

DIATOMEAS PLANCTÓNICAS DEL LITORAL DE ANDALUCÍA (ESPAÑA)

M^a Carmen RIVERA-GONZÁLEZ y Pedro M. SÁNCHEZ-CASTILLO*

Departamento de Botánica. Facultad de Ciencias,
Campus de Fuentenueva. Universidad de Granada. 18071 Granada

*Autor para correspondencia: psanchez@ugr.es

Recibido el 23 de enero de 2010, aceptado para su publicación el 15 de abril de 2010

RESUMEN. *Diatomeas planctónicas del litoral de Andalucía (España).* Se estudian un total de 206 taxones identificados durante el estudio del ciclo anual realizado en las costas de Andalucía a lo largo del año 2000. Destacan, entre las diatomeas céntricas, la subclase Coscinodiscophycidae con 27 taxones y la subclase Chaetocerotophycidae con 28. Entre las pennadas destaca la clase Bacillariophyceae con 76 especies. Los géneros que mostraron un mayor número de taxones fueron *Chaetoceros*, *Thalassiosira* y *Rhizosolenia* en el grupo de diatomeas céntricas, mientras que entre las pennadas destacaron los géneros *Lyrella*, *Gyrosigma* y *Pseudonitzschia*. Respecto a su distribución espacial, se han detectado 12 especies exclusivamente atlánticas, mientras que 69 fueron mediterráneas. El resto de taxones presentó una distribución más amplia tanto mediterránea como atlántica. En cuanto a la abundancia celular hemos considerado 119 taxones en la categoría de raros, 57 de habituales y 29 como taxones mayoritarios. Entre los últimos destacaron *Hemiaulus sinensis* y *Eucampia cornuta* con carácter marcadamente atlántico, y en la zona mediterránea *Cerataulina pelagica* y *Proboscia alata* f. *inermis*. Las especies más abundantes de todo el litoral andaluz fueron *Leptocylindrus minimus*, *Leptocylindrus danicus*, *Pseudonitzschia fraudulenta*, *Skeletonema costatum*, *Thalassionema nitzschioides*, *Guinardia striata*, *Guinardia delicatula* y *Dactyliosolen phuketensis*.

Palabras clave. Diatomeas, taxonomía, fitoplancton, Mediterráneo, Atlántico, Andalucía

ABSTRACT. *Planktonic diatoms from the coast of Andalusia (Spain).* In this paper we study 206 taxa found during the annual cycle conducted off the coast of Andalusia during 2000. The most representatives centric diatoms were the subclass Coscinodiscophycidae with 27 taxa and the subclass Chaetocerotophycidae with 28. Among the pennate diatom stand out Bacillariophyceae with 76 species. The Genera that showing the bigger number of taxa were *Chaetoceros*, *Thalassiosira* and *Rhizosolenia* in centric diatoms, whereas in pennate diatoms the Genera *Lyrella*, *Gyrosigma* and *Pseudonitzschia* were dominant. Regarding spatial distribution, 12 species were found exclusively Atlantic, while 69 were Mediterranean. The remaining taxa had a wider distribution both Mediterranean and Atlantic. In terms of cell abundance we considered 119 taxa in the category of rare, 57 taxa in the category of common and 29 as abundant taxa. In the Atlantic area *Hemiaulus sinensis* and *Eucampia cornuta* dominated whereas *Cerataulina pelagica* and *Proboscia alata* f. *inermis* characterized the Mediterranean zone. *Leptocylindrus minimus*, *Leptocylindrus danicus*, *Pseudonitzschia fraudulenta*, *Skeletonema costatum*, *Thalassionema nitzschioides*, *Guinardia striata*, *Guinardia delicatula*, and *Dactyliosolen phuketensis* were the most representative taxa in the whole Andalusian littoral.

Key words. Diatoms, taxonomy, phytoplankton, Mediterranean, Atlantic, Andalusian.

INTRODUCCIÓN

El estudio del fitoplancton marino de Massuti y Margalef (1950) se puede considerar como el primer compendio sobre fitoplancton marino que se realiza en España. A partir de aquí la mayoría de los estudios realizados sobre fitoplancton marino en la Península Ibérica, se plantean en base a objetivos ecológicos, (Margalef y Estrada, 1971, 1987, Estrada, 1999 en la zona catalana-balear; Fernández y Bode, 1994, Figueras y Niel, 1987 en Galicia; Establier *et al.* 1983; Gómez *et al.* 2000, Mercado *et al.* 2005, en el mar de Alborán) siendo muy escasos los que abordan el estudio taxonómico de los organismos: Delgado (1990), Delgado y Fortuño (1991) y Cros y Fortuño (2002).

Desde una perspectiva regional tampoco han sido numerosas las aportaciones a la taxonomía de estos organismos. Las diatomeas solo han sido objeto de estudios taxonómicos en Galicia, donde destacan las aportaciones de Varela (1986, 1991) y Varela y Bao (1989) entre otras, que abordan el inventario tanto de diatomeas planctónicas como bentónicas. En Andalucía son muy escasos los trabajos que han realizado una catalogación de especies de diatomeas marinas, y siempre formando parte de estudios oceanográficos mas globales. Las zonas del litoral de Andalucía que han tenido un mayor seguimiento han sido la Bahía de Cádiz y el mar de Alborán. Los estudios iniciados por Establier en 1965, sobre el seguimiento del fitoplancton en La Bahía de Cádiz se continúan con los de Establier *et al.* (1983, 1986), donde se identifican 94 taxones de diatomeas y se analiza la variación estacional, encontrándose importantes diferencias en el fitoplancton de las estaciones estudiadas. Margalef y Estrada (1971), en el estudio realizado entre el estrecho de Gibraltar e Ifach observaron una mayor diversidad de especies en las aguas del mar de Alborán que en las observadas desde el Cabo de Gata hacía el noroeste. Estos autores

establecen que la presencia de las diatomeas *Biddulphia mobiliensis* Grunow, *Bacteriastrium* sp. *Chaetoceros atlanticus* Cleve, *Chaetoceros curvisetum* Cleve, *Chaetoceros decipiens* Cleve, *Pleurosigma* sp, *Rhizosolenia acuminata* (Peragallo) Peragallo, *Rhizosolenia robusta* Norman, estaría relacionado con el gradiente ecológico que existe entre Atlántico y Mediterráneo. Por otra parte Delgado (1990), destaca una zona de mayor diversidad entre Algeciras y Adra, las especies mas abundantes fueron *Chaetoceros curvisetum*, *Rhizosolenia stouterfothii* Peragallo, *Thalassionema nitzschioides* (Grunow) Mereschkowsky en invierno y *Leptocylindrus minimus* Gran, *Nitzschia closterium* (Ehrenberg) W. Smith, *Proboscia alata* (Castracane) Jordan, *Rhizosolenia setigera* Brightwell y *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve en primavera, así como *Leptocylindrus danicus* Cleve, lo fue durante todo el periodo de estudio. En un estudio más reciente de las comunidades fitoplanctónicas (Mercado *et al.*, 2005) detectan 28 taxones de diatomeas en tres estaciones de la costa de Málaga en el periodo de 1994 a 2002 entre las que destacan *Leptocylindrus danicus*, *Pseudonitzschia cf. pungens* (Grunow et Cleve) Hasle, *Thalassiosira decipiens* Grunow, *Asterionellopsis gracialis* (Castracane) Round, *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros lorencianus* Grunow.

De estos trabajos se desprende la importancia de una correcta identificación taxonómica para llevar a cabo la caracterización ecológica del ecosistema, sobre todo en momentos como el actual donde cambios en las características físicas del sistema, sobre todo en los valores de temperatura, pueden introducir modificaciones en la biota de las aguas, especialmente importante en organismos tan sensibles como las diatomeas. En este sentido la finalidad del presente estudio es realizar una catalogación de los taxones de diatomeas planctónicas en el litoral de Andalucía, así como, establecer su distribución espacial y

temporal. Esta es la primera contribución de una serie, que abarcará, otros aspectos de la biología de estas comunidades de diatomeas en nuestro litoral que fue iniciada con los estudios de Rivera-González (2001, 2004). Mientras en otros países las floras sobre diatomeas están disponibles desde hace años (Hendey (1964), Hustedt (1930), Cupp (1943), Cleve-Euler (1951), etc), en España existe una gran carencia en este tipo de estudios. En este sentido, el presente trabajo, serviría de base para la realización de una flora de las diatomeas marinas de la costa de Andalucía

costera, que abarca aguas tanto atlánticas como mediterráneas, y con una longitud aproximada de 1.100 km.

Los muestreos se realizaron en 13 estaciones localizadas en la plataforma continental del litoral de Andalucía (fig. 1), cuatro en la provincia de Huelva, dos en la de Cádiz, cuatro en la de Málaga y tres en la de Almería. Las trece estaciones fueron seleccionadas de entre las 44 zonas de producción de moluscos bivalvos cuyas áreas fueron establecidas por orden del 15 de Julio de 1993, en la comunidad de Andalucía (tab. 1). La toma de muestras se llevó a cabo con periodicidad semanal durante el año 2000.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El litoral de Andalucía es una extensa franja

Metodología

En cada una de las 13 estaciones mencionadas, se realizaron análisis cualitativos

Provincia	Zona de muestreo	Denominación	Localización aproximada
Huelva (HU)	I	Isla Canela	7° 21' W 37° 06' N
Huelva(HU)	II	Desembocadura del Río Piedras	7° 02' W 37° 12' N
Huelva(HU)	III	Mazagón	6° 46' W 37° 12' N
Huelva(HU)	IV	Doñana	6° 29' W 36° 52' N
Cádiz(CA)	V	Desembocadura del Río Palmones	5° 26' W 36° 10' N
Cádiz (CA)	VI	La Atunara	5°16' W 36° 14' N
Málaga (MA)	VII	Sabinillas	5° 12' W 36° 21' N
Málaga (MA)	VIII	Marbella	4° 44' W 36° 29' N
Málaga (MA)	IX	Torremolinos	4° 27' W 36° 38' N
Málaga (MA)	X	Torrox-Nerja	4°06' W 36° 43' N
Almería (AL)	XI	Playa de la Juana	3° 07' W 36° 44' N
Almería (AL)	XII	San Miguel del Cabo de Gata	2° 13' W 36° 46' N
Almería (AL)	XIII	Garrucha	1° 44' W 37° 15' N

Tabla 1. Denominación, ubicación y coordenadas de las estaciones de muestreo en las cuatro de provincias andaluzas con zona litoral. *Name, location and coordinates of sampling points in the four Andalusian provinces with coastal zone.*



Figura 1. Localización de las estaciones de muestreo a lo largo de la costa de Andalucía, tanto en el litoral atlántico como mediterráneo. *Location of sampling points along the coast of Andalusia in both the Atlantic and Mediterranean coast.*

y cuantitativos. La toma de muestras para el análisis cualitativo, se realizó mediante arrastre vertical de la columna de agua con manga de Nylal de 20 micras y se fijaron con formaldehído. Se realizaron preparaciones permanentes en resina de alta refringencia, Nafrax que se estudiaron en microscopía óptica con un microscopio Zeiss Axiovert 35. Los estudios a microscopía electrónica de barrido, se realizaron sobre muestras fijadas y de cultivo, a las que se le aplica el mismo procedimiento que a las muestras permanentes, depositándose una vez tratadas con peróxido de hidrógeno, sobre los tambores de microscopía y metalizadas con oro.

La toma de muestras para los análisis cuantitativos, se realizaron mediante el sistema de mangueras (Sutherland *et al.* 1992). La técnica utilizada para determinar la abundancia celular de especies fitoplanctónicas fue la de Utermöhl (1958).

La bibliografía básica utilizada en la determinación de los taxones fue la siguiente Cleve-Euler (1951), Germein (1981), Hustedt (1930), Peragallo (1897-1908), Pankow (1976), Round *et al.* (1990), Sournia (1986), Bernard-

Therriault (1999), Hasle (1997), Witkowski *et al.* (2000), Krammer (1985, 1986). Para la ordenación taxonómica del catálogo hemos seguido a Round *et al.* (1990).

En este artículo se destaca la presencia de los taxones durante las estaciones invierno (I), primavera (P), verano (V) y otoño (O), o en el caso de aparecer en todas las estaciones del año (TA). El dato cuantitativo que aparece en el catálogo es el máximo alcanzado en las estaciones temporales teniendo en cuenta todos los muestreos semanales analizados.

Los distintos taxones se han catalogados en 3 categorías como raros, habituales, y abundantes, de acuerdo, con parámetros indicativos derivados de la información recogida en los análisis cualitativos y cuantitativos. Los taxones raros son aquellos que aparecen en escasas ocasiones y sin presencia cuantitativa apreciable, en muchos casos de origen bentónico que ocasionalmente aparecen en el plancton. Los taxones habituales son aquellos que aunque presentan mayor abundancia, no alcanzan concentraciones celulares altas, y finalmente los abundantes son los que se encuentran de forma continua en el

fitoplancton y que pueden formar “blooms” o presentarse en concentraciones medias de forma continuada. Para la consideración de éstos taxones abundantes se ha tenido en cuenta dos condiciones, primera que superaran las 5000 células/l en algún muestreo y segunda estar presentes en un 20% o más, de las muestras de análisis cuantitativo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La sistemática propuesta por Round *et al.* (1990) se basa en los principales caracteres taxonómicos utilizados a finales del siglo XX: microscopía electrónica de barrido y morfología de los cloroplastos. Si bien este sistema de clasificación no ha conseguido una ordenación filogenética de las diatomeas, si ha posibilitado una mayor comprensión y una mas adecuada ordenación de la diversidad de estas algas. En la actualidad, los resultados de la taxonomía molecular, establecen tres grandes grupos de diatomeas, uno de pennadas, otro intermedio de céntricas polarizadas y las típicas céntricas radiales. En esta contribución al estudio de las diatomeas marinas de Andalucía consideramos más apropiado seguir el sistema de clasificación propuesto por Round *et al.* (1990), con una sólida base taxonómica, frente al mas filogenético pero aun provisional basado en caracteres moleculares, que sin duda será la taxonomía que regirá la estructuración de los diferentes grupos de diatomeas en un futuro próximo.

CATÁLOGO FLORÍSTICO

CLASE COSCINODISCOPHYCEAE
Subclase THALASSIOSIROPHYCIDAE
Orden THALASSIOSIRALES
THALASSIOSIRACEAE

Planktoniella sol (Wallich) Schütt
Coscinodiscus sol Wallich
Mediterránea, rara, en concentraciones

celulares muy bajas. Registrada en el Mar de Alborán por Delgado (1990). (fig. 2, A).

CA: V (P, O), VI (O). MA: VII, VIII, IX (V, O), X (O). AL: XI (O), XII (P, O), XIII (O).

Thalassiosira anguste-lineata (A. Schmidt) Fryxell
Thalassiosira polychorda (Gran) Jorgensen
Rara.

HU: I, V (P), III (P, V), IV (P). CA: VI (P, O). AL: XI (P, O), XIII (P).

Thalassiosira cf. delicatula Ostenfeld
Rara.

HU: II, III (P). AL: XIII (P).

Thalassiosira eccentrica (Ehrenberg) Cleve

Coscinodiscus eccentricus Ehrenberg

Habitual con amplia distribución temporal y espacial. Presenta una considerable variabilidad morfológica, aunque la mayoría de individuos presentaron constancia en un diámetro valvar, entre 32 y 43 µm con 9 areolas en 10 micras.

HU: I (P, V, I), II, III (P, V, O), IV (P, O). CA: VI (P, O). MA: VII (O, I), VIII (I, P, O) IX (P, O), X (P). AL: XI (P, O), XII (P), XIII (P, V, O).

Thalassiosira gravida Cleve

Coscinodiscus gravidus Cleve. *Coscinodiscus subglobosus* Cleve et Grun.

Rara.

HU: IV (P). GR: X (I).

Thalassiosira hyalina Grunow

Coscinodiscus hyalinus Grunow

Rara.

AL: XIII (V).

Thalassiosira lineata Jousé

Rara, presente en el Mediterráneo (fig. 2, B).

MA: VII (P), VIII (I, P). AL: XII (P), XIII (P, V, O).

Thalassiosira rotula Meunier

Asociada en la presencia en nuestros muestreos a *T. gravida*. Rara. Registrada en el Mar de Alborán por Delgado (1990).

HU: IV (P). MA: X (I).

Thalassiosira punctigera (Castracane) Hasle

Ethmodiscus punctiger Castracane,

Thalassiosira angstii (Gran) Makarova

Habitual, mediterránea. Característica por su presencia continuada de Almería.

AL: XI (I, V), XII (I, V, O), XIII (TA).

SKELETONEMATAACEAE

Detonula pumila (Castracane) Gran

Schroederella delicatula (H. Peragallo) Pavillard. *Thalassiosira condensata* Cleve

Abundante. En la zona I alcanzó 127.326 c/l.

HU: I (I, P, O), II, III, IV (TA). CA: V, VI (TA). MA: VII, VIII, IX, X (TA). AL: XI, XII (TA), XIII (P, O).

Skeletonema costatum (Greville) Cleve

Melosira costata Greville

Abundante, de amplia distribución espacial y temporal. Registrada por Establier *et al.* (1986), en la Bahía de Cádiz y por Mercado *et al.* (2005) y Delgado (1990) en el Mar de Alborán.

HU: I, II, IV (TA), III (P, V, O). CA: V, VI (TA). MA: VII, VIII, IX, X (TA). AL: XI, XIII (TA), XII (I, V, O).

STHEPHANODISCACEAE

Cyclotella meneghiniana Kützing.

Surirella melosiroides Meneghini, *Cyclotella melosiroides* Meneghini, *Cyclotella salina* Marsson, *Cyclotella rectangulata* Brébisson

Rara posiblemente de origen fluvial, distribución atlántica.

HU: I (P, V, O) III (P), IV (P).

STEPHANOPYXIDACEAE

Stephanopyxis palmeriana (Greville) Grunow

Stephanopyxis turgida Grunow. *Stephanopyxis campana* Castracane, *Stephanopyxis palmeriana* f. *javanica* Grunow.

Especie de amplia distribución principalmente en el Mediterráneo donde aumenta su densidad celular en la provincia de Málaga. Registrada por Establier *et al.* (1986) en la Bahía de Cádiz.

HU: I (O), II (P, O). CA: V (I, O), VI (TA). MA: VIII (P), IX (P, O). AL: XI (O).

Stephanopyxis turris (Arnott) Ralfs

Stephanopyxis cylindrica Ehrenberg,

Stephanopyxis niejahri Ehrenberg, *Stephanopyxis turgida* Ralfs.

Rara, aparece principalmente en las zonas con aportes continentales. Registrada en el Mar de Alborán por Delgado (1990).

HU: I, II (O). CA: V, VI (O). MA: IX (P). AL: XIII (P).

Subclase COSCINODISCOPHYCIDAE

Orden MELOSIRALES

MELOSIRACEAE

Druridgia compressa (West) Donkin

Druridgia geminata Donkin

Mediterránea que no llega a las zonas más orientales, rara. (Fig 2, C).

CA: V (V). MA: VII (O, I), VIII (I), IX (I, V), X (I). AL: XI (I, V).

Melosira varians Agardh

Conferva hiemalis Roth, *Melosira coarctata* Ehrenberg, *Melosira varians* var. *aequalis* Kützing.

Habitual de distribución tanto atlántica como mediterránea.

HU: I (V), II (I, P, V). III (O), IV (O, V). CA: V (TA). MA: VIII (P), IX (P, O). AL: XI (O).

HYALODISCACEAE

Hyalodiscus stelliger Bailey

Podosira stelliger Mann

Rara, carácter bentónico. (fig. 2, D). Registrada por Establier *et al.* (1986) en la Bahía de Cádiz.

HU: II (O), III, IV (P). MA: VIII (O)

Orden PARALIALES

PARALIACEAE

Paralia sulcata (Ehrenberg) Cleve

Melosira sulcata (Ehrenberg) Kützing

Habitual. (fig. 2, E).

HU: I (P, O), II (P, V, O), III (P, O), IV (O). CA: VI (P). MA: VII (V), VIII (P, O), IX (O), X (P, O). AL: XI (O), XII (V), XIII (P).

Orden AULACOSEIRALES

AULACOSEIRACEAE

Aulacoseira ambigua (Grunow) Simonsen

Melosira italica Ehrenberg (Kützing) var.

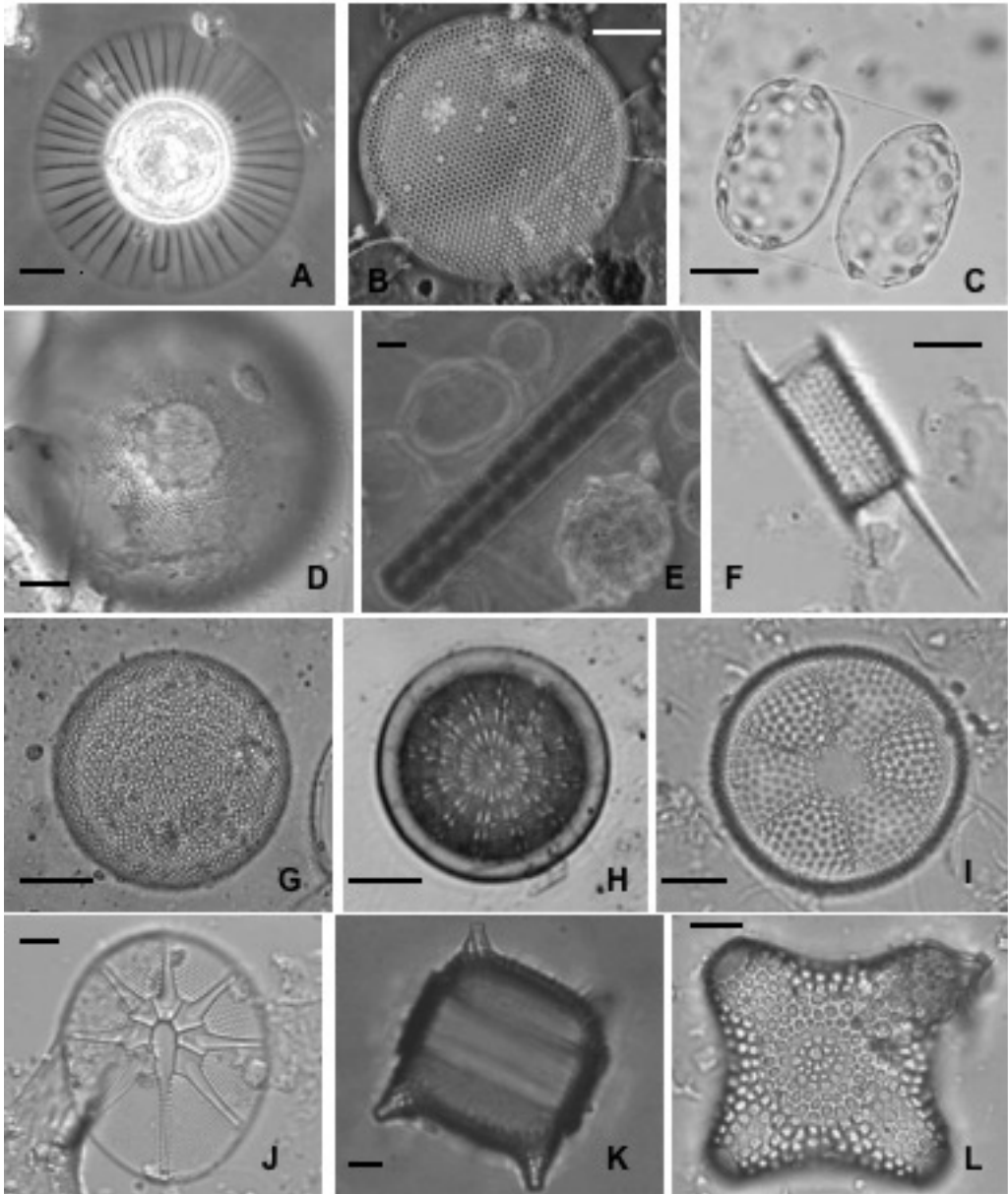


Figura 2. A: *Planktionella sol*; B: *Thalassiosira lineata*; C: *Druridgea compressa*; D: *Hyalodiscus stelliger*; E: *Paralia sulcata*; F: *Aulacoseira granulata*; G: *Actinocyclus octonarius* var. *crassus*; H: *Actinocyclus octonarius* var. *tenellus*; I: *Actinoptychus senarius*; J: *Asteromphalus flabellatus*; K: *Cerataulus smithii*; L: *Triceratium antediluvianum*. Escala: 10 μ m.

ambigua Cleve

Rara, relacionada con aportes de origen fluvial, característica de la provincia de Huelva en el periodo de estudio.

HU: I (TA), II (I, P, O), III (P), IV (P).

Aulacoseira granulata Ralfs

Melosira granulata (Ehrenberg) Ralfs

Habitual en la zona atlántica, relacionada con aportes de agua dulce. Registrada en el Mar de Alborán por Delgado (1990). (fig. 2, F).

HU: I (TA), II (I, P, O), III (P), IV (P, O).

Orden COSCINODISCALES

COSCINODISCACEAE

Coscinodiscus concinnus Wm. Smith

Coscinodiscus nobilis Meinier

Habitual. Registrada por Establier *et al.* (1986) en la Bahía de Cádiz.

HU: I (P, O), II (P, V, O), III, IV (O). CA: V, VI (O). MA: VIII (I, P, O), IX (P), X (P, V). AL: XI, XII (P).

Coscinodiscus granii Gough

Habitual. Muy bajas concentraciones celulares, algo mayores en el litoral atlántico. Registrada por Establier *et al.* (1986) en la Bahía de Cádiz y en el Mar de Alborán por Delgado (1990).

HU: I (P, V), II, III (P, V, O), IV (I). CA: V (O), VI (I). MA: VIII (O), IX (I, P). AL: XI, XIII (V).

Coscinodiscus jonesianus (Greville) Ostenfeld

Eupodiscus jonesianus Greville

Rara.

CA: V (O).

Coscinodiscus lineatus Ehrenberg

Coscinodiscus leptopus Grunow

Rara. Registrada por Establier *et al.* (1986) en la Bahía de Cádiz.

HU: II (V, O). MA: VII (I), VIII (P). AL: XI (P).

Coscinodiscus marginatum Ehrenberg

Coscinodiscus limbatus Ehrenberg,

Coscinodiscus fimbriatus-limbatus Ehrenberg, *Cocinodiscus robustus* A. Schmidt

Rara, presencia durante el mes de septiembre principalmente.

HU: IV (V). CA: V (V). MA: XIII (V).

Coscinodiscus radiatus Ehrenberg

Coscinodiscus radiolatus Schmidt,

Coscinodiscus borealis Ehrenberg, *Coscinodiscus fallax* Schumann.

Habitual. Registrada por Establier *et al.* (1986) en la Bahía de Cádiz y en el Mar de Alborán por Delgado (1990).

HU: I, II (P, V, O), III (O), IV (V, O). CA: V (P), VI (O). MA: VII (V), VIII (O), IX (P, O), X (P). AL: XII (P).

Coscinodiscus waillesii Gran

Habitual, con mayor presencia cuantitativa en las zonas atlánticas.

HU: I (P, O), II (O), III (V, O), IV (O). CA: V, VI (O). MA: VII (O), VIII (O, P), IX, X (O). AL: XIII (O).

Stellarima stellaris (Roper) Hasle et Sims.

Coscinodiscus stellaris Roper

Rara.

HU: I (O). CA: VI (O). MA: VII (I). AL: XII (P).

GOSSLERIELLACEAE

Gossleriella tropica Shütt

Gossleriella radiata Shütt

Rara, característica de la zona de IV. Registrada en el Mar de Alborán por Delgado (1990).

HU: III (P), IV (P, V, O). CA: VI (V).

HEMIDISCACEAE

Actinocyclus curvatulus Janisch

Coscinodiscus curvatulus var. *subocellatus* Grunow, *Actinocyclus subocellatus* (Grunow) Rattray

Rara.

HU: I, II (O), III (I, O). CA: VI (V, O). MA: IX (I, O).

Actinocyclus octonarius Ehrenberg var. *octonarius* (Ehrenber) Hendey

Actinocyclus ehrenbergii Ralf

Rara.

HU: III (V). CA: VI (O). MA: VII (I).

Actinocyclus octonarius var. *crassus* (Smith) Hendey

Eupodiscus crassus Smith, *Actinocyclus ehrenbergii* var. *crassa* (Smith) Hustedt, *Actinocyclus crassus* (Smith) Ralf

Rara. (fig. 2, G).

CA: VI (O). MA: VII (I).

Actinocyclus octonarius var. *tenellus* (Brévisson) Hendey

Eupodiscus tenellus Brévisson, *Actinocyclus tenellus* (Brévisson) Grunow, *Actinocyclus ehrenbergii* var. *tenella* (Brévisson) Hustedt

Rara. (fig. 2, H).

HU: I, II (O). MA: VII (I).

Actinocyclus subtilis (Gregory) Ralfs

Eupodiscus subtilis Gregory

Rara, destaca la constancia, del diámetro valvar que ha sido de 62 a 65 micras en todos los individuos. Registrada por Establier *et al.* (1986) en la Bahía de Cádiz.

HU: I, IV (O).

Hemidiscus cuneiformis Wallich

Euodia cuneiformis (Wallich) Schutt

Rara. Registrada en el Mar de Alborán por Delgado (1990).

HU: II (O). CA: VI (O). MA: VIII (O). AL: XII (O).

Pseudoguinaridia recta von Stosch

Habitual, con mayor representación atlántica tanto cualitativa como cuantitativamente.

HU: I (I), II (O), III (P, V). AL: XII (O).

Roperia tessellata (Roper) Grunow

Eupodiscus tessellatus Roper, *Actinocyclus tessellatus* (Roper) Ralfs

Habitual

HU: II, III (P, V), IV (P). CA: V (O), VI (P). MA: VII (I, V, O), VIII (I, P), IX (P), X (P, O). AL: XI (V, O), XII (P, O), XIII (P).

HELIOPELTACEAE

Actinoptychus splendens Ehrenberg (Ehrenberg)

Actinoptychus janischii Grunow

Rara. Registrada en el Mar de Alborán por Delgado (1990).

HU: II (I), IV (O). MA: VII, VIII (V), IX (P). AL: XII (P, V).

Actinoptychus senarius (Ehrenberg) Ehrenberg

Actinoptychus undulatum (Bailey) Ralfs,

Actinocyclus senarius Ehrenberg

Rara, mucho mejor representada en la zona atlántica que en la mediterránea. (fig. 2, I)

HU: I (V), II (P), III, IV (O). AL: XIII (V).

Orden ASTEROLAMPRALES

ASTEROLAMPRAEAE

Asteromphalus flabellatus (Brévisson) Greville

Spatangidium flabellatum Brévisson

Habitual, mayor representación cuantitativa en el litoral atlántico. (fig. 2, J).

HU: I (I, O), II (P, V), III (P, O), IV (O). CA: V, VI (O). MA: VII, VIII (I, O), IX (O). AL: XII, XIII (O).

Asteromphalus parvulus Karsten

Rara, un único registro.

HU: III (V).

Subclase BIDDULPHIOPHYCIDAE

Orden TRICERATIALES

TRICERATIACEAE

Auliscus sculptus (W. Smith) Ralfs et Pritchard

Eupodiscus Sculptus Smith

Rara, presencia mediterránea.

MA: VII (V), VIII (V, O). AL: XI (V), XII (P, V).

Auliscus caelatus Bailey

Auliscus smithii Janisch

Rara.

HU: I (P), II (O). MA: VIII (P, V).

Cerataulus smithii Ralfs

Eupodiscus radiatus Smithii

Rara, únicamente en el litoral atlántico de la costa andaluza. (fig. 2, K).

HU: I (I, P, V), II (I, V, O), III (P, O) IV (P, V, O).

Odontella mobiliensis (Bailey) Grunow

Biddulphia baileyi Smith, *Biddulphia mobiliensis* Grunow

Habitual, concentraciones celulares bajas. Registrada por Establier *et al.* (1986) en la Bahía de Cádiz y por Delgado (1990) en el Mar de Alborán.

HU: I (P, V, O), II (TA), III (P, V, O), IV (TA).

CA: V (O), VI (P, V, O). MA: VII (I, V, O), VIII, IX, X (P, V, O). AL: XI (P, V, O), XII (P, O), XIII (P, V).

Odontella aurita (Lyngbye) C. A. Agardh
Odontella auritum Agardh, *Biddulphia aurita* (Lyngbye) Brébisson

Habitual, concentraciones celulares bajas. Registrada por Establier *et al.* (1986) en la Bahía de Cádiz.

HU: II (P, V), IV (V, O). CA: VI (O). MA: VII, VIII (O). AL: XI (P), XII (P, V, O), XIII (P, V).

Pleurosira laevis (Ehrenberh) Compère
Cerataulus laevis Erhemberg, *Pleurosira thermalis* Meneghini

Rara.

HU: IV (O). MA: IX (V).

Triceratium alternans Bailey
Triceratium variabile Brighwell, *Biddulphia alternans* Heurck, *Trigonium alternans* Mann.

Rara. Registrada por Establier *et al.* (1986) en la Bahía de Cádiz y por Delgado (1990) en el Mar de Alborán.

HU: I, II, III (O), IV (V, O). AL: XI (V).

Triceratium antediluvianum (Ehrenberg) Grunow
Amphytetras antediluviana Ehrenberg

Rara. (fig. 2, L).

HU: II (I, V). MA: VIII (P).

Orden BIDDULPHIALES BIDDULPHIACEAE

Biddulphia pulchella Gray
Biddulphia biddulphiana Boyer

Rara. Registrada por Establier *et al.* (1986) en la Bahía de Cádiz y en el Mar de Alborán por Delgado (1990).

HU: II (I). MA: VII (I), VIII (P, O). AL: XI (O), XIII (P, V, O).

Biddulphia toumeyii (Bailey) Roper
Zygoceros toumeyii Bayley, *Biddulphia tridens* Ehrenberg.

Rara. Registrada en el Mar de Alborán por Delgado (1990).

HU: IV (V). CA: V (O). AL: XII, XIII (O).

Orden HEMIAULALES HEMIAULACEAE

Cerataulina pelagica (Cleve) Hendy
Cerataulina bergonii (Peragallo) Schütt

Abundante, máximos poblacionales de 12.711 c/l. (fig. 3, A).
HU: I (P, V, O), II (TA), III (P, V, O), IV (TA).
CA: V (P, V, O), VI (TA). MA: VII (P, V, O), VIII, IX, X (TA). AL: XI, XII, XIII (TA).

Eucampia cornuta (Cleve) Grunow
Moelleria cornuta Cleve

Abundante, máximos en otoño en la zona I con 29.323 c/l. Registrada en el mar de Alborán por Mercado *et al.* (2005).

HU: I (TA), II (I, P, O), III (I, V, O), IV (V).
CA: V y VI (TA). MA: VII (P, V, O), VIII (TA), IX, X (P, V, O). AL: XI (O), XII (P, O).

Eucampia zodiacus Ehrenberg
Eucampia britannica W. Smith, *Eucampia nodosa* A. Schimdt

Habitual, en febrero 124.764 c/l, no descartamos que pudiera ser abundante en cualquier otro periodo anual. Registrada por Establier *et al.* (1986) en la Bahía de Cádiz y en el Mar de Alborán por Delgado (1990).

HU: I (I, P, O), II (TA), III (I, O), IV (I). CA: V, VI (TA). MA: VII (TA), VIII (I, P, O), IX (TA), X (P, V, O). AL: XI (P, V, O), XII (TA), XIII (V, O).

Hemiaulus hauckii Grunow

Habitual de amplia presencia, pero en bajas concentraciones celulares. Registrada en el Mar de Alborán por Delgado (1990).

HU: I (V), II (V, O), III (V), IV (P, V). CA: V (V, O), VI (P, V). MA: VII (V, O), VIII (P, V), IX (V, O), X (P, V, O). AL: XI (P, V, O), XII, XIII (P, V).

Hemiaulus sinensis Greville

Abundante, mejor representado en la zona atlántica, 1.068.064 c/l en la zona IV, (fig. 3, B). Registrada por Establier *et al.* (1986) en la Bahía de Cádiz y en el mar de Alborán por Mercado *et al.* (2005) y Delgado (1990).

HU: I (I, P, O), II, III (TA), IV (I, V). CA: V (P, O), VI (P, V, O). MA: VII, VIII, IX, X (P, V, O).

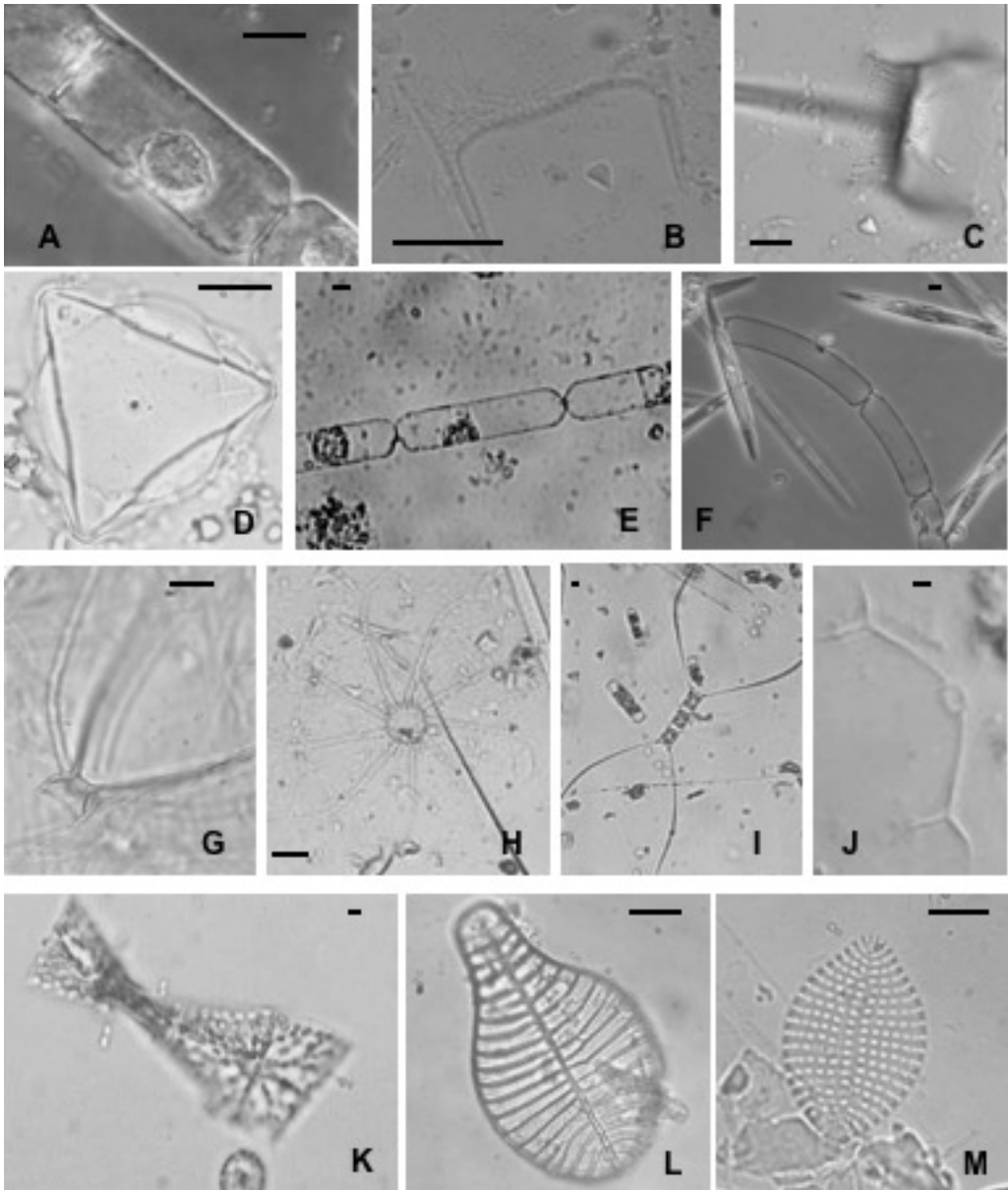


Figura 3. A: *Cerataulina pelagica*; B: *Hemiaulus sinensis*; C: *Ditylum brightwellii*; D: *Lithodesmium undulatum*; E: *Dactyliosolen fragillissimus*; F: *Dactyliosolen phuketensis*; G: *Bacteriastrum elongatum*; H: *Bacteriastrum furcatum*; I: *Chaetoceros affinis*; J: *Chaetoceros messanensis*; K: *Helicotheca thamesis*; L: *Podocystis adriatica*; M: *Rhaphoneis amphiceros*. Escala: 10 μ m.

AL: XI, XII (P, O), XIII (P, V).

BELLEROCHEACEAE

Bellerochea malleus (Brightwell) Van Heurck

Habitual, mejor representada en la zona atlántica y en XIII en la zona mediterránea.

HU: I, II (P, V, O), III (I, V), IV (V, O). CA: V (P, O). MA: VIII, X (P). AL: XII (I, V), XIII (P, V, O).

Subclase LITHODESMIOPHYCIDAE

Orden LITHODESMIALES

LITHODESMIACEAE

Lithodesmium undulatum Ehrenberg

Triceratium undulatum Brightwell

Habitual, más característica de la zona atlántica. (fig. 3, D). Registrada por Establier *et al.* (1986) en la Bahía de Cádiz.

HU: I (P, O), II (TA), III, IV (P, V, O). MA: VII (V), VIII (O). AL: XI (O), XII (V).

Ditylum brightwellii (West) Grunow

Abundante, las máximas celulares en la zona atlántica, en la zona IV con 40.626 c/l. (fig. 3, C). Registrada por Establier *et al.* (1986) en la Bahía de Cádiz y por Mercado *et al.* (2005) y Delgado (1990) en el Mar de Alborán.

HU: I, II, III (TA), IV (I, P, O). CA: V (TA), VI (I, P, O). MA: VII (P, V, O), VIII, IX, X (TA). AL: XI, XII (TA), XIII (P, V, O).

Subclase CORETHROPHYCIDAE

Orden CORETHRALES

CORETHRACEAE

Corethron hystrix Hensen

Corethron criophilus Cleve

Habitual. Registrada en el Mar de Alborán por Delgado (1990).

HU: I (O), II (V, O), III (O), IV (I, O). CA: V (O), VI (I, O). MÁLAGA: VIII (I, P, O), IX (I, V, O). AL: XI (I, V), XII (I), XIII (I, P, O).

Subclase RHIZOLENIOPHYCIDAE

Orden RHIZOLENIALES

RHIZOLENIACEAE

Rhizosolenia acuminata (Peragallo) Peragallo

Rhizosolenia temperi Peragallo var. *acuminata*

Rara, característica del Mediterráneo más oriental del litoral andaluz.

AL: XII, XIII (O).

Rhizosolenia bergonii Peragallo

Rhizosolenia amputata Ostensfeld

Habitual mejor representada en el Mediterráneo que en el Atlántico máximo de 5000 c/l. Registrada en el Mar de Alborán por Delgado (1990).

HU: I (I). CA: V, VI (O). MA: VII, IX (I). AL: XI (I), XII (O), XIII (P, O).

Rhizosolenia curvata Zacharias

Rhizosolenia curva Karsten

Rara.

MA: VII (P).

Rhizosolenia imbricata Brightwell

Rhizosolenia shrubsolei Cleve

Abundante, con amplia distribución espacial y temporal que aumenta a medida que nos acercamos a las estaciones más orientales. Máximos celulares de 11.692 c/l. Registrada por Establier *et al.* (1986) en la Bahía de Cádiz y por Delgado (1990) en el Mar de Alborán.

HU: I (I, P, O), II (TA), III (P, V). CA: II, VI (I, V, O). MA: VII, VIII, IX, X (TA). AL: XI, XII, XIII (TA).

Rhizosolenia pungens Cleve Euler

Rara. Registrada en el Mar de Alborán por Delgado (1990).

HU: I, II, III (V). CA: VI (P, V). MA: VIII, IX (V).

Rhizosolenia robusta Norman

Habitual, amplia distribución espacial, máximos celulares en la zona atlántica con 2.423 c/l. Registrada por Establier en la Bahía de Cádiz.

HU: I (I, O), II, III (P, V, O), IV (TA). CA: V (O), VI (P, O). MA: VII (I, V, O), VIII (O, V), IX, X (O). AL: XI (P, V, O), XII (O), XIII (P, O).

Rhizosolenia setigera Brightwell

Abundante, máximos celulares y máxima presencia temporal en la provincia de Málaga. Registrada por Establier *et al.* (1986) en la Bahía de Cádiz y en el Mar de Alborán por Delgado (1990).

HU: I (TA), II (P, V, O), III (V, O), IV (P, V, O). CA: V (P, V), VI (TA). MA: VII, VIII, IX, X (TA).

AL: XI (P, O), XII (I, P, O), XIII (I, V, O).

Rhizosolenia styliformis Brightwell

Habitual, mayor presencia en la provincia de Málaga. Registrada por Establier *et al.* (1986) en la Bahía de Cádiz y por Mercado *et al.* (2005) y Delgado (1990) en el Mar de Alborán

HU: I, II (P). CA: V (P, O), VI (P). MA: Sabinilla (V, O), VIII (P, V, O), IX (P, O), X (I, V, O). AL: XI (O), XII (V, O), XIII (O).

Proboscia inermis (Castracane) Jordan et Ligowski
Rhizosolenia inermis Castracane, *Rhizosolenia alata* f. *inermis* (Castracane) Hustedt

Abundante, de amplia distribución temporal y espacial. Presenta densidades celulares inferiores en el Atlántico donde no supera las 1.054 c/l, mientras que en el Mediterráneo alcanza las 20.461 c/l. Registrada en el Mar de Alborán por Delgado (1990).

HU: I (P, O), II (P, V, O), III (P, V, O), IV (TA). CA: V (P, V, O), VI (TA). MA: VII, VIII, IX, X (TA). AL: XI, XII, XIII (TA).

Proboscia alata* f. *gracillima (Brightwell) Sundström

Abundante, aumenta su presencia y concentración celular a medida que nos acercamos a las estaciones más orientales. Registrada en el Mar de Alborán por Delgado (1990).

HU: I (O), II (V, O), III (P, O). CA: V (P, V, O), VI (I, P, V). MA: VII (V, O), VIII (I, V, O), IX, X (TA). AL: XI, XII, XIII (TA).

Proboscia alata* f. *indica (Brightwell) Sundström

Habitual. Registrada en el Mar de Alborán por Delgado (1990).

HU: I (P, O), II (V, O), III (O), IV (V, O). CA: V (V, O), VI (P, O). MA: VII (V, O), VIII (TA), IX, X (I, V, O). AL: XI (V, O), XII (I, P), XIII (P, O).

Pseudosolenia calcar-avis (Schultze) Sundström

Rhizosolenia calcar-avis Schultze

Abundante, mayor distribución temporal y máximos celulares (8.000 c/l) en las zonas de la provincia de Almería. Registrada en el Mar de Alborán por Delgado (1990).

HU: I (O), II, III, IV (V, O). CA: V (V, O), VI (P, V, O). MA: VII (V, O), VIII (I, V, O), IX (V, O), X (P, V, O). AL: XI (P, V, O), XII (V, O), XIII (I, V, O).

Guinardia delicatula (Cleve) Hasle

Rhizosolenia delicatula Cleve

Abundante de amplia distribución, mayor presencia y concentraciones en las zonas atlánticas, 339.657 c/l en la zona III.

HU: I, II, III (TA), IV (P, V, O) CA: V, VI (TA) MA: VII, VIII (TA), IX (I, O), X (TA). AL: XI, XII (I, P, O), XIII (I, O).

Guinardia flaccida (Castracane) Peragallo

Rhizosolenia flaccida Castracane

Abundante, amplia distribución, máximos en la zona IV (6.431 c/l) y en la XIII (7.755 c/l). Registrada por Establier *et al.* (1986) en la Bahía de Cádiz y por Delgado (1990) en el Mar de Alborán.

HU: I, II (P, V, O), III (TA), IV (P, V, O). CA: V (P, V, O), VI (TA). MA: VII, VIII, IX, X (TA). AL: XI, XII (P, V, O), XIII (V, O).

Guinardia striata (Stolterfoth) Hasle

Rhizosolenia stolterfothii Peragallo

Abundante. Máximos en la zona XII en octubre con 311.021 c/l y en la II en febrero con 271.839 c/l. Registrada en el mar de Alborán por Mercado *et al.* (2005).

HU: I, II, III, IV (TA). CA: V, VI (TA). MA: VII, VIII, IX, X (TA). AL: XI, XII (TA), XIII (V, O).

Dactyliosolen fragilissimus (Bergon) Hasle

Rhizosolenia fragilissima Bergon

Abundante, máximos atlánticos en primavera con 273.855 c/l, en el Mediterráneo fueron en verano con 119.880 c/l. Registrada en el mar de Alborán por Mercado *et al.* (2005). (fig. 3, E).

HU: I, II, III, IV (TA). CA: V (TA), VI (P, V, O). MA: VII (TA), VIII (P, V, O), IX, X (TA). AL: XI (TA), XII (P, V, O), XIII (TA).

Dactyliosolen phuketensis (Sundström) Hasle

Rhizosolenia phuketensis Sundström

Abundante, las máximos en marzo en la zona II con 273.855 c/l. (fig. 3, F).

HU: I (TA), II, III (P, V, O), IV (I, V). CA: V, VI (TA). MA: VII, VIII, IX, X (TA). AL: XI, XII, XIII (TA).

Subclase CHAETOCEROTOPHYCIDAE

Orden CHAEROTOCEROTALES

CHAETOCEROTACEAE

Bacteriastrum elongatum Cleve

Especie que podríamos calificar de rara en el Atlántico y habitual en la zona mediterránea donde alcanza concentraciones de hasta 14.541 c/l en la zona XII. (fig. 3, G).

HU: I (O), III (P). CA: V (P, O), VI (I, P). MA: VIII (P), IX (P, V), X (I). AL: XI (P, V), XII (I, P, V).

Bacteriastrium furcatum Shadbolt

Bacteriastrium varians Lauder

Habitual con una mayor presencia en la zona II. (fig. 3, H).

HU: I (P, V), II (V, O), III (P, O), IV (O). CA: V (P, O), VI (I, P). MA: VIII (P), IX (P, V), X (I, P). AL: XI (P, V), XII (I, P, V).

Bacteriastrium hyalinum Lauder

Bacteriastrium spirillum Castracane,
Bacteriastrium varians Oftenfeld var. *borealis*

Habitual, máximos de 19.338 c/l. Registrada en el Mar de Alborán por Delgado (1990).

HU: I (I, V, O), II (P, O), III, IV (V, O). MA: VII (V), VIII (TA), IX (P, V, O), X (I, V). AL: XI (I, P), XII (I), XIII (O).

Chaetoceros affinis Lauder

Chaetoceros javanicus Cleve, *Chaetoceros ralfsii* Cleve.

Abundante máximos celulares de 373.067 c/l. Mejor representada en el Mediterráneo que en el Atlántico. Registrada en el mar de Alborán por Mercado *et al.* (2005) y Delgado (1990). (fig. 3, I).

HU: I (P, V), II (I, P, V), III (V, O). CA: V, VI (TA). MA: VII, VIII (TA), IX (I, P), X (TA). AL: XI, XII (I, P), XIII (O).

Chaetoceros atlanticus Cleve

Habitual en bajas concentraciones celulares.

HU: I, II (P). CA: VI (I, P). MA: VII, VIII (P), IX (I, P). AL: XI (I).

Chaetoceros compressus Lauder

Chaetoceros contortus Shütt

Abundante mucho mejor representada en el Mediterráneo que en el Atlántico, concentraciones celulares máximas de 433.806 c/l en la zona VII.

HU: I (I, O), II (P, V), III (P). CA: V, VI (TA). MA: VII, VIII (TA), IX, X (I, P, O). AL: XI (P, V, O), XII (I, P), XIII (TA).

Chaetoceros convolutus Castracane

Rara.

CA: V (P).

Chaetoceros curvisetus Cleve

Chaetoceros secundus Shütt

Abundante de amplia distribución, máximos alcanzados 152.581 c/l en la zona IX. Registrada por Establier *et al.* (1986) en la Bahía de Cádiz y en el Mar de Alborán por Delgado (1990).

HU: I, II (TA), III, IV (P, V, O). CA: V (P, V, O), VI (TA). MA: VII, VIII, IX (P, V, O), X (TA). AL: XI (P, O), XII (P, V, O), XIII (TA).

Chaetoceros dadayi Pavillard

Rara, más característica en la provincia de Almería.

CA: VI (P). MA: VII y IX (V). AL: XI (P, V), XIII (P, V, O).

Chaetoceros danicus Cleve

Chaetoceros boreale Shütt

Rara. Registrada por Establier *et al.* (1986) en la Bahía de Cádiz.

HU: I (O), II (I, O), III (O), IV (P, O). CA: V (O), VI (P). MA: VII (O). AL: XIII (O).

Chaetoceros decipiens Cleve

Abundante de amplísima distribución espacial y temporal, máximos en la zona XIII con 46.046 c/l. Registrada por Establier *et al.* (1986) en la Bahía de Cádiz y por Mercado *et al.* (2005) y Delgado (1990) en el Mar de Alborán.

HU: I, II, III (TA), IV (P, V, O). CA: V (P, V, O), VI (TA). MA: VII, VIII, IX, X (TA). AL: XI (TA), XII (P, V), XIII (TA).

Chaetoceros densus (Cleve) Cleve

Chaetoceros borealis var. *densus* Cleve

Habitual, máxima concentración de 17.538 c/l, en la zona XI.

HU: I (TA), II (I, V, O), III (V, O). CA: V (V, O), VI (I, P, O). MA: VII (V, O), VIII (TA), IX (P, O), X (TA). AL: XI (TA), XII (I, P, O), XIII (O).

Chaetoceros didymus Ehrenberg var. *didymus*

Abundante, máximo en agosto 124.410 c/l en la zona VI. Destaca la presencia continuada de esporas de resistencia en el plancton.

HU: I, II, III (I, P, O), IV (P). CA: V, VI (P, V, O). MA: VII (P, V, O), VIII (TA), IX, X (P, V, O).

AL: XI (P, V, O), XII (P, O), XIII (P, V, O).

Chaetoceros didymus* var. *protuberans (Lauder)

Gran et Yendo

Taxón raro con presencia en el litoral almeriense.

AL: XI (P), XIII (V, O).

Chaetoceros lacinosus Schütt

Chaetoceros commutatus Cleve

Rara, Registrada por Establier et al (1986) en la Bahía de Cádiz.

MA: X (P).

Chaetoceros lorenzianus Grunow

Rara. Registrada por Establier et al (1986) en la Bahía de Cádiz y en el Mar de Alborán por Delgado (1990).

MA: X (P).

Chaetoceros messanensis Castracane

Rara, durante el periodo de estudio con presencia constante en la zona VI. (fig. 3, J).

CA: VI (P, V).

Chaetoceros peruvianus Brightwell

Chaetoceros chilensis Krasske

Habitual mayor presencia en el litoral mediterráneo. A pesar de su amplia distribución es discreta en cuanto a densidades celular en torno a las 2.000 c/l en sus máximos. Registrada por Establier et al (1986) en la Bahía de Cádiz y por Delgado (1990) en el Mar de Alborán

HU: I, II, III (O). CA: V, VI (P, V, O). MA: VII (V, O), VIII, IX, X (P, V, O). AL: XI (P, O), XII (P, V, O), XIII (I, V, O).

Chaetoceros pseudocurvisetus Mangin

Rara. Registrada en el Mar de Alborán por Delgado (1990).

HU: I (I). CA: V (P). MA: VII (V), VIII (P, O), IX (O).

Chaetoceros radicans Shütt

Rara. Registrada en el Mar de Alborán por Delgado (1990).

CA: VI (O). MA: VII (P, O).

Chaetoceros rostratus Lauder

Rara, mediterránea.

CA: VI (P, O). MA: VIII (P), IX (P, V). AL: XIII (P, V, O).

Chaetoceros simplex Ostensfeld

Habitual en todo el litoral pero en muy bajas concentraciones celulares.

HU: I (P), II, III, IV (P, V, O). CA: V, VI (P, V, O). MA: VII (V), VIII (P, V), IX (I, P, V). AL: XI (V), XII (P), XIII (I, P, V).

Chaetoceros socialis Lauder

Abundante, más característico de la zona mediterránea, máximos celulares en la zona VIII con 831.260 c/l. Registrada en el Mar de Alborán por Delgado (1990).

HU: I (P, O). CA: VI (P, V, O). MA: VIII (I, P, V), IX (P, V, O), X (P, O). AL: XI (I, O), XII (V, O), XIII (I, V, O).

ATTHEYACEAE

Attheya decora West

Rara solo detectada en una ocasión.

HU: II (O).

Helicotheca tamesis (Shrubsole) Ricard

Streptothecha tamesis Shrubsole

Habitual con mayor representación en el litoral atlántico. (fig. 3, K).

HU: I (O), II (O), III (V, O), IV (O). CA: V (V). MA: VII (V). AL: XI (O).

Orden LEPTOCYLINDRALES

LEPTOCYLINDRACEAE

Leptocylindrus danicus Cleve

Protagonista de numerosas floraciones, domina muchas veces en la taxocenosis de las diatomeas planctónicas. Ha sido determinada como Abundante alcanzando en ocasiones los dos millones de células por litro. Registrada por Establier et al (1986) en la Bahía de Cádiz y por Mercado *et al.* (2005) y Delgado (1990) en el mar de Alborán.

HU: I, II, III (TA), IV (TA). CA: V, VI (TA). MA: VII, VIII, IX, X (TA). AL: XI (TA), XII (I, V, O), XIII (TA).

Leptocylindrus mediterraneus (Peragallo) Hasle

Dactyliosolen mediterraneo Peragallo

Habitual en el litoral andaluz.

HU: I (O, P), III (O), IV (I, V). CA: VI (O). MA: VII (O), VIII (I, V, O), IX (P, V, O). X (I, V, O). AL: XI (I, V), XII (I, P, V), XIII (P, V, O).

Leptocylindrus minimus Gran

Leptocylindrus belgicus Meun

Abundante, protagonizando “blooms” de hasta 3.358.971 c/l en la zona V. Posee una distribución estacional más amplia en la zona atlántica que en la mediterránea. Registrada en el Mar de Alborán por Delgado (1990).

HU: I, II, III, IV (TA). CA: V, VI (P, V, O). MA: VII (TA), VIII (P, O), IX (TA), X (I, P, V). AL: XI (P, V, O), XII (TA), XIII (I, P, V).

FRAGILARIOPHYCEAE

Subclase FRAGILARIOPHYCIDAE

Orden FRAGILARIALES

FRAGILARIACEAE

Asterionella japonica Cleve.

Asterionella glacilis Castracane,
Asterionellopsis glacialis (Castracane) Round

Habitual máximos de 7600 c/l en la zona IV. Registrada por Establier et al (1986) en la Bahía de Cádiz y en el Mar de Alborán por Delgado (1990)

HU: II (I), III (I, P), IV (I, P). CA: V (V), VI (P, V, O). MA: VII (V, O), VIII, IX (P, V, O), X (P). AL: XII (P, O), XIII (O).

Fragilaria crotonensis Krittton

Fragilaria crotonensis var. *prolongata* Grunow

Rara, posiblemente de origen fluvial.

HU: IV (O).

Synedra ulna var. *oxyrhynchus* Kützing

Rara, mediterránea.

CA: VI (O).

Synedra gaillonii (Bory) Ehrenberg

Rara, mediterránea.

CA: VI (O). MA: IX (I).

Podocystis adriatica (Kützing) Boyer

Rara, mediterránea. (fig. 3, L).

MA: VIII (I). AL: XI (I), XIII (P).

Orden LICMOPHORALES

LICMOPHORACEAE

Licmophora flabellata (Carmichael) Agardh

Habitual, mejor representada en el litoral de la provincia de Almería.

HU: I (O), II (O). CA: V (P, O), VI (P). MA: VII (V), IX (O), X (P). AL: XI (TA), XII (I, P, O), XIII (TA).

Licmophora abbreviata Agardh

Habitual, mejor representada en el litoral de la provincia de Almería.

HU: I (P, O), II, IV (O). CA: VI (O). MA: VII (V), VIII (O). AL: XI (P, V, O), XII (I, P, O), XIII (P, V).

Licmophora reichardtii Grunow

Rara.

HU: II (O).

Licmophora mediterranea Mereschkowsky.

Habitual en concentraciones muy bajas.

HU: I, II, IV (O). CA: VI (P). MA: VIII (O), IX (P). AL: XI (I, O) XII (P, O), XIII (V, O).

Orden RHAPHONEIDALES

RHAPHONEIDACEAE

Rhaphoneis amphicerus (Ehrenberg) Ehrenberg

Cocconeis amphicerus Ehrenberg

Rara. (fig. 3, M).

HU: IV (P). MA: VIII (P). AL: XI (V), XII (P), XIII (V).

Delphineis surirella (Ehrenberg) Andrews

Rhaphoneis surirella (Ehrenberg) Grunow

Rara de presencia mediterránea, coexistiendo con *R. amphicerus*.

MA: VIII, IX (P). AL: XI, XIII (V).

Orden TOXARIALES

TOXARIACEAE

Toxarium undulatum Bailey

Synedra undulata (Bailey) Gregory

Rara. (fig. 4, C).

MA: VII (P, V, O).

Orden THALASSIONEMATALES

THALASSIONEMATACEAE

Thalassionema nitzschioides (Grunow)

Mereschkowsky

Thalassiothrix nitzschioides Grunow

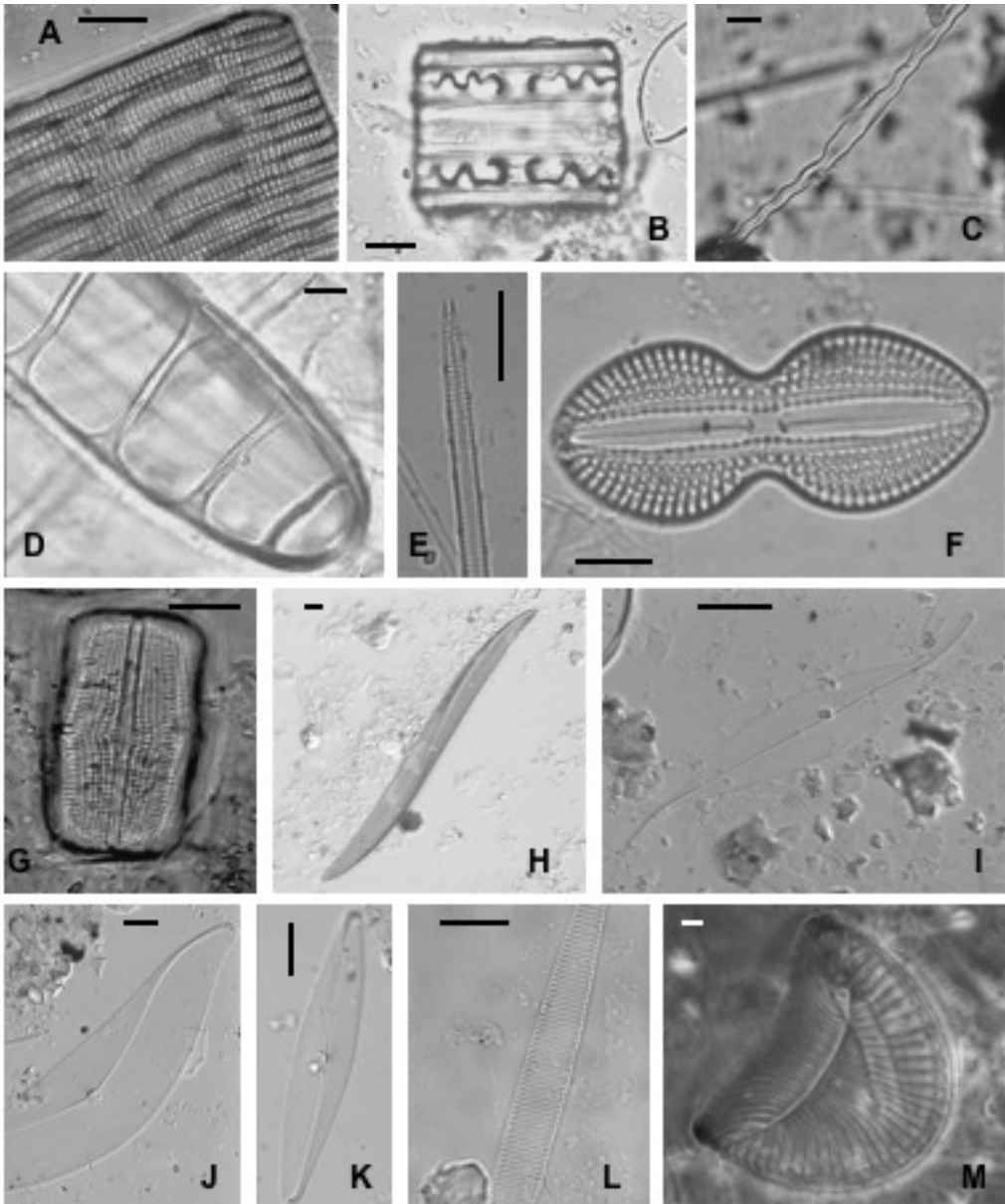


Figura 4. A: *Rhabdonema adriaticum*; B: *Grammatophora serpentina*; C: *Toxarium undulatum*; D: *Climacosphenia moniligera*; E: *Thalassiothrix antarcticus*; F: *Diploneis bombus*; G: *Cistula lorenziana*; H: *Pleurosigma formosum*; I: *Gyrosigma fasciola* var. *arcuata*; J: *Toxonidea insignis* var. *undulada*; K: *Pleurosigma nicobaricum*; L: *Pseudonitzschia australis*; M: *Campylodiscus clypeus*. Escala: 10 μ m A, B, C, E, F, G, H, I, J, K, L, M; 50 μ m D.

Abundante, las máximas celulares en dos núcleos la zona de III con 199.933 c/l y la zona de VIII con 105.228 c/l, la presencia y abundancia de la especie disminuyen notablemente hacia las zonas más orientales. Las colonias han mostrado una enorme variabilidad morfométrica. Registrada por Establier et al (1986) en la Bahía de Cádiz y por Delgado (1990) el el Mar de Alborán.

HU: I (TA), II, III, IV (P, V, O). CA: V, VI (P, V, O). MA: VII (P, V, O), VIII (TA), IX, X (P, V, O). AL: XI, XII (TA), XIII (P, V, O).

Thalassionema frauenfeldii (Grunow) Hallegraeff
Thalassiothrix frauenfeldii (Grunow) Grunow
Habitual, en concentraciones celulares bajas.

HU: I (V, O), III, IV (O). CA: V (V). MA: VII (V), VIII, X (P).

Thalassiothrix antarcticus Schimper

Habitual, principalmente en el litoral mediterráneo. (fig. 4, E).

HU: II (P). CA: VI (V, O). MA: VII (V), VIII (V, O), IX (I, O). AL: XII (V, O), XIII (P).

Thalassiothrix longissima Cleve

Synedra thalassiothrix Cleve

Rara de presencia mediterránea.

CA: VI (P). AL: XII (I, O).

Orden RHABDONEMATALES

RHABDONEMATACEAE

Rhabdonema adriaticum Kützing

Rara, mediterránea. Registrada en el Mar de Alborán por Delgado (1990). (fig. 3, A).

CA: V, VI (P). MA: VII (P, V), VIII (P), IX (P), X (I). AL: XI (V).

Rhabdonema arcuatum Kützing

Rara, mediterránea. Registrada por Establier et al (1986) en la Bahía de Cádiz.

MA: IX (P). AL: XI (O), XIII (I).

Orden STRIATELLALES

STRIATELLACEAE

Striatella unipunctata (Lyngbye) Agardh

Rara, en el litoral de Almería presenta una amplia distribución. Registrada por Establier et al (1986) en la Bahía de Cádiz.

HU: I (P), III (O). MA: VII (O). AL: XI (I, V, O), XII, XIII (P, V, O).

Grammatophora angulosa Ehrenberg

Rara.

HU: III (O), IV (V). MA: VII, VIII (V).

Grammatophora marina Kützing var. **tropica** Back

Rara. Atlántica

HU: I (I), II (P).

Grammatophora oceanica (Ehrenberg) Grunow

Rara, mediterránea. En la zona VI máximos de 9.694 c/l. Registrada por Establier et al (1986) en la Bahía de Cádiz y en el Mar de Alborán por Delgado (1990).

CA: VI (V). MA: VIII (V), IX (P).

Grammatophora serpentina (Ralfs) Ehrenberg

Rara, mediterránea. (fig. 3, B).

MA: VIII (V).

Orden CLIMACOSPHENIALES

CLIMACOSPHENIA

Climacosphenia moniligera Ehrenberg

Rara, únicamente encontrada en el Mediterráneo. (fig. 4, D).

MA: VIII (P, V, O), X (V). AL: XI (I), XII, (V), XIII (P, V).

CLASE BACILLARIOPHYCEAE

Subclase BACILLARIOPHYCIDAE

Orden LYRELLALES

LYRELLACEAE

Lyrella abrupta Gregory

Rara.

HU: IV (O). MA: VII (V). AL: XIII (P).

Lyrella clavata (Gregory) Mann var. **cariboea** A.

Schmidt

Rara, mediterránea.

MA: VII (P, V). AL: XI (P), XII (I, P).

Lyrella forcipata Greville

Rara.

HU: II (I). CA: V (P). AL: XIII (V).

Lyrella lyra (Ehrenberg) Karayeva

Navicula lyra Ehrenberg

Habitual.

HU: II (P), III (O). CA: VI (P). MA: IX (P).
AL: XII (I, V), XIII (P, V, O)

Lyrella lyra var. *dilatata* A. Schmidt

Taxón raro.

HU: II (I). CA: V (O). AL: XII (P, O).

Lyrella lyra var. *recta* Greville

Rara, mediterránea.

MA: VII (P, V), VIII (P), X (I, P). AL: XII (P).

Lyrella hennedyi (W. Smith) Stickle

Navicula hennedyi Smith

Rara. Poblaciones afines a *Lyrella hennedyi*
var. *nebulosa* Gregory por el pequeño tamaño de
las células.

CA: VI (P, V, O). MA: VII (P).

Lyrella hennedyi var. *napolitana* Cleve

Taxon raro.

HU: III (P). MA: VII (P)

Lyrella spectabilis (Gregory) Mann

Navicula spectabilis Gregory

Rara, característica de Almería.

AL: XI (P), XIII (P, V, O).

Orden MASTOGLOIALES
MASTOGLOIACEAE

Mastogloia binotata (Grunow) Cleve

Rara.

MA: X (V).

Mastogloia splendida (Gregory) Cleve

Rara, característica de la provincia de Almería.

AL: XII (P), XIII (O).

Orden ACHNANTHALES
ACHNANTHACEAE

Achnanthes longipes Agardh

Rara.

HU: II (O). CA: V (P). MA: VII (P, V). AL:
XII (P).

Lioloma pacificum (Cupp) Hasle

Abundante, máximos de 5000 c/l. Registrada

en el mar de Alborán por Mercado *et al.* (2005).

HU: I (I). CA: V (V), VI (I). MA: VII, VIII
(I), IX (I, P, V), X (I, V). AL: XI (I), XII (I, V, O)
XIII (I, O).

COCONEIDACEAE

Cocconeis scutellum Ehrenberg

Cocconeis adriatica Kützing, *Cocconeis*
scutellum var. *adjunta* Peragallo.

Rara.

HU: II (V). MA: VII (P), VIII (P, V), IX (P).
AL: XIII (P).

Cocconeis dirupta Gregory

Cocconeis diaphana Smith

Rara.

MA: VII (V).

Orden NAVICULALES
NAVICULACEAE

Caloneis amphisbaena (Bory) Cleve

Navicula amphisbaena Bory

Rara, mediterránea.

MA: X (P). AL: XII, XIII (P).

Caloneis liber (W. Smith) Cleve

Rara, característica de la zona X.

MA: X (I, P, O).

AMPHIPLEURACEAE

Cistula lorenziana (Grunow) Cleve.

Navicula lorenciana Grunow

Rara, atlántica. (fig. 4, G).

HU: III (P).

PINNULARIACEAE

Pinnularia ambigua Cleve

Rara, mediterránea.

AL: XII (P).

DIPLONEIDACEAE

Diploneis bombus Ehrenberg

Navicula bombus Gregory; *Navicula geminata*
Smichdt

Habitual. Registrada en el Mar de Alborán por

Delgado (1990). (fig. 4, F).

HU: I (O), II (P, V, O), III (V, O), IV (V). CA: V (P, V). MA: VIII, IX (V). AL: XI (P), XII (P, V, O).

Diploneis vetula (Schmidt) Cleve

Navicula vetula Schmidt

Rara, mediterránea.

MA: X (V).

Diploneis lineata (Donkin) Cleve

Navicula lineata Donkin; *Navicula adriatica* Cleve

Rara, mediterránea.

MA: X (I, P).

Diploneis smithii Cleve var. *smithii*

Navicula smithii Brebisson

Habitual en el litoral andaluz con mayor presencia en la zona atlántica.

HU: I (TA), II, III, IV (P, V, O). CA: V (P, V). MA: VII (V), VIII, X (O). AL: XI (V, O), XIII (V).

Diploneis smithii var. *recta* Peragallo

Distribución conjunta de ambas variedades.

NAVICULACEAE

Haslea gigantea (Hustedt) Simonsen

Habitual, principalmente mediterránea, en densidades celulares bajas.

HU: I (P, V, O). CA: V (O), VI (V, O). MA: VII, VIII, IX (V, O), X (V). AL: XI (V), XII (I, O), XIII (O).

Navicula carinifera Grunow

Rara, de distribución mediterránea.

MA: X (I, V).

Navicula digitoradiata (Gregory) Ralfs

Pinnularia digitoradiata Gregory

Rara.

HU: I (V), III (O). AL: XIII (P).

Navicula palpebralis Brébisson var. *palpebralis*

Rara, mediterránea

MA: X (TA). AL: XII (P), XIII (O).

Navicula palpebralis var. *minor* Grun.

Rara, mediterránea.

MA: X (I, V).

Navicula pseudohalophyla Cholnoky

Rara, mediterránea.

MA: X (I). AL: XII (O), XIII (V).

Trachyneis aspera Ehrenberg var. *intermedia*

Grunow

Taxon raro. Los individuos encontrados son de longitud ligeramente inferior a los de esta variedad, sin embargo, el resto de las características son coincidentes.

HU: III (P), IV (I). CA: VI (P). MA: VIII (I, P), IX (P).

PLEUROSIGMATACEAE

Donkinia recta (Donkin) Heurck

Rara.

HU: II (O). CA: V (O), VI (P). MA: X (V). AL: XII (V), XIII (O).

Donkinia recta var. *lorenzii* Grunow

Pleurosigma lorenzii Grunow

Rara, característica de la zona XIII.

AL: XIII (P, O).

Donkinia recta var. *minuta* Donkin

Donkinia recta var. *minuta* Donkin

Rara.

CA: V (I), VI (O). AL: XIII (O).

Donkinia angusta Ralfs

Pleurosigma angusta Donkin

Como el resto de las especies de este género, rara.

MA: VIII (O).

Gyrosigma balticum (Ehrenberg) Robenhorst

Navicula baltica Ehrenberg, *Pleurosigma balticum* (Ehrenberg) Smith

Habitual, mejor representada en las zonas más orientales del litoral.

HU: I (P, V, O), II (P, V). CA: V (O). MA: VII (V), VIII (I, P, V), IX (P), X (V). AL: XI (V), XII (TA), XIII (P, V, O).

Gyrosigma balticum var. *diminutum* (Grunow)

Gyrosigma diminutum Cleve

Variedad de distribución más limitada, rara.

HU: IV (O). MA: IX (P, O). AL: XII (V).

Gyrosigma fasciola (Ehrenberg) Griffith

Pleurosigma fasciola Peragallo

Habitual en el litoral mediterráneo andaluz.

CA: V (V, O), VI (P). MA: X (V, O). AL: XI (P, V, O), XII (P), XIII (O).

Gyrosigma fasciola var. *arcuata* (Donkin) Cleve

Pleurosigma arcuatum Peragallo

Rara, divergiendo del comportamiento ecológico de la especie, se presenta en la zona I de forma característica. (fig. 4, I).

HU: I (I, P, O).

Gyrosigma reversum Gregory

Pleurosigma balticum Grunow var. *constricta*

Habitual, típicamente mediterránea.

CA: V (P). MA: IX (V). AL: XI (I, O), XII (V), XIII (P, V, O).

Gyrosigma scalprum (Gaillon) Sterrenburg

Navicula scalprum Gaillon, *Pleurosigma acuminatum* Smith

Taxón raro.

HU: I (P, V). CA: V (I). MA: X (V). AL: XI (P, V, O).

Gyrosigma tenuissima Grunow var. *hyperborea* (Grunow) Cleve

Pleurosigma tenuissimum var. *hyperborea* Cleve

Rara, con presencia en las estaciones más orientales.

MA: X (V). AL: XI (I, P, O), XII (I), XIII (O).

Pleurosigma angulatum (Quekett) W. Smith

Navicula angulatum Quekett

Abundante, máximos en la zona XII con 15.984 c/l. Registrada por Establier et al (1986) en la Bahía de Cádiz.

HU: I, II, III, IV (TA). CA: V (TA), VI (P, V, O) MA: VII, VIII, IX, X (TA). AL: XI (TA), XII (I, V, O), XIII (P, V, O).

Pleurosigma angulatum var. *cuadrata* Smith

Taxón raro.

HU: II (V). AL: XII (V), XIII (O).

Pleurosigma formosum Smith

Rara, con distribución mediterránea. (fig. 4, H).

CA: VI (P). MA: VIII (P), IX (I, P), X (I). AL: XI (I, V), XIII (P).

Pleurosigma formosum var. *balearica* Grunow

Variedad marcadamente mediterránea y muy característica de la zona X donde es frecuente encontrarla durante todo el año.

MA: IX (P), X (TA). AL: XI (I, P, O), XII (P).

Pleurosigma nicobaricum Grunow

Habitual, de amplia presencia desde la zona IV hasta la zona XII. (fig. 4, K).

HU: II (I), IV (P, V, O). CA: VI (O). MA: VIII, IX (O), X (P). AL: XI (I, P), XII (P, V, O), XIII (I, V, O).

Toxonidea balearica Cleve

Toxoidea gregoriana var. *balearica* Cleve

Rara, mediterránea.

AL: XII (P, V).

Toxonidea insignis Donkin var. *undulata* Norm.

Toxoidea undulata Prit

Rara de distribución coincidente con la otra especie del género. (fig. 4, J).

AL: XII (P, V).

Orden THALASSIOPHYSALES

CATENULACEAE

Amphora arenicola (Grunow) Cleve var. *mayor*

Cleaver

Rara, mediterránea.

MA: VIII (O), IX (V).

Amphora decussata Grunow

Rara.

HU: I (P), II (O), III (P). MA: VII (V), IX (P). AL: XIII (O).

Amphora cymbifera Gregory

Rara, mediterránea.

CA: VI (P). MA: X (V).

Amphora ostrearia Brébisson

Rara, mediterránea.

MA: X (I).

Orden BACILLARIALES

BACILLARIACEAE

Bacillaria paxillifer (Müller) Hendey

Bacillaria paradoxa Gmelin

Rara. Registrada por Establier et al (1986) en la Bahía de Cádiz y en el Mar de Alborán por Delgado (1990).

HU: I (P), II (V). MA: VIII (O), IX (P, V).

Cylindrotheca closterium (Ehrenberg) Reimann

Nitzschia closterium (Ehrenberg) W. Smith

Abundante, máximos de 199.939 c/l en la zona XII, sin embargo la máxima constancia de altas concentraciones poblacionales ocurren en la zona atlántica. Aunque el microscopio electrónico ha demostrado que la gran mayoría de las veces se trata de *C. closterium*, la dificultad que entraña a óptico diferenciarla de *Nitzschia longissima* ha hecho que se estudien conjuntamente. Registrada por Establier et al (1986) en la Bahía de Cádiz también de forma conjunta y en el mar de Alborán por Mercado et al. (2005) y Delgado (1990).

HU: I, II, III, IV (TA). CA: V, VI (TA). MA: VII, VIII, IX, X (TA). AL: XI, XII, XIII (TA).

Nitzschia distans Gregory

Rara, mediterránea.

MA: VII (I, P, V), VIII (I). AL: XII (P).

Nitzschia insignes Gregory var. *mediterranea*

Gregory

Habitual.

HU: I (P, V, O). CA: V (O). MA: VIII (V), IX (I). AL: XI (V), XII (P, V), XIII (V).

Nitzschia sigma (Kützing) W. Smith

Synedra sigma Kützing

Rara.

HU: III (V). CA: VI (P). AL: XI (O), XII (P), XIII (V).

Nitzschia spathulata Brebisson

Habitual, máximos en la zona XII en Julio con 31.968 c/l. Normalmente en concentraciones bajas.

HU: I (P, V, O), II (I, V), IV (O). CA: V (V), VI (I). MA: VII (P), IX (O). AL: XI, XII (P, V), XIII (I, P).

Pseudonitzschia australis Frenguelli

Nitzschia pseudoseriata Hasle

Habitual que protagonizó varios episodios tóxicos en Cádiz y Málaga durante la primavera. (fig. 4, L).

HU: I, II, III, IV (P). CA: V, VI (P, O). MA:

VII, VIII, IX (P).

Pseudonitzschia fraudulenta (Cleve) Hasle

Nitzschia seriata var. *fraudulenta* (Cleve)

Peragallo

Abundante, de amplia distribución, máximos de 376.372 c/l en octubre donde protagonizó un “bloom” importante. Registrada en el mar de Alborán por Mercado et al. (2005) y Delgado (1990).

HU: I, II, III, IV (TA). CA: V, VI (TA). MA: VII, VIII, IX, X (TA). AL: XI (I, P, O), XII (V, O), XIII (I, P, O).

Pseudonitzschia multiseriata Hasle

Pseudonitzschia pungens f. *multiseriata* (Hasle)

Hasle

Rara, normalmente aparece junto a otras especies del género *Pseudonitzschia* principalmente con *Pseudonitzschia pungens*. Mediterránea.

CA: VI (P). MA: VIII, IX (P).

Pseudonitzschia pseudodelicatissima cf. (Hasle)

Hasle

Nitzschia pseudodelicatissima Hasle. *Nitzschia delicatula* Svortzow

Habitual, mediterránea.

CA: V, VI (P). MA: VII (P). AL: XI (P, O), XII (I, P, O), XIII (O).

Pseudonitzschia pungens (Grunow) Hasle

Nitzschia pungens Grunow

Habitual, mayores concentraciones en primavera, mediterránea. Registrada en el Mar de Alborán por Delgado (1990).

CA: V (O), VI (P). MA: VII, VIII, IX (P, O). AL: XI, XII (I).

Pseudonitzschia subfraudulenta (Hasle) Hasle

Nitzschia subfraudulenta Hasle

Habitual, mediterránea.

CA: V, VI (O). MA: VII, VIII, IX, X (P).

Pseudonitzschia subcurvata (Hasle) Fryxell

Nitzschia subcurvata Hasle

Habitual, tanto atlántica como mediterránea, presente en pequeñísimas concentraciones.

HU: I, II, III (I, P, O), IV (TA). CA: V (I, O), VI (I, P, O). MA: VII (TA), VIII (I, P), IX (P, V, O), X (I). AL: XI (P, O), XII (I, P, O), XIII (O).

Orden SURIRELLALES
SURIRELLACEAE

- Campylodiscus clypeus* Ehrenberg
Rara. (fig. 4, M).
MA: VII (P V), VIII (V).
- Campylodiscus decurus* Bréb. var. *eudecora* Per
Rara.
HU: II, III (I). MA: VII (O).
- Campylodiscus thuretii* Brébisson
Rara, mediterránea.
MA: VIII (V), IX (P). AL: XI (V), XII (P).
- Cymatopleura solea* Bréb
Rara.
CA: VI (P).
- Surirella fastuosa* (Ehrenberg) Kützing var. *cuneata*
Wittrock
Habitual, en concentraciones muy bajas.
Registrada en el Mar de Alborán por Delgado (1990).
HU: I (I, V, O), II (TA), III (P, V, O), IV (V, O).
CA: V (P, V). MA: VII, IX (O), X (P).
- Surirella fluminensis* Grunow
Rara, mediterránea.
CA: V, VI (P). MA: X (P).
- Surirella gemma* Ehrenberg
Habitual, concentraciones muy bajas.
HU: I (P, V, O), III, IV (V, O). CA: V (P, V, O). MA: VII (V)
- Surirella ovalis* Brebisson
Habitual, en concentraciones muy bajas,
característica de la zona de VI.
CA: VI (I, P, O). MA: VII (I, P, O), VIII, X (P).
- Surirella pandura* Per var. *contracta* Peragallo et
Peragallo
Rara, mediterránea.
CA: VI (I). MA: X (P).
- Surirella smithii* Ralfs
Surirella constricta Smith
Rara. Presencia en el mes de enero.
MA: VIII, X (I).

**Especies de diatomeas más frecuentes en el
litoral de Andalucía**

Entre todos los táxones catalogados, los siguientes son los que se presentan con mayor abundancia celular y presencia en el total de muestras. En la figura 5 se han representado los taxones que formaron proliferaciones destacables a lo largo del ciclo anual estudiado.

Familia Thalassiosiraceae

Detonula pumila (Castracane) Gran

Thalassiosira excentrica (Ehrenberg) Hasle

Skeletonema costatum (Greville) Cleve

Familia Leptocylindraceae

Leptocylindrus danicus Cleve

Leptocylindrus minimus Gran

Familia Rhizosoleniaceae

Rhizosolenia imbricata Britghtwell

Rhizosolenia setigera Britghtwell

Proboscia alata var. *inermis* (Castracane) Jordan

Proboscia alata var. *gracillima* (Britghwell)

Sundström

Guinardia delicatula (Cleve) Hasle

Guinardia flaccida (Castracane) Perigallo

Guinardia striata (Stolterforthii) Perigallo

Dactyliosolen fragilissimus (Bergon) Hasle

Dactyliosolen phuketensis (Sundström) Hasle

Familia Hemiaulaceae

Cerataulina pelagica (Cleve) Hendey

Eucampia cornuta (Cleve) Grunow

Hemiaulus sinensis Greville

Familia Chaetocerotaceae

Chaetoceros affinis Lauder

Chaetoceros compressus Lauder

Chaetoceros curvisetus Cleve

Chaetoceros decipiens Cleve

Chaetoceros didymus Ehrenberg

Chaetoceros sociales Lauder

Familia Lithodesmiaceae

Ditylum brightwellii (West) Grunow

Familia Fragilariaceae

Lioloma cf. pacificum (Cup) Hasle

Thalassionema nitzschioides (Grunow)

Mereschkowsky

Familia Naviculaceae

Pleurosigma angulatum (Quekett) Smith

Familia Bacillariaceae

Cylindrotheca closterium (Ehrenberg) Reimann

Pseudonitzschia fraudulenta (Cleve) Hasle

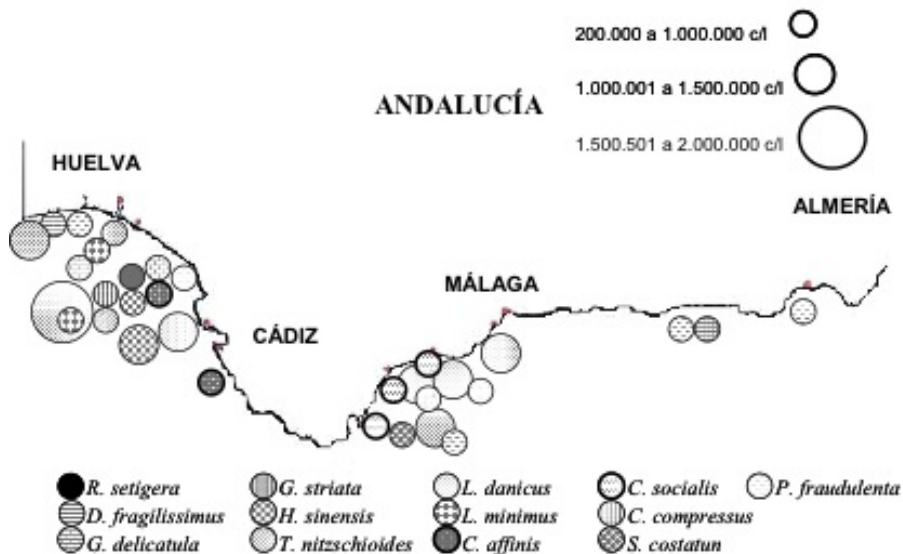


Figura 5. Distribución de las principales proliferaciones de diatomeas en el año 2000 en la costa de Andalucía. *Rhizosolenia setigera*, *Dactyliosolen fragilissimus*, *Guinardia delicatula*, *Guinardia striata*, *Hemiaulus sinensis*, *Thalassionema nitzschioides*, *Leptocylindrus danicus*, *Leptocylindrus minimus*, *Chaetoceros affinis*, *Chaetoceros sociales*, *Chaetoceros compressus*, *Skeletonema costatum* y *Pseudonitzschia fraudulententa*.
 Distribution of major blooms of diatoms from the coast of Andalusia in 2000. *Rhizosolenia setigera*, *Dactyliosolen fragilissimus*, *Guinardia delicatula*, *Guinardia striata*, *Hemiaulus sinensis*, *Thalassionema nitzschioides*, *Leptocylindrus danicus*, *Leptocylindrus minimus*, *Chaetoceros affinis*, *Chaetoceros sociales*, *Chaetoceros compressus*, *Skeletonema costatum* and *Pseudonitzschia fraudulententa*.

Diatomeas tóxicas o nocivas detectadas en el litoral de Andalucía.

Cuando las poblaciones de diatomeas se desarrollan en aguas turbulentas, con elevadas concentraciones de nutrientes y bajos o moderados valores de temperatura pueden producir enormes poblaciones que, aun no produciendo ninguna sustancia tóxica, pueden generar problemas en la cadena trófica, constituyen las denominadas diatomeas nocivas.

Las diatomeas nocivas son capaces de producir mortandades masivas de organismos marinos bien por anoxia en el medio ligada a los procesos de descomposición de la elevada biomasa producida, o bien porque sus frústulos presentan grandes tamaños o estructuras punzantes que lesionan los tejidos de los peces

causandoles la muerte (Ferrario, 2002). Entre las especies nocivas que aparecen con mayor frecuencia en el litoral mediterráneo destacan *Chaetoceros socialis* que superó las 800.000 cél/l, *Skeletonema costatum* con 271.000 cél/l y *Rhizosolenia setigera* con 309.406 cél/l. Por el contrario en la vertiente atlántica destacan *Nitzschia longissima* con 200.000 cél/l, *Leptocylindrus minimus* con 385.211 cél/l y *Thalassiosira* sp. colonial con 1.805.992 cél/l.

Entre las especies capaces de producir toxinas destacan aquellas productoras de ácido domoico como son las del género *Pseudonitzschia*. Esta toxina se acumula especialmente en bivalvos que cuando son destinados al consumo humano es capaz de producir la muerte (Bates *et al.*, 1989). En el año 2000 se produjeron 18 episodios en

los que la densidad poblacional de las especies de *Pseudonitzschia* superó las 150.000 células/l, 4 fueron tóxicos y todos ellos protagonizados por *Pseudonitzschia australis*, a veces acompañada por *P. cf. pseudodelicatissima*. En el resto de los episodios la especie dominante fue *Pseudonitzschia fraudulenta*.

Consideraciones biogeográficas y estacionales

Como representantes abundantes en todo el litoral andaluz destacamos *Leptocylindrus minimus*, *Leptocylindrus danicus*, *Pseudonitzschia fraudulenta*, *Skeletonema costatum*, *Thalassionema nitzchioides*, *Guinardia striata*, *Guinardia delicatula*, y *Dactyliosolen phuketensis*. Las cuatro primeras especies son capaces de producir grandes proliferaciones y coinciden con las abundantes descritas en Delgado (1990) y Mercado *et al.* (2005) en el Mar de Alborán. La taxocenosis de la provincia de Cádiz en el periodo de estudio difiere de la obtenida por Establier *et al.* (1986) en la bahía de Cádiz en otoño e invierno si bien en la primavera y el verano si hay importantes coincidencias dominando *Skeletonema costatum*, especies del género *Pseudonitzschia*, *Leptocylindrus danicus* y taxones del género *Chaetoceros*.

Entre las especies atlánticas destacan las de influencia dulceacuícolas, especialmente *Aulacoseira granulata* y *A. ambigua*, *Cyclotella meneshianiana*, *Attheyea decora*, *Cistula lorenciana*. Entre las especies mediterráneas destacan los taxones pertenecientes a los géneros *Thalassiosira*, *Rhizosolenia*, *Chaetoceros*, *Lyrella*, un gran número de especies pertenecientes a la familia *Pleurosigma* (*Pleurosigma*, *Toxonidea*, *Donkinia* y *Gyrosigma*), podemos mencionar como algunos de los más constantes a *Thalassiosira punctigera*, *Chaetoceros didymus*, *Chaetoceros radicans*, *Chaetoceros rostratus*, *Preurosigma formosum*, *Lyrella lyra*, *Pseudonitzschia pungens*, *Pseudonitzschia multiseries*.

Los géneros que mostraron mayor

riqueza específica fueron *Chaetoceros* con 20 taxones, junto a *Thalassiosira* y *Rhizosolenia* representados con 9 y 8 taxones respectivamente. En las diatomeas pennadas el género *Lyrella* con 9 taxones, así como *Gyrosigma* y *Pseudonitzschia* con 7 taxones cada uno fueron los géneros representados por un mayor número de taxones.

De la distribución espacial se concluye que existen 12 especies con representación exclusiva en las estaciones atlánticas, mientras que 69 son propias de estaciones mediterráneas. El resto de taxones presenta una distribución tanto en estaciones mediterráneas como atlánticas.

En cuanto a la presencia y abundancia celular hemos identificado 119 taxones como raros, 57 como habituales y 30 como especies abundantes. Entre los taxones abundantes con carácter marcadamente atlántico, destacan *Hemiaulus sinensis* y *Eucampia cornuta*, mientras que en la zona mediterránea lo son *Cerataulina pelagica* y *Proboscia alata f. inermis*.

BIBLIOGRAFÍA

- BÉRARD-TERRIAULT, L., M. POULIN y L. BOSSÉ -1999- *Guide d'identification du phytoplancton marin de l'estuaire et du golfe de Saint-laurent incluant certains protozoaires*. Special supplement, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 128, 387 p.
- BATES, S. S., C. J. BIRD y A.S. DE FREITAS -1989- Pennate diatoms *Nitzschia pungens* as primary source of domoic acid, a toxin in shellfish from eastern Prince Edward Island, Canada. *Can J. Fish. Aq. Sci.* 46: 1203-1215.
- CLEVER-EULER, A. -1951- *Die Diatomeen von Schweden und Finnland*. Stockholm: Almqvist & Wiksells. Kungliga svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, Fjärde Serie 4. 2(1). 163 p.
- CROS, C., M. FORTUÑO -2002- Atlas of Northwestern Mediterranean Coccolithophores. *Sci. Mar.*, 66, Supl. 1.

- CUPP, E. E. -1943- Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Bull. Scripps Inst. Oceanogr. Uni. Calif., 5: 1-238.
- DELGADO, M. -1990- Phytoplankton distribution along the Spanish coast of the Alboran Sea. *Sci. Mar.* 54(2): 169-178.
- DELGADO, M. y J. M. FORTUÑO -1991- Atlas de fitoplancton del Mar Mediterráneo. *Sci. Mar.* 55 (Supp.1): 1-133.
- España. Andalucía. Orden 15 de Julio de 1993, por la que se declaran las zonas de producción y protección o mejora de moluscos bivalvos, moluscos gasterópodos, tunicados y equinodermos marinos de la Comunidad Autónoma de Andalucía. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, 5 de agosto de 1993, nº 85 p. 7525
- ESTABLIER, R., L. M. LUBIÁN y J. BLASCO -1983- Fitoplancton e Hidrografía de la Bahía de Cádiz (SO de España), de enero de 1974 a octubre de 1983. *Inv. pesq.* 47(1): 39-56.
- ESTABLIER, R., L. M. LUBIÁN y J. BLASCO -1986- Fitoplancton e Hidrografía de la Bahía de Cádiz (SO de España), de marzo de 1980 a diciembre de 1983. *Inv. pesq.* 50(1): 69-81.
- ESTRADA, M. -1999- Hidrodinámica i fitoplànton en el mar catalá. Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Bacerlona. Barcelona.
- FERNANDEZ, E. y BODE, A. -1994- Succession of phytoplankton assemblages in relation to the hydrography in the southern Bay of Biscay: a multivariate approach. *Sci. Mar.*, 58:191-205.
- FERRARIO, M. E. y E. A SAR -2002- Diatomeas potencialmente tóxicas del Cono Sur Americano. En: Sar EA, ME Ferrario y B Reguera (eds), Floraciones algales nocivas en el Cono Sur Americano, pp. 169-194. Instituto Español de Oceanografía, Madrid.
- FIGUEIRAS, F. G. y F. X. NIL -1987- Distribución estacional y espacial de fitoplancton en la ría de Pontevedra (NO de España). *Invs. pesq.* 51(2): 293-320.
- GERMEIN, H. -1981- *Flore des diatomées. Diatomophycées*. Boubée. Paris. 249 p.
- GÓMEZ, F.N., GONZÁLEZ, F. ECHEVARRIA y C.M. GARCÍA -2000- Distribution and fluxes of dissolved nutrients in the Strait of Gibraltar and its relationships to microphytoplankton biomass. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 51(4): 432-449.
- HASLE, G. R. y E. E. SYVERTSEN -1997- Marine Diatoms. 385 p. in: Tomas C. R. (ed.) *Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates*. San Diego: Academic Press, Inc. 858 p.
- HENDEY, N. I. -1964- An Introductory Account of the Smaller Algae of British Coastal Waters. Part V. Bacillariophyceae. Her Majesty's Stationery Office, London, England.
- HUSTEDT, F. -1930- *Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete*. In Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschlands, Österreichs und der Schweiz, 7. 920 p.
- KRAMMER, K. y H. LANGE-BERTALOT -1985- Naviculaceae. Neue und wenig bekannte Taxa, neue diatoms Kombinationen und Synonyme sowie Bemerkungen zu einigen Gattungen. *Bibliotheca Diatomologica*, 9.
- KRAMMER, K. y H. LANGE-BERTALOT -1986- Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. In Süßwasserflora von Mitteleuropa (begründet von A. Pascher) (H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer, eds), 2(1). G Fischer Verlag, Stuttgart & New York.
- MARGALEF, R. y M. ESTRADA -1971- Simple approaches to a pattern analysis of phytoplankton. *Inv. pesq.* 35(1): 269-297.
- MARGALEF, R. y M. ESTRADA -1987- Synoptic distribution of summer microplankton (Algae and Protozoa) across the principal front in the Western Mediterranean. *Investigaciones pesqueras* 51(1): 121-140.
- MASSUTI, M., R. MARGALEF -1950- Introducción al estudio del plankton marino. C.S.I.C. Sec. Biol. Mar. Inst. Biol. Api., 1-182
- MERCADO, J. M., T. RAMÍREZ, D. CORTES, M. SEBASTIÁN y M. VARGAS-YÁÑEZ -2005- Seasonal and inter-annual variability of the phytoplankton communities in an upwelling area of the Alborán Sea (SW Mediterranean Sea). *Sci. Mar.* 69 (4): 451-465.
- PANKOW, H., -1976- Algenflora der Ostsee. II. Plankton (einschl. bentischer Kieselalgen), Gustav Fischer Verlag, Jena.
- PERAGALLO, H., M. PERAGALLO -1897-1908- *Diatomees marines de France et des districts maritimes voisins. Micrographie-Editeur*. Grez-sur-Loing. 491 p.

- RIVERA-GONZÁLEZ, M. C. -2001- *Diatomeas de la costa de Granada*. Tesina. Universidad de Granada, Granada. 243 p
- RIVERA-GONZÁLEZ, M. C. -2004- *Estudio taxonómico de las diatomeas planctónicas del litoral andaluz. Caracterización de las comunidades potencialmente tóxicas o nocivas*. Tesis doctoral, Universidad de Granada, Granada. 449 p.
- ROUND, F. E., R. M. CRAWFORD and D. G. MANN -1990- *The diatoms. Biology and morphology of the genera*. Cambridge University Press. 747 p.
- SOURNIA, A. -1986- *Atlas du phytoplancton marin : introduction Cyanophycées, Dictyochophycées et Raphidophycées*. Centre National de la Recherche Scientifique Paris. V 1. 220 p.
- SUTHERLAND T. F., LEONARD C., TAYLOR F.J.R. -1992- A segmented pipe sample for integrated profiling of the upper water column. *J. Plankton Res.* Nº 14: 915-923.
- TOMAS, C. (1997) *Identifying Marine Phytoplankton*. Academic Press. New York, 858 pp
- UTERMÖHL, H. -1958- Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton Methodik. *Mitt. Int. Ver. Theor. angew. Limnol.*, 9: 1-38
- VARELA, M. -1986- Iconografía y nuevas adiciones al catálogo de diatomeas bentónicas de las costas de Galicia. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 3(2)
- VARELA, M. -1991- Inventario das diatomeas planctónicas mariñas de Galicia (Bacillariophyceae). *Cuadernos de área de Ciencias Biológicas (Inventarios) Seminarios de Estudios Galegos*. Vol X. 11-52
- VARELA, M., R. BAO -1996- Inventario de las diatomeas bentónicas marinas de Galicia (Bacillariophyceae) *Cuadernos de área de Ciencias Biológicas (Inventarios) Seminarios de Estudios Galegos*. Vol. XI. 71 p.
- WITKOWSKI, A., H. LANGE-BERTALOT y D. METZELTIN -2000- *Iconographia Diatomologica: Annotated diatom micrographs*. H. Lange-Bertalot (ed.). V. 7. Diversity-taxonomy-identification/Diatoms flora of marine coasts I. A.R.G. Gantner Verlag K.G., 925 p.