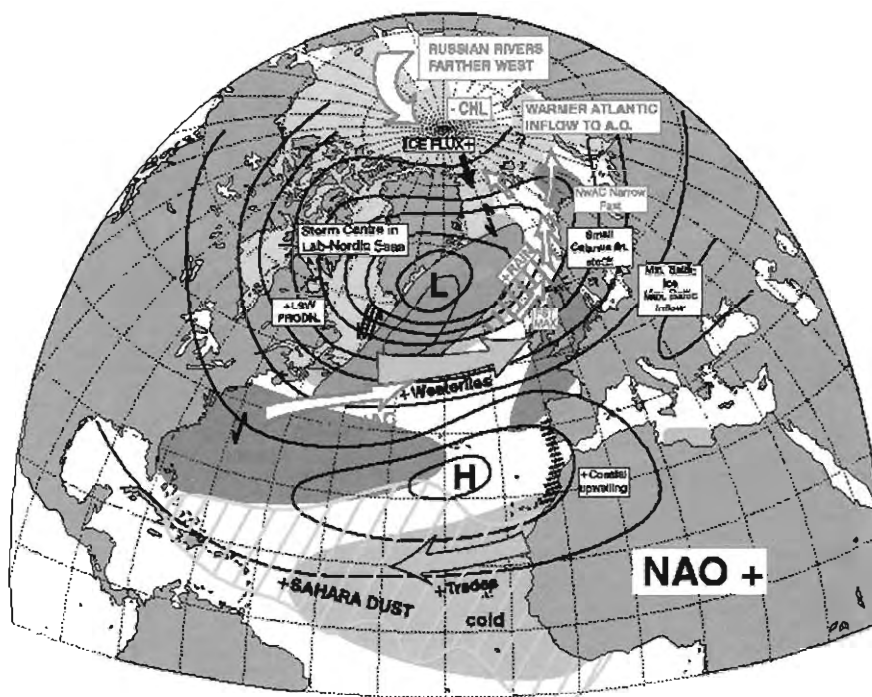


Figura 4.2.1. Esquema de la situación del Atlántico norte bajo los efectos de un NAO positivo y NAO negativo (<http://www.net.rdg.ac.uk/cag/NAO/>).

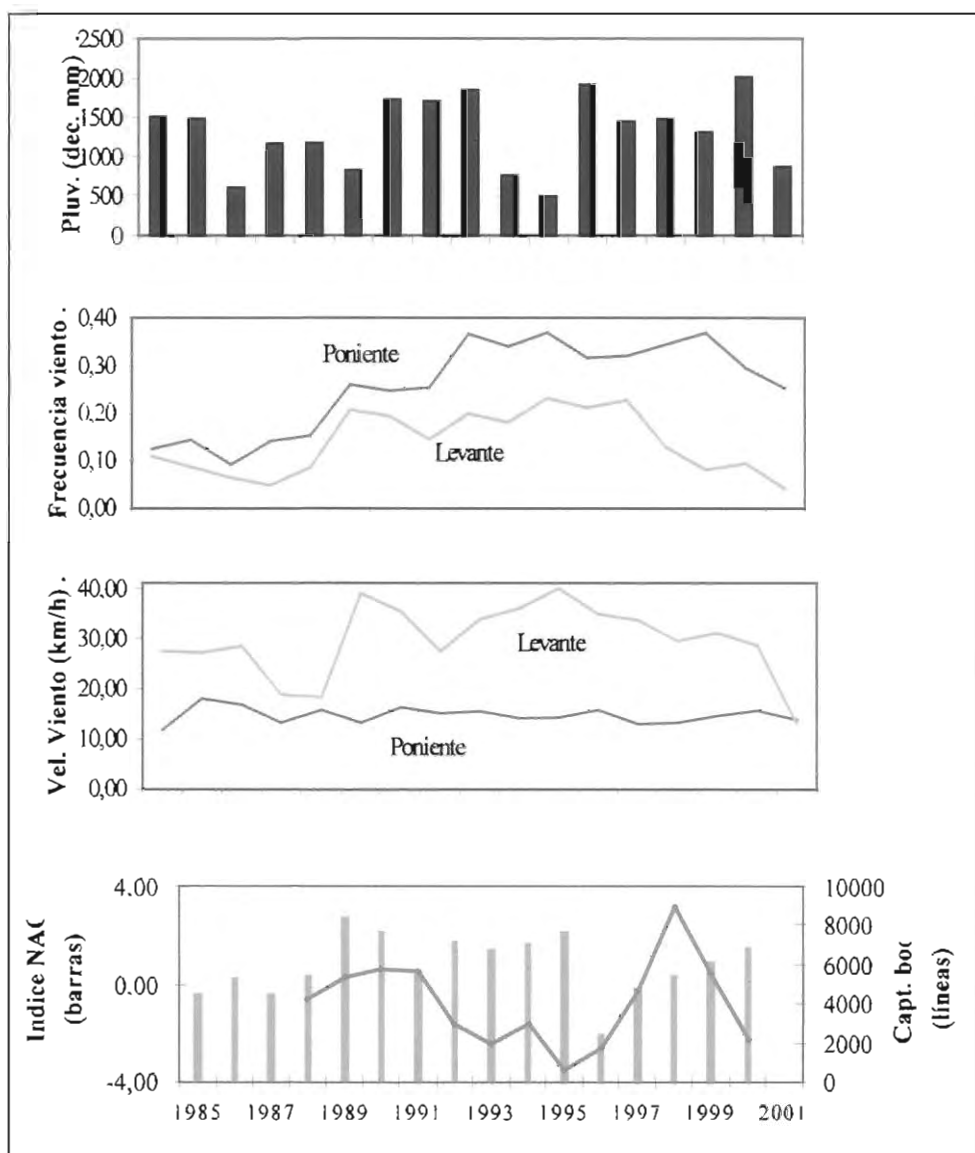
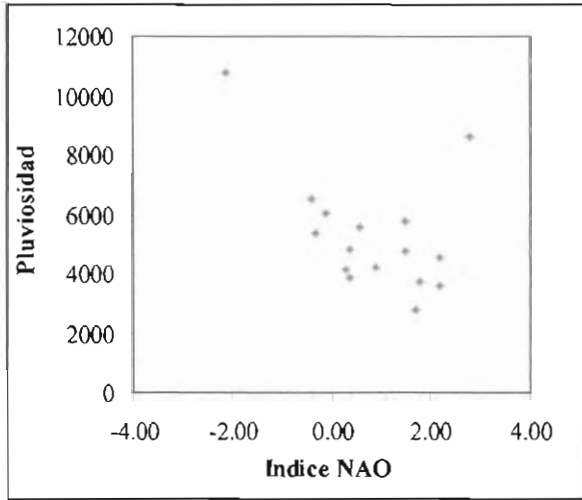


Figura 4.2.2. Relación de vientos, pluviosidad de marzo a septiembre e índice NAO y capturas de boquerón anuales en el golfo de Cádiz.

Esta correlación se ve aún más clara si se representa la pluviosidad frente al índice NAO (Figura 4.2.3), apareciendo años más lluviosos cuando el NAO es negativo. El valor de este índice también presenta relación con otras variables meteorológicas. Al analizar la frecuencia e intensidad de los vientos de levante y poniente de la zona se detecta también la existencia de un ciclo interanual relacionado con el comportamiento cíclico del NAO. A partir del año 1988 comienza un periodo que se extiende hasta el año 1998 en el que la frecuencia e intensidad de los vientos de levante se hace muy persistente en la región. Aunque la frecuencia de ponientes también se incrementa en este periodo, e incluso se prolonga más años, la velocidad media anual no sufre un incremento tan importante como el viento del este.

Estas fluctuaciones en el régimen de viento no son perfectamente sincrónicas con las oscilaciones del NAO, pero las tendencias apuntan a patrones de evolución en los que se conectan.



**Figura 4.2.3.** Pluviosidad anual en la estación meteorológica de Huelva frente a índice NAO.

Esto indica la oportunidad de hacer futuros análisis con series meteorológicas más largas. A ello se le unen los esfuerzos internacionales por intentar pronosticar el valor del NAO, los cuales se podrían utilizar para estimar la fase del ciclo climatológico en el que se encuentra nuestra región.

Aunque la fase en la que se encuentra este estudio es todavía temprana para realizar una conexión entre estas fluctuaciones ambientales y su repercusión sobre la explotación de los recursos pesqueros en la zona, ya se comentó anteriormente el impacto negativo que se intuye tienen los vientos de levante para la supervivencia de huevos y larvas en la franja costera. Además, la pluviosidad influye sobre la dinámica poblacional de los juveniles de especies como el boquerón que buscan refugio en el interior del río Guadalquivir, pero que evitan las aguas excesivamente dulces que generan las descargas de la presa de Alcalá durante los años lluviosos.

Este conjunto de fluctuaciones se interconecta con aquellas que son fruto de la actividad humana, generando un modelo complejo para la gestión de estos recursos. Este modelo se presenta en el siguiente apartado. En él aparecen los principales factores que afectan a las fluctuaciones interanuales del recurso y que han sido identificados gracias a la labor realizada durante este año y a los estudios previos que había realizado la Consejería de Agricultura y Pesca en este sector. No obstante, aún queda por resolver la importancia relativa de cada uno de estos factores y la forma en la que éstos se entrelazan entre sí para condicionar la evolución interanual de recursos en la zona, labor en la que el equipo espera avanzar con rapidez durante los próximos años.

#### **4.3.-UN MODELO CONCEPTUAL DE FACTORES QUE AFECTAN A LOS RECURSOS PESQUEROS DEL BOQUERÓN EN EL SECTOR ATLÁNTICO ANDALUZ**

El modelo que se presenta es una visión esquemática y preliminar del conjunto de factores tanto naturales como antropogénicos que, dada la información recopilada hasta el momento durante la realización de este proyecto, consideramos que son los que influyen en la cantidad de recursos de boquerón disponibles para la flota pesquera de la región suratlántica andaluza en el golfo de Cádiz. Es un modelo que puede cambiar en futuras versiones con la incorporación o eliminación de componentes, a medida que mejore nuestra comprensión de la zona y del recurso a lo largo del proyecto.

## ZONAS:

El modelo distingue tres tipos de zonas en la región que no se excluyen entre sí:

- **Zona óptima de puesta:** Se trata de la franja costera. Sus características de zona cálida con elevada producción durante los meses de puesta la hacen muy idónea como área de desove para el boquerón. Se espera que una larga permanencia en este lugar durante las primeras fases del ciclo vital de esta especie tengan un efecto beneficioso sobre el tamaño futuro de la población.

- **Zona adecuada de alevinaje:** Se trata del tramo final del río Guadalquivir y su entorno estuárico. Los alevines encuentran en esta área abundante alimento y, al tratarse de efectivos que por su edad disponen ya de cierta capacidad de movilidad, pueden evitar efectos asociados a cambios en la salinidad del agua.

- **Puntos de exclusión de la zona óptima:** Se trata de puntos críticos que marcan la frontera de la zona óptima en la que esta especie puede desarrollar sus primeros estados del ciclo vital. Los huevos y larvas que la atraviesan encuentran condiciones mucho menos favorables (aguas menos productivas) para su supervivencia. Dado que el principal componente de las corrientes en la zona es paralelo a la misma, los dos puntos de exclusión se encontrarían a la altura del cabo de Santa María y Chipiona.

## FACTORES:

### a) NATURALES

Tienen su origen en los cambios climatológicos de la región, en su influencia sobre la dinámica oceánica de la zona y en como ésta condiciona el futuro reclutamiento de individuos. Los factores que de momento se identifican son:

- **Vientos de Levante:** Se prevé que la predominancia de estos vientos durante el periodo de puesta del boquerón es altamente negativa por dos cuestiones. Por un lado provocan una bajada generalizada de la productividad de las aguas de la región. Por otro, estos vientos generan corrientes paralelas a la costa en dirección hacia el oeste. Su persistencia prolongada tiene la potencialidad de hacer que agua de la zona óptima sea expulsada por el punto de exclusión del cabo de Santa María. Esta posible exclusión tiene un efecto muy negativo dado que la batimetría en el entorno de este cabo cae bruscamente por la presencia de la fosa de Álvarez Cabral. Esto implica que, una vez atravesado este punto, los huevos y larvas tienen una probabilidad elevada de encontrarse en entornos muy oligotróficos típicos del mar abierto de esta cuenca y, por tanto, muy escasas probabilidades de supervivencia.

- **Vientos de Poniente:** El poniente tiene dos efectos potenciales, uno positivo y otro negativo. El positivo está relacionada con el incremento general de producción en la zona que genera este régimen de vientos en la zona, resultado del transporte de Ekman. Sin embargo, una persistencia sostenida de estos vientos tiene la potencialidad de excluir agua de la zona óptima a través del punto de Chipiona. Esta exclusión no es tan dramática como en el caso del levante ya que al este de esta zona de exclusión la plataforma todavía es ancha, por lo que la futura supervivencia de larvas no se ve tan comprometida. No obstante, si la dinámica de corrientes arrastrara huevos y larvas fuera de la plataforma, éstos tendrían una elevada probabilidad de ser succionados por la fuerte corriente que atraviesa el estrecho de Gibraltar.

- **Pluviosidad:** La pluviosidad tiene el potencial de fertilizar la zona con los nutrientes que arrastran los ríos sobre la plataforma, aumentando la producción si se produce en meses de sufi-

ciente iluminación. Por otro lado, tienen un efecto que puede ser negativo para los alevines, al obligarles a abandonar el río ante la bajada de salinidad. Este último elemento tiene cierto control humano puesto que la salinidad del río depende por una parte de la cantidad de lluvia caída y por otra de los desembalses de la presa de Alcalá relacionados con cultivos como el arroz muy importantes a lo largo del cauce del Guadalquivir.

## **b) ANTROPOGÉNICOS**

Se trata de factores que pueden afectar a estadios post-larvarios mientras que los anteriores tienen mayor influencia sobre los estadios más tempranos de larvas y huevos. El hombre posee control sobre ellos y por tanto, se deben tener muy en cuenta a la hora de actuar para una mejor gestión del recurso. Entre estos factores de momento se han identificado:

- Desembalses: Como se comentó anteriormente los desembalses desde la presa de Alcalá provocan la salida de alevines de boquerón desde el río hacia la mar para evitar las bajas salinidades. De esta manera quedan expuestos a la acción de depredadores marinos durante este periodo. Además, si el desembalse coincide con un fuerte temporal de poniente, podrían quedar incluidos en las corrientes hacia el este generados con este régimen de vientos, siendo expulsados en dirección al estrecho por el punto de Chipiona.

- Dragados del río Guadalquivir: Éstos se han producido al menos durante el año 1992 y 1995. Su efecto sobre los alevines de boquerón son similares a los de un desembalse desde la presa de Alcalá, ya que es probable que los juveniles tiendan a evitar la turbidez que esta operación genera en la columna de agua mediante la migración hacia el mar. Esta turbidez puede también generar limitación por luz en el río y su zona estuárica, con la consiguiente disminución de la producción primaria en el entorno.

- Explotación de reproductores: En la actualidad se entiende que las fuertes fluctuaciones interanuales de algunas pesquerías y su potencialidad de colapsar, son fruto de la conjunción de condiciones naturales desfavorables para el reclutamiento de una determinada especie y el exceso de explotación humana sobre la misma. En el caso de boquerón, sus niveles de explotación en el golfo de Cádiz están afectados por los diversos acuerdos/ desacuerdos entre el Reino de Marruecos y la Unión Europea. Una serie de factores negativos como la persistencia de vientos de levante (factor natural), el dragado del Guadalquivir (factor antropogénico) y una sobreexplotación de esta pesquería podrían conjuntamente ser los responsables de colapsos como el que ocurrió a principio de la década de los noventa en las pesquerías de esta especie en esta región. Para confirmarlo, actualmente estamos realizando un análisis dirigido en este sentido con una revisión detallada de la evolución de este recurso.

## **CAPÍTULO 5**

# **CONSIDERACIONES RESPECTO A LOS RESULTADOS**

- La franja de plataforma comprendida entre las desembocaduras de los ríos Guadalquivir y Gadiana contienen una elevada riqueza específica que, además, se reflejan en los diferentes muestreos con una alta diversidad de especies con interés pesquero.

- Se observa que el rendimiento de las pescas sufren variaciones estacionales, que pueden estar motivadas por los comportamientos de las distintas especies y por las condiciones medioambientales de la zona. En la continuación del proyecto, se analizará con más detalle las relaciones entre el comportamiento de las especies objetivo y las condiciones oceanográficas de la zona de estudio.

- De las seis especies objetivo del estudio, en cinco de ellas -boquerón, sardina, acedia, gale-  
ra y langostino-, se pescan individuos reproductores y juveniles en las pescas de arrastre, confir-  
mándose mediante las muestras de ictioplancton obtenidas que completan su ciclo de vida en la  
zona de estudio.

- Sin embargo, con la corvina no se han obtenido datos que confirmen la realización de la  
puesta en nuestra zona de estudio. Aunque se han capturado juveniles de esta especie en las pes-  
cas de arrastre en gran número, no se pescó ningún reproductor. En adelante, para poder estimar  
la época de madurez sexual con mayor exactitud, así como otros parámetros reproductivos, se  
analizarán corvinas adultas procedentes de lonjas pesqueras de la zona. Además no se identificó  
ningún huevo ni larva en las muestras de ictioplancton. Por tanto, se procederá a realizar mues-  
treos específicos de ictioplancton en el interior del río Guadalquivir durante la época de puesta de  
la corvina (mayo y junio), para intentar capturar huevos y larvas de esta especie.

- La zona de estudio es un área donde las probabilidades de éxito reproductivo son máximas  
para aquellas especies que realicen en ella su puesta. Esta franja más costera del Golfo parece  
conservar un carácter casi permanente de zona cálida, elevada productividad y estabilidad. De  
hecho, se han registrado abundancias muy elevadas de huevos y larvas durante el periodo anali-  
zado (marzo-junio de 2002), correspondiendo en su mayor parte a especies de reproducción pri-  
maveral (espáridos) y estival (boquerón), las cuales se han ido alternado en el tiempo y en el espa-  
cio. En general, estas abundancias han resultado ser muy importantes al compararlas a nivel mun-  
dial.

- Se detectan dos franjas bien definidas dentro del área de estudio. La primera integraría el  
sector comprendido entre la ría de Huelva y la desembocadura del Guadalquivir, que parece encon-  
trarse fuertemente afectada por la evolución estacional, la influencia continental y los aportes de  
los ríos. En la segunda de estas zonas, entre la ría de Huelva y el río Guadiana, siempre se detec-  
ta la presencia de una lengua de agua fría que parece proceder del agua aflorada en el cabo Santa  
María, al oeste de nuestra zona de estudio.

- Se distinguen tres patrones térmicos a lo largo del año 2002: una situación invernal (enero)  
que se caracteriza por ser un periodo en las que las temperaturas más bajas se registraron en la  
franja costera; una etapa de transición entre ambas (abril) y una situación típica estival en los  
meses de mayo a septiembre, aumentado gradualmente la diferencia de temperatura entre las dos  
zonas. Este fenómeno se acentúa en las cercanías de las desembocaduras de los ríos, en espe-  
cial del Guadalquivir.

- Durante los meses invernales se detectó una mezcla completa de la columna de agua. El  
calentamiento de los primeros metros se detectó inicialmente en las estaciones oceánicas durante  
los meses de primavera para extenderse y afianzarse en toda la zona en la época estival. La des-  
aparición de esta estructura comenzó a principios de otoño afectando inicialmente a las estaciones  
menos profundas donde la mezcla completa de la columna ocurre más rápidamente. Se encuentra  
una situación atípica de estratificación en el muestreo de marzo.

- Se detecta la aparición de un bloom de fitoplancton en la totalidad del área de estudio  
durante marzo de 2002, resultado de la fertilización de la zona por los aportes de nutrientes de los  
ríos, acompañada por unas altas temperaturas que crearon el medio de cultivo ideal para el creci-  
miento de fitoplancton.

- Se han podido identificar varios núcleos de puesta y cría larvaria principales a lo largo de  
los meses analizados, variables en su composición y abundancia en función de los factores  
ambientales predominantes en los mismos. La temperatura parece ser la variable ambiental que  
más ha influido sobre la composición, distribución, abundancia y temporalidad del ictioplancton.

- La zonación del área de estudio se pone de manifiesto en la presencia de los componentes ictioplanctónicos. De este modo, en el área situada entre el Guadiana y la ría de Huelva, se han reproducido especies de puesta invernal (acedía y sardina) y primaveral (espáridos). El área restante, entre la ría de Huelva y el Guadalquivir, ha estado más sometida a procesos de estacionalidad que han repercutido en la composición del ictioplancton. Así en marzo se dieron características propias de los meses de verano que favorecieron las abundantes puestas de boquerón (reproductor estival). Los meses de abril y mayo presentaron características más propias de la primavera, de manera que en abril predominaron las puestas de espáridos y, en menor grado, de boquerón. En mayo se dio un pico de puesta y presencia larvaria debido a los reproductores primaverales y en junio se detectó el mayor pico de puesta del periodo de estudio, debido a masiva actividad reproductora del boquerón.

- El viento predominante parece ser el factor que condiciona la hidrodinámica presente en la plataforma. Los regímenes de poniente coinciden con velocidades perpendiculares de la corriente hacia mar adentro y desplazan las aguas costeras de la zona en dirección a Cádiz. Los vientos de levante provocan el efecto simétrico a éste, con una tendencia de las masas de agua costera a circular hacia el oeste. Este patrón de circulación no se produce con tanta claridad mar adentro.

- La evolución del índice NAO presenta correlación con factores climatológicos como la pluviosidad o el régimen de vientos en la zona. Un NAO positivo se corresponde con épocas de sequía y regímenes de levante que podrían estar relacionados con una disminución en pesquería de especies como el boquerón. Un NAO negativo coincide con inviernos muy lluviosos con vientos de poniente. De esta manera, se podría llegar a utilizar la estimación previa del valor de este índice (aún en desarrollo) para estimar la fase del ciclo climatológico en el que se encuentra nuestra región y en cómo ésta afecta a las pesquerías de la zona.

- Se han determinado un conjunto de factores que interconectados podrían ser los responsables de las fluctuaciones interanuales que presentan la abundancia de boquerón en el golfo de Cádiz (Figura 5.1). No obstante, aún queda por resolver la importancia relativa de cada uno de estos factores y la forma en la que éstos se entrelazan entre sí para condicionar la evolución interanual de las capturas en la zona, labor en la que el equipo espera avanzar con rapidez durante los próximos años.

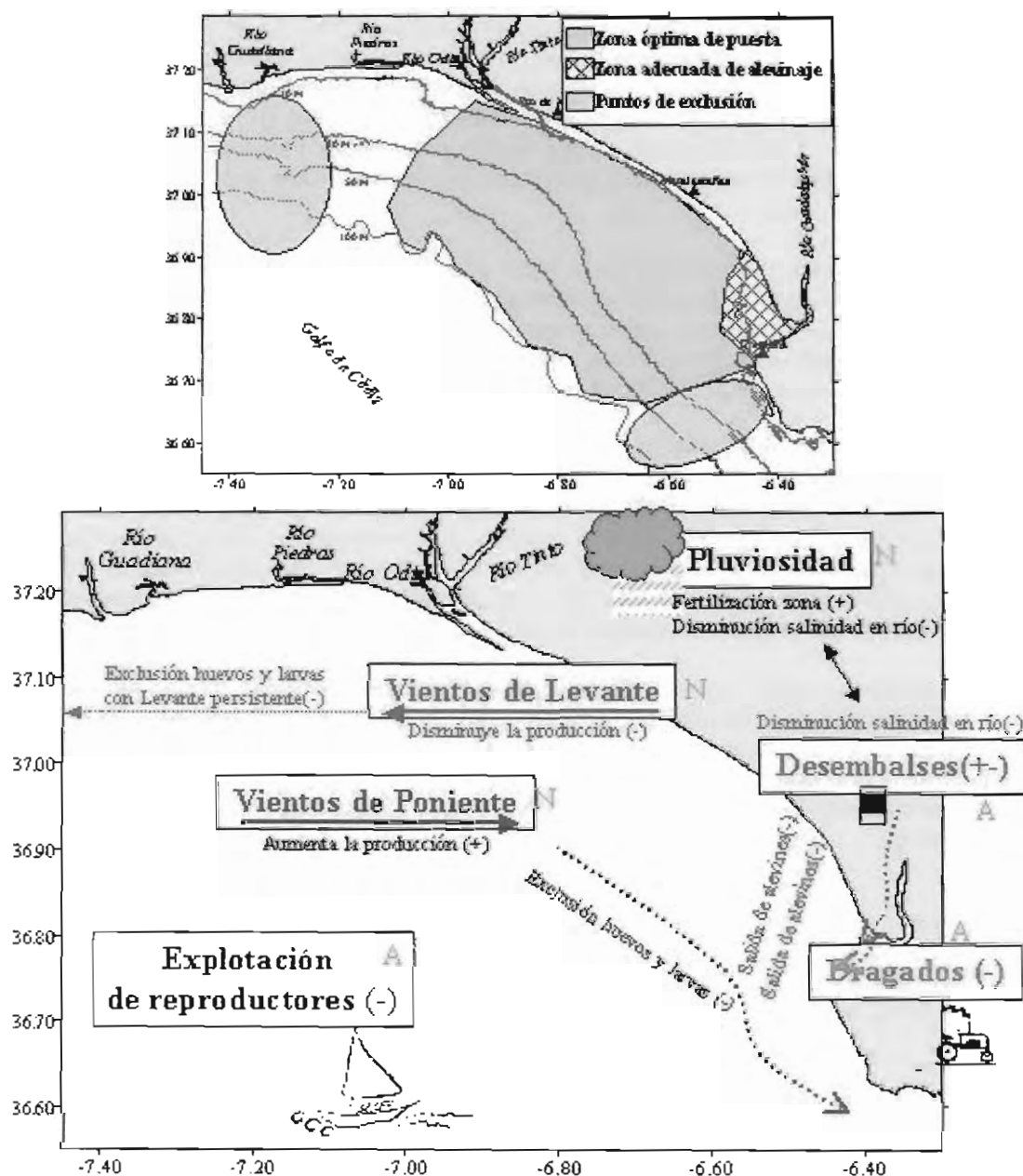


Figura 4.2.2. Abajo. Modelo conceptual de los factores posibles responsables de las fluctuaciones interanuales de la abundancia de boquerón en el golfo de Cádiz. (A) Factores Antropogénicos; (N) Factores Naturales, (+) Efecto positivo ; (-) Efecto negativo. Arriba: Zonación del área en función de la evolución de la puesta.

## BIBLIOGRAFÍA

Abelló, P. and F. Sardá (1989). Some observations on the biology and fishery of *Squilla mantis* L. in the Catalan area (NW Mediterranean). In: *Biology of the Stomatopods*. E.A. Ferrero, ed. Mucchi editore, Modena, Italy. 229-239

Abelló, P and P. Martín (1993). Fishery dynamics of the mantis shrimp *Squilla mantis* (Crustacea: Stomatopoda) population off the Ebro delta (NW Mediterranean). *Fisheries Research* 16: 131-145.

Afonso, M. H. (1995). Ichthyoplankton of the southwest zone off the Portuguese continental coast. *Bol. Inst. Port. Invest. Marit.* 1: 1-22.

Alemany, F. X. El ictioplancton del Mar Balear. Resultados de las campañas "Balears", "Miver", "Canal de Ibiza", proyecto "Bahía" y proyecto "Radiales. Tesis doctoral. Universitat de les Illes Balears. 610 pp.

Alvariño, A. (1957). Zooplancton del Atlántico Ibérico. (Campaña del Xauen en el verano de 1954). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 82: 51pp.

Andréu, B. y J. Rodríguez-Roda (1951). La pesca marítima en Castellón. Rendimiento por unidad de esfuerzo (1945-1949) y consideraciones biométricas de las especies de interés comercial. *Publ. Inst. Biol. apl. Barcelona*, 8: 233-277.

Anónimo (1994). Small Pelagic Fishes and Climate Change Program. *Globec Report Series*. La Paz, México.

Anónimo (1994 b). Las Artes de Pesca en el Litoral Gaditano. Ed: *Diputación Provincial de Cádiz. Servicio de Publicaciones FOROSUR*. 245 pp.

Anónimo. 1997. Review of the state of world fishery resources: marine fisheries. *FAO Fisheries Circular* 920. Marine Resources Service, Fishery Resources Division, Fisheries Department FAO.

Anónimo (1999). Ordenación y Regulación de la actividad pesquera en el estuario del Guadalquivir. Dirección General de Gestión del Medio Natural, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. 163 pp.

Anónimo (1999, b). Distribution, biology and biomass estimates of the sicilian channel anchovy. *Final report of the project "MED 96-052"*. Commission of the European Communities. Directorate General for Fisheries (DG IVX). 152 pp.

Anónimo (2001). Especies de interés pesquero en el litoral de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.

Arias, A. M. y P. Drake (1989). Abundancia espacio-temporal y composición de tallas de estados juveniles de peces en las zonas intermareales de la bahía de Cádiz (S. de España). *Acuicultura Intermareal*. M. Yúfera (ed.). Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía. Cádiz: 269-277.

Arias, A. M. y P. Drake (1990). Estados juveniles de la ictiofauna en los caños de las salinas de la Bahía de Cádiz. Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Consejería de Gobernación. Junta de Andalucía. Cádiz.

Ayala Duval, E. , Maldonado Monroy, M. C. , Becerril Martínez, J. A. , García Tamayo, D. T. , Juárez Ortiz, C. , Blas Cabrera, J. , Barrios Orozco, V. , Huerta González, J. A. y A. Almaraz Gómez (1998). Distribución de algunos componentes del ictioplancton y su relación con la biomasa zooplanctónica. Tapia García, M. (ed). *El Golfo de Tehuantepec. El ecosistema y sus recursos*. 93-102.

Bakun, A. (1996). Patterns in the Ocean. California Sea Grant College System and National Oceanic and Atmospheric Administration, in cooperation with Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, BCS Mexico.

Baro, J. (2000). Asociación de espáridos en el Golfo de Cádiz: distribución espacial.. *Thalassas*, 16: 33- 39.

Baringer, M. O. and J. F. Price (1999). A review of the physical oceanography of the Mediterranean Outflow. *Marine Geology*. 155: 63-82.

Blaber, S. J. N., Farmer, M. J. , Milton, A. D. , Pang, J. , Boon-Teck, O. and P. Wong (1997). The chthyo plankton of selected estuaries in Sarawak and Sabah: composition, distribution and habitat affinities. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 45: 197-208.

Bryden, H. L. , and H. M. Stommel (1982). Origin of the Mediterranean outflow. *J. Mar. Res.* 40: 55-71.

Castello, L. y J. P. Castello (2002). Anchovy stocks (*Engraulis anchoita*) and larval growth in the SW Atlantic. *Fisheries Research*, 59: 409-421.

Castro, L. R. , Salinas, G. R. and E. H. Hernández.(2000). Environmental influences on winter spawning of the anchoveta *Engraulis ringens* off central Chile. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 197: 247-258.

Castro, L. R. , Llanos, A. , Blanco, J. , Tarifeño, E. , Escribano, R. y M. Landaeta (2001). Influence of latitude variations in spawning habitat characteristics on early life history traits of the anchoveta, *Engraulis ringens*, off Northern and Central Chile.

Chao, S. C. (1993). Studies of the short-term fluctuation of fishing condition of fish larvae and juveniles in the coastal waters adjacent to the Tanshui River Estuary, Taiwan. Master's Dissertation, National Taiwan Ocean University.

Checkley, D. M. , Dotson, R. C., and D. A. Griffith (2000). Continuous underway sampling of eggs of Pacific sardine (*Sardinops sagax*) and northern anchovy . *Deep Sea Research Part II*, (47): 1139-1155.

Cort, J. L., Cendrero, O. , y E. de Cárdenas (1979). La anchoa, *Engraulis encrasicolus* (L.) del Cantábrico. *Información Pesquera. Inst. Espa. Ocean.*, 220:1-34.

Cowley, P. D., Whitfield, A. K. and K. N. I. Bell. (2001). The surf zone ichthyoplankton adjacent to an intermittently open estuary, with evidence of recruitment during marine overwash events. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 52: 339-348.

Crespo, J. , Gajate, J. y R. Ponce (2001). Clasificación científica e identificación de nombres vernáculos existentes en la base de datos de seguimiento informático de recursos naturales oceánicos. *Publicación del Instituto Español de Oceanografía*. Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Cushing, D. H. (1975). *Marine Ecology and Fisheries*. Cambridge University Press.

- Chicharo, L. M. Z. y M. A. A. Teodosio (1991a). Contribuição para o estudo do ictioplancton no estuario do Guadiana. *Rev. Biol. U. Aveiro*. 4: 277-286.
- Chicharo, L. M. Z. y M. A. A. Teodosio (1991 b). Utilização do estuario do Guadiana como local de postura para *Engraulis encrasicolus* Linné (1774). *Rev. Biol. U. Aveiro*. 4: 263-276.
- Dekhnih, T. V. (1954). Spawning of anchovy and grey mullet in the Black Sea. *Transactions in VINI-RO* (Alluniov Science Institute of Marine Fisheries and Oceanography), 28:34-48.
- Dekhnih, T. V. , Duka L. A. , Kalinina E. M. , Oven L. S. , Salekhova L. P. and V. I. Sinyukova (1970). Spawning and larval ecology of mass Black Sea Fishes. *Naukova dumka*. Kiev. 240 pp. Dekhnih, T. V. (1973). Ichthyoplankton of the Black Sea, *Naukova dumka*, Kiev. 235 pp.
- Demir, N. (1959). Notes on the variations of eggs of anchovy (*Engraulis encrasicolus* Cuv.) from the Black Sea Marmara, Aegean and Mediterranean Seas. Publications of the Hydrobiological Research Institute, Faculty of Sciences, University of Istambul, Series B: 180-187.
- Demir, N., 1965. Synopsis of biological data on anchovy *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus) 1758 (Mediterranean and adjacent seas). *FAO Fisheries Synopsis* 26: 1-42.
- Diputación de Cádiz (1991). El Sector Pesquero en la Provincia de Cádiz. Ed: Excma. *Diputación de Cádiz*. 491pp.
- Drake, P. and Arias, A. M. (1991). Ichthyoplankton of a shallow coastal inlet in south-west Spain: factors contributing to colonization and retention. *Estuarine Coastal Shelf Sci.* 32 (4): 347-363.
- Do Chi, T. (1975). Biometrie de la reproduction de *Squilla mantis* (L.) (Crustace Stomatopode) dans le golfe d'Aigues-Mortes (Mediterranee noroccidentale). *Publicazioni della Stazione zoologica di Napoli*, 39 (suppl) : 144-139.
- Dunbar, R. S. , Hsiao, S. V. and B. H. Lambrigtsen (2000). *Science Algorithm Specifications for the NASA Scatterometer Project*.
- Esteves, E. , Pina, T. , Chicharo, M.A. and J. P. Andrade (2000). The distribution of estuarine fish larvae: Nutritional condition and co-ocurrence with predators and prey. *Acta Oecologica*, 21 (3): 161-173.
- FAO. Fiches FAO D'identification des espèces pour les besoins de la Pêche Méditerranée et Mer Noire. Zone de Pêche 37. (1972). Rome, 1973. Volume II.
- Fiúza, A. F. D., de Macedo, M. E. and M. R. Guerreiro. (1982). Climatological space and time variation of the Portuguese coastal upwelling. *Oceanologica Acta* 5 (1).
- Fiúza, A. F. D. (1983). Upwelling patterns off Portugal. *Coastal Upwelling. E. a. T. Suess, J. Plenum New York*: 85-98.
- Folkard A. M., Davies P. A., Fiuza A. F. G. And I. Ambar (1997). Remotely sensed sea surface thermal patterns in the Gulf of Cadiz and the Strait of Gibraltar: Variability, correlations and relationship with the surface wind field. *Journal of geophysical research*, 102, (C3): 5669-5683.
- Furnestin, J. (1945). Note preiminaire sur l'anchois, *Engraulis encrasicolus* (L.), du golfe de Gascogne. *Rev. Trav. Off. Sci. Tech. Pêches Marit*. 13:197-209.

García, A. and I. Palomera (1996). Anchovy early life history and its relation to its surrounding environment in the Western Mediterranean basin. *Sci. Mar.*, 69 (Supl. 2): 155-166.

García, C. M. , Prieto. L. , Vargas M. , Echevarría, F. , García-Lafuente, J. , Ruiz, J. and J. P. Rubin (2002). Hydrodynamics and the spatial distribution of plankton and TEP in the Gulf of Cádiz (SW Iberian Peninsula). *Journal of Plankton Research* 24 (8): 817-833.

García del Hoyo, J. J. , García, F. , González, M. D. , Serrano, I. , Jiménez, R. , Cortés, C. , Cordón, E. , Castilla, D. , Vilchez, M. L. , González, A. , Luque, L. , Padilla, N. e I. Herrero (2002). Análisis bioeconómico de pesquerías artesanales andaluzas. Ed: Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. 70 pp.

Gil de Sola Simarro L. 1993. Las Pesquerías Demersales del Mar de Alborán (Surmediterráneo Ibérico). Evolución en los últimos decenios. *Informes Técnicos. Instituto Español De Oceanografía.* 142:1-179.

Grioche, A. , Koubbi, P. and X. Harlay (1999). Spatial patterns of ichthyoplankton assemblages along the eastern English channel french coast during spring 1995. *Estuarine, Coastal and Shelf Science.* Vol 49 (1):141-152.

Guerra A. (1982) . Cefalópodos capturados en la campaña Golfo de Cádiz-81, *Inv.Pesq.* 10: 17-49.

Gutiérrez, A. , Cantero, P. , Díez de Castro, E. , Basulto, J. , Paz, M. A. , Arias, C. , Morán, J. C. , Pérez, B. , Orihuela, J. , Amuedo, C. , Gemio, J. , Sánchez, J. V. y J. Pizarro (1994). El sector pesquero andaluz: análisis y perspectivas. Ed. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. 322 pp.

Gutierrez-Mas, J. , Sánchez-Bellón, A. , Achbad, M. , Ruiz, J. , González-Caballero, J. L. , Parrado Román, J. M. and F. López-Aguayo (1997). Determinación de las zonas de influencia de los flujos de materia en suspensión procedentes de la bahía de Cádiz sobre la plataforma continental. *2º Simposio sobre el margen continental ibérico atlántico, Cádiz.*

Harris, S. A., Cyrus, D. P. and L. E. Beckley (1999). The larval fish assemblage in nerashore coastal waters off the St. Lucia Estuary, South Africa. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 49: 789-811.

Holm-Hanssen, O. , Lorenzen, C. J. , Homes, R. W. and J. D. H. Strickland (1965). Fluorometric determination of chlorophyll. *J. Cons. perm. int. Explor. Mer.* 187: 9-18.

Houde, E. D. , Almatar, S. , Leak, J. C. and C. E. Dowd (1986). Ichthyoplankton abundance and diversity in the western Arabian Gulf. *Kuwait Bulletin of Marine Science* 8: 107-393.

Hwu, S. G. (1994). A preliminary study on the monthly fluctuation of fishing condition of larval anchovy in the coastal waters of southwestern Taiwan. Master's Dissertation, national Taiwan Ocean University, 76 pp.

ICES, 2002. Working Group on the Assessment of Mackerel, Horse Mackerel, Sardine and Anchovy. ICES CM 2002/ACFM:06. 459 pp.

Informe Campaña Golfo-2001 (2001). Universidad de Cádiz, Universidad de Málaga e Instituto Español de Oceanografía.

Janekarn, V. and T. Kiørboe (1991). Distribution of fish larvae along the Andaman coast of Thailand. *Phuket Marine Biological Centre Research Bulletin* 56: 23-40.

Jerlov, N. G. (1976). *Marine optics*. New York.

Johnson, J. and I. Stevens (2000). A fine resolution model of the eastern North Atlantic between the Azores, the Canary Islands and the Gibraltar Strait. *Deep Sea. Res. I* (47): 875-899.

John, H. C. , Mohrholz, V. , and J. R. E. Lutjeharms (2001). Cross-front hydrography and fish larval distribution at the Angola-Benguela frontal zone. *Journal of Marine Systems* 28: 91-111.

Joseph, E. B. (1973). Analysis of a nursery ground. In: *Proceedings of a Workshop on Egg, Larval and Juvenile Stages of Fish in Atlantic Coast Estuaries* (Pacheco, A. L., ed.). Middle Atlantic Coastal Fisheries Center Technical Publication nº 1: 118-121.

Jiménez, M. P., Sobrino, I., and F. Ramos (1998). Distribution pattern, reproductive biology and fishery of the wedge sole *Dicologoglossa cuneata* in the Gulf of Cadiz, south-west Spain. *Marine Biology* 131:173-187.

Jiménez, M.P., Piñero, C., Sobrino, I., Ramos, F (2001). Studies on age determination and growth pattern of the wedge sole *Dicologoglossa cuneata* (Moreau, 1881) in the Spanish waters of the Gulf of Cadiz. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 17 (3 y 4). 279-285.

Kideys, A. E. , Gordina, A. D. , Niermann, U. and Z. Uysal (1997). Distribution of anchovy eggs and larvae in the Southern Black Sea in 1993 and 1996. *Ichthyoplankton Ecology*, p.27. published by: *Fisheries Society of the British Isles*.

Lagardère, F. (1975). Biologie du céteau, *Dicologoglossa cuneata* (Moreau). Ethologie alimentaire. *Revue Trav.Inst. Pêche marit.* 39: 63-103

Lagardère, F. (1982). Environnement péri-estuarien et biologie des Soleidae dans le Golfe de Gascogne (zone sud) à travers l'étude du céteau, *Dicologoglossa cuneata* (Moreau, 1881). Thèse doctorates Sciences. Université de Marseille. Marseille.

Lasker, R. (1975). Field criteria for survival of anchovy larvae: the relation between inshore chlorophyll maximum layers and successful first feeding. *Fishery Bulletin US.*, 73: 453-462.

Lalithambikadevi, C. B. , Stephen, R. , Aravindakshan, P. N. , and P. P. Meenakshikunjamma (1994). Ichthyoplankton from the Anadaman and Nicobar Seas. *Proceedings of the 2nd workshop on scientific results of Forv Sagar Sampada.*, Department of Ocean Development, New Delhi (India). 239-248.

Lee, M. A. , Lee, K. T. and H. C. Ou (1990). The larval anchovy fishing ground formation in relation to osmotic pressure changes of the coastal waters along southern Taiwan. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 17 (4): 223- 245.

Lee, M. A. , Lee, K. T. and G. Y. Shiah (1994). Seasonal changes in commercial catches of larval anchovy in the southwest coastal waters of Taiwan. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 21 (1): 49-56.

Lee, M. A. and K. T. Lee (1996). The larval anchovy (*Engraulis japonicus*) fishery in relation to the environmental factors in coastal waters of Fangliao, Taiwan. *Fisheries Research* 26: 37-48.

Lobo, F. J. , Hernández-Molina, F. J. , Somoza, L. , Rodero, J. , Maldonado, A. and A. Barnolas (2000). Patterns of bottom current flow deduced from dune asymmetries over the Gulf of Cadiz shelf (southwest Spain). *Marine Geology*. 164: 91-117.

- Longhurst, A. R. , Sathyendranath, S. , Platt, T. and C. Caverhill (1995). An estimate of global primary production in the ocean from satellite radiometer data. *Journal of Plankton Research* 17: 1245-1271.
- Lozano I. J. , Caldentey M. A. , González J. A. , Carrillo J. y J. I. Santana (1990). Talla de primera madurez sexual de seis espáridos de interés pesquero en Canarias. *Inf. Tec. Inst. Esp. Oceanogr.* Nº 84.
- Mata, A. J. (2001). Estudio previo para la delimitación de una reserva de pesca en el río Piedras. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. D.a.p. 228 pp.
- Maynou F. and P. Abelló (2000). *European Decapod Fisheries: Assessment and Management*, 1 st Annual Report.
- Millán, M. (1992). Descripción de la pesquería de cerco en la región suratlántica española y atlántico-norte marroquí. *Inf. Tecn. Ins. Esp. Oceanogr.* 136 pp.
- Millan, M. (1999). Reproductive characteristic and condition status of anchovy *Engraulis encrasicolus* L. from the Bay of Cádiz (sw Spain). *Fisheries Research* 41: 73-86.
- Monteleone, D. M. (1992). Seasonality and abundance of ichthyoplankton in Great South Bay, New York. *Estuaries*. Vol 15 (2): 230-238.
- Morel, A. (1980). In-water and remote measurement of ocean color. *Boundary-Layer Meteorol.* 18: 177- 201.
- Moreno O. , López O. , Gómez C. y M. L. Cordero (1993). Recursos Marinos del Golfo de Cádiz. Litoral de Huelva. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca.
- Moser, H. G. and T. Pommeranz (1999). Vertical distribution of eggs and larvae of northern anchovy, *Engraulis mordax*, and of the larvae of associated fishes at two sites in the Southern California Bight. *Fish. Bull.* 97: 920-943.
- Motos, L. , Uriarte, A. and V. Valencia (1996). The spawning environment of the Bay of Biscay anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.). *Sci. Mar.*, 60 (Supl.2):117-140.
- Muñoz, J. (1972). La pesca en la desembocadura del Guadalquivir. Observaciones geográfico-humanas sobre la supervivencia de un tipo de pesca. II Premio "José de las Cuevas". Instituto de Estudios Gaditanos. Excm. Diputación Provincial de Cádiz. Cádiz.
- Murua H. , Motos L. , and D. Marrale (1996) Reproductive modality and batch fecundity of the European Hake, *Merluccius merluccius*. *ICES C. M. G*:40.
- Navarro, F. y M. Oliver (1959). Note sur la ponte de sardine en mer d'Alboran et mer d'Espagne : oeufs et larves dans le plancton (janvier-février 1959). *ICES, Council Meeting. Sardine Committee.* Paper 16. 5 pp.
- Nelson, C. H. , Baraza, J. , Maldonado, A. , Rodero, J. , Escutia, C. and J. H. Barber (1999). Influence of the Atlantic inflow and Mediterranean outflow currents on Late Quaternary sedimentary facies of the Gulf of Cadiz continental margin. *Mar. Geol.* 155: 99-129.
- Ochoa, J. and N. A. Bray (1988). Exchange of Mediterranean and Atlantic water masses in the gulf of Cádiz. *Seminario sobre la Oceanografía Física del Estrecho de Gibraltar*, Madrid.

- Ochoa, J. and N. A. Bray (1991). Water mass exchange in the Gulf of Cádiz. *Deep Sea Research* 38 (1): 465-503.
- Olivar, M. P. , Sabatés, A. , Abelló, P. , and M. García (1998). Transitory hydrographic structures and distribution of fish larvae and neustonic crustaceans in the north-western Mediterranean. *Oceanologica Acta*. 21 (1): 95-194.
- O'Reilly, J. E. (2000). SeaWiFS Postlaunch Calibration and Validation Analyses. *NASA Tech. Memo*. 11.
- Palacios, I. , García del Hoyo, J. J. Galisteo, A. , García, C. , Cruz, I. y F. Zurita (2001). Evolución de la Producción Pesquera Andaluza (1985-1999). Ed: Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.
- Palacios, I. , Galisteo, A. , García, C. e I. Cruz. (2001). Producción Pesquera Andaluza. Año 2000. Ed: Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.
- Palomera, I. , García, A. and O. Giovanardi (1995). Northwestern anchovy spawning grounds off the Catalan Sea, Gulf of Lions and Ligurina Sea during 1992 and 1993. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 34: 352.
- Palomera, I. y P. Rubiés (1979). Ichthyoplankton de la mer Catalane. Larves de poissons recolt es sur deux stations fixes devant Barcelone au cors d'un cycle annuel. *Rapp. Comm. Int. Expl. Mer Médit.*, 25/26, 10: 201-206.
- Palomera, I. and P. Rubiés (1982). Kinds and distribution of fish eggs and larvae off Northwest Africa in April/May 1973. *Rapp. P. -v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer*. 180: 356-358.
- Palomera, I. (1992). Spawning of anchovy *Engraulis encrasicolus* in the northwestern Mediterranean relative to hydrographic features in the region. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 79: 215-233.
- Pawlowicz, R. , Beardsley, B. and S. Lentz (2002). *Classical Tidal Harmonic Analysis Including Error Estimates in MATLAB using T\_TIDE*. *Computers and Geosciences*.
- Planas, A. y F. Vives (1951). Sobre la puesta de la anchoa (*Engraulis encrasicolus*(L.)) en el levante español. *Publ. Inst. Biol. Apl. Barcelona* 9: 119-300.
- Platt, T. (1986). Primary production of the ocean water column as a function of surface light intensity: algorithms for remote sensing. *Deep Sea Research*: 149-163.
- Platt, T. , Sathyendranath, S. and P. Ravindran (1990). Primary production by phytoplankton: analytic solutions for daily rates per unit area of water surface. *Proc. R. Soc. Lond. B*. 241: 101-111.
- Prieto, L. , García, C. M. , Corzo, A. , Ruiz, J. and F. Echevarría (1999). Phytoplankton, bacterioplankton and nitrate reductase activity distribution in relation to physical structure in the northern Alborán Sea and Gulf of Cádiz (southern Iberian Peninsula). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 15: 401-411.
- Ramos, F., Sobrino I. y M. P. Jiménez (1996). Cartografía temática de caladeros de la flota de arrastre en el Golfo de Cádiz. *Inf. Tecn.* 45/96. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
- Ré, P. (1982). Ichthyoplankton from the Coast of Peniche (Portugal) (1979/80). *Arquivos do Museu Bocage, Serie A*. Vol. 1, 16: 369-401.

- Regner, S. (1996). Effects of environmental changes on early stages and reproduction of anchovy in the Adriatic Sea. *Sci. Mar.*, 60 (Supl. 2): 167-177.
- Reiss, C.S. and J. R. McConaugha (1999). Cross-frontal transport and distribution of ichthyoplankton associated with Chesapeake Bay plume dynamics. *Continental Shelf Research*, 19: 151-170.
- Reivas, P. (en prensa). Mesoscale patterns in the Capo Sao Vicente (Iberian Peninsula) upwelling region
- Rield R. (1983). Fauna y Flora del Mar Mediterráneo. Omega.
- Rodríguez, A. (1977). Contribución al conocimiento de la biología y pesca del langostino *Penaeus kerathurus* (Forskäl, 1775), del Golfo de Cádiz (región sudatlántica española). *Inv. Pesq.*, 41 (3): 603-635
- Rodríguez, A. (1985). Biología del langostino *Penaeus kerathurus* (Forskäl, 1775) del Golfo de Cádiz. I: Reproducción. *Inv. Pesq.*, 49 (4): 581-595
- Rodríguez, A. (1986). Biología del langostino *Penaeus kerathurus* (Forskäl, 1775) del Golfo de Cádiz. II: Distribución y estructura de la población. *Inv. Pesq.*, 50 (2): 187-202
- Rodríguez, A. (1987). Biología del langostino *Penaeus kerathurus* (Forskäl, 1775) del Golfo de Cádiz. II: Biometría, edad y crecimiento. *Inv. Pesq.*, 51 (1): 23-37
- Rodríguez, J. M. (1990) Contribución al conocimiento del ictioplancton del mar de Alborán. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 6: 1-20.
- Rodríguez, J. M. and J. P. Rubín (1986). The sardine and anchovy ichthyoplankton captured in nine fixed stations located at the Bay of Málaga from May to December of 1977. *Rapp. Cpm. Int. Mer. Médit.*, 30, 2.
- Rodríguez, J. M. and J. P. Rubín (1991). Ichthyoplankton and zooplankton biomass on south water of Galicia in April 1987. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* Vol 7, (2): 115-127.
- Rodríguez, J. M. , Hernández-León, S. and E. D. Barton (1999). Mesoscale distribution of fish larvae in relation to an upwelling filament off Northwest Africa. *Deep Sea Research I* (46): 1969-1984.
- Rodríguez Castro, J. , Vergara Castano, A. R. y E. Arteaga (1999). Composición, abundancia y distribución del ictioplancton. En: Recursos de peces demersales del Caribe colombiano: biología, evaluación y aspectos ecológicos. *Bol. Cient. INPA* 6:77-83.
- Rodríguez-Roda, J. (1970). La sardina, *Sardina pilchardus* (Walb.), del golfo de Cádiz. *Inv. Pesq.*, 34 (2): 451-476.
- Rodríguez-Roda, J. (1975). Expedición científica para la identificación de zonas de puesta del atún *Thunnus thynnus*. Result. Exped. Cient. Buque Oceanogr. "Coornide de Saavedra" 4: 113-130.
- Rodríguez-Roda, J. (1977). El boquerón, *Engraulis encrasicolus* (L.) del Golfo de Cádiz. *Inv. Pesq.* 41 (2): 523-542.
- Rubín J. P., Cano N. , Arrate, P. , García Lafuente, J. , Escánez, J. , Vargas, M. and F. Hernández (1997). El ictioplancton, el holoplancton y el medio marino en el Golfo de Cádiz, Estrecho de Gibraltar y sector noroeste del Mar de Alborán, en julio de 1994. *Inf. Tec. Inst. Esp. Oceanogr.*, 167, 44 pp.

Rubín J. P., Cano, N. , Prieto, L. , García, C. M. , Ruiz, J. , Echevarría, F. , Corzo, A. , Gálvez, J. A., Lozano, F. , Alonso-Santos, J. C. , Escáñez, J. , Juárez, A. , Zabala, L., Hernández, F. , García Lafuente, J. y Vargas, M. (1999). La estructura del ecosistema pelágico en relación con las condiciones oceanográficas y topográficas en el Golfo de Cádiz, Estrecho de Gibraltar y Mar de Alborán (sector noroeste), en julio de 1995. *Inf. Tec. Inst. Esp. Oceanogr.*, 175, 73 pp.

Salmerón, F. y J. P. Rubín (1997-a). Fluctuaciones en el desove del boquerón y la alacha en la zona costera del Golfo de Huelva (1994-1996). En: 2º Simposio sobre el Margen Continental Ibérico Atlántico. Volumen de Resúmenes. Hernández Molina, F.J., T.A. del Valls, B. Fraguela, J. Gracia, F. Lobo, R. Mañanes, A. Santos y J.T. Vazquez (eds). Univ. de Cádiz. 261 pp.

Sabatés, A. and M. P. Olivar (1996). Variation of larval fish distributions associated with the variability in the location of a shelf-slope front. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 11-20.

Salmerón, F. y J. P. Rubín (1997-b). Estudio comparado de la distribución espacio-temporal de las larvas de boquerón y alacha en el litoral onubense (1994-1996). En: 2º Simposio sobre el Margen Continental Ibérico Atlántico. Volumen de Resúmenes. Hernández Molina, F.J., T.A. del Valls, B. Fraguela, J. Gracia, F. Lobo, R. Mañanes, A. Santos y J.T. Vazquez (eds). Univ. de Cádiz. 261 pp.

Sanvicente-Añorve L. , Flores-Coto, C. and X. Chiapa-Carrara (2000). Temporal and spatial scales of ichthyoplankton distribution in the southern Gulf of Mexico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 51: 463-475.

Sardá F. , Valladares F. J. y P. Abelló (1982). Crustáceos decápodos y estomatópodos capturados durante la campaña "Golfo de Cádiz 81". *Res. Exp Cient.* 10: 89-100.

Sobrinho, I., Jiménez, M.P. , Ramos F. y J. Baro (1994). Descripción de las pesquerías demersales de la región suratlántica española. *Inf. Téc. Inst. Bol. Esp. Oceanogr.* 151: 79 pp.

Sobrinho, I., Jiménez, M.P. and F. Ramos (1996). Defining species-specific effort to a multi-specific trawl fishery off the Gulf of Cádiz. *International Council for the Exploration of the Sea.*

Sobrinho, I. , García, A. , García, E. y L. Silva (2000). Estudio previo para la delimitación de una reserva de pesca en la desembocadura del Guadalquivir. Informe primer año. 23 pp.

Sobrinho, I. , García, A. , García, E. y L. Silva (2001, a). Estudio previo para la delimitación de una reserva de pesca en la desembocadura del Guadalquivir. Informe segundo año. 38 pp.

Sobrinho, I. , García, A. , García, E. , Silva, L. , Baro, J. y J. Mas. Estudio previo para la delimitación de una reserva de pesca en la desembocadura del Guadalquivir. Informe final. 157 pp.

Stevenson, R. E. (1977). Huelva Front and Malaga, Spain, Eddy Chain as defined by Satellite and Oceanographic Data. *Deutsche Hydrographische Zeitschrift* 30 (2).

Strickland, J. D. H. and T. R. Parson (1972). A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Board. Can.* 167: 1-130.

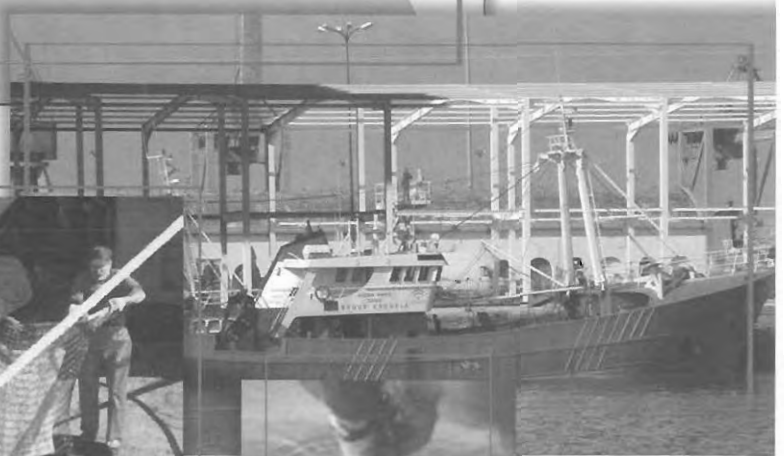
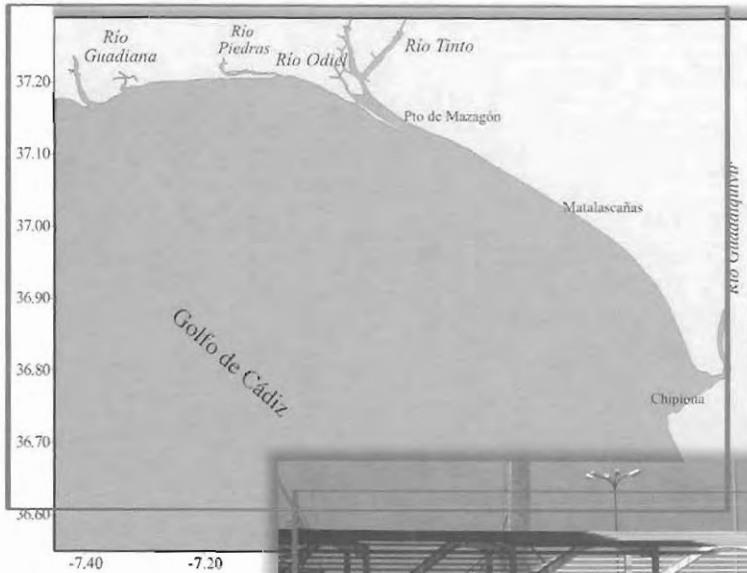
Uriarte, A. , Prouzet, P. and V. Villamor (1996). Bay of Biscay and Ibero Atlantic anchovy populations and their fisheries. *Sci Mar.*, 60 (Suppl. 2). 237-255.

Uye, S. and T. Yamaoka (1990). Vertical and horizontal distribution of copepod nauplii as food for anchovy larvae (*Engraulis japonica*) in Hiroshima Bay. *Bull. Jap. Soc. Fish. Oceanogr. ISUISAN Kaiyo Kenkyu.*, vol. 54 (4): 341-351.

- Van der Lingem, C. D. , Hutchings, L. , Merkle, D. , Van der Westhuizen, J. J. and J. Nelson (1999). Comparative spawning habitats of anchovy (*Engraulis capensis*) and sardine (*Sardinops sagax*) in the Southern Benguela Upwelling Ecosystem. In: Spatial processes and management of marine populations, Ed: Kruse, Bez, Booth, Dorn, Hills, Lipcius, Pelletier, Roy, Smith, Witherells. Anchorage, Ak (USA), 27- 30.
- Vargas J. M. , García-Lafuente, J. and J. Delgado (2003). Seasonal and wind-induced variability of Sea Surface Temperature patterns in the Gulf of Cadiz. *Journal of Marine System*. Vol. 38 (3-4):205-219
- Vasquez-Yeomans, L. (2000). Seasonal variation of ichthyoplankton in a western Caribbean bay system. *Environmental Biology of Fishes*. Vol. 58 (4): 379-392.
- Vucetic, T. (1975). Synchronism of the spawning season of some pelagic fishes (sardine, anchovy) and the timing of the maximal food (zooplankton) production in the Central Adriatic. *Publ. Staz. Zool. Napoli*, 39 suppl.: 347-365.
- West G. (1990). Methods of Assessing Ovarian Development in Fishes: a review. *Aust. J. Mar Freshwater Res.* 41:199-222.
- Whitehead, P. J. P. , Bauchot, M. L. , Hureau, J. C. , Nielsen, J. and E. Tortonese (Ed./Red.) (1986). *Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean*. UNESCO.
- Whitfield, A. K. (1989). Ichthyoplankton in a Southern African Surf Zone: Nursery area for the post-larvae of estuarine associated fish species?. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 29: 533-547.
- Yentsch, C. S. and D. W. Menzel (1963). A method for the determination of phytoplankton chlorophyll and phaeophytin by fluorescence. *Deep-Sea Research* 10:221-231.
- Young, P. C. , Leis, J. M. and J. F. Hausfield (1986). Seasonal and spatial distribution of fish larvae in waters over the North West Continental Shelf of Western Australia. *Marine Ecology Progress Series* 31:209-222.
- Zaika, V. E. (1968). Some quantitative relationships between the biomass of the zooplankton and the anchovy (*Engraulis encrasicolus ponticus* Alex. ). *Proceedings of the Research Institute of Fisheries and Oceanography, Varna*, 9:17-29.
- Zariquiey, R. (1968). *Crustáceos Decápodos Ibéricos*. *Inv. Pesq.* Tomo 32. 510 pp.
- Zenk, W. (1975). On the Mediterranean outflow west of Gibraltar. *"Meteor" Forsch-Ergebn* 7 (16): 23-43.
- Zenk, W. A. L. (1990). The complex spreading pattern of Mediterranean Water off Portuguese continental slope. *Deep-Sea Research* 10: 221-23.

# Estudio de los Recursos Pesqueros del Golfo de Cádiz

## ANEXO





# ANEXO I

## RESULTADOS OBTENIDOS DE OCTUBRE 2001 A ENERO 2002

### Periodo de puesta a punto de técnicas de muestreo y delimitación zona de estudio

El proyecto "Estudio de los Recursos Pesqueros del Golfo de Cádiz" estuvo precedido por un periodo de tiempo destinado a la puesta a punto de las metodologías, técnicas y aparatos a utilizar durante la realización del mismo este proyecto. La complejidad de este estudio de carácter multidisciplinar (pesca, ictioplancton, hidrología y corrientes) hicieron necesario la existencia de esta primera fase que tuvo lugar entre el 13 de octubre de 2001 y el 7 de febrero de 2002. Los trabajos realizados en este periodo permitieron delimitar la zona de estudio, diseñar las estrategias de muestreo, adquirir el instrumental necesario y adaptar los equipos a bordo del buque Regina Maris. Para conseguir estos objetivos los trabajos específicos realizados en este periodo fueron:

#### *Hidrología y corrientes*

- Determinar la derrota a seguir por el buque durante el muestreo en continuo
- Fijar el número, localización y reparto de las estaciones en las que se tomarán muestras de muestreo de agua en la zona de estudio
- Establecer el sistema definitivo de registro en continuo de variables hidrológicas y el método de trabajo para la recogida de muestras de agua en cada una de las estaciones
- Acondicionar los sistemas de bombeo y de arriado-virado de equipos oceanográficos de los que dispone el Regina Maris para la toma de muestras discretas y la obtención de un registro de variables hidrológicas en continuo

#### *Ictioplancton:*

- Definir el número y localización de las estaciones de muestreo representativo del área
- Fijar las especies objetivo del estudio
- Diseñar la estrategia de captura, procesado y análisis de las muestras ictioplanctónicas
- Estimar la presencia, abundancia y distribución espacio-temporal de los estadíos ictioplanctónicos de las especies objetivo.

#### *Pescas de arrastre:*

- Definir el número y localización de las estaciones de arrastre dentro del área de estudio
- Fijar el arte más apropiado para la pesca de arrastre de fondo
- Establecer las especies objetivo del estudio en coordinación con ictioplancton
- Estimar las capturas globales y realizar estudios biológicos de las especies objetivo

### Puesta a punto de las técnicas de muestreo y delimitación del área de estudio

La puesta a punto de las técnicas de muestreo se llevó a cabo en una serie de embarques realizados a bordo del Regina Maris, concretamente cuatro de pescas de arrastre, cuatro de hidrología y dos de ictioplancton. Las fechas de realización de estas campañas fueron:

	Fechas de realización	Actividad realizada
<b>GOLFO 1001 *</b>	22 de octubre de 2001	Pesca de arrastre
<b>GOLFO 1101 *</b>	6, 7 y 8 de noviembre de 2001	Pesca de arrastre
	12 y 13 de noviembre de 2001	Hidrología
<b>GOLFO 1201</b>	27, 28 y 29 de noviembre de 2001	Pesca de arrastre
	3, 4 y 5 de diciembre de 2001	Hidrología Ictioplancton
<b>GOLFO 0102</b>	14 al 17 de enero	Pesca de arrastre
	22 al 25 de enero de 2002	Hidrología Ictioplancton

\*No se pudieron realizar muestreos ictioplanctónicos debido a la demora en la recepción de los materiales necesarios.

El **sistema de muestreo**, utilizado en todos ellos fue muy similar al descrito en el apartado 1.5 del capítulo 1, que fue el que finalmente quedó implantado como definitivo. A grandes rasgos, este sistema de muestreo es específico para los tres grupos de estudio de los que consta el proyecto: ictioplancton, pesca e hidrología. En cada una de las estaciones muestreadas se realizaron arrastres planctónicos de carácter doble oblicuo-superficial durante 7 minutos, con redes Bongo 40 de 200 micras de luz de malla. El contenido de uno de los colectores se destinaba al estudio ictioplanctónico y el otro a la estimación de la biomasa zooplanctónica, de carácter doble oblicuo-superficial, con las redes Bongo 40. La profundidad a la que se realizó cada arrastre, marcada por un profundímetro acoplado al armazón de la red, varió en función del fondo de cada estación (ver tabla I). Para la estimación de la biomasa zooplanctónica se emplea el volumen de zooplancton sedimentado, vaciando las muestras no triadas procedentes del segundo colector en probetas graduadas y dejándolas sedimentar durante un periodo de dos horas. Los volúmenes hallados se estandarizan en función de los volúmenes teóricos de filtración calculados. Las pescas de arrastre se realizaron en un trayecto rectilíneo de 30 minutos a velocidad media de 3 nudos empleándose un arte comercial tipo tangón provisto de sobrecopo. El sistema de muestreo específico para la caracterización de la hidrología de la zona constó de dos componentes fundamentales: un sistema de registro electrónico en continuo que aporta una elevada resolución espacial y una toma de muestras de agua de superficie y fondo en una serie de puntos discretos para la determinación de los valores de variables cuya medida no se encuentra incluida en este registro continuo.

Los trabajos realizados entre octubre de 2001 y enero de 2002 permitieron adquirir el material necesario para la realización de estos muestreos (tabla II) así como instalar los equipos en el Regina Maris y adecuar los sistemas de arriado-virado de todo este material oceanográfico con el que contaba inicialmente el buque. Es el caso, entre otros, de la adquisición de un cable de 120 m que sustituyó al de 50 m con el que contaba inicialmente el Regina Maris. Esto permitió, a partir de marzo de 2002 caracterizar la columna de agua completa mediante lanzamiento de CTD y arrastres de red Bongo ictioplanctónicos ya que algunas de las estaciones muestreadas superan los 80 m de profundidad.

En este primer periodo de estudio también se realizó una primera aproximación al sistema de corrientes presente en la zona de estudio. Éste consistió en el fondeo, frente a la playa de Matalascañas, de un correntímetro Aanderaa RCM-9 dotado de un sensor doppler de velocidad y dirección de la corriente y un sensor de temperatura frente a la playa de Matalascañas. Los resultados obtenidos en este fondeo, durante este periodo se analizan en el apartado 3.2 del capítulo 3 junto al resto de datos de corrientes de los que disponemos en la actualidad.

Por su parte, el **área de estudio** se fue delimitando a lo largo de este periodo inicial. De tal manera que durante los tres primeros meses se recorrió la zona litoral comprendida entre la desembocadura del río Guadalquivir y de los ríos Tinto y Odiel para posteriormente ampliarse el área de estudio, en enero de 2002, hasta la desembocadura del río Guadiana.

Se prestó especial atención a la localización de las estaciones a muestrear sobre esta área y al diseño de la trayectoria a seguir por el buque durante el registro en continuo de hidrología. Para lograr un diseño ideal de esta malla de muestreo se tuvieron en cuenta factores como la presencia de la desembocadura de ríos importantes en el área de estudio o la importancia del forzamiento meteorológico en la hidrodinámica de la zona. Todos ellos son los principales responsables importantes en de la presencia, abundancia y distribución de las especies objeto de pesquería en sus fases larvaria, juvenil y adulto así como en de la distribución que las de las variables hidrológicas van a presentar en el área. Además se hizo especial hincapié en hacer coincidir, en lo máximo posible, que la localización de las estaciones de muestreo de pesca, hidrología e ictioplancton coincidiera en lo máximo posible de manera que fuera posible interrelacionar las tres líneas de investigación.

Este diseño se fue definiendo a lo largo de estos cuatro meses de trabajo en función de los valores registrados para cada una de las variables estudiadas así como de los tiempos de navegación y maniobra utilizados en cada una de ellas. De esta manera, el diseño inicial consistió en cuatro transectos cuasi ortogonales a la línea de costa que barrían la totalidad del área. Éstos alcanzaban profundidades de hasta 80 m de manera que también permitía aproximarse a la influencia oceánica sobre la hidrología de la plataforma. El estudio de la influencia del río Guadalquivir y de la ría de Huelva quedaba cubierta mediante una serie de trayectorias paralelas a la línea de costa situadas entre las isobatas de 5 y 15 m de profundidad que unen entre sí los cuatro transectos (Fig.Figura aAnx .1). Sobre estos transectos se localizaron 20 estaciones destinadas a la recogida de muestras de agua y a la caracterización de la columna de agua mediante el lanzamiento del CTD SeaBird 19. Se procuró que en su reparto mantuvieran una cierta equidistancia entre sí de manera que quedaran suficientemente distribuidas en todo el área de estudio y proporcionalmente compensadas respecto a la línea de costa. La única excepción a esta regla la presentaron las estaciones más cercanas a las desembocaduras donde, especialmente a partir de la campaña de diciembre, se intensificó el muestreo.

En este mes se aumentó la resolución de muestreo especialmente en la Zona de Cría y Engorde, localizada en las cercanías de la desembocadura del Guadalquivir. Para ello se alargó hacia costa el transecto situado sobre ella acercándolo aún más a la boca del río Guadalquivir. También se añadieron estaciones de muestreo en los puntos intermedios entre los cuatro transectos perpendiculares a la línea de costa (Fig.Figura aAnx .1). Así, De esta manera el área comprendida entre 36°42' - 37°08' de latitud y 7° - 6°24' de longitud quedó perfectamente cubierta haciendo especial hincapié en las zonas de mayor interés como la desembocadura de los ríos o el área de Cría y Engorde. De esta manera las estaciones de recogida de aguas pasan a 24, doce de las cuales 12 se destinaron a la toma de muestras de ictioplancton. (Fig.Figura aAnx .1).

En el muestreo de enero de 2002 queda fijado el diseño definitivo de la malla de estaciones y la derrota del buque durante el registro en continuo. El único cambio respecto a diciembre fue la ampliación del área de muestreo hasta Ayamonte, con lo que se incluyó el estudio del área de influencia de la desembocadura del río Guadiana. Para caracterizarlo se añadieron tres transectos más a la derrota definida en la campaña anterior, dos de ellos cercanos a costa y perpendiculares a ella junto a un tercero de mayor longitud cuya ubicación coincide con la desembocadura del Guadiana. Los tránsitos entre cada uno de estos transectos cubren la línea de costa cercana al río y la franja oceánica de la plataforma más afectada por el flujo atlántico que penetra en el golfo de Cádiz tras doblar el cabo San Vicente. A lo largo de este trayecto se situaron 8 estaciones, lo que supuso un aumento a 26 las estaciones destinadas al muestreo de ictioplancton y a 30 de las estaciones para la recogida de aguas y caracterización de la columna de agua (Figura anx 1).

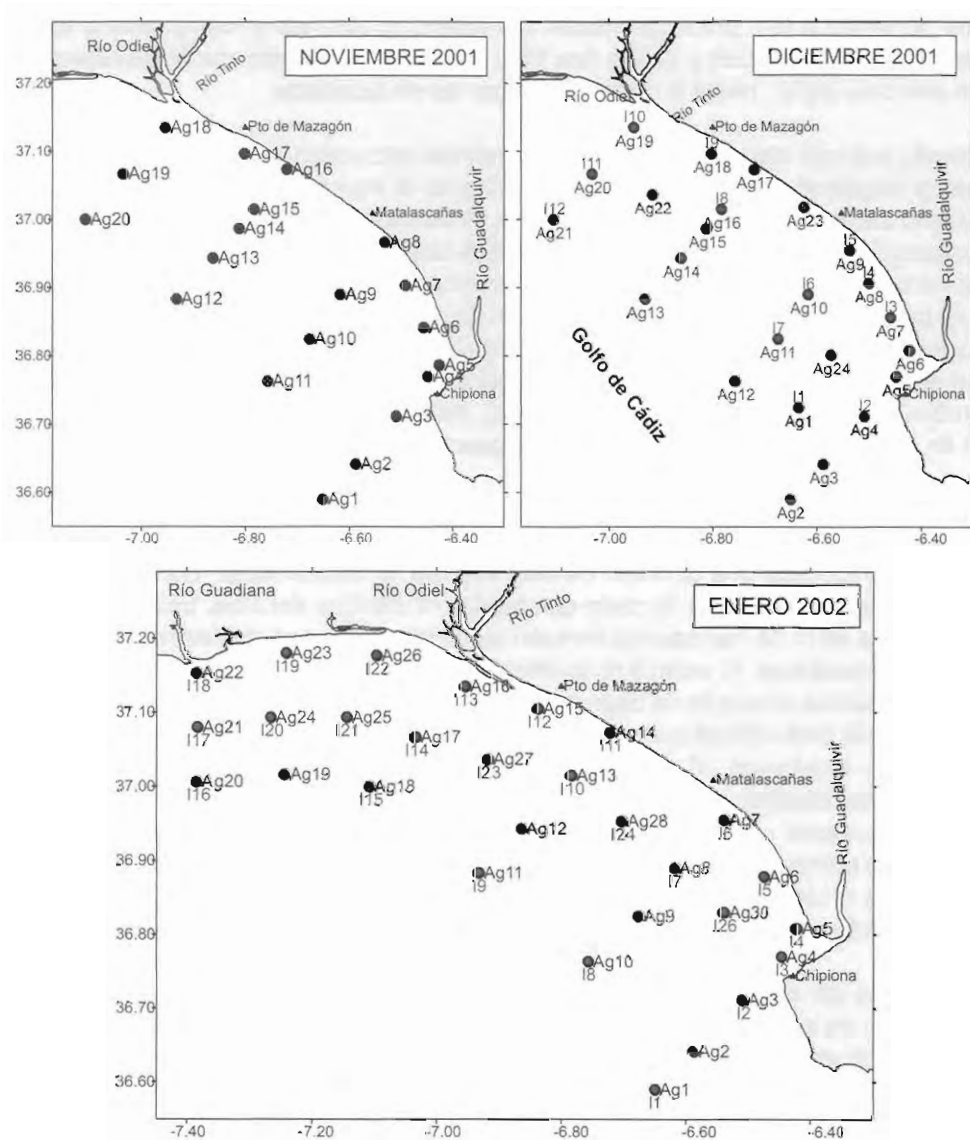
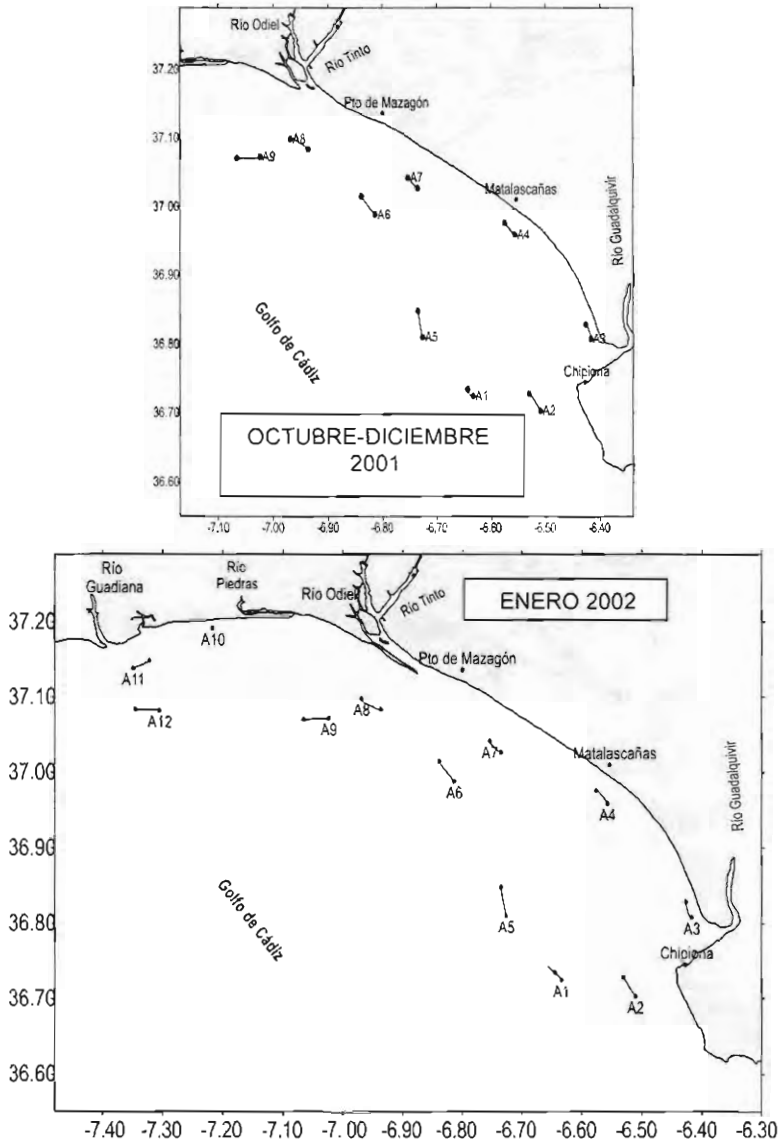


Figura anexo 1.- Localización de las estaciones de muestreo de de ictioplancton (en azul) e hidrología aguas (en negro)

En lo que respecta al diseño de muestreo para el estudio de pescas de arrastres, éste se realizó bajo el asesoramiento del personal experto del IEO (Unidad de Cádiz) teniendo en cuenta que fueran fondos arrastrables. Se establecieron cinco transectos perpendiculares a la costa con dos estaciones en cada transecto en las isobatas de 10 y 30 m, con lo que se obtuvo un total de 9 estaciones (Fig. Anx.1): cuatro estaciones someras (Ag3, Ag4, Ag7 y Ag8) y cinco estaciones profundas (Ag1, Ag2, Ag5, Ag6 y Ag9). La estación de muestreo correspondiente a la zona somera frente a la desembocadura del río Guadalquivir se desestimó desde un principio por la imposibilidad de arrastrar por ser zona rocosa. La localización de las estaciones entre estas dos isobatas está encaminada a la captura tanto de ejemplares de pequeño tamaño (reclutas) asociados a aguas litorales someras, como de ejemplares adultos y/o reproductores. Se procuró que la ubicación de las estaciones coincidiera en lo posible con las destinadas al estudio de ictioplancton e hidrología (Fig. Anx.1 y Fig. Anx. 2).



**Figura anx 2.-** Localización de las estaciones de pesca de arrastre

En enero de 2002, las pescas de arrastre se comenzaron a realizar en 12 estaciones localizadas en las isobatas de 10 y 30 metros. Con ello se añadieron 3 estaciones al diseño inicial, ubicadas en las cercanías de la desembocadura del Guadiana (Fig. Anx 2).

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos en esta primera fase del proyecto se exponen a continuación. Su interpretación y análisis se realiza teniendo en cuenta que el objetivo perseguido en este periodo fue la puesta a punto de la metodología a seguir en la realización del presente proyecto. Por este motivo, entre una y otra campaña existen: diferencias metodológicas, variaciones en la posición de las estaciones de muestreo (Figuras anx 1 y anx 2) y en la derrota del buque (Figuras anx 3). Todo ello dificulta la intercompara-

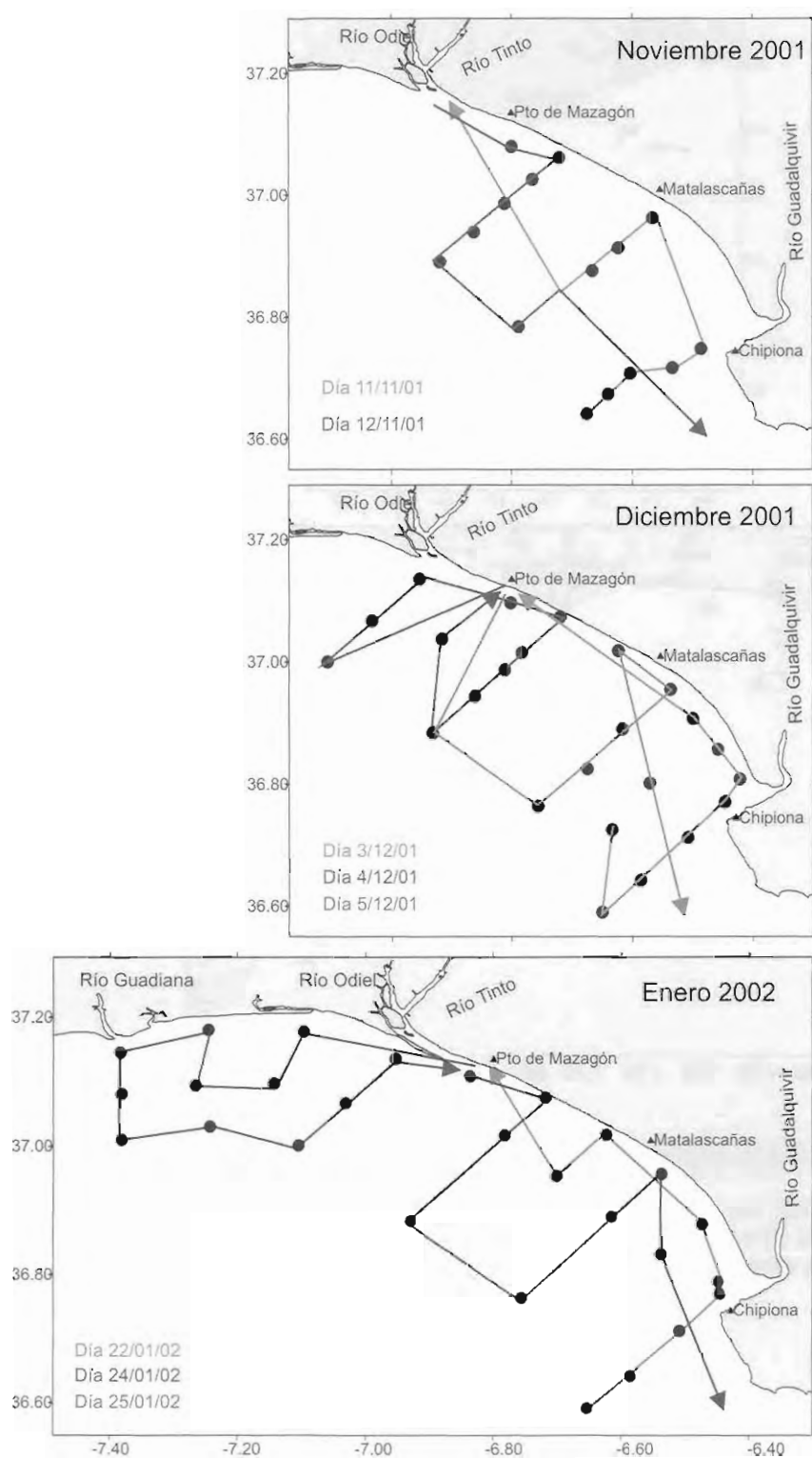


Figura anx 3 - Derrota seguida por el buque en los muestreos de noviembre de 2001 a enero de 2002.

ción de los resultados obtenidos en estos cuatro meses de estudio y que los resultados aquí expuestos no aporten ninguna información concluyente. Así, se ha optado por realizar en este apartado una exposición de los resultados con un carácter meramente descriptivo de manera que suponga una información adicional a la expuesta en el presente informe y a las conclusiones que en él se han obtenido.

Desde el punto de vista de la metodología empleada, las campañas permitieron confirmar el correcto funcionamiento de la misma y de los sistemas de recogida de muestras así como comprobar la coincidencia de los fondos arrastrables con los puntos de muestreo de pesca. Además, se definió la derrota a seguir por el buque durante el muestreo en continuo y el número, localización y reparto en la zona de estudio de las estaciones para la toma de muestras. La primera campaña, que tuvo lugar el 22 de octubre de 2001 se enfocó a la determinación del tiempo invertido en las maniobras de lanzamiento de equipos oceanográficos y en los periodos de navegación. Durante ella se instalaron provisionalmente los sistemas de muestreo decidiendo cual sería su ubicación definitiva en las campañas siguientes. Éstas aportaron los primeros registros de datos para las variables estudiadas alguno de los cuales se presentan a continuación.

## **Hidrología**

Los resultados de las campañas de hidrología de noviembre y diciembre quedan expuestos en las Figuras anx 4 a anx 14. Para su exposición gráfica se han utilizado mapas horizontales de distribución espacial (Figuras anx 4- anx 11) y la representación de los transectos verticales situados en perpendicular a la costa (Figuras anx 12-anx 14 )

### ***Distribución horizontal***

Los valores más bajos de temperatura registrados en este periodo se dieron siempre en las cercanías de costa. Estos mínimos oscilaron entre los 15,75 °C y los 14,001 °C en las campañas de noviembre y enero, respectivamente (Figura ---), siempre situados en las cercanías de Mazagón. Durante el mes de noviembre, la variación térmica entre esta línea de costa y la franja más oceánica llega a ser de hasta 3 °C. Este fuerte contraste térmico continúa durante estos tres meses de estudio aunque disminuye a 1,5 °C en el mes de enero. La evolución de la temperatura entre ambas zonas siguió, en líneas generales, el patrón marcado por la disposición de las isobatas en la zona adelantando ya la importancia de la batimetría sobre la hidrología presente en el área.

Los valores de salinidad siguen este mismo patrón de distribución en superficie, sufriendo oscilaciones de hasta 0,8 entre la línea de costa y la franja oceánica (Figura anx 5). La presencia de los ríos ejerce una clara influencia en este reparto como se manifiesta en los resultados obtenidos durante las campañas de diciembre y enero (Figura anx 5). En ellos se observa salinidades inferiores a 35,4 en la desembocadura del Guadalquivir. La toma de muestras en este punto en coincidencia con la bajamar en ambos casos, momento en que el aporte del río a la zona es máximo, acentúa el contraste de esta masa de agua fría y menos salina con el agua más oceánica. Frente a ello, la Figura anx 5 presenta una masa de agua sobre la plataforma durante el mes de noviembre con una estructura espacial mucho más homogénea.

La distribución de la clorofila en superficie (Figura anx 6) muestran una localización de los máximos de clorofila en las cercanías de la desembocadura de los dos ríos que afectan a la zona de estudio de tal manera que frente al Guadalquivir se registran, tanto en superficie como en el fondo de la columna de agua (Figuras anx 6 y 7), concentraciones superiores a 5 mg/l en diciembre de 2001 y enero de 2002 y frente a la ría de Huelva en la campaña de diciembre. Estas altas concentraciones suponen un contraste frente a las inferiores a 1 mg/l registradas en la franja oceánica. Por ello, parecen encontrarse asociadas a los aportes de organismos y/o nutrientes procedentes de ambos ríos ya que la distribución sobre el resto de la plataforma es prácticamente homogénea con valores siempre inferiores a 0,8 u.a. de clorofila.

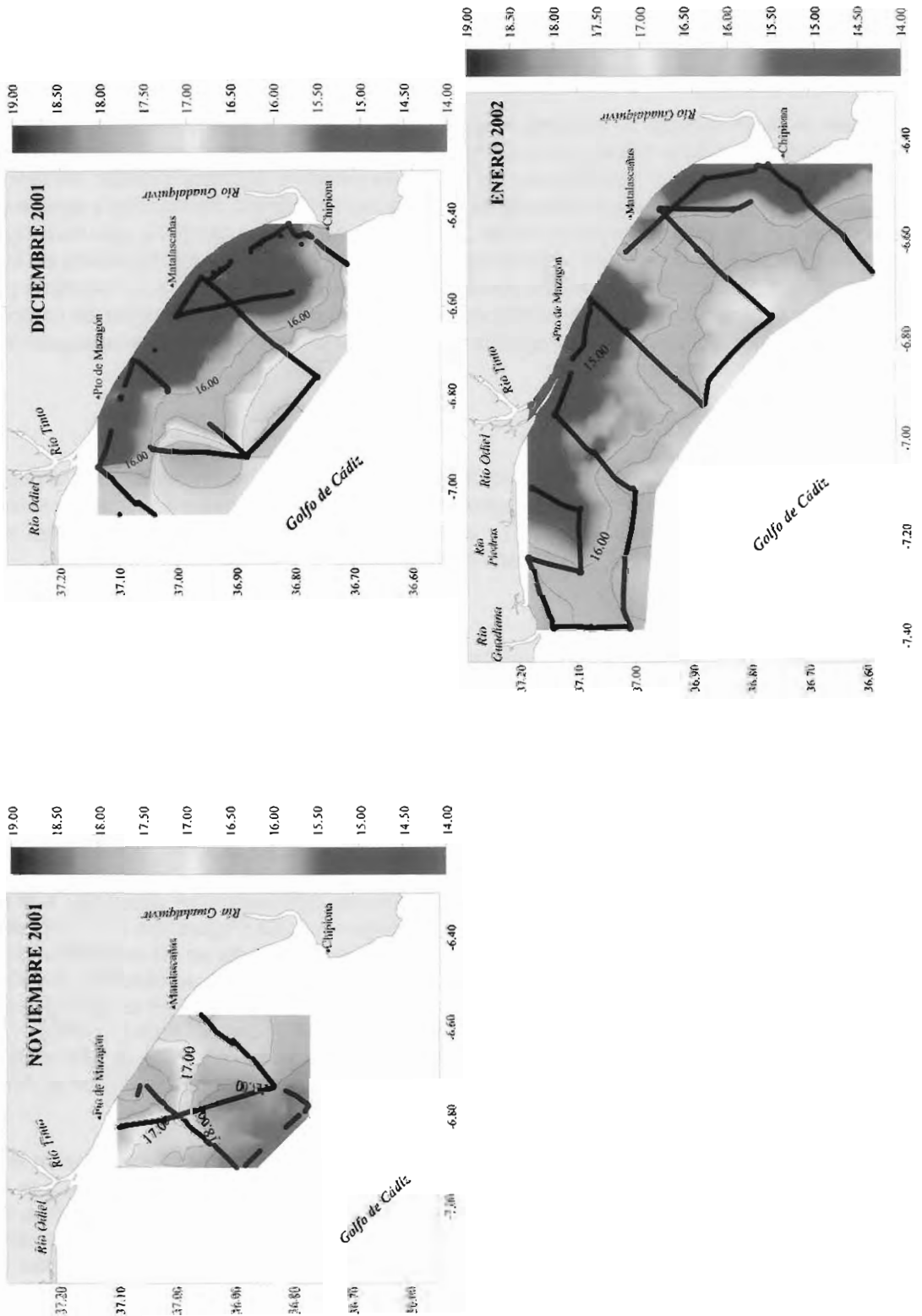


Figura anx 4.- Distribución de Temperatura (°C) en superficie (registro en continuo) de noviembre de 2001 a enero de 2002

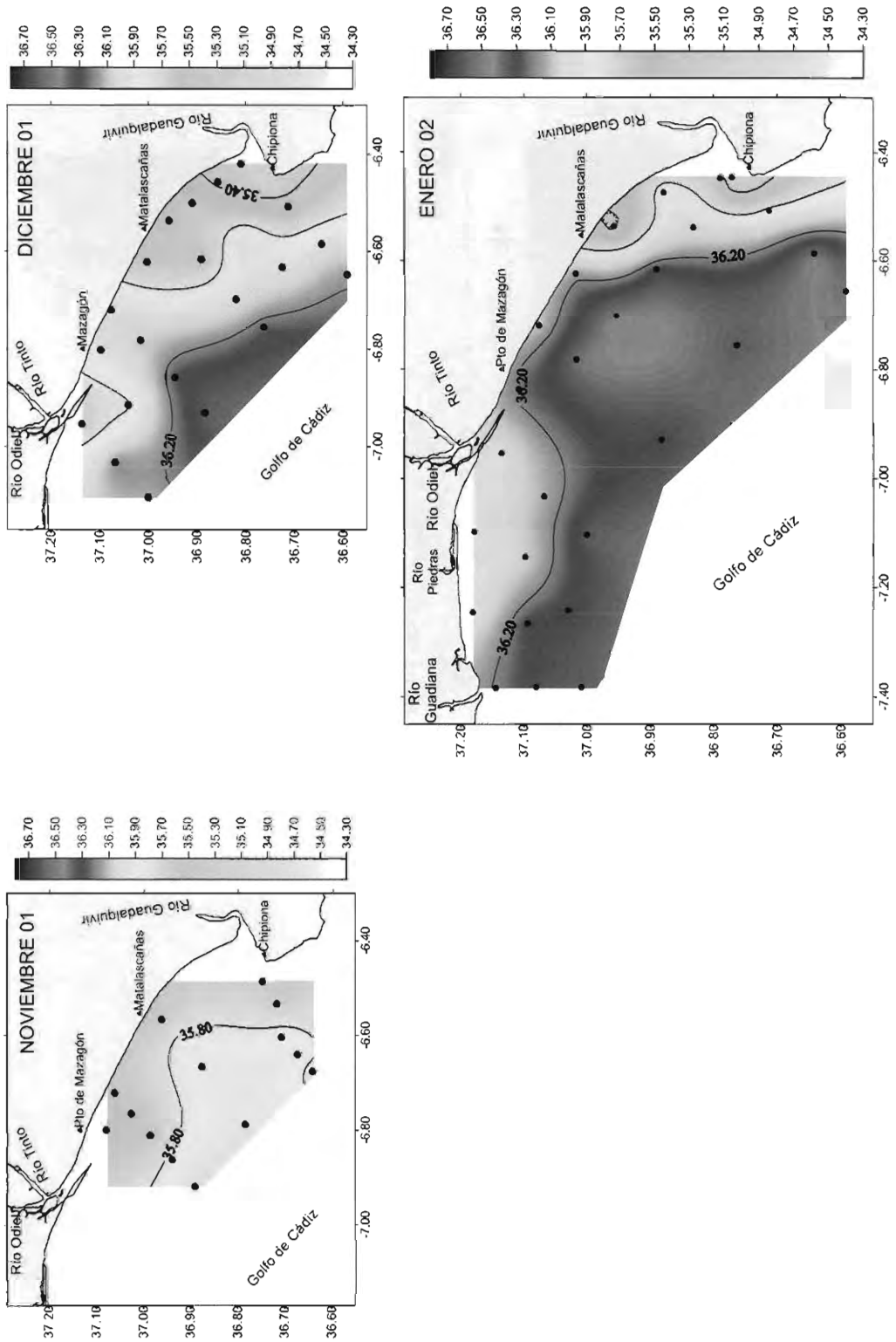


Figura anx 5.- Distribución de Salinidad a 5 m de noviembre de 2001 a enero de 2002

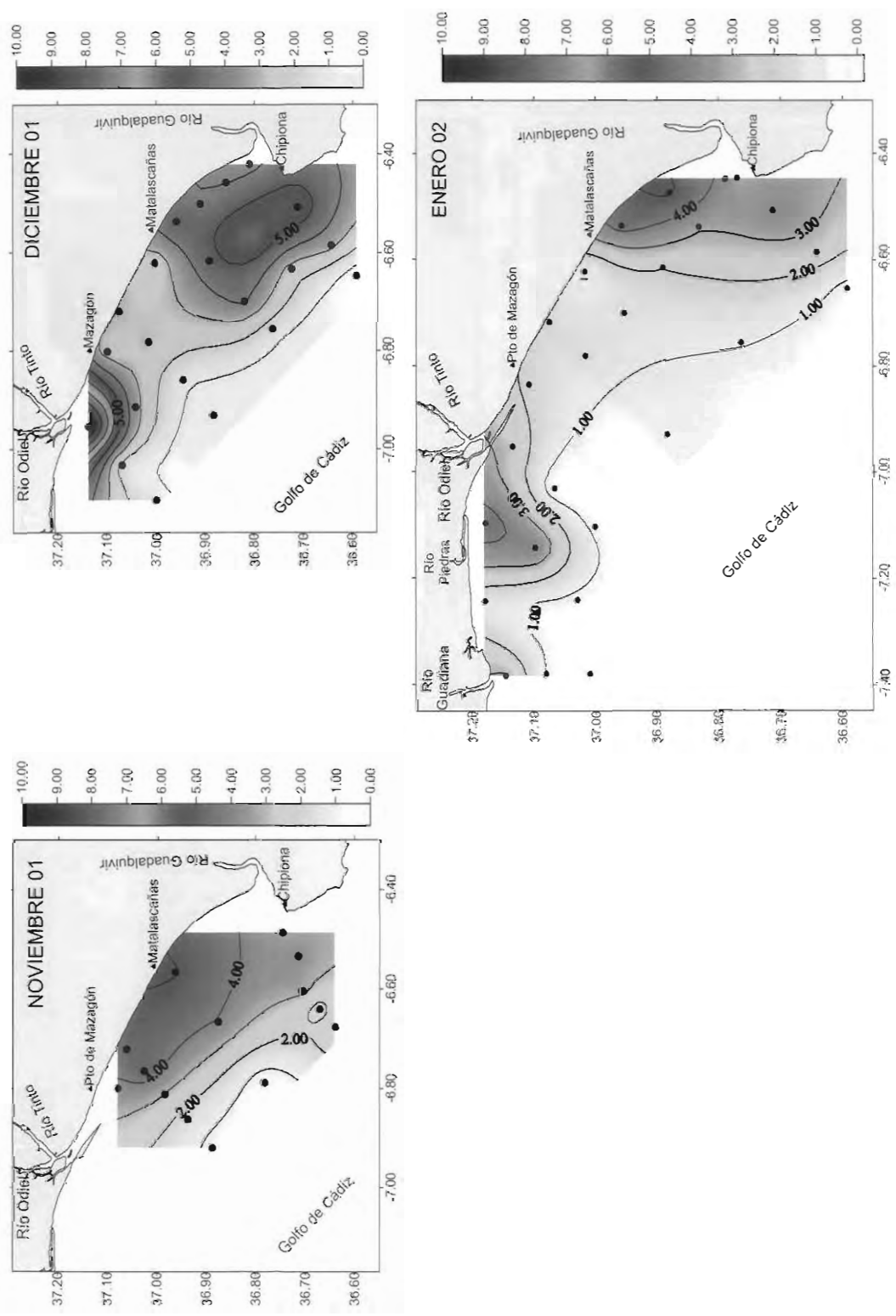


Figura anx 6.- Distribución de Clorofila (mg/L.) en superficie de noviembre de 2001 a enero de 2002

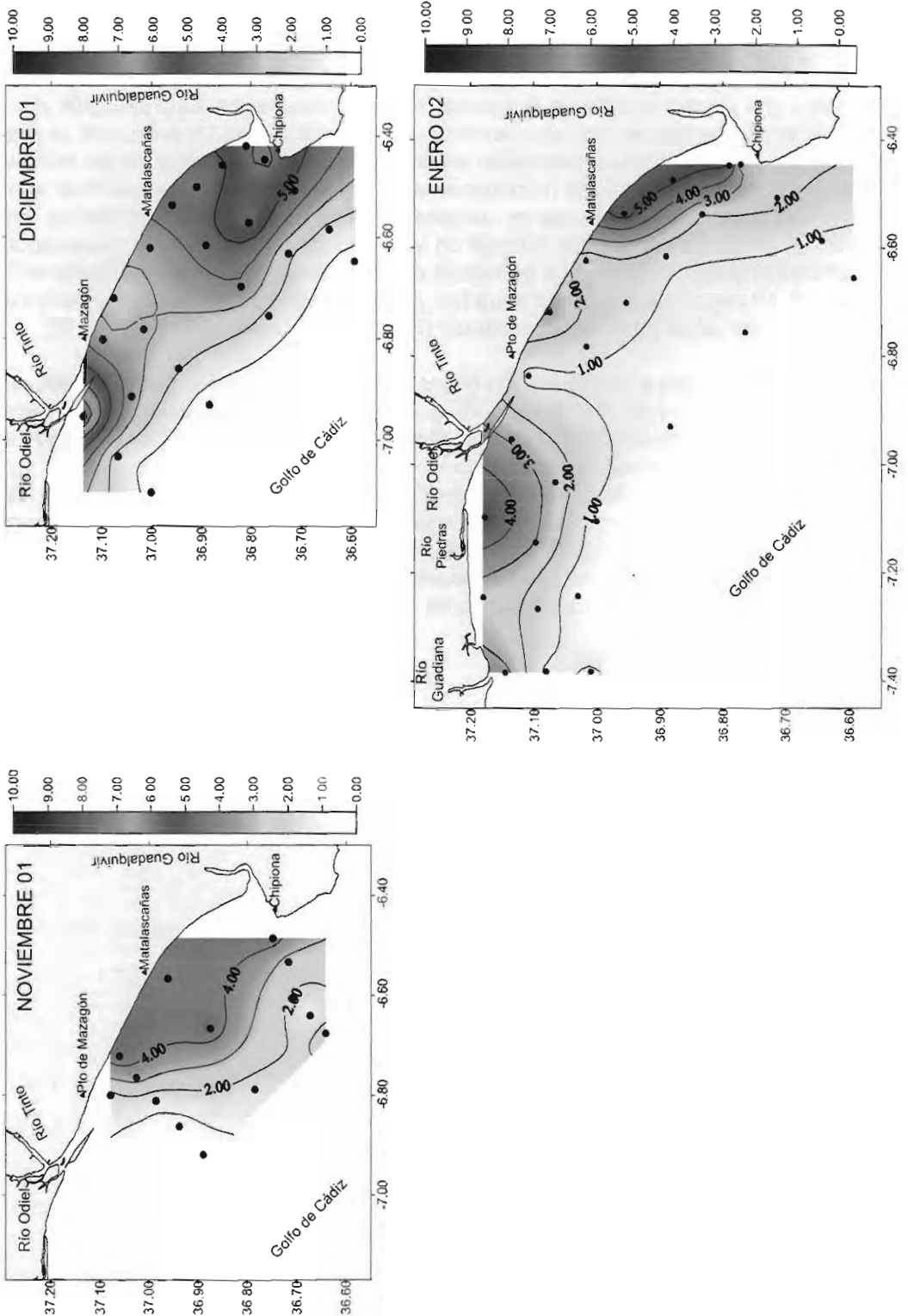


Figura anx 7.- Distribución de Clorofila (mg/l.) en fondo de noviembre de 2001 a enero de 2002

### ***Distribución vertical***

Los transectos de temperatura y salinidad que se muestran en las Figuras anx 12 a anx 14 dejan patenetepatente la intensa mezcla a que que las aguas de la plataforma se encuentran sometidas a una intensa mezcla en la vertical. en estos tres meses. Esta situación era de esperar en esta época del año en una zona somera como la plataforma. La excepción se presenta en la distribución de las variables analizadas en laboratorio, especialmente en los sólidos en suspensión. Frente a una distribución homogénea en la columna de agua para el resto de las variables, las concentraciones de sólidos en suspensión aumentan en las profundidades cercanas al fondo. En ella llegan a superar los 50 mg/l en las áreas de influencia de la desembocadura del río Guadalquivir y ría de Huelva. La presencia de estos ríos en la zona se detecta en los resultados del Sb-19 como una lengua de agua fría y menos salina en las cercanías de la costa frente a un agua más cálida en la franja oceánica (Figuras anx 12-anx 14).

En lo que respecta a la distribución espacial de los sólidos en suspensión, sus concentraciones oscilan entre 20 y 60 mg/l en superficie en todo el área de estudio, con los valores más altos en las cercanías del Guadalquivir y del Tinto-Odiel (Figuras anx 8 y anx 9). Este aporte de sólidos se encuentra formado en su mayoría por materia inorgánica en suspensión ya que, a excepción de un punto situado frente a Matalascañas, en ningún punto de la plataforma el porcentaje de la fracción inorgánica resulta inferior al 60% (Figura anx 9). En el fondo la concentración de sólidos es de 10 a 20 mg/l superior a la de superficie, en especial en las cercanías del río Guadalquivir (Figura anx 10). Éste aumento se debe a materia inorgánica en suspensión ya que los porcentajes de esta fracción no son menores al 70% (Figura anx 11).

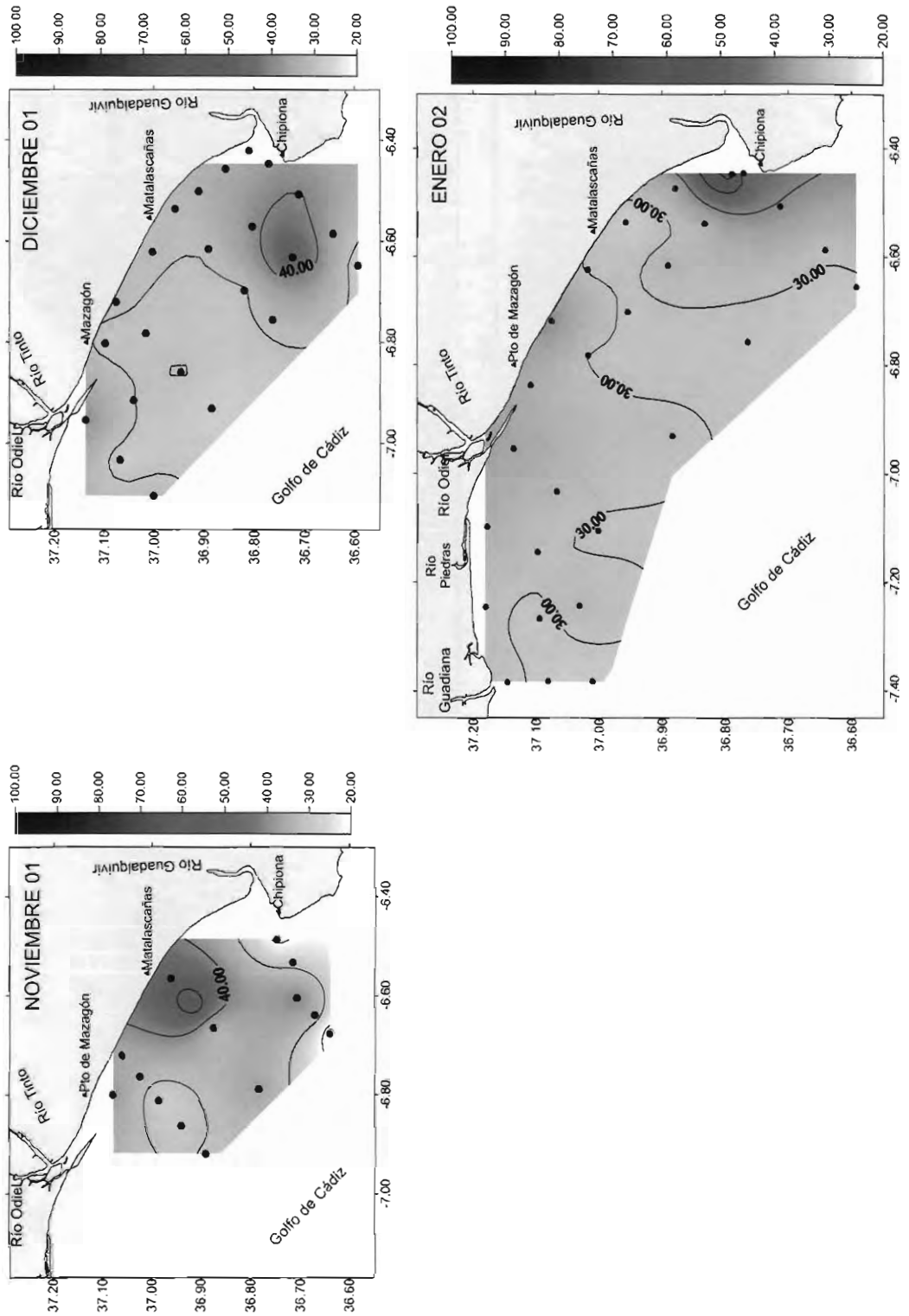


Figura anx 8.- Distribución de Sólidos en Suspensión (mg/l.) en superficie de noviembre de 2001 a enero de 2002

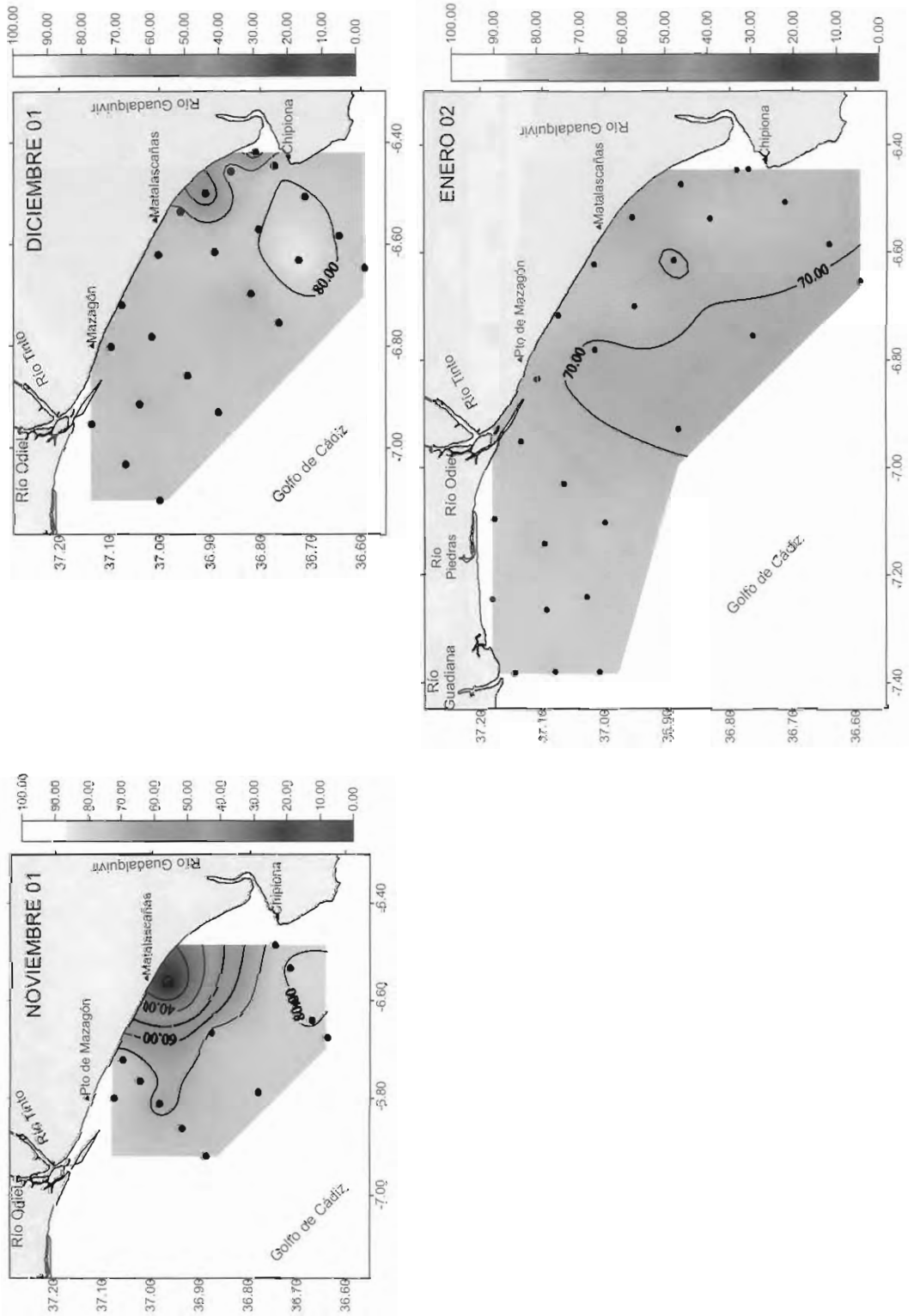


Figura anx 9.- Distribución de Materia Inorgánica Particulada (%), en superficie de noviembre de 2001 a enero de 2002.

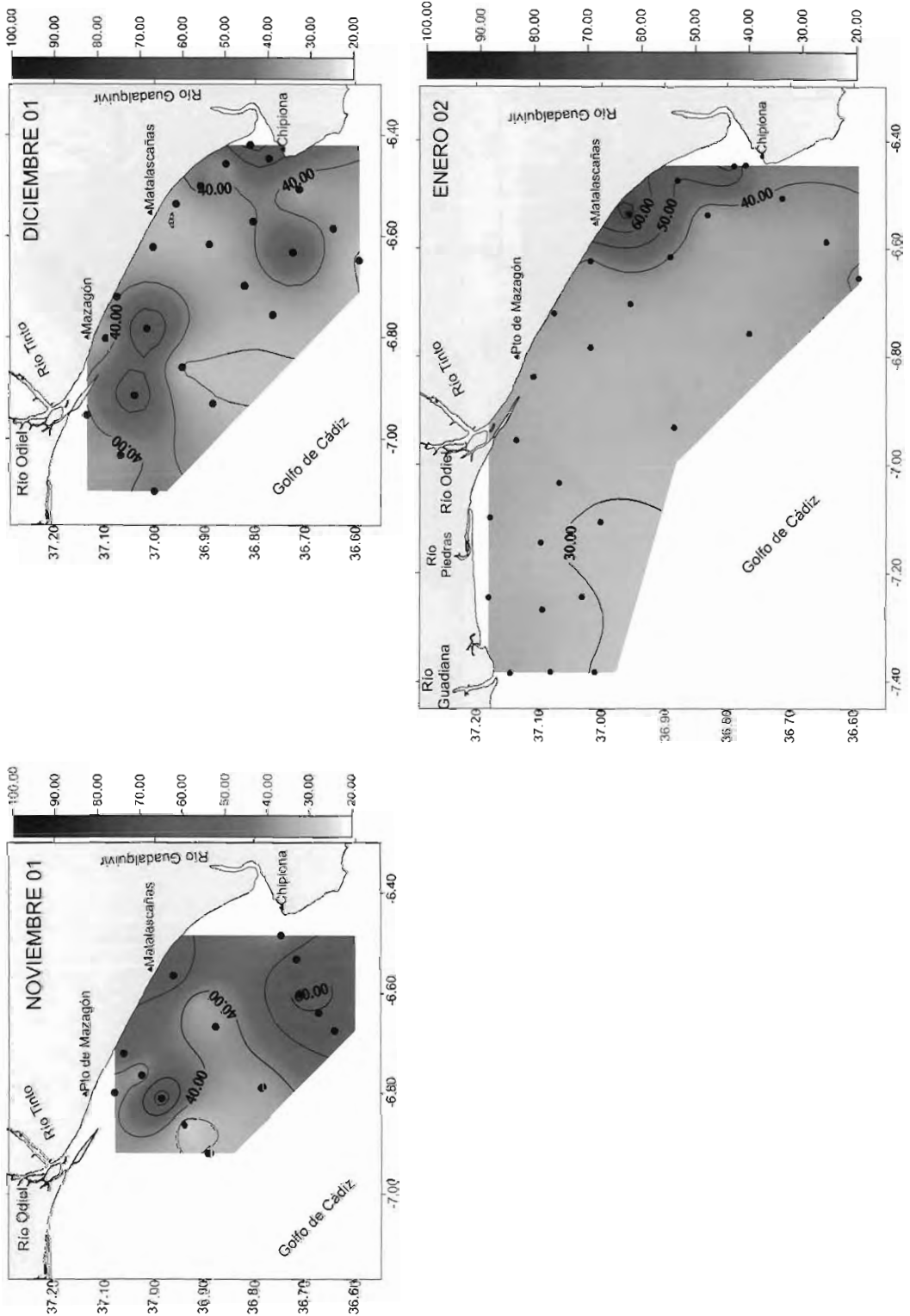


Figura anx 10.- Distribución de Sólidos en Suspensión(mg/l) en fondo de noviembre de 2001 a enero de 2002

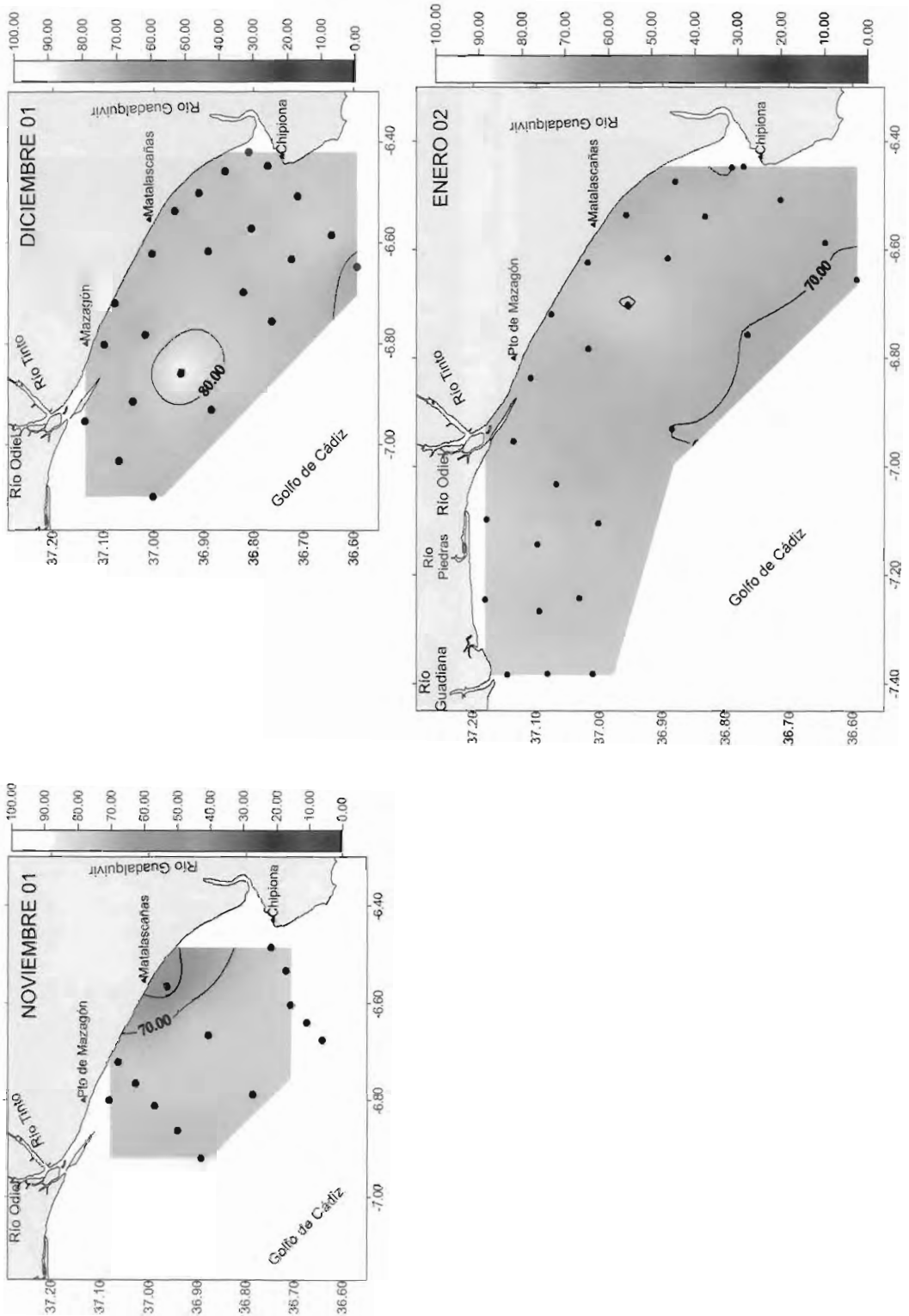


Figura anx 11.- Distribución de Materia Inorgánica Particulada (%) en fondo de noviembre de 2001 a enero de 2002

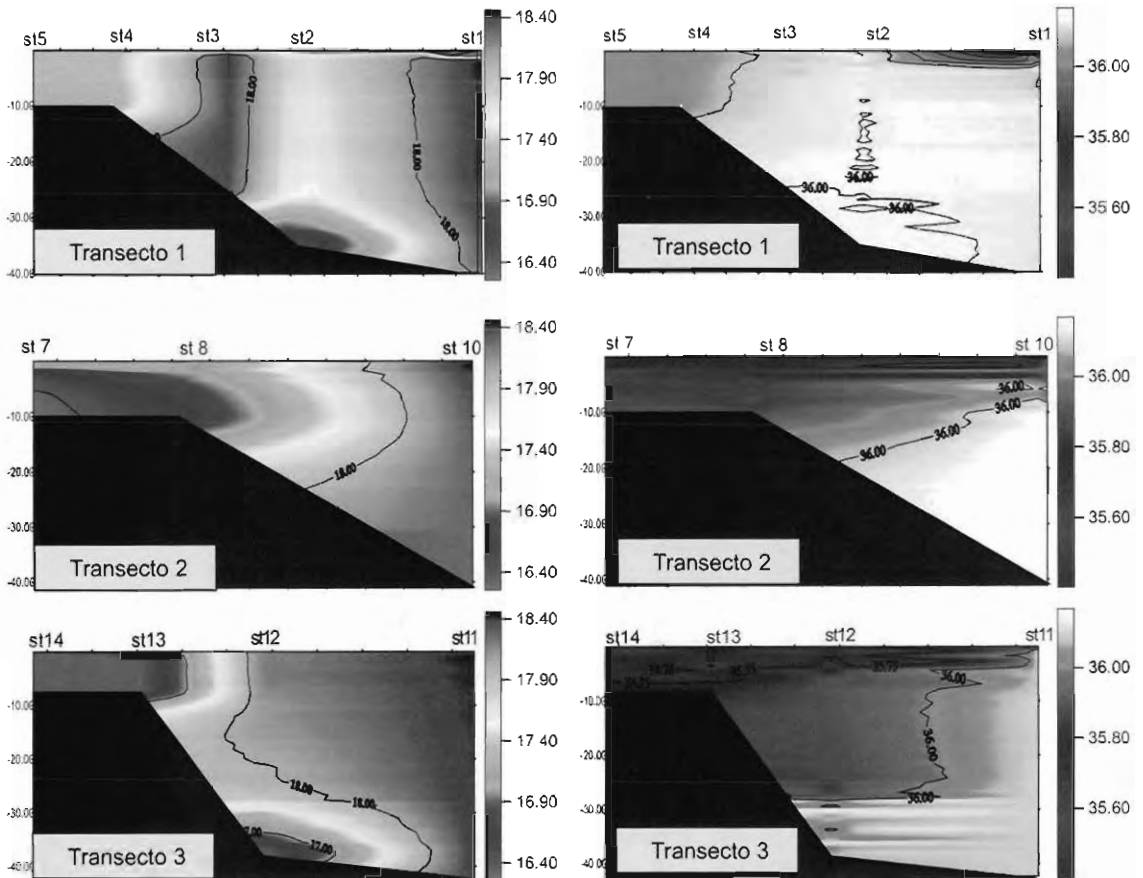
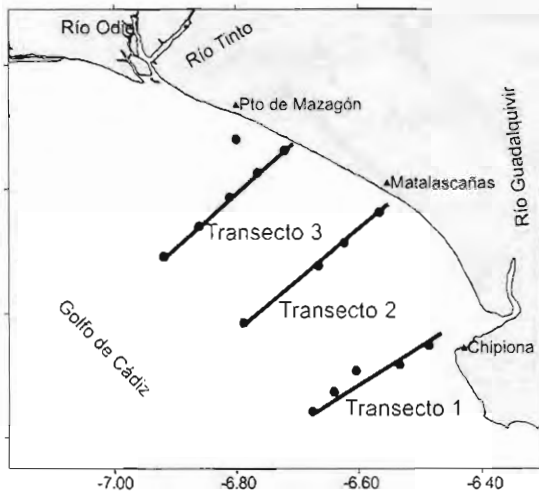


Figura anx 12.- Distribución en la vertical a partir de los perfiles de CTD durante noviembre de 2001

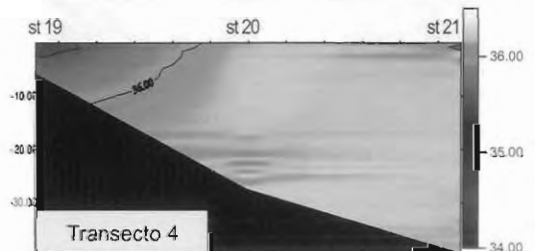
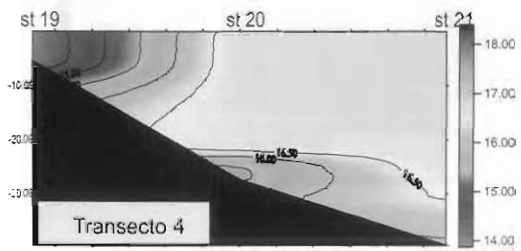
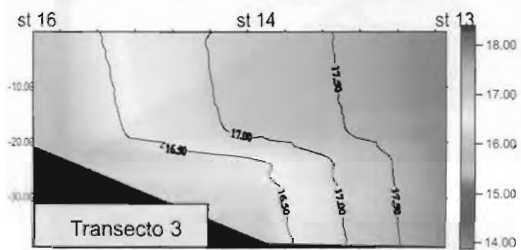
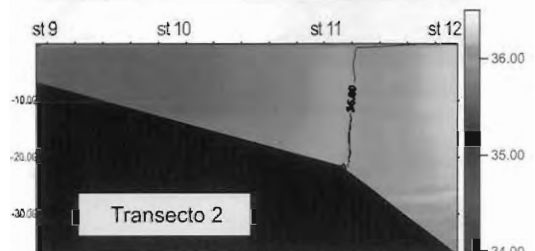
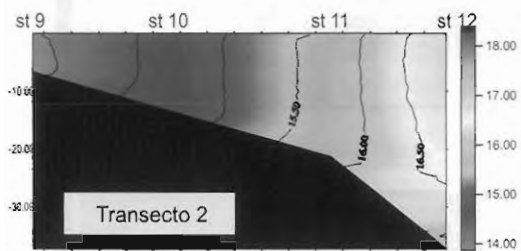
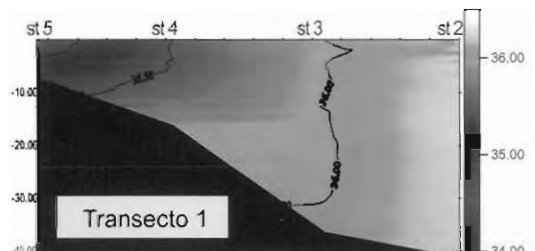
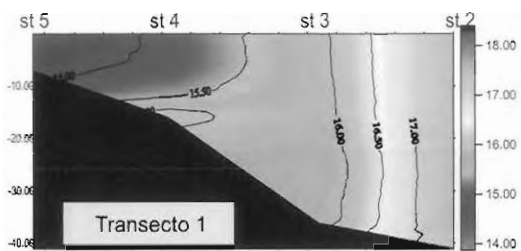
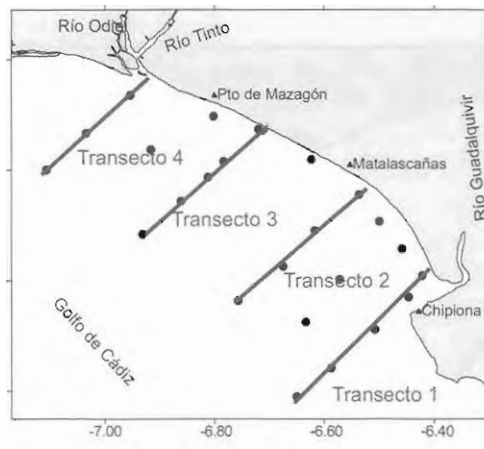
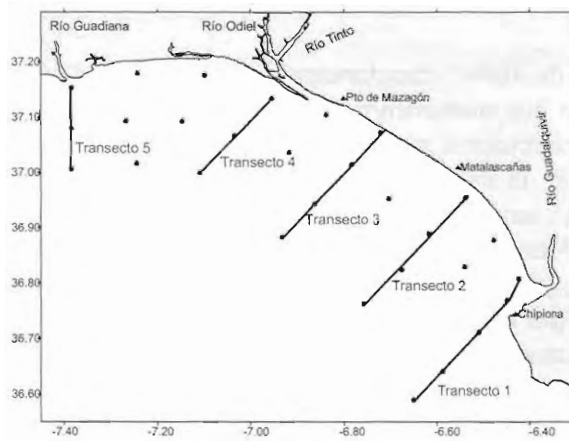


Figura anx 13.-Distribución en la vertical a partir de los perfiles de CTD durante noviembre de 2001



Localización de transectos en la campaña de enero de 2002

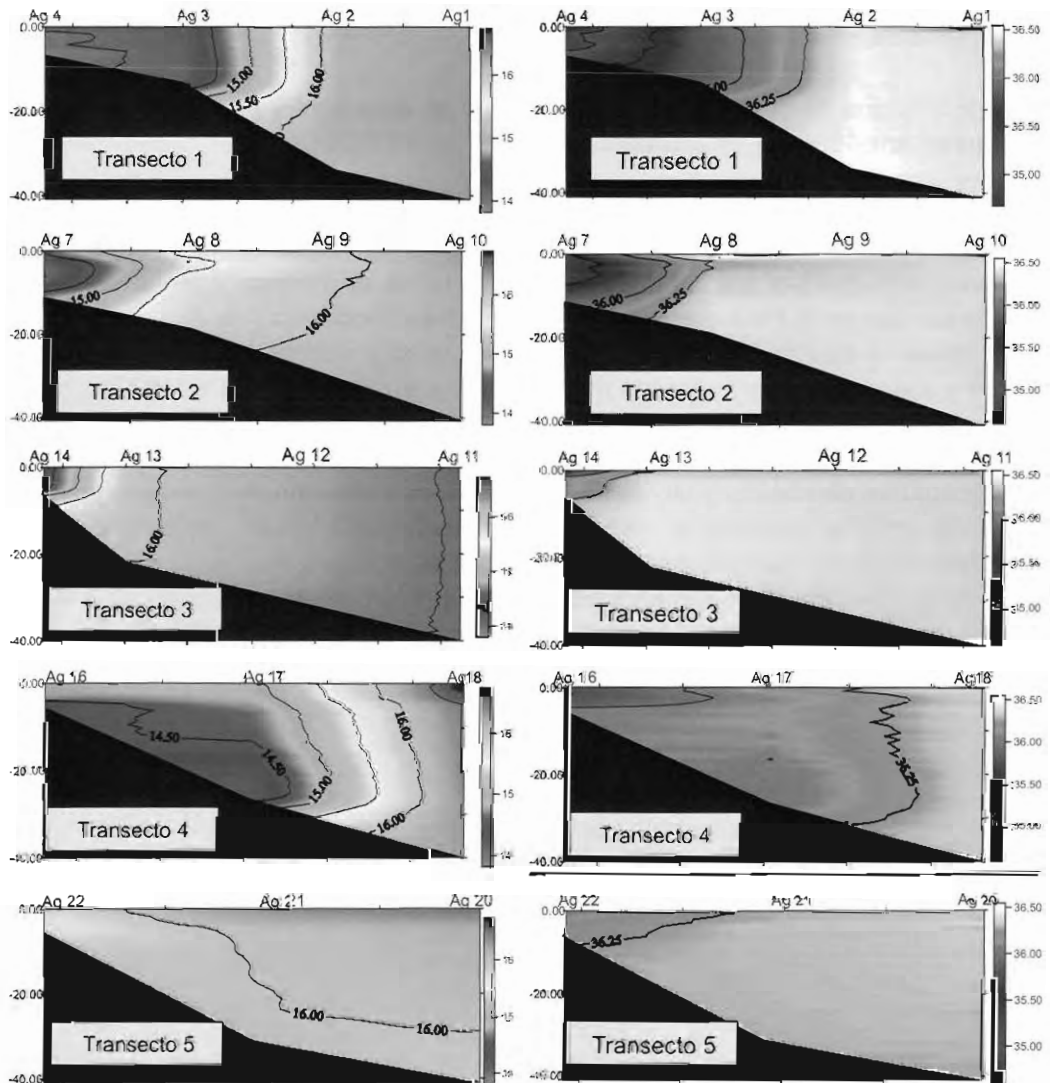


Figura anx 14.-Distribución en la vertical a partir de los perfiles de CTD durante enero de 2002

## Ictioplancton

Las campañas de muestreo ictioplanctónico desarrolladas en diciembre y enero fueron exitosas en el sentido de que demostraron que tanto la equipación del barco como el instrumental técnico eran los adecuados para la toma de muestras de huevos y larvas en la parrilla de estaciones diseñada en la estrategia inicial (ver Figura anx 1). También se determinó que para el muestreo de las 15 estaciones (área Guadalquivir- ría de Huelva) y 26 estaciones (área Guadalquivir-Guadiana) fueron suficientes los 3 y 4 días de campaña, respectivamente, programados en el diseño inicial. El único problema que se planteó en este periodo fue la imposibilidad de salida a la mar por mal tiempo durante uno de los días de la campaña de enero. Esto obligó a rediseñar la estrategia de trabajo, dejando la estación I23 sin muestrear.

A continuación se describe la distribución y abundancia de los huevos y larvas de las especies objetivo en los meses de diciembre y enero.

### •Sardina (*Sardina pilchardus*):

La distribución de huevos y larvas de sardina en diciembre y enero queda representada en las Figuras anx 15 y anx 16 , respectivamente.

Un total de 383 huevos y 154 larvas de sardina fueron capturados en el muestreo del mes de diciembre. Las mayores abundancias se localizaron frente a la desembocadura del Guadalquivir seguidas por las capturadas frente a la ría de Huelva. Apenas se encontraron puestas de sardina en la zona costera entre ambas desembocadura (ver Figura anx 15). Por su parte, las larvas de sardina parecen concentrarse en torno a la estación más occidental del área de estudio y alejadas de costa, siendo muy escasas o ausentes en las estaciones más someras (ver Figura anx 15).

Las capturas de huevos y larvas de sardina en enero fueron muy superiores a las realizadas el mes anterior, sumando un total de 2024 huevos y 973 larvas. Las puestas se localizaron principalmente en la zona occidental incorporada en el nuevo muestreo, en la estación más profunda frente a la desembocadura del Guadiana. También las larvas fueron capturadas en las estaciones más profundas, presentando el pico de mayor abundancia frente al río Piedras (Figura anx 16).

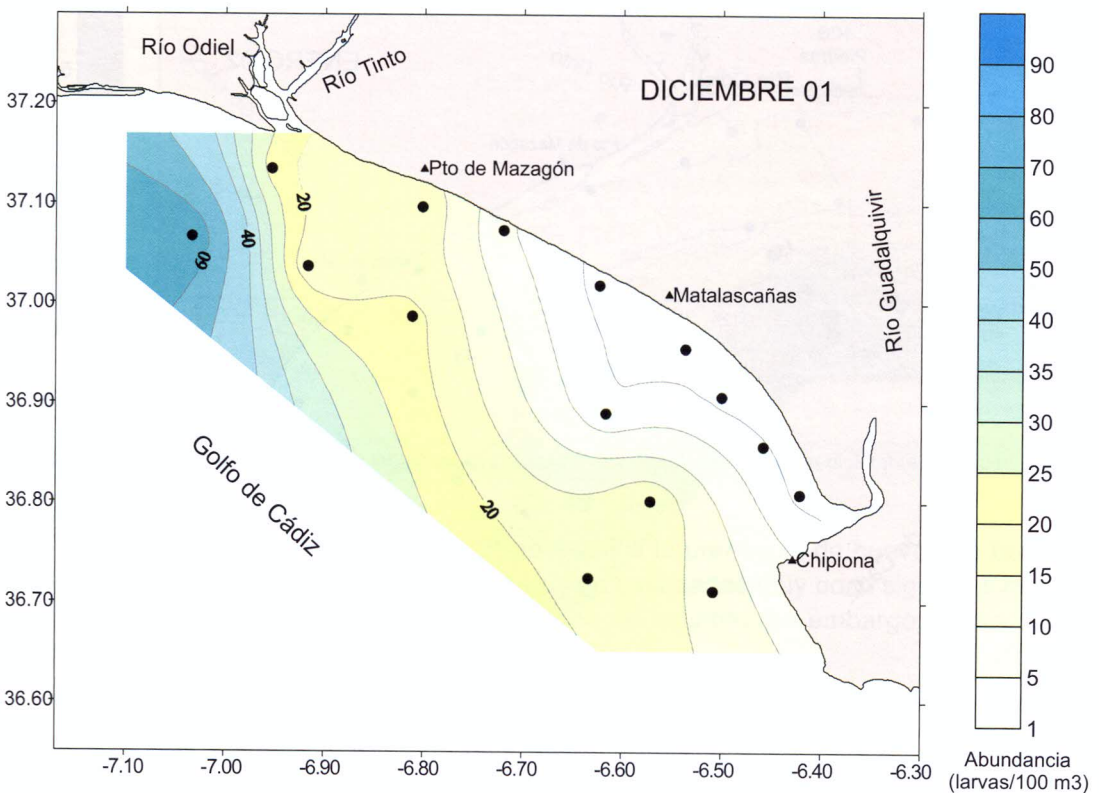
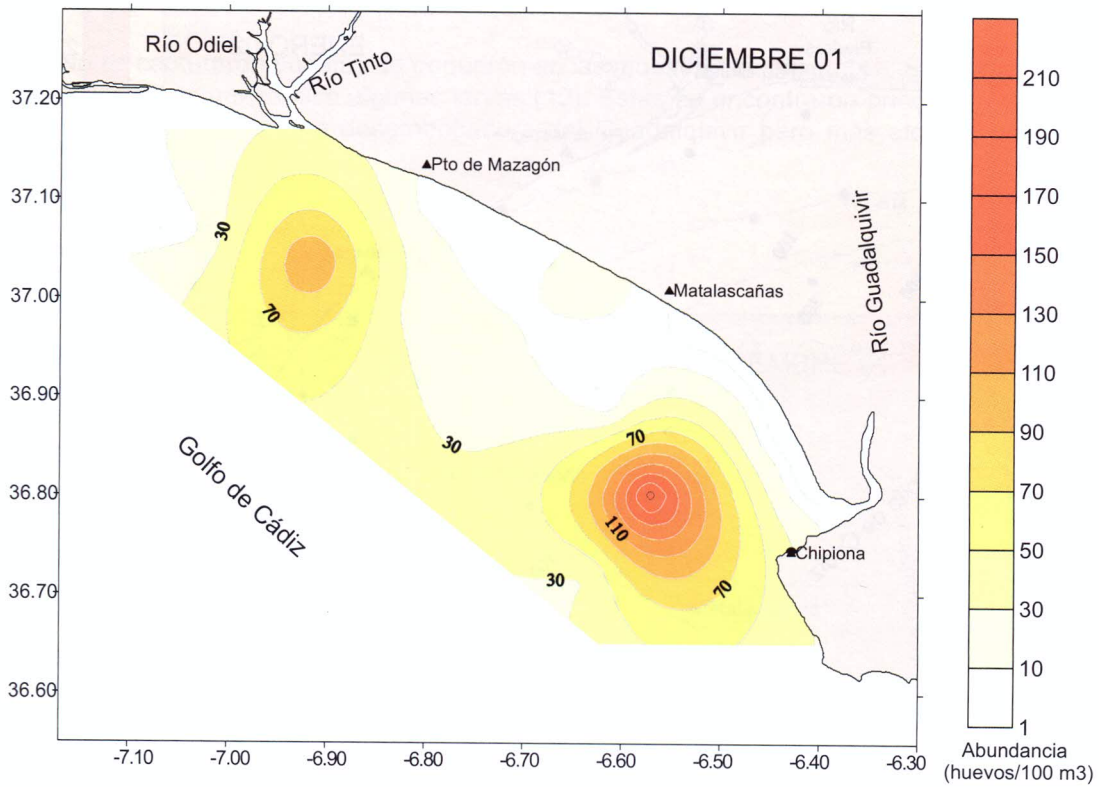


Figura anx 15.- Distribución espacial de huevos y larvas de sardina (*Sardina pilchardus*) en diciembre de 2001

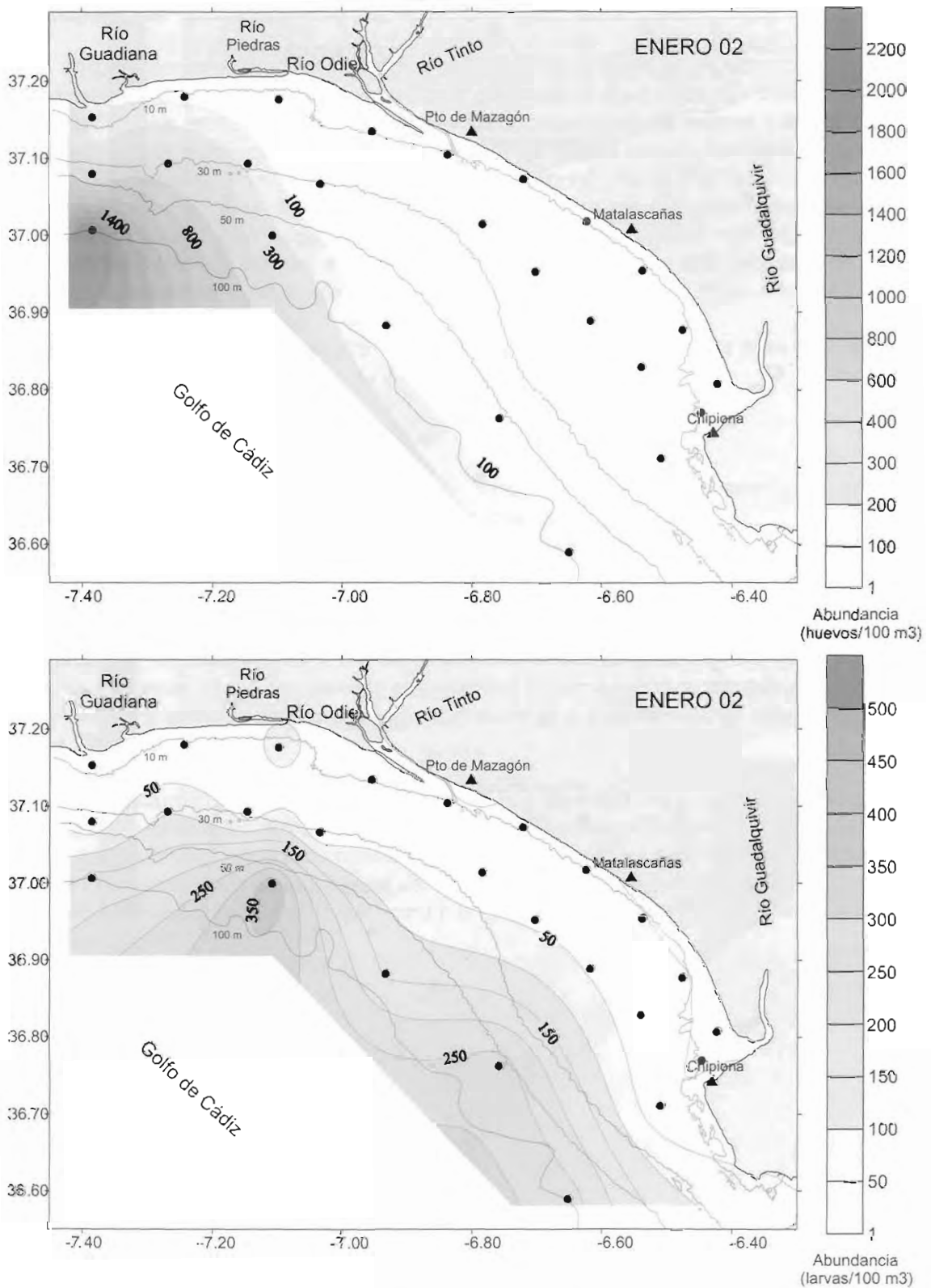
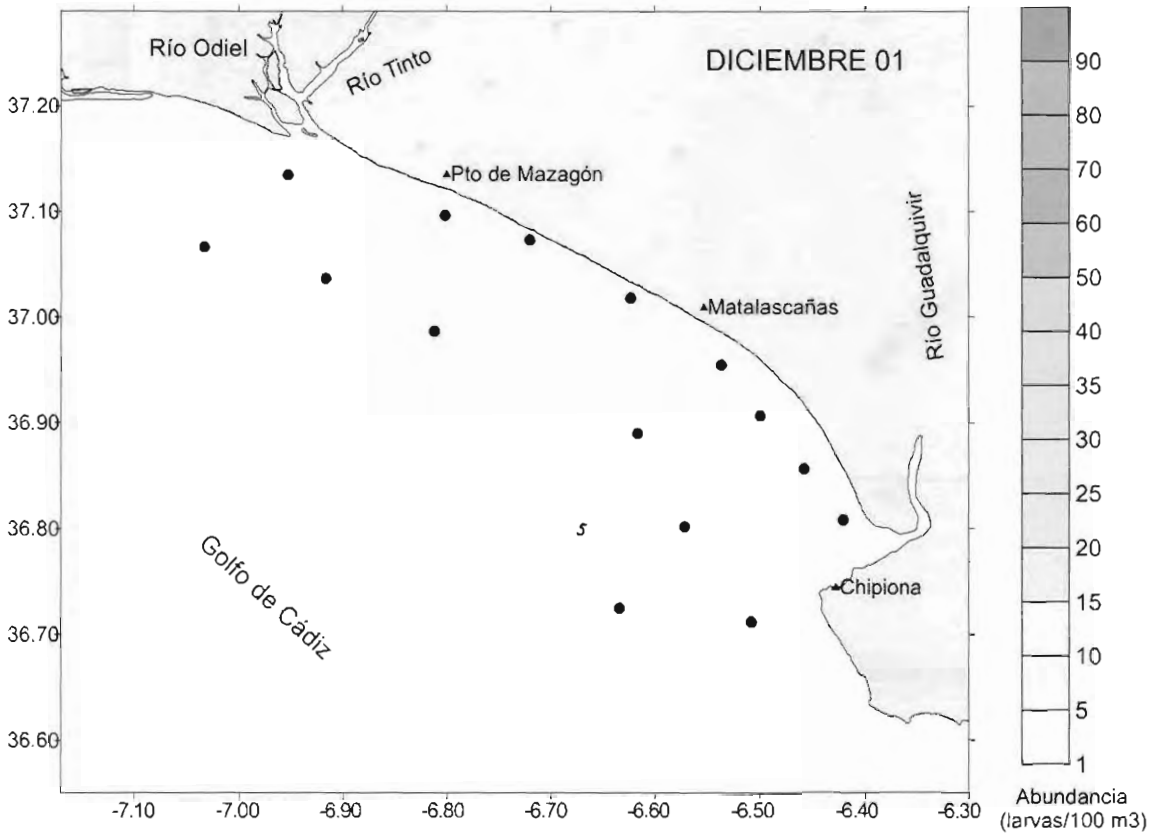


Figura anx 16.- Distribución espacial de huevos y larvas de sardina (*Sardina pilchardus*) en enero 2002

**Boquerón (*Engraulis encrasicolus*):**

No se capturaron puestas de boquerón en las muestras de diciembre. Sin embargo, sí aparecieron de modo anecdótico algunas larvas (12). Éstas se encontraron principalmente en torno a la estación 11, frente a la desembocadura del Guadalquivir pero más alejada de costa (ver Figura anx 17).



**Figura anx 17.-** Distribución espacial de larvas de boquerón (*Engraulis encrasicolus*) en diciembre de 2001

De igual modo, se puede considerar anecdótica la presencia de huevos de boquerón en el mes de enero (Figura anx 18). Se encontraron en cantidades muy poco significativas en algunas estaciones de la zona más profunda del área de estudio. Sin embargo, no se contabilizó ninguna larva de boquerón en este mes.

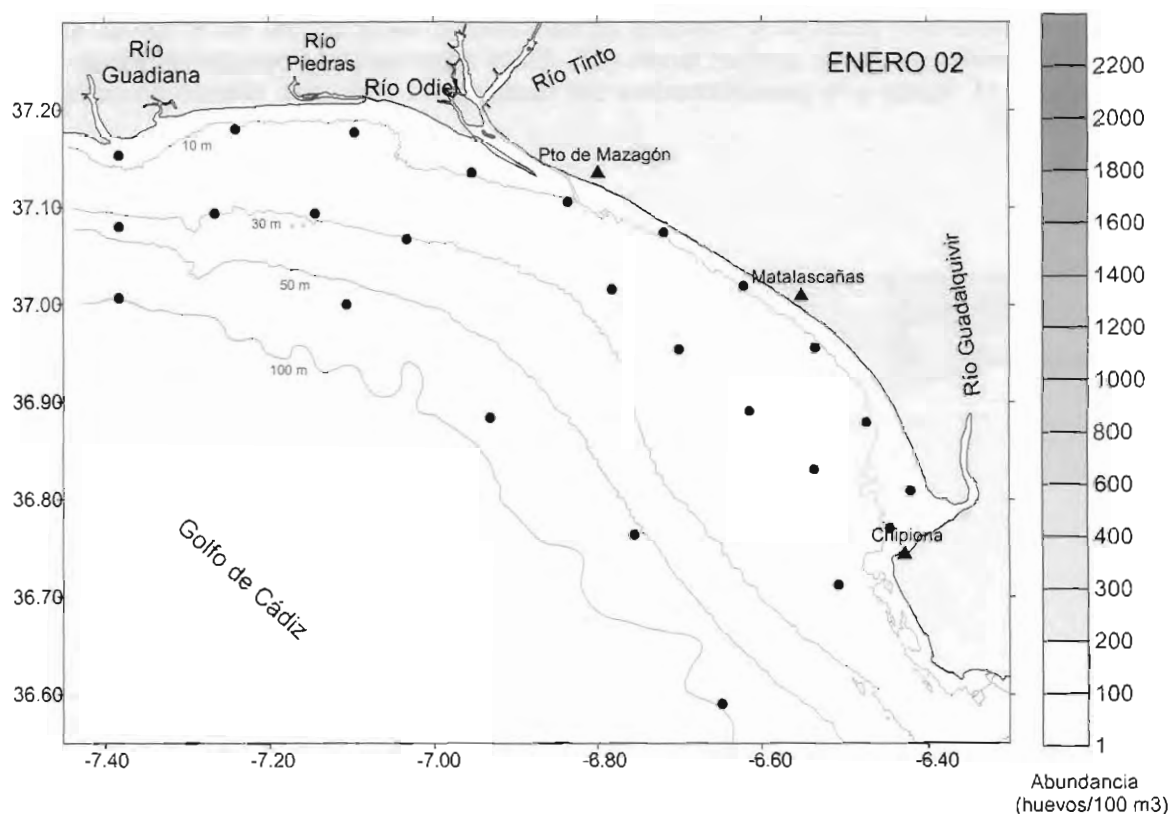


Figura anx 18.- Distribución espacial de huevos de boquerón (*Engraulis encrasicolus*) en enero de 2002

**·Acedía (*Dicologlossa cuneata*):**

Los huevos y larvas en el mes de diciembre sumaron un total de 77 y 66, respectivamente. Se detectó la presencia de huevos de acedia en algunas estaciones de muestreo, aunque los valores de abundancia en toda la zona fueron bajos, aumentando ligeramente en las estaciones 113 (frente a la ría de Huelva), 13 e 115 (frente a la desembocadura del Guadalquivir) (Figura anx 19). Por su parte, las pocas larvas encontradas, se localizaron en las estaciones más cercanas a la desembocadura del Guadalquivir (12, 13, 115) y en las costas 19 e 114, siendo muy escasas o ausentes en el resto de la zona de estudio (Figura anx 19).

Se contabilizó un total de 626 huevos y 89 larvas de acedia en las capturas ictioplanctónicas de enero. La mayor presencia de huevos se dio en zonas costeras frente al río Piedras (estación 121) y entre Matalascañas y la desembocadura del Guadalquivir. Las larvas, poco abundantes, se localizaron mayoritariamente en la estación 17, situada frente a Matalascañas (ver Figura anx 20).

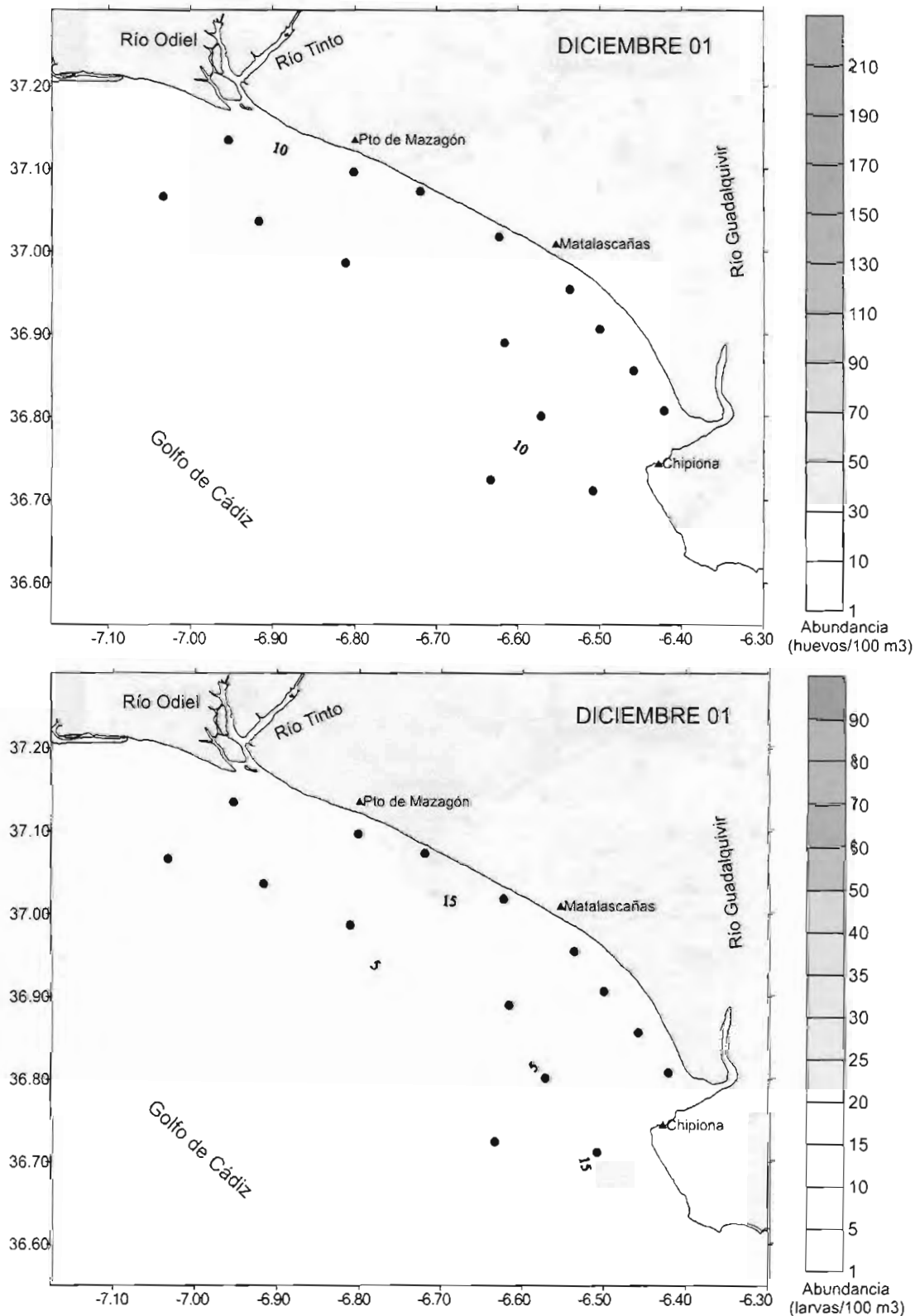


Figura anx 19.- Distribución espacial de larvas de acedía (*Dicologlossa cuneata*) en diciembre de 2001

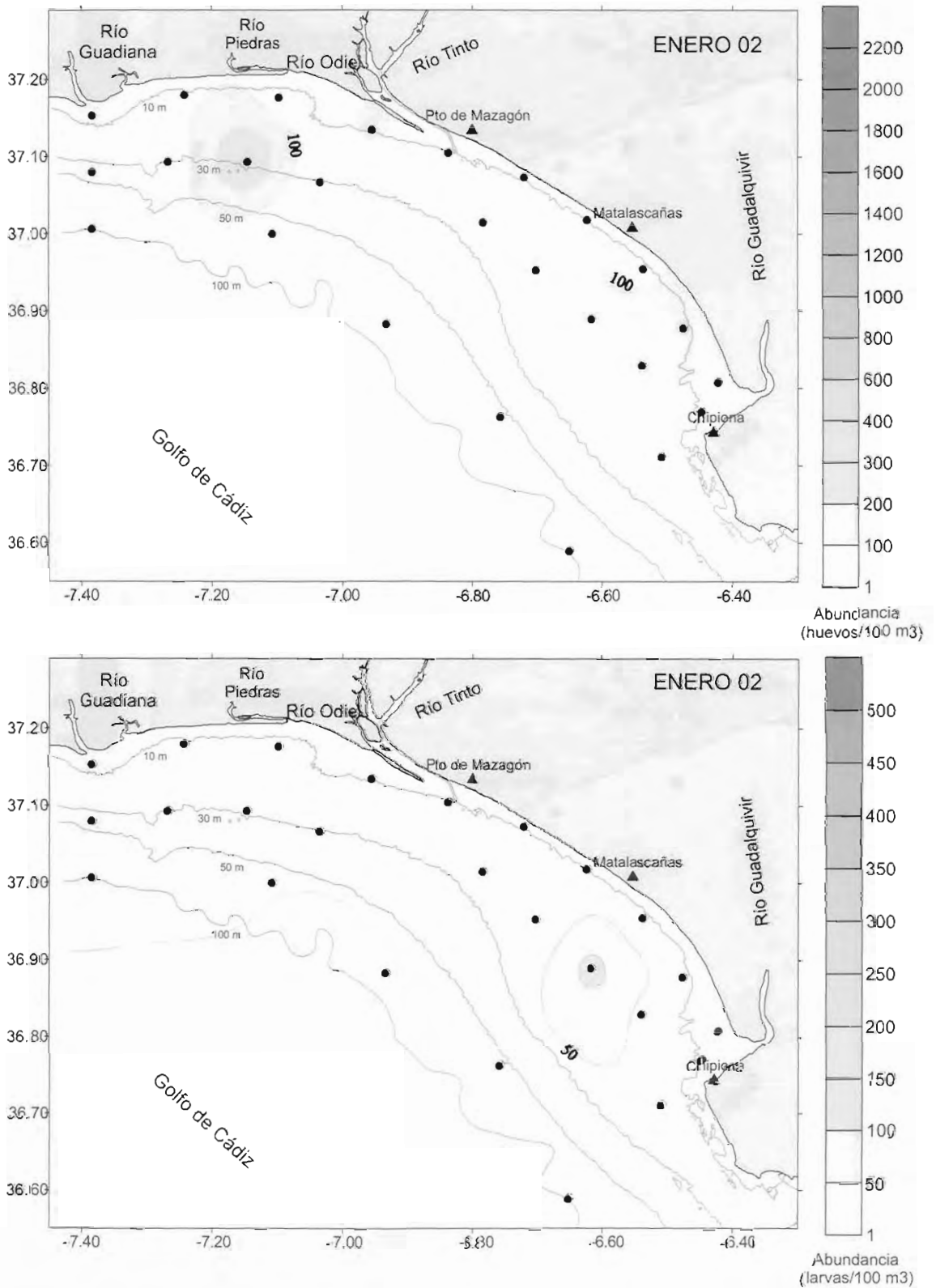


Figura anx 20.- Distribución espacial de larvas de acedia (*Dicologlossa cuneata*) en enero de 2002

No se han capturado huevos o larvas del resto de especies objetivo durante los dos meses analizados.

Las Figuras anx 21 y anx 22 representan la distribución espacial del total de huevos y larvas registrados en los meses de diciembre de 2001 y enero de 2002, respectivamente. El total incluye tanto a las especies objetivo como al resto de las especies ícticas, éstas últimas agrupadas en la categoría "otros". En este grupo se ha detectado la presencia de especies como: *Dicentrarchus punctatus*, *Solea senegalensis*, *Callionymus* sp., *Arnoglossus* sp., *Liza aurata*, y miembros de la familia Gobiidae, Soleidae, Bothidae, Sparidae, entre otros no identificados.

La Figura anx 23 muestra las proporciones relativas de las especies objetivo con respecto al total de huevos y larvas de los muestreos de diciembre y enero.

En diciembre se capturó un total de 489 huevos y 315 larvas de peces. Las mayores abundancias de huevos se dispusieron claramente en las zonas frente a las desembocaduras de los ríos Guadalquivir, Tinto y Odiel, correspondiendo en su mayor parte a puestas de sardina (Figura anx 21). Las larvas se distribuyeron de forma distinta, encontrándose las mayores densidades en la zona más occidental del área de estudio, en la estación frente a la barra de El Rompido, siendo en su mayoría de sardina.

Las capturas en enero fueron muy superiores a las del mes anterior, contabilizándose un total de 4134 huevos y 1810 larvas. El pico de mayor presencia de huevos se localizó en la estación más profunda y occidental del área de estudio, correspondiendo en su mayoría a puestas de sardina (Figuras anx 22 y 16). Además se detectaron dos pequeñas concentraciones de huevos localizadas frente al río Piedras y a Matalascañas, que correspondieron principalmente a acedía. Las larvas localizadas en las estaciones profundas del área de estudio correspondían exclusivamente a sardina (Figuras anx 22 y anx 16), mientras que las capturadas en las zonas más costeras combinaban la presencia de sardina (en menor abundancia) acedía y "otras" larvas.

Por tanto, la sardina fue sin duda la especie predominante en la fracción ictioplanctónica de las muestras analizadas, constituyendo más de las  $\frac{2}{3}$  partes y la mitad de los huevos capturados en diciembre y enero, respectivamente (Figura anx 23). La presencia de larvas estuvo en torno al 50% del total capturado en estos dos meses. La acedía fue la segunda especie en importancia relativa, aunque sus abundancias no fueron elevadas.

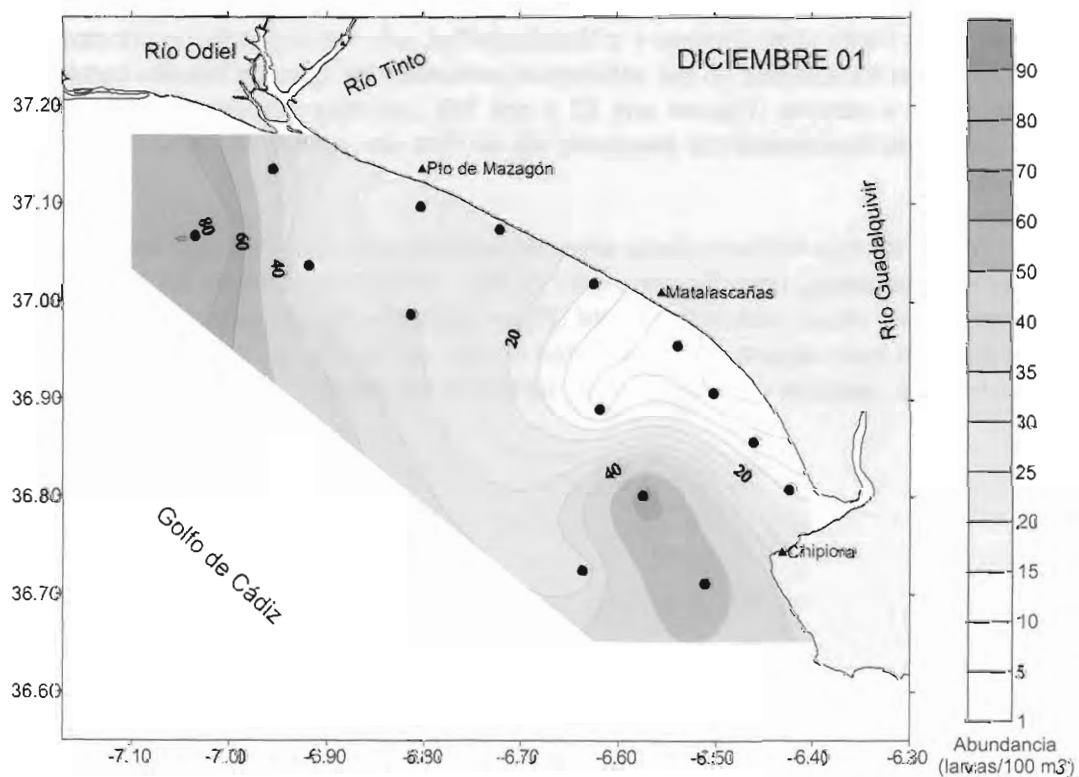
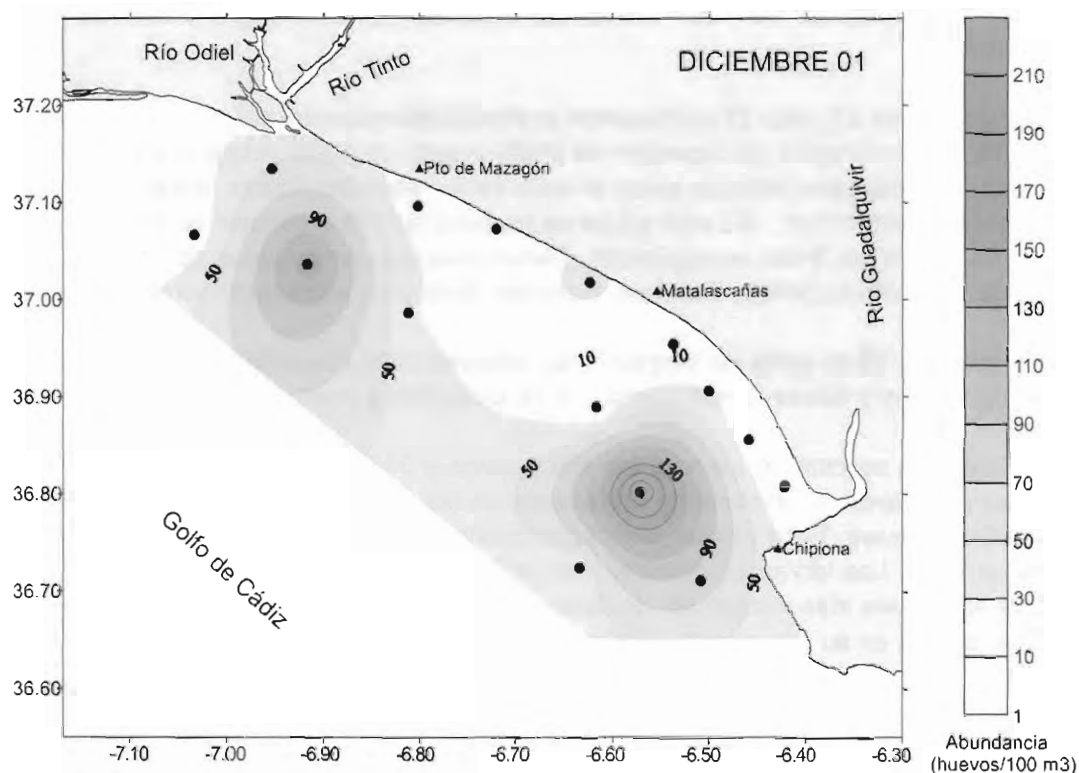


Figura anx 21.- Distribución espacial del total de huevos y larvas en diciembre de 2001.

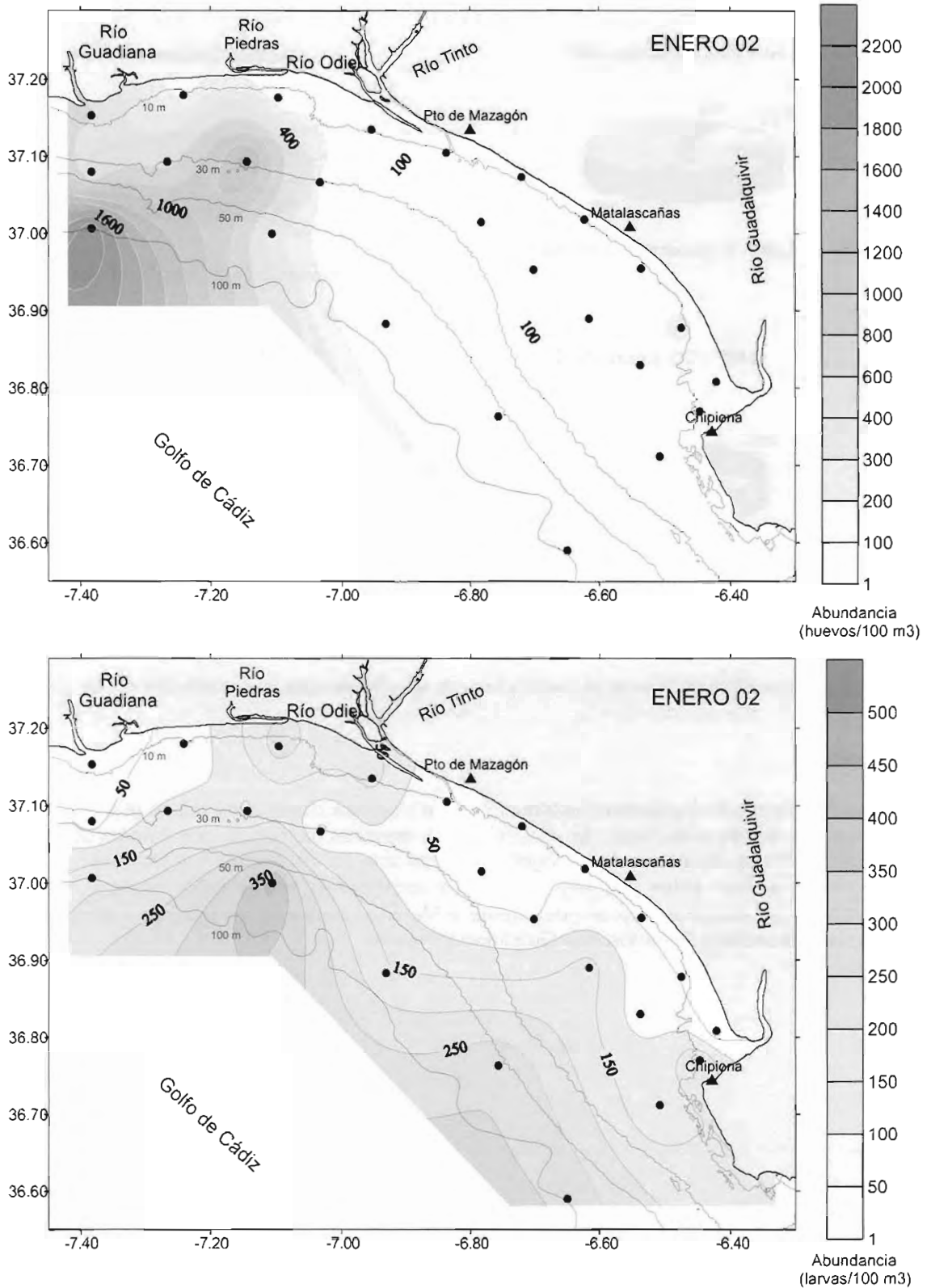


Figura anx 22.- Distribución espacial del total de huevos y larvas en enero de 2002

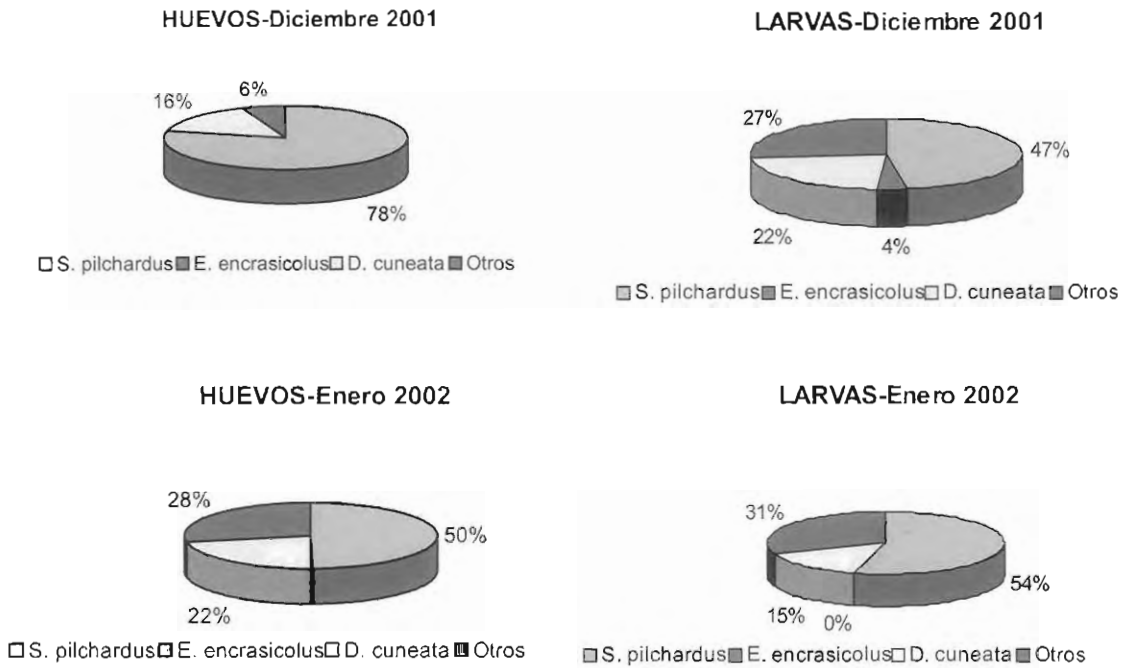


Figura anx 23.- Proporciones relativas de los huevos y larvas de las especies capturadas en diciembre de 2001 y enero de 2002.

### Zooplancton

La Figura anx 24 muestra la distribución de la biomasa zooplanctónica en el área de estudio en los dos meses analizados. En diciembre, las mayores biomásas, con valores superiores a 100 ml/100m<sup>3</sup>, se dieron en zonas costeras frente a la ría de Huelva y a Matalascañas. En enero se superaron estos valores en puntos localizados en la zona costera frente a Matalascañas, en estaciones profundas frente a Matalascañas y al río Piedras y en una estación costera localizada entre los ríos Guadiana y Piedras.

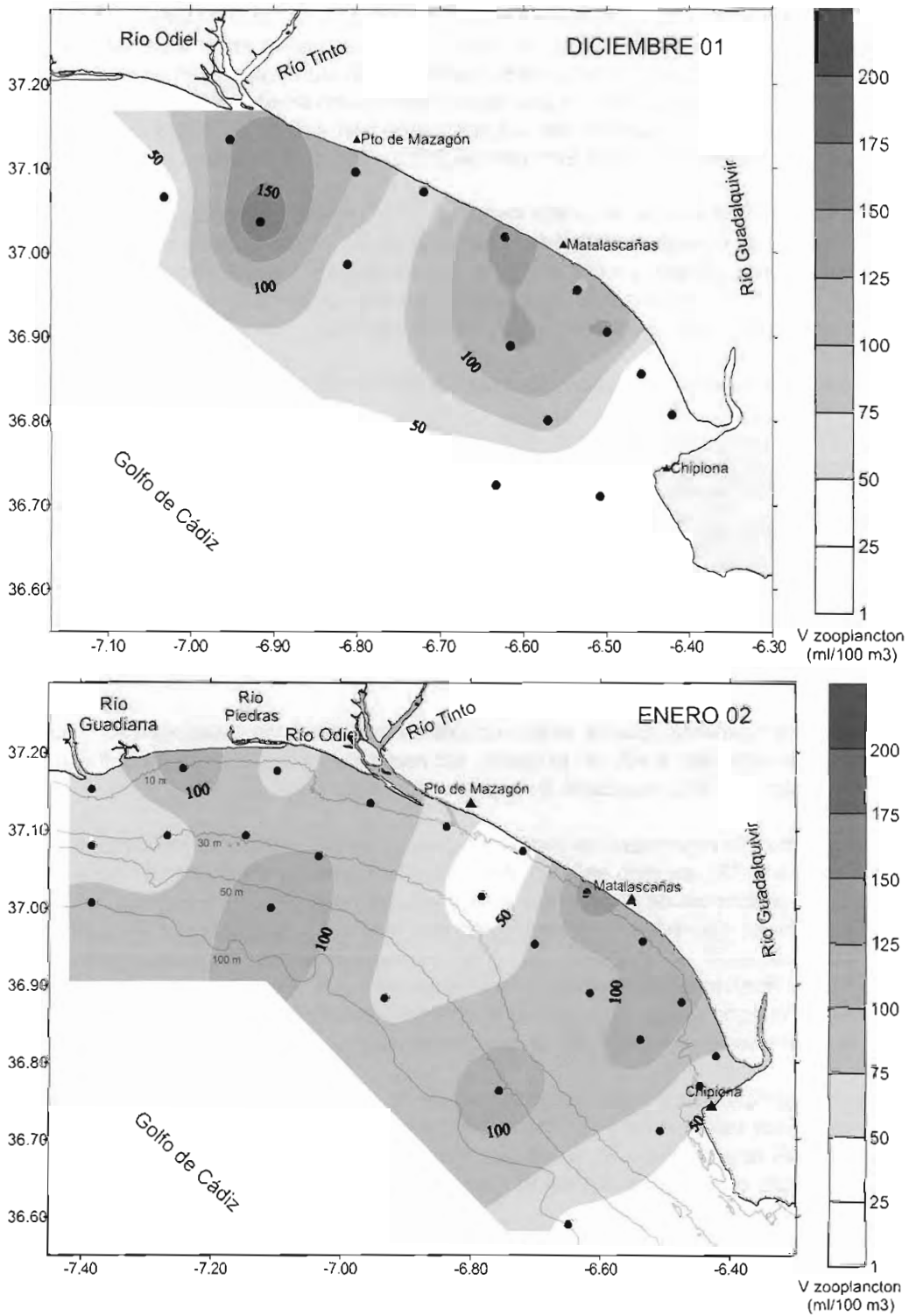


Figura anx 25.- Distribución de la biomasa de zooplancton en diciembre de 2001 y enero de 2002.

## Pescas de arrastre

Es preciso destacar que el objetivo principal de esta fase ha sido establecer la metodología básica para poder desarrollar el estudio de los recursos pesqueros en el área seleccionada. De este modo, los datos generados durante estos meses no han sido tratados en su totalidad, pues se ha dado prioridad a aquellas actividades que tienen repercusión en otras posteriores y que son fundamentales para el correcto desarrollo del proyecto a ejecutar a partir de marzo de 2002. Así pues, los resultados aquí expuestos han de ser considerados como preliminares.

El promedio de estaciones de pesca realizadas por jornada es de tres estaciones, teniendo en cuenta el tiempo de navegación desde el puerto de salida y llegada, distancia entre estaciones, tiempo de maniobra de largado y virado del arte de arrastre, así como el requerido para la inspección sobre el terreno de la zona a muestrear. En general, el tiempo medio utilizado para cada maniobra de arrastre ha sido de alrededor de sesenta minutos.

En la tabla anx II se muestra las estaciones realizadas en cada una de las campañas:

CAMPAÑA	ESTACIONES MUESTREADAS
OCTUBRE 2001	A1 y A2
NOVIEMBRE 2001	A2, A3, A4, A5, A6 y A9
DICIEMBRE 2001	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7 y A8
ENERO 2002	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A11 y A12

Tabla anx II.- Estaciones muestreadas en las campañas de pesca .

Durante la campaña de octubre, sólo se pudieron muestrear las estaciones A1 y A2. El resto de estaciones previstas (A3 a A8) no pudieron ser realizadas porque el barco sufrió una avería importante de motor que hizo necesario su regreso inmediato a puerto.

En la campaña de noviembre, se realizaron pescas en las estaciones planteadas inicialmente (ver Fig.Figura anx 32), excepto en la A1, A7 y A8. El arrastre en la estación A1 no se pudo considerar válido por problemas de maniobra con cruce de las puertas que provocaron un destroz en la red. Las estaciones siguientes se muestrearon con otra red similar aunque sin sobrecopo. Por otro lado, las estaciones de muestreo A7 y A8, correspondientes a zonas someras frente a Mazagón y ría de Huelva, respectivamente, quedaron sin cubrir a cambio de realizar un reconocimiento previo de la zona antes de proceder al arrastre, debido a la dificultad de muestreo por la presencia de alcatruces o cajilones para la captura de pulpos.

Durante la campaña correspondiente al mes de diciembre se muestrearon todas las estaciones salvo la A9. Esta estación no se pudo realizar ya que el arrastre en las zonas someras de las estaciones A7 y A8 requirió excesivo tiempo de maniobra para evitar riesgos innecesarios, lo que provocó una demora en la realización del muestreo.

En la campaña de enero, el área de muestreo se amplió hacia la zona oeste de la desembocadura de la ría de Huelva hasta la desembocadura del río Guadiana. Se muestrearon todas las estaciones previstas (ver Fig.Figura anx 25), excepto la A8, A9 y A10. No se conocen referencias previas de localizaciones de arrastre en zonas tan someras, por lo que surgieron una serie de complicaciones durante el muestreo, como la rotura del arte al quedar enganchado en una zona de piedra en la estación A12. Por este motivo se consideró oportuno dedicar uno de los días de muestreo en la exploración exhaustiva del terreno. A pesar de ello, la presencia masiva de alcatruces en

sus fondos provocó que el arte quedara enredado entre los cabos que los unen, lo que supuso el inmediato cese de las actividades de muestreo.

Así pues, los resultados aquí expuestos corresponden a las dos últimas campañas realizadas, puesto que son las más completas. El tratamiento de los datos, previa validación de los mismos, se ha llevado a cabo con el programa Excel-2000 de Microsoft.

### **Identificación taxonómica de las especies capturadas**

En total se han identificado 79 especies, de las cuales 69 correspondieron a ictiofauna, seis a moluscos cefalópodos, todos ellos comerciales y cuatro a crustáceos decápodos de gran importancia económica en la zona. Todas estas especies son habituales en las aguas del golfo de Cádiz. La denominación comercial se ha tomado del anexo de Resolución de 22 de enero de 2002, de la Secretaría General de Pesca Marítima, por la que se establece y se da publicidad a la lista de denominaciones comerciales admitidas de los productos pesqueros (BOE 3, 13/2/2002).

La relación de especies capturadas se presentan agrupadas por familia, junto con el resto de especies que han ido apareciendo posteriormente, en el apartado 2.1.1 Estructura de la comunidad dentro del capítulo 2.

### **Capturas globales**

En cuanto a los datos referentes a las capturas globales (expresados en % en peso) obtenidas en las dos últimas campañas, se observan unos resultados similares con predominio de especies de peces (61-58%), seguido de moluscos cefalópodos (38-33%) y un escaso porcentaje de crustáceos decápodos (1-9%) (Fig.Figura anx 2637).

En la tabla anx III se muestran los datos relativos a las capturas obtenidas en las campañas de diciembre y enero para cada una de las especies. En general, las especies capturadas se mantienen presentes aunque con variaciones en el tiempo, siendo las más abundantes en peso: *Octopus vulgaris*, *Sepia officinalis*, *Squilla mantis*, *Argyrosomus regius*, *Merluccius merluccius*, *Halobatrachus didactylus* y *Diplodus bellottii*. Sería interesante destacar que aunque el chanquete (*Aphia minuta*) es una especies presente en todos los muestreos, no aparece en el de diciembre, debido probablemente a que durante esta campaña el arte trabajó sin sobrecopo.

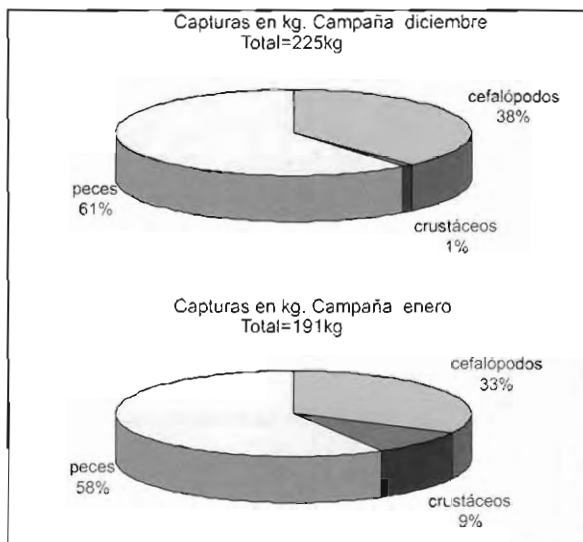


Figura anx 26.- Porcentajes de los distintos grupos taxonómicos capturados en las campañas de diciembre de 2001 y enero de 2002.

	Especie	Campaña de diciembre		Campaña de enero	
		N indiv	Peso (kg)	N indiv	Peso (kg)
cefalópodos	<i>Alloteuthis sp.</i>	915	4,4	1061	6,1
	<i>Eledone moschata</i>	24	3,4	12	1,3
	<i>Loligo vulgaris</i>	313	15,0	1281	3,2
	<i>Octopus vulgaris</i>	99	42,9	63	38,7
	<i>Sepia officinalis</i>	72	20,3	48	13,0
	<i>Sepiola atlantica</i>	20	0,0	10	0,0
crustáceos	<i>Melicertus kerathurus</i>	8	0,0	24	0,5
	<i>Squilla mantis</i>	90	2,8	607	16,7
	<i>Palaemon sp.</i>	1	0,0	-	-
	<i>Parapenaeus longirostris</i>	5	0,0	-	-
peces	<i>Alosa falax</i>	5	0,9	17	2,6
	<i>Aphia minuta</i>	-	-	2671	0,8
	<i>Argyrosomus regius</i>	83	10,6	75	2,2
	<i>Arnoglossus imperialis</i>	7	0,1	-	-
	<i>Arnoglossus laterna</i>	137	1,2	157	1,7
	<i>Arnoglossus thori</i>	159	1,2	131	1,3
	<i>Aspitrigla obscura</i>	3	0,1	-	-
	<i>Balistes carolinensis</i>	-	-	1	0,3
	<i>Boops boops</i>	2	0,2	-	-
	<i>Bothus podas</i>	-	0,0	2	0,3
	<i>Callionymus lyra</i>	13	0,3	4	0,1
	<i>Callionymus reticulatus</i>	-	-	69	0,0
	<i>Cepola rubescens</i>	2	0,0	3	0,0
	<i>Citharus linguatula</i>	91	3,0	28	0,7
	<i>Conger conger</i>	6	5,6	11	1,3

Tabla anx III.- Número de individuos y peso total de cada una de las especies capturadas en las campañas de diciembre y enero

Especie	Campaña de diciembre		Campaña de enero	
	N indiv	Peso (kg)	N indiv	Peso (kg)
<i>Dentex canariensis</i>	29	1,4	3	0,1
<i>Dentex gibossus</i>	11	0,2	5	0,2
<i>Dicentrarchus labrax</i>	1	0,3	-	-
<i>Dicentrarchus punctatus</i>	19	3,1	5	0,5
<i>Dicologlossa cuneata</i>	75	1,8	109	2,4
<i>Diplodus annularis</i>	123	2,5	128	3,6
<i>Diplodus bellottii</i>	384	16,7	260	14,3
<i>Diplodus sargus</i>	42	6,8	5	0,7
<i>Diplodus vulgaris</i>	2	0,4	4	0,3
<i>Engraulis encrasicolus</i>	336	0,6	962	2,8
<i>Gobios (NI)</i>	18	0,1	-	-
<i>Halobatrachus didactylus</i>	101	39,2	137	22,4
<i>Hippocampus hippocampus</i>	-	-	1	0,0
<i>Hyporhamphus picarti</i>	-	-	21	0,3
<i>Lepidotrigla cavillone</i>	8	0,1	1	0,0
<i>Leuseurigobius sanzoi</i>	1138	4,0	-	-
<i>Lithognathus mormyrus</i>	13	1,3	72	3,3
<i>Liza aurata</i>	6	2,5	-	-
<i>Liza ramada</i>	1	0,7	-	-
<i>Merluccius merluccius</i>	24	2,7	184	11,6
<i>Microchirus boscanion</i>	255	1,0	393	1,5
<i>Microchirus ocellatus</i>	1	0,1	1	0,1
<i>Microchirus variegatus</i>	20	0,2	8	0,0
<i>Mullus barbatus</i>	2	0,1	-	-
<i>Mullus surmuletus</i>	84	3,9	11	0,7
<i>Pagellus acarne</i>	11	0,5	6	0,4
<i>Pagellus bellottii</i>	10	0,7	34	2,1
<i>Pagellus erythrinus</i>	21	1,4	8	0,7
<i>Pomadasys incisus</i>	43	3,9	41	2,2

Tabla anx III (cont.)- Nº de individuos y peso total de cada una de las especies capturadas en las campañas de diciembre y enero.

Especie	Campaña de diciembre		Campaña de enero	
	N indiv	Peso (kg)	N indiv	Peso (kg)
<i>Pomatomus saltator</i>	1	0,1	2	0,1
<i>Pteromylaeus bovinus</i>	1	1,2	-	-
<i>Raja asterias</i>	4	5,6	17	8,0
<i>Raja undulata</i>	1	0,5	-	-
<i>Sardina pilchardus</i>	5	0,1	96	2,6
<i>Sardinella aurita</i>	1	0,2	-	-
<i>Sciaena umbra</i>	2	0,1	-	-
<i>Scomber japonicus</i>	1	0,1	-	-
<i>Scomber scombrus</i>	7	1,3	-	-
<i>Scorpaena notata</i>	5	0,2	8	0,4
<i>Serranus hepatus</i>	51	0,7	32	0,4
<i>Solea senegalensis</i>	5	1,2	5	0,4
<i>Solea vulgaris</i>	-	-	6	0,3
<i>Sparus aurata</i>	2	0,2	-	-
<i>Sphyaena sphyraena</i>	1	0,3	2	0,5
<i>Spicara flexuosa</i>	2	0,0	6	0,1
<i>Spicara maena</i>	-	-	1	0,1
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	4	0,1	4	0,1
<i>Stromateus fiatola</i>	-	-	5	0,2
<i>Torpedo marmorata</i>	3	0,4	15	5,3
<i>Torpedo torpedo</i>	2	1,4	10	5,7
<i>Trachinus draco</i>	7	0,5	3	0,0
<i>Trachurus trachurus</i>	63	2,5	30	0,7
<i>Trisopterus luscus</i>	-	-	2	0,2
<i>Umbrina canariensis</i>	-	-	36	0,3
<i>Uranoscopus scaber</i>	-	-	1	0,5

Tabla anx III (cont.).- Número de individuos y peso total de cada una de las especies capturadas en las campañas de diciembre de 2001 y enero de 2002.

La tabla anx IVII muestra los resultados correspondientes al número de especies, total de individuos y peso total (kg) obtenidos en cada una de las estaciones. En general, se puede observar una variación entre las distintas estaciones, tanto en diversidad de especies como en capturas obtenidas. Asimismo, se aprecia variación temporal de forma que en la campaña de diciembre se obtuvieron mayores capturas en peso, aunque no en número de individuos y mayor diversidad de especies. Es preciso un mayor número de muestras para poder establecer conclusiones acertadas.

ESTACIÓN DE MUESTREO	Campaña de diciembre			Campaña de enero		
	Nº especies	Nº individuos	kg	Nº especies	Nº individuos	kg
A1	36	1672	25,5	24	2803	16,4
A2	20	710	61,9	20	661	30,1
A3	25	250	13,2	29	510	19,8
A4	25	481	22,5	30	1431	26,9
A5	23	510	9,6	31	315	6,7
A6	25	315	20,5	25	272	13,8
A7	36	594	40,2	36	314	21,9
A8	30	474	30,9	-	-	-
A9	-	-	-	-	-	-
A10	-	-	-	-	-	-
A11	-	-	-	24	1039	33,1
A12	-	-	-	33	516	23,6
Total	69	5006	224	63	7861	192

Tabla anx IVII.- Total de especies, número de individuos y peso (kg), por estaciones de muestreo. Diciembre de 2001 y enero de 2002.

#### **Distribución de tallas de especies capturadas**

Se ha representado gráficamente la distribución de tallas obtenida para cada una de las especies objetivo, excepto aquellos casos en que el número de ejemplares en la muestra haya sido muy escaso (vg. langostino y sardina con  $n=8$  y  $n=5$ , respectivamente, en la campaña de diciembre o bien la alacha, especie de la que sólo se ha capturado un ejemplar durante todo el estudio). También se incluye la distribución de tallas obtenida de la muestra de boquerones comprados en lonja y procedentes de la captura de la flota de cerco.

Para el resto de especies se ha representado la distribución de tallas en aquellos casos en el que el tamaño de la muestra ha sido superior a 50 en alguna de las dos campañas estudiadas.

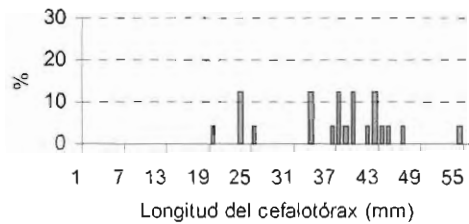
**Melicertus kerathurus**- Durante la campaña de diciembre sólo se capturaron 8 individuos de 17 a 23 mm de longitud cefalotorácica. En la campaña de enero se capturaron 24 ejemplares, siendo el rango de tallas mayor (20 y 54 mm) (Figura anx. 3278). El tamaño de la muestra no es suficiente para extraer conclusiones apropiadas.

**Argyrosomus regius**- En la campaña de diciembre se capturaron 83 individuos con un rango de tallas de 13 a 30 cm con una distribución unimodal (moda 23 cm). En enero el rango de los 74 individuos osciló entre 5 y 28 cm, estando la moda desplazada hacia las tallas de reclutamiento (Figura. anx 2738). La aparición de las tallas pequeñas en esta campaña se debe fundamentalmente a la incorporación del sobrecopo a la red. Todos estos individuos parecen pertenecer a la clase de talla 0+, menores al año de vida.

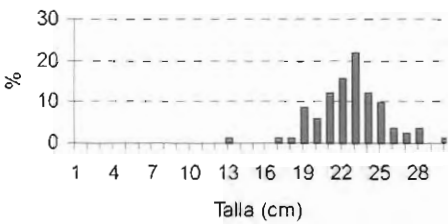
**Dicologlossa cuneata-** El rango de tallas en ambas campañas son similares (entre 5 y 20 cm). En la campaña de diciembre la frecuencia de tallas sigue una distribución unimodal, aunque no ocurre lo mismo en la obtenida de los 108 individuos capturados en enero (Figura. anx 2738).

**Engraulis encrasicolus-** En el caso del boquerón existe una diferencia clara entre la distribución de tallas de las muestras de pescas de arrastre (campañas de diciembre y enero) y de la muestra procedente de la flota de cerco (lonja), debida básicamente al tipo de arte utilizado. El rango de tallas encontrado en las campañas de arrastre de diciembre y enero es similar, entre 4 y 13 cm. Sin embargo, el rango de tallas de la muestra procedente de cerco está desplazado hacia tallas mayores (7-14 cm), con una distribución unimodal clara (moda 10 cm) (Figura. anx 3928). Esta moda coincide con la talla mínima de captura permitida en el golfo de Cádiz, puesto que se trata de individuos destinados a su comercialización.

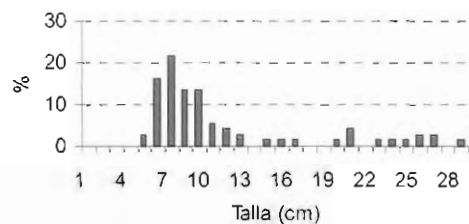
**Sardina pilchardus-** El rango de tallas de los 96 ejemplares de sardina capturados durante la campaña de enero se sitúa entre 8-19 cm con una distribución de frecuencias que podría considerarse bimodal (Figura anx . 2839).



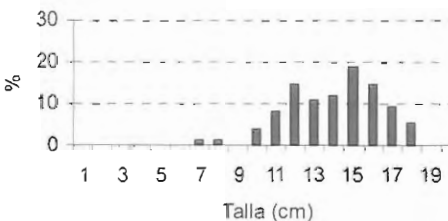
Argyrosomus regius . Campaña diciembre  
n=83



Argyrosomus regius . Campaña enero  
n=74



Dicologlossa cuneata . Campaña dic.  
n=75



Dicologlossa cuneata . Campaña enero  
n=108

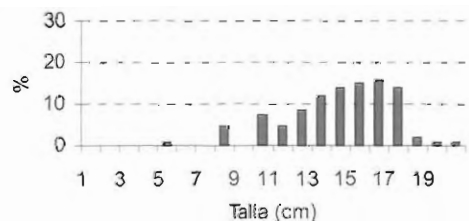
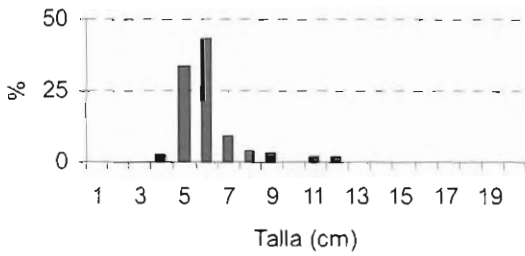
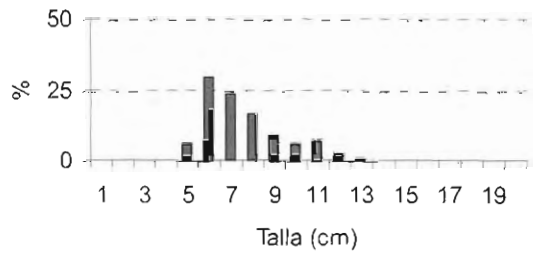


Figura an 27.- Distribución de tallas en las campañas de diciembre de 2001 y enero de 2002 de M. kerathurus, A. regius y D. cuneata

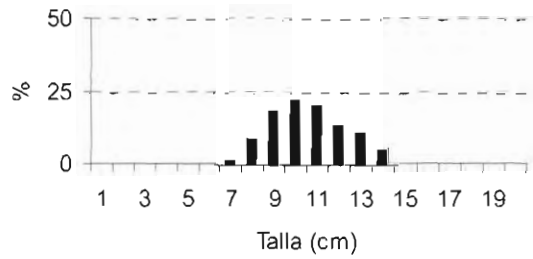
*Engraulis encrasicolus*. Campaña dic.  
n=336



*Engraulis encrasicolus*. Campaña enero  
n=552



*Engraulis encrasicolus*. Campaña enero  
n=140 Lonja



*Sardina pilchardus*. Campaña diciembre  
n=5

*Sardina pilchardus*. Campaña enero  
n=96

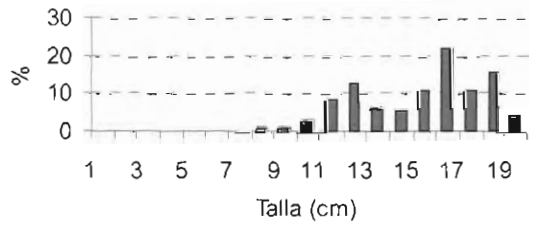
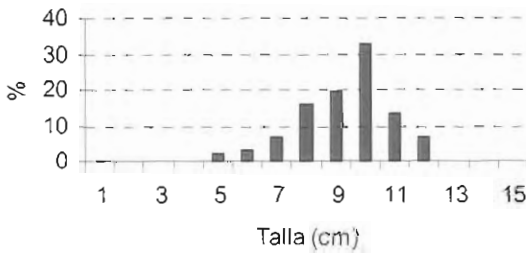
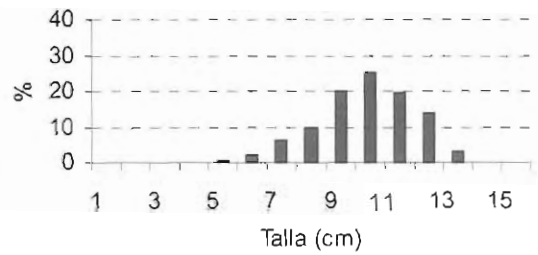


Figura anx 28.- Distribución de tallas en las campañas de diciembre de 2001 y enero de 2002 de *E. encrasicolus* y *S. pilchardus*

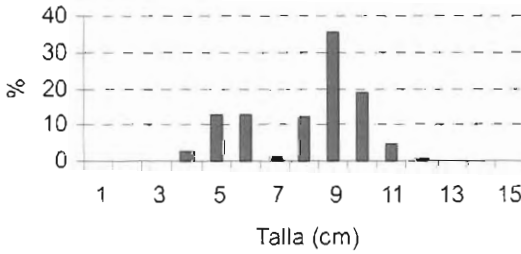
*Amoglossus laterna*. Campaña diciembre  
n= 137



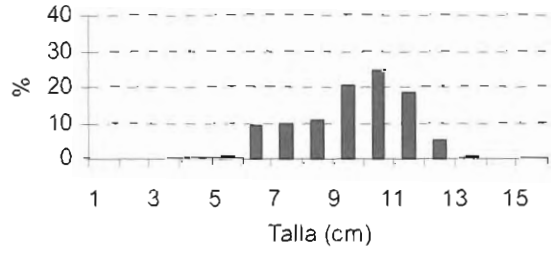
*Amoglossus laterna*. Campaña enero  
n= 136



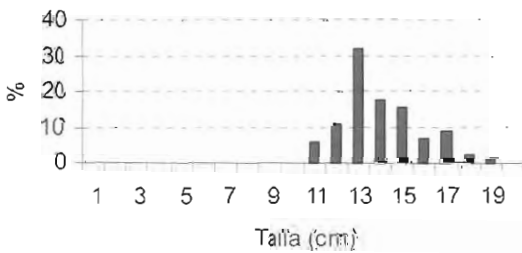
*Amoglossus thori*. Campaña diciembre  
n= 159



*Amoglossus thori*. Campaña enero  
n=131



*Citharus linguatula*. Campaña diciembre  
n= 91



*Citharus linguatula*. Campaña enero  
n=28

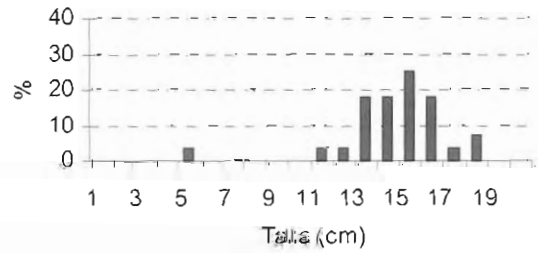
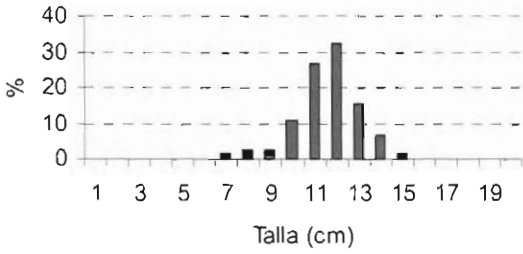
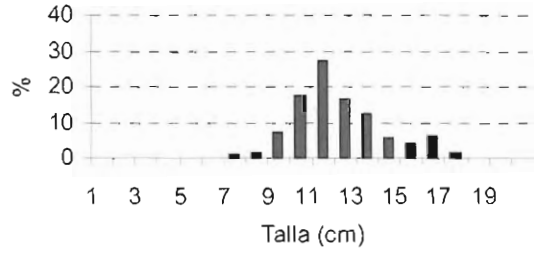


Figura anx 29.- Distribución de tallas en las campañas de diciembre de 2001 y enero de 2002 de *A. laterna*, *A. thori* y *C. linguatula*

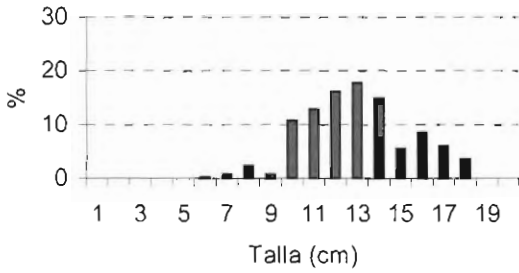
*Diplodus annularis*. Campaña diciembre  
n= 123



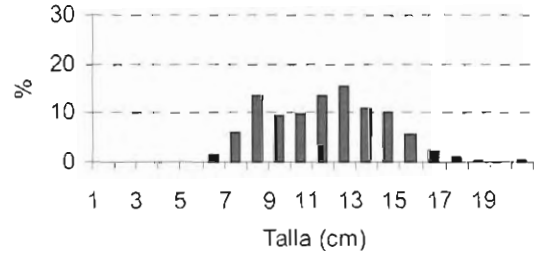
*Diplodus annularis*. Campaña enero  
n=128



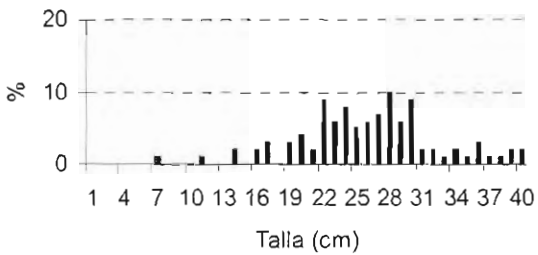
*Diplodus bellottii*. Campaña dic.  
n=384



*Diplodus bellottii*. Campaña enero  
n=260



*Halobatrachus didactylus*. Campaña dic.  
n= 101



*H. dydactilus*. Campaña ene.  
n=136

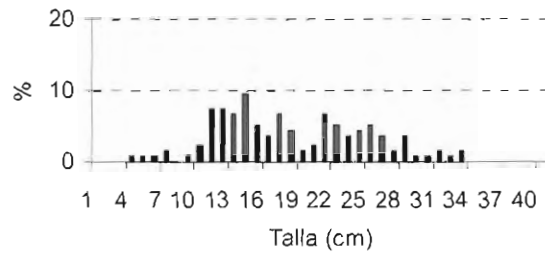


Figura anx 30.- Distribución de tallas en las campañas de diciembre de 2001 y enero de 2002 de *D. annularis*, *D. bellottii* y *H. didactylus*

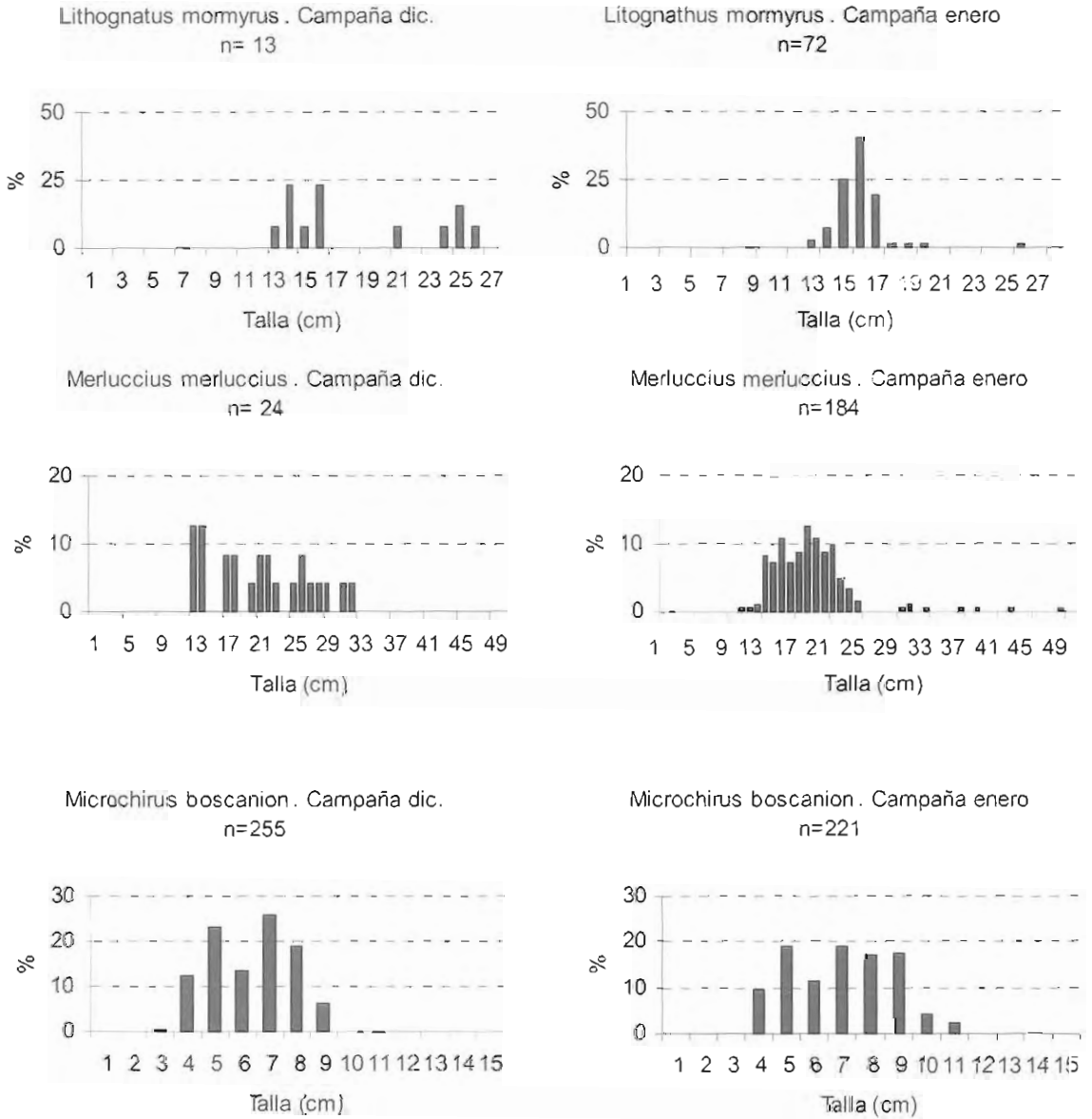


Figura anx 31.- Distribución de tallas en las campañas de diciembre de 2001 y enero de 2002 de *L. mormyrus*, *M. merluccius* y *M. boscanion*

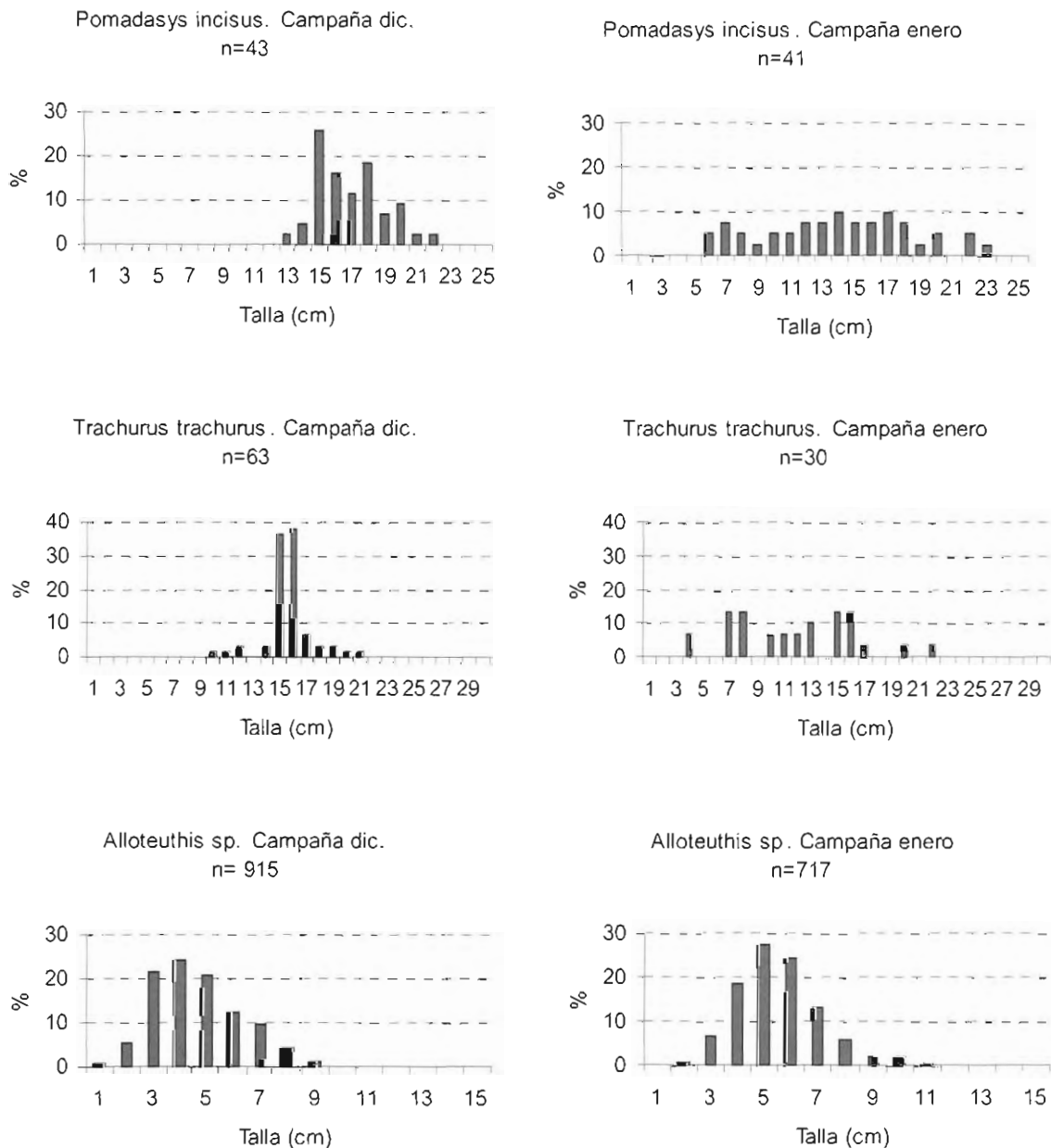


Figura anx 32.- Distribución de tallas en las campañas de diciembre de 2001 y enero de 2002 de *P. incisus*, *T. trachurus* y *Alloteuthis* sp.

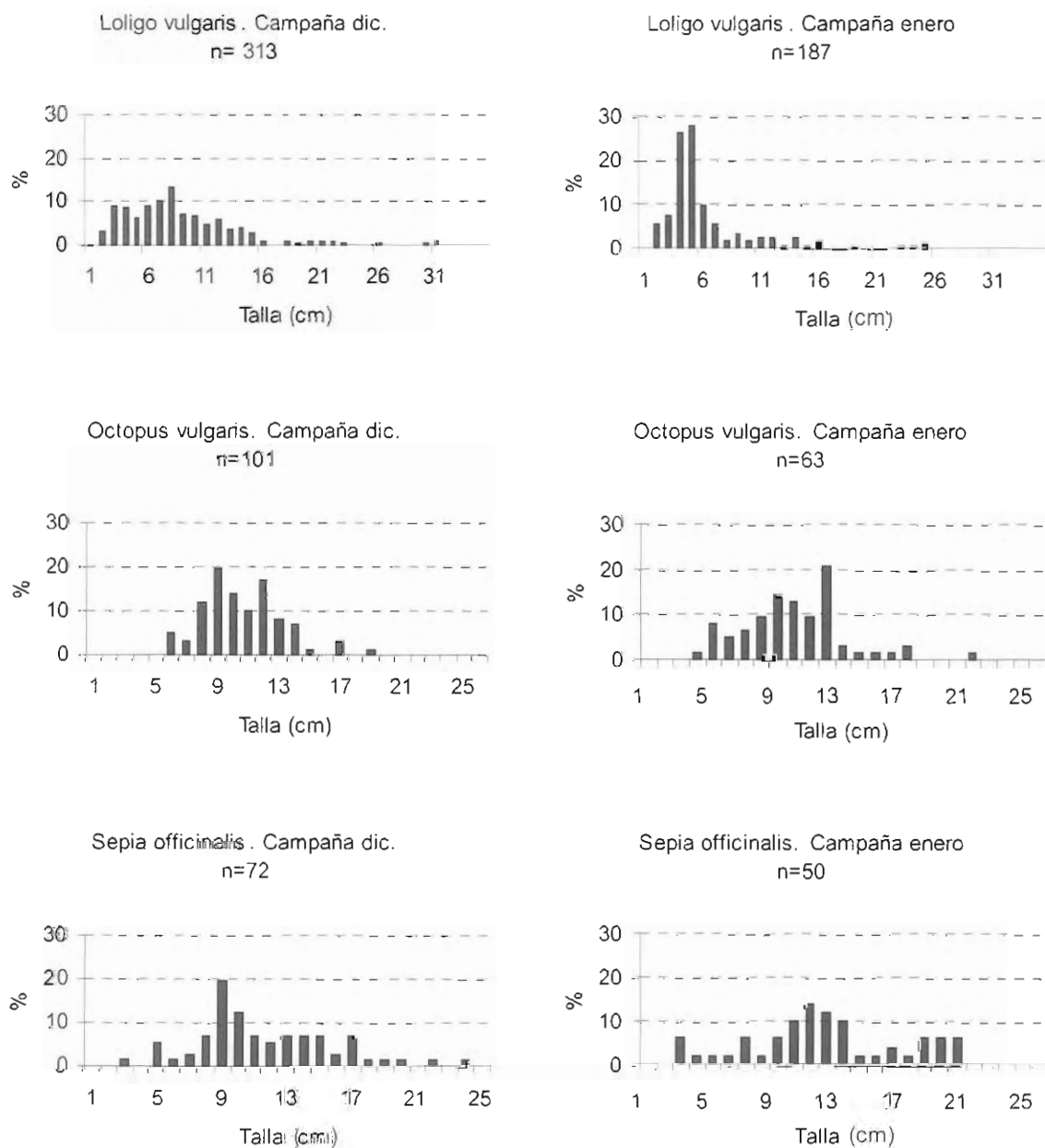


Figura anx 33.- Distribución de tallas en las campañas de diciembre de 2001 y enero de 2002 de *L. vulgaris*, *O. vulgaris* y *S. officinalis*.

### **Relación talla-peso de especies objetivo**

Los datos obtenidos durante estas dos campañas han sido utilizado conjuntamente con datos de muestreos posteriores para el tratamiento y análisis de relaciones biométricas de las especies objetivo, excepto la alacha (*Sardinella aurita*) que sólo se capturó un ejemplar y dejó de ser especie objetivo en la siguiente fase del proyecto. Las gráficas así como las ecuaciones que las definen y los coeficientes de determinación obtenidos para las seis especies objetivo quedan reflejadas en el apartado 2.1.2 Estudio biológico dentro del capítulo 2 del presente informe.

### **Estudio biológico de las especies objetivo**

Se ha realizado la determinación macroscópica del estado de madurez sexual de la muestra de boquerón procedente de flota de cerco, compradas en lonja, correspondiente al mes de enero de 2002. Los resultados obtenidos se muestran la tabla anx IV.

Muestra	IGS	Desv. tip.	n	% ind. con sexo determinado
Enero 2002	0,70	0,39	140	90

**Tabla anx IV.-** IGS Boquerón (*Engraulis encrasicolus*) procedente de flota de cerco.

Estos valores son los propios de esta época del año, en la cual el boquerón está aún en estado de reposo, previo a la maduración que alcanzará en meses posteriores.

## **ANÁLISIS DE RESULTADOS PRELIMINARES**

### **Hidrología y Corrientes**

Existen ciertas características que se repiten en los resultados obtenidos en las campañas analizadas en este anexo. Es el caso de la aparición de una columna de agua perfectamente homogénea en todas las estaciones muestreadas. Esta situación, que era de esperar en una franja litoral tan somera como esta plataforma en esta época del año varía en las campañas realizadas durante el periodo estival (ver capítulos 3 y 4). La influencia de los ríos es otro patrón que se detecta reiteradamente en los resultados la cual puede observarse con especial intensidad en los valores de salinidad detectados en las cercanías del Guadalquivir donde la toma de datos coincidió con la bajamar, momento en que es máximo el aporte de agua dulce desde el río. Esta influencia también se encuentra reflejada en la aparición de manchas de clorofila en la boca de los dos ríos.

### **Ictioplancton**

Los estudios ictioplanctónicos son de gran interés en biología pesquera en cuanto que, entre otras cosas, ayudan a la evaluación e identificación de los recursos y de la dinámica de poblaciones de las especies objetivo de las pesquerías. Permiten conocer épocas y áreas de puesta de las distintas especies, estimar la biomasa de la población adulta, evaluar las abundancias relativas anuales de poblaciones de especies de interés económico, así como determinar cambios espacio-temporales en la composición y abundancia de los recursos pesqueros explotables, identificar y evaluar nuevos recursos, etc. Además, permiten el conocimiento de otros aspectos como la biología y sistemática de las especies presentes en la zona.

Sin embargo, los resultados de los muestreos del estudio ictioplanctónicos presentados en este anexo aún aportan pocas conclusiones puesto que describen presentan la situación de un único mes desólo dos meses de estudio, diciembre y enero de 2001 y enero de 2002. Además, . A partir de ellos sólo podemos extraer una visión espacial y no temporal de la distribución del ictioplancton.

Las abundancias ictioplanctónicas han sido bastante bajas, situación típica de los meses invernales. La presencia de huevos y larvas en la zona durante esta época corresponde a especies que se reproducen durante el invierno como es el caso de la sardina y la acedía.

En el mes de enero se detectaron puestas relativamente importantes de sardina especialmente intensas en la estación más occidental y profunda del área de estudio. Esta localización, junto al hecho de que la especie ya se encuentre en pleno periodo reproductivo, hace pensar que sólo se localizó una pequeña parte de su zona de puesta de manera que el resto quedaría por fuera del área muestreada. Por su parte, las larvas de sardina también se distribuyen principalmente en las zonas más profundas del área de estudio. El mes de diciembre, ya que son pocas las especies de reproducción invernal en el área. Las zonas de puesta están asociadas a la desembocadura de los ríos Guadalquivir, por una parte y Tinto y Odiel, por otra, donde se han encontrado las mayores abundancias de huevos de peces. Las larvas parecen desplazarse hacia áreas más alejadas de costa, disponiéndose en su mayor parte en la franja más occidental del área de muestreo.

En cuanto a las especies objetivo, la sardina y la acedía, ambas de reproducción típicamente invernal, parecen encontrarse en el inicio de su periodo reproductivo, siendo la sardina la especie ictioplanctónica que se encuentra en mayor proporción. Ambas especies parecen realizar sus puestas en zonas cercanas a las desembocaduras, donde se ha encontrado una mayor concentración de sus huevos. La abundancia de huevos de sardina en la desembocadura del Guadalquivir es bastante mayor que la encontrada en este mismo área en diciembre del año pasado en un estudio realizado por Sobrino et al. (2001 a). Por otra parte, la mayoría de las larvas de sardina se han encontrado más a poniente del área de muestreo, en estaciones más profundas. Los valores de abundancias larvianas en la desembocadura del Guadalquivir sí son comparables a los hallados por Sobrino et al. (2001 a) el año anterior.

No se han encontrado puestas de boquerón en todo el área de muestreo, lo cual responde al hecho de que es una especie de reproducción típicamente estival. La presencia de larvas en algunos puntos del área muestreada se puede considerar de carácter anecdótico, correspondiendo éstas a las últimas puestas.

Por su parte, los huevos y larvas de acedía capturados parecen indicar el inicio de su periodo reproductivo ya que La acedía es considerada como esta especie es de reproducción invierno-primaveral en el golfo de Cádiz (Marinaro et al. , 1979; Jiménez et al. , 1998). Las escasas puestas encontradas indican que la especie parece iniciar su periodo reproductivo. Los huevos capturados Éstos se localizaron siempre en zonas costeras y someras y cercanas en las cercanías de ambas las desembocaduras de los ríos. Por su parte, las larvas se disponen en la franja más oriental, cercana a la desembocadura del Guadalquivir y en un área costera situada entre Mazagón y Matalascañas. Jiménez et al. (1998) han observado la abundancia de individuos reproductores de esta especie en fondos arenosos y/o fangosos frente a la desembocadura del río Guadalquivir, a profundidades muy someras. Las bajas abundancias de huevos y larvas de acedía encontradas en la zona de desembocadura del Guadalquivir, corresponden a las halladas por Sobrino et al. (2001 b) en diciembre de 2000.

La presencia de huevos o larvas de boquerón en algunos puntos del área muestreada se puede considerar de carácter anecdótico, ya que han sido muy poco abundantes. Esta escasez de huevos y larvas de boquerón en el periodo analizado se debe al hecho de que se trata de una especie de reproducción estival.

De igual modo, no se han encontrado huevos o larvas del resto de especies objetivo ya que éstas no están aún en su periodo reproductivo, el cual corresponde en el golfo de Cádiz al verano (alacha), finales de invierno-primavera (corvina), y finales de primavera-verano (langostino).

Los valores de biomasa zooplanctónica encontrados en la zona de estudio durante el mes de diciembre fueron bastante elevados. Los mayores volúmenes de zooplancton se han capturado frente a la ría de Huelva y en la franja costera cercana a Matalascañas. No se observó ninguna relación entre la biomasa planctónica y la abundancia de huevos o larvas durante el mes de diciembre.

## **Pesca**

Se capturaron ejemplares correspondientes a 79 especies cuya presencia es habitual en el litoral suratlántico de la península Ibérica. En las capturas hubo un claro predominio de ictiofauna, con un alto porcentaje de especies comerciales. También predominaron especies comerciales en las capturas de moluscos cefalópodos.

Se observó variación en las pescas, tanto entre estaciones de muestreo como entre las distintas campañas por lo que se consideró preciso un mayor número de muestras para poder comparar los resultados con otros estudios realizados en la zona.

La incorporación de sobrecopo en el arte a partir de la campaña de enero, influyó en las tallas capturadas, siendo destacable la ausencia de ejemplares de chanquete (*Aphia minuta*) en el muestreo de diciembre, que por su pequeño tamaño escapan de la red. En general, el rango de tallas presentes fue mayor en enero, siendo preciso muestreos posteriores y un análisis detallado de los datos obtenidos para establecer la incorporación por reclutamiento en la población.

También es interesante destacar la diferente distribución de tallas obtenida en las muestras procedentes de las pescas de arrastres y de flota de cerco (muestras de lonja), debido fundamentalmente al arte utilizado.

## **PLAN DE TRABAJO**

A lo largo de los cuatro meses de duración del trabajo fue posible conseguir los objetivos planteados inicialmente. En este periodo se definieron el sistema de registro de datos en continuo, así como las técnicas de análisis en campo y laboratorio para la caracterización de parámetros hidrológicos y biológicos (ictioplancton y pescas) en el área de estudio, descritas en el apartado de metodología del presente informe. La equipación del buque, así como el material de muestreo adquirido se consideraron adecuados para la realización de los muestreos aunque habíay que mejorar ciertos aspectos que se detallarán más adelante. Por otra parte, los laboratorios constan de la infraestructura y material necesarios para el análisis de las muestras de aguas, ictioplancton y pescas.

Se delimitó como área de estudio la franja litoral comprendida entre las desembocaduras de los ríos Guadalquivir y Guadiana, lo que corresponde a la zona costera entre las poblaciones de Chipiona y Ayamonte. Los resultados obtenidos en las campañas realizadas en esta fase, tanto en lo que respecta a la distribución espacial de las variables analizadas como al cálculo del tiempo invertido en maniobra y navegación, permitieron fijar el diseño de la derrota a seguir por el Regina Maris durante el registro en continuo. Sobre ella se situaron una serie de estaciones destinadas al muestreo conjunto de hidrología e ictioplancton. Las estaciones de pesca coinciden o son muy próximas a estos puntos de muestreo, teniendo en cuenta los factores limitantes para la realización de los arrastres (proximidad a terreno rocoso, existencia de cables submarinos, presencia de alcatruces, etc.).

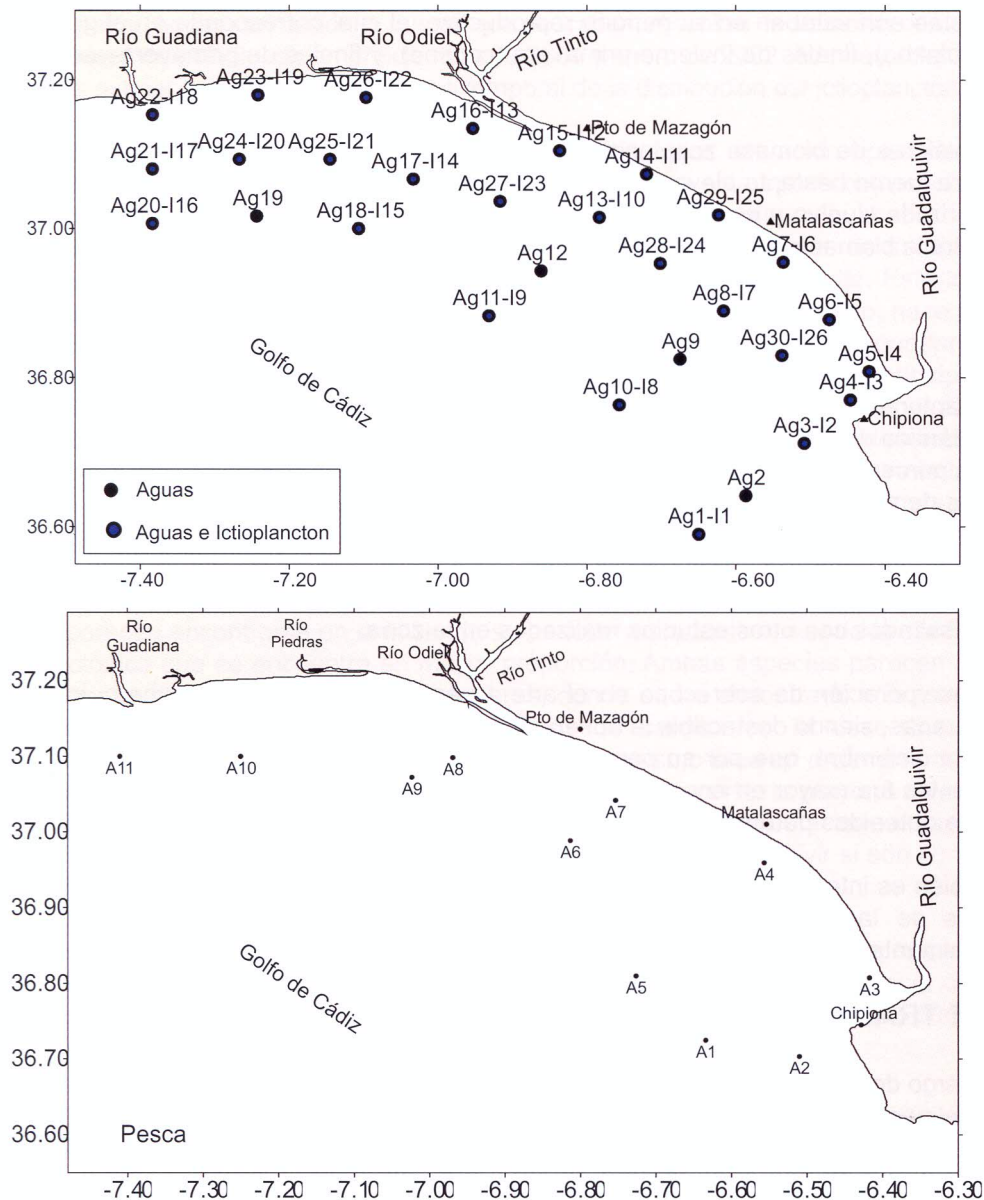


Figura anx 34.- Mapa de estaciones propuestas para el nuevo proyecto.

El número y posición de las estaciones de hidrología (30), ictioplancton (26) y pescas de arrastre (11) se consideraron adecuados para representar el área de estudio en su conjunto. La descripción exhaustiva de su localización y de la trayectoria durante el continuo se incluye en apartado 1.5 del capítulo 1. Únicamente quedaron por definir la situación de algunas estaciones de pesca. Es el caso de la A10 y A11, situadas en la isobata 10 m frente a Isla Cristina y Ayamonte respectivamente, que quedan excluidas del muestreo por las dificultades que presenta el arrastre en esta zona. Para completar dicho área se propuso una nueva estación en la isobata de 30 m frente a Isla Cristina, desplazando la estación A12 hacia el oeste (Figura anx 4834).

Se proponen como especies objetivo del estudio cinco de las seis planteadas inicialmente: boquerón (*Engraulis encrasicolus*), sardina (*Sardina pilchardus*), acedía (*Dicologlossa cuneta*), corvina (*Argyrosomus regius*) y langostino (*Melicertus kerathurus*). Se descarta la alacha (*Sardinella aurita*) ya que carece de interés comercial y no resultó abundante en las capturas. En su lugar se propone el estudio de la galera (*Squilla mantis*) por su abundancia e interés comercial en la zona.

Se proponen como especies objetivo del estudio cinco de las seis planteadas inicialmente: boquerón (*Engraulis encrasicolus*), sardina (*Sardina pilchardus*), acedía (*Dicologlossa cuneta*), corvina (*Argyrosomus regius*) y langostino (*Melicertus kerathurus*). Se descarta la alacha (*Sardinella aurita*) ya que carece de interés comercial y no es una especie muy abundante en las capturas. En su lugar se propone el estudio de la galera (*Squilla mantis*) como especie objetivo, ya que es abundante y comercialmente importante en la zona.

### **Plan de trabajo de hidrología**

La realización de campañas en la zona permitió la puesta a punto de todas las técnicas necesarias, acondicionando los sistemas de los que disponía el *Regina Maris* y solventando las dificultades que fueron surgiendo en el registro de datos en continuo y en el funcionamiento de sensores.

De esta manera, finalmente se contó con un sistema de registro en continuo que aporta valores de conductividad, temperatura, fluorescencia, turbidez y pH con una frecuencia de un segundo a lo largo de la derrota seguida por el *Regina Maris*. El único cambio en este sistema de medida durante la realización del proyecto es la sustitución del CTD FSI utilizado a lo largo de estos meses por un CTD SB-25 al que se le han acoplado el transmisómetro y el fluorímetro del FSI. La medida de oxígeno se realiza a través de un oxímetro *Oxi 340* cuya señal se integra en el registro general del continuo gracias a un programa registrador de señales digitales.

Adicionalmente se obtienen imágenes térmicas de la superficie del golfo de Cádiz del sensor NOAA-AVHRR. Su análisis aporta una valiosa información en la interpretación de los resultados adquiridos en los trabajos de campo.

### **Plan de trabajo de ictioplancton**

El estudio del ictioplancton se realizará junto con el Instituto Español de Oceanografía, a través de un convenio específico de colaboración entre dicha institución y la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta Andalucía.

La estrategia de muestreo ictioplanctónico sigue la descrita en el apartado 1.5 del capítulo 1 anterior. El procesado de las muestras capturadas en las campañas se llevará a cabo en laboratorio. Este procesado implica el triaje de las mismas, identificación, separación y recuento de las especies objetivo, a lo que seguirá un análisis e interpretación de los resultados obtenidos. Hay que destacar el hecho de que los trabajos ictioplanctónicos suelen ser muy laboriosos y teniendo en cuenta que se pretende realizar un estudio bastante exhaustivo de la zona, el procesamiento de las 26 estaciones de muestreo requerirá la dedicación de varias personas. La posibilidad de contar con mayor o menor número de personal es el factor que condicionará el tiempo empleado en esta tarea.

La interpretación de los resultados de los estudios ictioplanctónicos a lo largo del proyecto permitirá hacer estimaciones de la presencia, abundancia y distribución espacio-temporal de las especies objetivo.

### **Plan de trabajo de pesca**

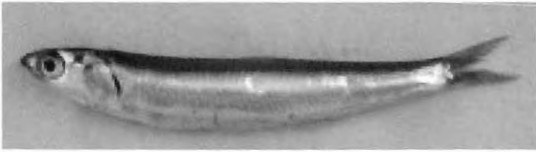
La metodología aplicada en esta fase de puesta a punto puede ser considerada apropiada para la consecución de los objetivos propuestos. De este modo podemos concluir de forma general, que tanto el tiempo de duración del arrastre, el arte comercial empleado, así como el diseño de las estaciones establecidas son adecuados para la captura de una muestra representativa de la zona de estudio.

La realización de muestreos mensuales a partir del siguiente proyecto permite disponer de un número de muestras suficientes para la elaboración de un análisis exhaustivo de las capturas obtenidas y la realización de estudios biológicos de las especies de interés. Esto nos permite una mejor interpretación y cartografiado de los resultados de forma conjunta con los otros dos equipos de trabajo (hidrología e ictioplancton).

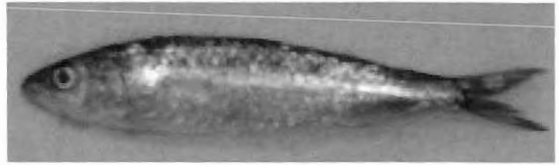
Para la realización del trabajo propuesto a lo largo del proyecto se aconsejó contar con dos juegos idénticos de artes de arrastre de fondo tipo tangón francés con sobrecoipo de 20 mm y la instalación de una mesa de triado en un lugar apropiado de la cubierta de popa del barco..

## ANEXO II

### Fotos de especies capturadas en las pescas de arrastre



*Engraulis encrasicolus*



*Sardina pilchardus*



*Dicologlossa cuneata*



*Squilla mantis*



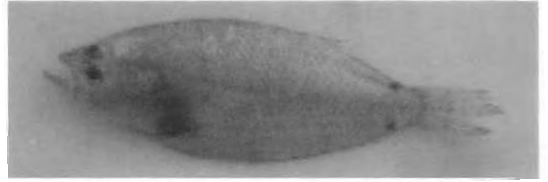
*Alosa falax*



*Boops boops*



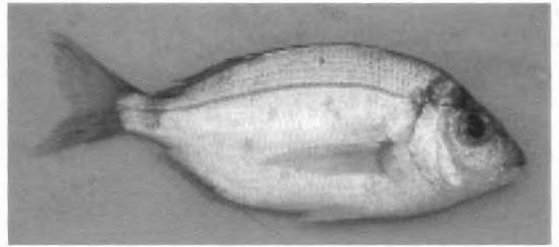
*Bothus podas*



*Citharus linguatula*



*Dicentrarchus punctatus*



*Diplodus Lepibellottii*



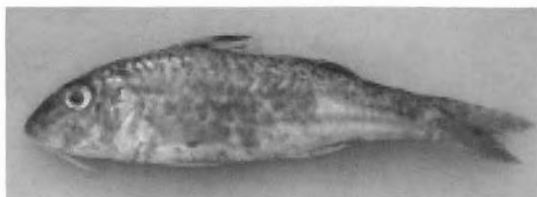
*Lepidotrigla cavillone*



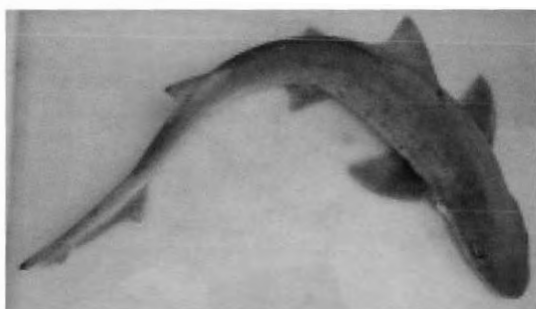
*Lithognathus mormyrus*



*Merluccius merluccius*



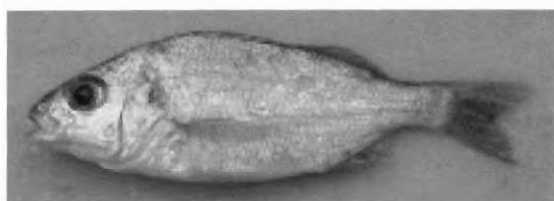
*Mullus surmuletus*



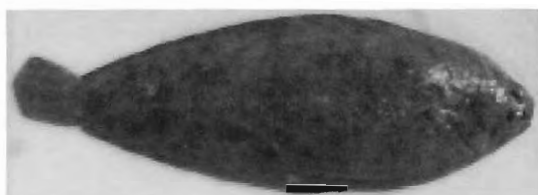
*Mustelus mustelus*



*Pagellus acarne*



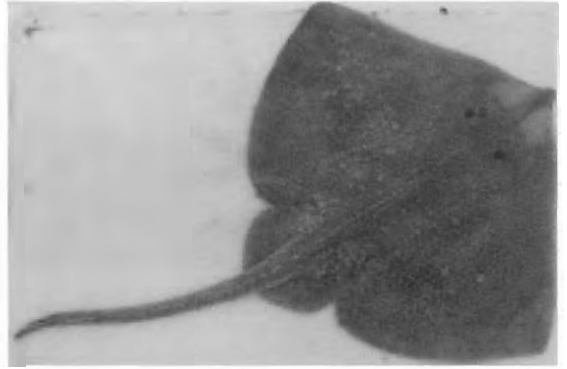
*Pomadasys incisus*



*Solea senegalensis*



*Synaptura lusitanica*



*Raja asterias*



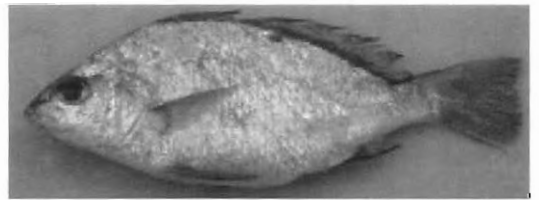
*Torpedo marmorata*



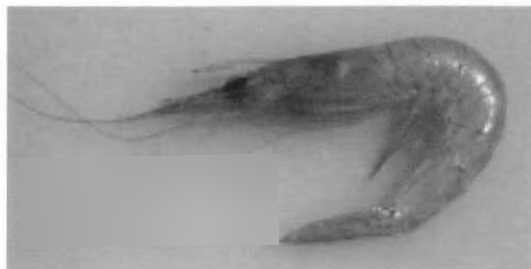
*Trachinus draco*



*Trigla lucerna*



*Umbrina canariensis*



*Parapenaeus longirostris*





AGRICULTURA

GANADERÍA

PESCA Y ACUICULTURA

POLÍTICA, ECONOMÍA Y SOCIOLOGÍA AGRARIAS

FORMACIÓN AGRARIA

CONGRESOS Y JORNADAS

R.A.E.A.

ISBN 84-8474-121-4



9 788484 741213

P.V.P.: 40,00 €



JUNTA DE ANDALUCÍA

Consejería de Agricultura y Pesca