

Variación estacional del fitoplancton en
una estación nerítica del Canal de
Mallorca (Mediterráneo Occidental):
2000-2001.

Joaquín Valencia Vila

Tese de Doutoramento



Universidade da Coruña
Departamento de Bioloxía Celular e Molecular
2013



Variación estacional del fitoplancton en
una estación nerítica del Canal de
Mallorca (Mediterráneo Occidental):
2000-2001.

Joaquín Valencia Vila

Departamento de Biología Celular e Molecular

Facultade de Ciencias

Universidade da Coruña

Directores: Dr. Manuel Varela Rodríguez y Dra. M^a Luz
Fernández de Puelles.

2013



Variación estacional del fitoplancton en una estación
nerítica del Canal de Mallorca (Mediterráneo Occidental):
2000-2001.

Memoria de tesis doctoral presentada por el Licenciado Joaquín Valencia Vila en el
Departamento de Biología Celular e Molecular de la Facultad de Ciencias de la
Universidade da Coruña, para optar al grado de Doctor.

2013



El Dr. Manuel Varela Rodríguez y la Dra. M^a Luz Fernández de Puelles, Científicos Titulares del Instituto Español de Oceanografía respectivamente en los Centros Oceanográficos de A Coruña y Palma de Mallorca, informan que la memoria de tesis doctoral titulada:

Variación estacional del fitoplancton en una estación nerítica del Canal de Mallorca (Mediterráneo Occidental): 2000-2001.

presentada por el Licenciado Joaquín Valencia Vila para optar al grado de Doctor por la Universidade da Coruña, ha sido realizada bajo su dirección, cumpliendo las condiciones exigidas para su presentación, la cual autorizan.

Para que así conste y surta los efectos oportunos, firman la presente,

Dr. Manuel Varela Rodríguez
En A Coruña a 11 de febrero
De 2013.

Dra. M^a Luz Fernández de Puelles
En Palma de Mallorca a 6 de febrero
de 2013.



La Dra. Ángeles Cid Blanco, profesora titular del Departamento de Biología Celular e Molecular de la Universidade da Coruña, y tutora de la presente memoria de tesis doctoral titulada:

Variación estacional del fitoplancton en una estación nerítica del Canal de Mallorca (Mediterráneo Occidental): 2000-2001.

de la que es autor el Licenciado Joaquín Valencia Vila, y que ha sido dirigida por el Dr. Manuel Varela Rodríguez y la Dra. M^a Luz Fernández de Puellas, Científicos Titulares del Instituto Español de Oceanografía en los Centros Oceanográficos de A Coruña y Palma de Mallorca, respectivamente.

AUTORIZA su presentación en la Universidade da Coruña para su lectura y defensa

Y para que así conste y surta los efectos oportunos, firma la presente en A Coruña, a 27 de febrero de 2013

Ángeles Cid Blanco

Ó meu pai, *in memoriam*.

AGRADECIMIENTOS

Para poder llevar a cabo este trabajo necesité la inestimable ayuda y el apoyo de gran cantidad de gente, espero no olvidarme de nadie. Por lo que ahí va mi agradecimiento a las siguientes personas:

Xavier Jansá, maestro y amigo. Fue el tutor durante mi periodo de becario en el C.O. de Palma Mallorca. A pesar de no poder figurar como director en esta tesis estuvo siempre atento a las distintas versiones de la misma. Aún cuando estaba jubilado me seguía enviando correcciones y sugerencias al texto. Xavier Jansá era además quien realizaba los análisis de clorofila.

Manuel Varela que desinteresadamente se ofreció a dirigirme la tesis a pesar de no estar involucrado con el proyecto, lo que demuestra esa gran generosidad que siempre ha tenido. Además me ayudó mucho al principio de mi etapa de becario con la identificación de fitoplancton.

Mari Luz Fernández de Puelles por su apoyo durante mi etapa de becario y en la elaboración de la tesis. Mari Luz era además la IP del proyecto Hercule, y la responsable de los datos de zooplancton y del resto de variables muestreadas.

Toda la gente que pasó por el “sufrido” B/O *Arola* especialmente Pedro Sánchez, Tolo Salamanca, Mariano Serra y Juan Carlos Alonso. Mariano Serra fue además quien trató y depuró los datos de CTD.

Tomeu Amengual, fue el responsable de los análisis de nutrientes, salinidad y concentración de oxígeno. Además agradezco su ayuda y la de Juan Carlos Alonso a la hora de resolver mis dudas sobre la parte química.

Laura Vicente y Ana Morillas mis alegres y estupendas “vecinas”, ellas fueron las encargadas de realizar los análisis de las muestras de zooplancton.

José Luís López-Jurado y Diego Berasategui por su colaboración para ayudarme a entender la física oceanográfica de las Baleares.

Los “modelos” del IEO-Coruña por su colaboración (por orden descendente de lo pesado que fui con ellos): Luz, Pablo, Manuel y Marcos.

Inés González Viana por sus comentarios y correcciones. *Quid pro quo* estoy impaciente por leer una apasionante tesis sobre isótopos en algas.

Lucía Cañas que me ayudó con la parte estadística y con quien sufría en paralelo el “parto” de la tesis.

Isabel Herraiz, otra con quien compartí este “embarazo”, por su ayuda y consejos con la parte administrativa.

María Hermida, por su asistencia técnica a la hora de fotochopear.

Xisco Amengual por su asesoramiento y por facilitarme trabajos que fueron de gran ayuda.

La gente del ICM-CSIC: LLu sa Cros, Magda Vila, Laura Ar n y Marta Estrada que me ayudaron y me enseñaron durante mi corta estancia en su institución.

 ngeles Cid que me abrió la puerta de este mundo de la ciencia y la oceanografía. Además se ofreció para ser mi tutora y me ayudó en los trámites administrativos de la tesis.

La tripulación del B/O Od n de Buen dónde tan buenos momentos pasó. Sobre todo a partir del bocadillo de 10:00, cuando mi estómago ya estaba asentado. Las campañas en este barco eran el mejor entrenamiento posible para el estómago de un oceanógrafo.

Jorge Lorenzo que me ayudó con la identificación del fitoplancton cuando empezaba con esta difícil tarea.

Antonio Bode por su orientación a la hora de enfocar la tesis.

Mis queridos ex-compañeros de Mallorca con quién tan bien me lo pasaba: Cristina, Beatriz, Elisa, Ana_s (as galeguiñas Massanet e Felpete), Sandra, Javier, Alberto, Biel, Dolores, Jose Luis, Ramón, Silvia, etc.

El equipo de Bentos donde actualmente trabajo: Santi, Inma, Carmiña, Juan y Antía.

La gente Carnavalera del IEO, para que sigamos con el mismo humor (o mejor) un montón de años. Muchos ya fueron mencionados en los párrafos anteriores, al resto me veo obligado a nombrarlos porque sé que es la única parte que se van a leer de esta memoria: Miguel, Fernando, Carlota, Ángel, Carmen Murcianica, Jose Luis, Tere, Bruno, Gelines, Fátima, Henar, Bernal, Alex_s (Roura y Castro), Nuria, Marta_s (Varela y Andrade), Yoli, Bego_s (Río y Castro), Arancha, Mariam Torres, Paula_s (Iglesias y Conde), Silvia, etc. Espero no haberme olvidado de nadie porque sé que me lo recordará hasta el día que me jubile. Confío en que ya esté constituida la Comisión Post-Defensa de Tesis.

Dolo, por aguantarme estos últimos meses.

Y por supuesto, como no, mi familia.

La parte experimental de esta tesis se realizó gracias a una Beca de Formación de Personal Investigador del Instituto Español de Oceanografía entre enero de 2001 y agosto de 2003.

Este estudio se realizó principalmente dentro del marco del Proyecto Hercule, y en menor medida del Proyecto Radiales. Ambos proyectos fueron financiados por el Instituto Español de Oceanografía (Investigadora Principal: M. L. Fernández de Puelles).

*Levo un navío nas veas
eu nacín pra mariñar*

Fuxan os Ventos

*El océano es de todos y no es de nadie,
pertenece a los pensamientos más
atrevidos, a los espíritus científicos más
aventureros, al más duro trabajo
humano y al mejor organizado.*

Odón de Buen (Fundador del IEO)

RESUMEN

Entre septiembre de 2000 y septiembre de 2001 se estudió la concentración de clorofila-*a*, junto con la abundancia y composición de la comunidad fitoplanctónica de una estación nerítica en el Canal de Mallorca (Mediterráneo Occidental). El muestreo se realizaba aproximadamente cada 12 días. La concentración de clorofila-*a* varió entre 0.04 $\mu\text{g l}^{-1}$ y 1.79 $\mu\text{g l}^{-1}$; mientras que la abundancia de fitoplancton osciló entre 15 céls ml^{-1} y 352 céls ml^{-1} . Fue un año relativamente productivo, consecuencia de la importante mezcla convectiva ocurrida ese invierno y al predominio de aguas del norte. El nitrógeno fue el principal elemento limitante del fitoplancton. El grupo taxonómico dominante fue el de los dinoflagelados nanoplanctónicos, seguidos por los cocolitoforados y los nanoflagelados. Se detectaron proliferaciones de fitoplancton (concentración de clorofila-*a* > 1 $\mu\text{g l}^{-1}$) en enero, febrero, marzo y junio. El patrón de las floraciones encontradas fue el siguiente: cocolitoforados y nanoflagelados (con presencia desigual de diatomeas) > diatomeas ruderales > dinoflagelados. La estructura trófica dominante fue la red trófica microbiana, sin embargo la red trófica multívora pudo ser importante en las proliferaciones de enero y marzo y, en menor medida, en el DCM (Máximo Profundo de Clorofila) durante la época de estratificación estival.

RESUMO

Entre setembro de 2000 e setembro de 2001 estivoouse a concentración de clorofila-*a*, xunto coa abundancia e composición da comunidade fitoplanctónica dunha estación nerítica na Canle de Mallorca (Mediterráneo Occidental). A mostraxe realizábase aproximadamente cada 12 días. A concentración de clorofila-*a* variou entre 0.04 $\mu\text{g l}^{-1}$ e 1.79 $\mu\text{g l}^{-1}$; mentres que a abundancia de fitoplancto oscilou entre 15 céls ml^{-1} e 352 céls ml^{-1} . Foi un ano relativamente productivo, consecuencia da importante mestura convectiva acontecida ese inverno e ó predominio de augas do norte. O nitróxeno foi o principal elemento limitante do fitoplancto. O grupo taxonómico dominante foi o dos dinoflaxelados nanoplanctónicos seguidos polos cocolitoforados e os nanoflaxelados. Detectáronse proliferacións de fitoplancto (concentracións de clorofila-*a* > 1 $\mu\text{g l}^{-1}$) en xaneiro, febreiro, marzo e xuño. O patrón das floracións atopadas foi o seguinte: cocolitoforados e nanoflaxelados (con presenza desigual de diatomeas) > diatomeas ruderais > dinoflaxelados. A estrutura trófica dominante foi a rede trófica microbiana,

nembargantes a rede trófica multívora puido ser importante nas proliferacións de xaneiro e marzo e, en menor medida, no DCM (Máximo Profundo de Clorofila) durante a estratificación estival.

ABSTRACT

Between September 2000 and September 2001 the concentration of chlorophyll-*a*, along with the abundance and composition of the phytoplanktonic community was studied in a neritic station in the Mallorca Channel (Western Mediterranean). Sampling was performed every 12 days approximately. The chlorophyll-*a* concentration ranged from 0.04 mg l⁻¹ to 1.79 mg l⁻¹, while the abundance of phytoplankton varied between 15 cells ml⁻¹ and 352 cells ml⁻¹. It was a relatively productive year, as a result of the important convective mixing occurred that winter and the prevalence of northern waters. Nitrogen was the main limiting element for the phytoplankton. The dominant taxonomic group was the nanoplanktonic dinoflagellates, followed by coccolithophores and by nanoflagellates. Phytoplankton blooms (chlorophyll-*a* concentration > 1 mg l⁻¹) were detected in January, February, March and June. The bloom sequence was: coccolithophores and nanoflagellates (with unequal presence of diatoms) > ruderal diatoms > dinoflagellates. The dominant trophic structure was the microbial food web, however the multivorous food web could have been important in the January and March blooms and, to a lesser extent, in the DCM (Deep Chlorophyll Maximum) during the summer stratification period.

Índice

Índice

I. Introducción y objetivos -----	1
1.1 Mar Mediterráneo: marco físico -----	3
1.2 Sales nutrientes -----	7
1.3 Fitoplancton-----	8
1.3.1 Limitación de la producción fitoplanctónica por nutrientes -----	9
1.3.2 Proliferaciones de fitoplancton-----	9
1.3.3 Sucesión del fitoplancton -----	10
1.3.4. Máximo Profundo de Clorofila-----	13
1.4 Redes tróficas -----	15
1.5 OBJETIVOS -----	17
II. Material y métodos -----	19
2.1 Zona de estudio -----	21
2.2 Toma de muestras -----	22
2.3 Variables físicas -----	23
2.3.1. Datos meteorológicos-----	23
2.3.2 Hidrografía -----	23
2.3.3 Radiación luminosa-----	23
2.4 Variables químicas -----	24
2.4.1 Sales nutrientes -----	24
2.4.2 Oxígeno disuelto -----	25
2.5 Variables biológicas-----	25
2.5.1 Clorofila- <i>a</i> -----	25
2.5.2 Abundancia y composición del fitoplancton-----	25
2.5.3 Biomasa del zooplancton -----	27
2.6 Tratamiento de datos-----	28
III. Resultados. Variables ambientales, clorofila-<i>a</i> y abundancia del fitoplancton. -----	31
3.1 Meteorología-----	33
3.2 Condiciones hidrográficas-----	34

3.2.1 Temperatura -----	34
3.2.2 Salinidad -----	36
3.2.3 Densidad y estratificación-----	38
3.3 Masas de agua -----	38
3.4 Radiación solar -----	40
3.5 Sales nutrientes -----	40
3.5.1 Nitrato-----	42
3.5.2 Nitrito -----	45
3.5.3 Fosfato -----	45
3.5.4 Silicato -----	47
3.6 Saturación de oxígeno -----	47
3.7 Clorofila- <i>a</i> -----	50
3.8 Abundancia de fitoplancton -----	53
3.9 Limitación del fitoplancton por nutrientes -----	55
3.10 Biomasa de zooplancton -----	58
3.11 Periodos oceanográficos: resumen -----	59

IV. Resultados. Grupos y especies de fitoplancton ----- 63

4.1 Contribución a la abundancia de los principales grupos de fitoplancton -----	65
4.2 Abundancia y composición de los principales grupos de fitoplancton durante el ciclo estudiado -----	68
4.2.1 Dinoflagelados -----	68
4.2.2 Flagelados indeterminados -----	71
4.2.3 Cocolitoforados -----	73
4.2.4 Diatomeas -----	75
4.2.5 Criptofíceas-----	78
4.2.6 <i>Solenicola setigera</i> -----	80
4.3 Síntesis de la información de la abundancia específica. Análisis multivariante-----	82
4.3.1 Análisis de Componentes Principales -----	82
4.3.2 Análisis Discriminante -----	97
4.4 Ciclo anual del fitoplancton -----	103

V. Discusión	109
5.1 Características hidrográficas	111
5.2 Sales nutrientes	113
5.3 Ciclo del fitoplancton y relación con las variables ambientales. Periodos oceanográficos	115
5.3.1 Limitación del fitoplancton por sales nutrientes	118
5.3.2 Fitoplancton en los periodos oceanográficos	119
5.3.3. Redes tróficas en la zona de estudio	132
5.3.4 Evolución de las proliferaciones de fitoplancton: Consideraciones finales	133
VI. Conclusiones	139
VII. Bibliografía	143
VIII. Apéndices	170
Apéndice 1	172
Apéndice 2	178
Apéndice 3	182
Apéndice 4	188
Apéndice 5	196

A grayscale micrograph showing a cross-section of a leaf. The image displays various cellular structures, including large, clear, oval-shaped cells, likely mesophyll cells, and smaller, more densely packed cells, possibly epidermal or guard cells. The overall structure is elongated and tapers at both ends. The text "I. Introducción y objetivos." is overlaid in the center of the image.

***I. Introducción
y objetivos.***

1.1 MAR MEDITERRÁNEO: MARCO FÍSICO

El Mar Mediterráneo se encuentra prácticamente aislado del Océano Atlántico excepto por el intercambio producido en el Estrecho de Gibraltar (Figura 1.1). De hecho, el Mediterráneo es el mayor de los mares casi-cerrados del mundo (Meybeck *et al.*, 2007) y debido a ese confinamiento suele considerarse como un océano en miniatura (ej. Hopkins, 1985). Longhurst (1998) clasificó la cuenca entera del Mediterráneo como “*subtropical limitada por nutrientes con periodo de producción en invierno-primavera*”. Teniendo en cuenta las concentraciones de nutrientes y de clorofila-*a* ($0.3 \mu\text{g l}^{-1}$ de promedio en el Mediterráneo Occidental; Santoleri *et al.*, 2008) se considera que, en general, es un mar oligotrófico (ej. Estrada, 1998; Siokou-Frangou *et al.*, 2009), aunque con excepciones en determinadas áreas y épocas del año (Estrada *et al.*, 1985). El clima de su cuenca junto a la dinámica que tiene lugar en el Estrecho de Gibraltar son claves para entender la biología de este mar. La climatología se caracteriza por sus veranos cálidos y secos, e inviernos templados y medianamente húmedos (Cros, 2002). La evaporación supera a los aportes de agua dulce de la lluvia y los ríos, lo que da lugar a una cuenca de concentración (Salat y Font, 1985). Debido a esto, las aguas del Mediterráneo poseen una salinidad relativamente elevada, 37-39 comparado con el 36.5 del Océano Atlántico (Emelyanov y Shimkus, 1986). Como consecuencia de este exceso de evaporación, el Mediterráneo funciona básicamente como un estuario negativo (Estrada, 1985a). En el Estrecho de Gibraltar entra agua desde el Atlántico para compensar las pérdidas por evaporación, este agua atlántica penetra por la capa superficial ya que es menos salina y por lo tanto menos densa que el agua residente mediterránea. Al mismo tiempo y por su mayor densidad, el agua mediterránea sale como una corriente profunda. Por lo tanto a través del Estrecho de Gibraltar entra agua superficial con baja concentración de nutrientes y sale agua profunda más enriquecida. Este balance negativo es el principal responsable de la oligotrofia general del Mediterráneo.



Figura 1.1: Mediterráneo Occidental

Tras pasar por el Estrecho de Gibraltar y por el Mar de Alborán, el Agua Atlántica que penetra en el Mediterráneo alcanza la Cuenca Argelina. Esta masa de agua se denomina normalmente Agua Atlántica Modificada o Reciente (recent AW). Una vez en el Mar de Alborán forma principalmente giros anticiclónicos (Puillat *et al.*, 2002), dando lugar a la formación de frentes con importantes niveles de producción primaria (Lohrenz *et al.*, 1988). Después de pasar el Mar de Alborán parte de esta corriente se bifurca hacia las Islas Baleares (Figura 1.2).

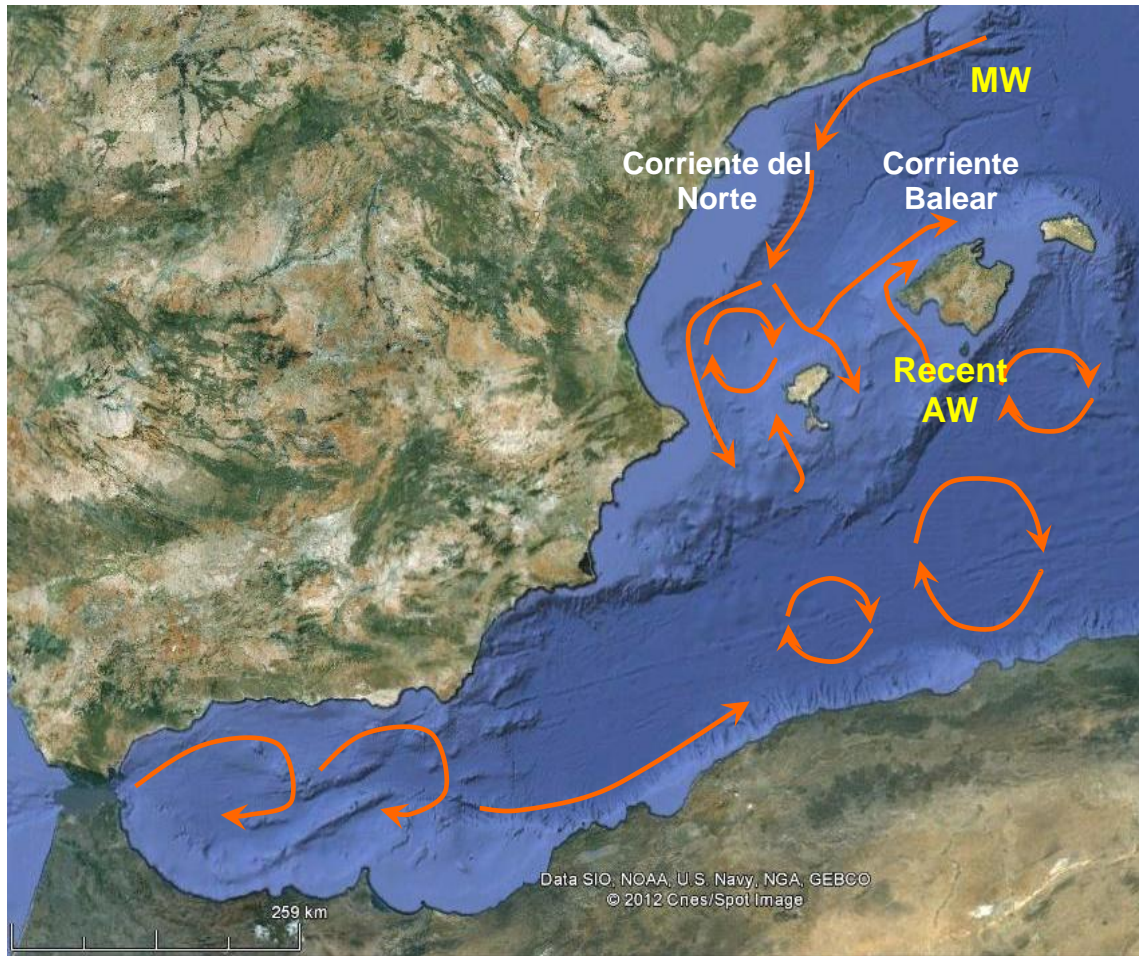


Figura 1.2: Representación esquemática de la circulación superficial predominante en el Mediterráneo Occidental. Recent AW: Agua Atlántica Reciente o Agua Atlántica Modificada. MW: Agua Mediterránea Superficial o Agua Atlántica Residente (Basado en Millot, 1999; Pinot *et al.*, 2002; Siokou-Frangou *et al.*, 2009; Torres *et al.*, 2011).

Por otro lado, en la capa superficial del Mediterráneo Noroccidental hay agua con mayor salinidad que la procedente del Atlántico que se denomina normalmente Agua Mediterránea Superficial (MW, Alemany *et al.*, 2010) o Agua Residente Atlántica (Torres *et al.*, 2011). En la cuenca Noroccidental predomina la circulación ciclónica (Siokou-Frangou *et al.*, 2010). El Agua Mediterránea Superficial es transportada a lo largo del talud continental hacia el sur por la Corriente del Norte (Pinot *et al.*, 2002). Esta corriente se bifurca al alcanzar el norte del Canal de Ibiza. La ramificación principal penetra en el Canal de Ibiza y en menor medida la otra rama se dirige hacia

el nordeste formando la Corriente Balear, aunque existe una importante variabilidad interanual en este esquema general, como veremos más adelante (Pinot *et al.*, 2002).

El Archipiélago de las Baleares supone una barrera topográfica orientada en dirección SW-NE entre la Cuenca Noroccidental y la Cuenca Sudoccidental o Argelina. El Canal de Ibiza y el Canal de Mallorca poseen un ancho superior a las 40 millas, una profundidad máxima superior a 600 m y una plataforma insular estrecha (sobre 10 millas). Esto permite una importante circulación a través de ellos, jugando un papel fundamental en el transporte de masas de agua, calor y otras propiedades (López-Jurado *et al.*, 1996). De forma general, la advección hacia el sur de Agua Mediterránea Superficial tiene lugar mayoritariamente a través del Canal de Ibiza, mientras que el Canal de Mallorca canaliza preferentemente Agua Atlántica Reciente hacia la Cuenca Noroccidental (Pinot *et al.*, 2002). Aunque al ser el archipiélago Balear una zona de frontera hidrológica este esquema general sufre una importante variabilidad estacional e incluso interanual. Se ha observado que en los años fríos hay una circulación predominante de aguas del norte hacia la Cuenca Argelina en el Canal de Mallorca. En estos años fríos los vientos causan una intensificación de la Corriente del Norte permitiendo una mayor presencia de Agua Superficial Mediterránea en el Canal de Mallorca. Además en determinados años se observó que la presencia de un giro anticiclónico al norte del Canal de Ibiza evita la progresión de aguas del norte hacia la Cuenca Argelina a través de dicho canal, siendo estas redirigidas hacia el este (Pinot *et al.*, 2002). A escala estacional la Corriente del Norte se ve intensificada por los vientos fríos del invierno, lo que provoca una mayor presencia de Agua Mediterránea Superficial en el Canal de Mallorca en esta época. Al disminuir estos vientos en verano y relajarse la Corriente del Norte favorecen la entrada de aguas atlánticas en el Canal de Mallorca en la época estival (Pinot *et al.*, 2002). Las corrientes superficiales son relativamente fuertes y dependiendo de la actividad de mesoescala se pueden observar en la zona procesos como la formación de frentes y remolinos o la mezcla de las dos masas de agua (Millot, 1994; García-Lafuente *et al.*, 1995; López-Jurado *et al.*, 1995, 1996; García-Ladona *et al.*, 1996; Pinot *et al.*, 2002).

1.2. SALES NUTRIENTES

En el Mediterráneo Occidental la principal fuente de nutrientes en la zona eufótica es la mezcla invernal (Estrada, 1996). Además, en ciertas zonas puede haber otras formas de fertilización asociadas fundamentalmente a procesos de mesoescala que crean gran heterogeneidad espacial y temporal en este mar. Frentes, remolinos y filamentos provocan un enriquecimiento en nutrientes, estimulando localmente el crecimiento del fitoplancton. (Estrada y Margalef, 1988; Estrada y Salat, 1989; Pinot *et al.*, 1995; Estrada, 1996; Jansá *et al.*, 1998).

En el caso de la costa de Mallorca no se han encontrado procesos significativos de afloramiento debidos al viento (upwelling; Bakun y Agostini, 2001; Agostini y Bakun, 2002). Por otra parte la ausencia de ríos en las Baleares determina que los aportes de origen terrestre sean muy reducidos y se deban fundamentalmente a emisarios submarinos (Jansá, 2008).

Por el contrario, al igual que en el Mar de Alborán, en la Cuenca Noroccidental hay importantes procesos de fertilización. En el Golfo de León la presencia en invierno del sistema de vientos Mistral-Tramontana dan lugar a la formación de agua profunda. Estos vientos son fríos y generalmente secos, lo que da lugar al enfriamiento y evaporación de la capa superficial, aumentando su densidad y provocando su hundimiento (Flos, 1985; Hopkins, 1985). La presencia en el Golfo de León de una circulación ciclónica también favorece este proceso al hacer aflorar aguas densas (Hopkins, 1985). La formación de agua profunda tiene lugar en áreas muy limitadas y son conocidas como “*chimeneas*” o también “*agujeros*” por el mínimo de clorofila que se observa en estas zonas en las imágenes de satélite (Margalef, 1984; Hopkins, 1985; Volpe *et al.*, 2012). Se ha observado que las fluctuaciones en la intensidad de este fenómeno están relacionadas con las variaciones interanuales en la producción primaria, ya que el agua profunda desplaza verticalmente a las capas superiores aumentando la disponibilidad de nutrientes para el fitoplancton (Estrada, 1985a; Flos, 1985; Lévy *et al.* 1998; 1999). Aparte de la formación de agua profunda y de la circulación ciclónica hay otros fenómenos que aumentan la productividad de la Cuenca. En ella tiene lugar la descarga de importantes ríos como el Rhône y en menor medida el Ebro. También es destacable la presencia de sistemas frontales (Frente Nor Balear y Catalán) que aportan

fertilidad a su zona de influencia (Estrada, 1996). Asimismo se han detectado importantes zonas de afloramiento en la costa norte del Golfo de León (Agostini y Bakun, 2002) aunque no está claro que este fenómeno tenga una influencia importante en el fitoplancton (Bakun y Agostini, 2001). Todos estos procesos junto con el hecho de que hay una mayor mezcla vertical cuanto más al norte, causan un gradiente en la concentración de nutrientes N-S en el Mediterráneo Occidental; de forma que la Cuenca Noroccidental es, en general, más eutrófica que la Cuenca Argelina (D'Ortenzio y Ribera d'Alcalà, 2009; Sioukou-Frangou *et al.*, 2009). Por esto, las masas de agua procedentes del norte que llegan a las Islas Baleares suelen ser más ricas en nutrientes que las que proceden de la Cuenca Argelina (Fernández de Puellas y Molinero, 2007).

1.3 FITOPLANCTON

En la clasificación de zonas del Mediterráneo realizada por D'Ortenzio y Ribera d'Alcalà (2009) a partir de datos de clorofila obtenidos con satélite, las Islas Baleares estarían dentro del conglomerado denominado “*sin bloom*” que ocupa el 60 % del citado mar. En contraste, la Cuenca Noroccidental se considera dentro del grupo “*con bloom*” y el Frente Nor-Balear en el de “*bloom intermitente*”.

Los primeros trabajos sobre fitoplancton del área de las Baleares fueron publicados entre 1940 y 1970, y consistían básicamente en estudios florísticos a partir de muestras de red (Massuti, 1948; Balle, 1958; Balle, 1961; Balle, 1965; Riera y Blasco, 1967). De ese mismo periodo y con un enfoque similar son también los trabajos de Margalef llevados a cabo en la costa Mediterránea peninsular (Margalef, 1945; Margalef, 1963a; Margalef y Herrera, 1963; Margalef, 1965; Margalef y Ballester, 1967; Margalef y Castelví, 1967; Margalef, 1968; Margalef, 1969a). Más recientemente, con un enfoque más ecológico, destacan los siguientes trabajos sobre el fitoplancton de la zona balear: Jansá, 1979; Margalef y Estrada, 1987; Jansá y Carbonell, 1988; Estrada y Margalef, 1988; Estrada y Salat, 1989; Jansá *et al.*, 1994; Fernández de Puellas *et al.*, 1997; Jansá *et al.*, 1998; Puigserver, 2003; Fernández de Puellas *et al.*, 2004b; Fernández de Puellas *et al.*, 2007; Jansá, 2008).

- 1.3.1 Limitación de la producción fitoplanctónica por nutrientes

Tradicionalmente se ha considerado que el fósforo es el principal elemento limitante de la producción primaria en el Mar Mediterráneo (Margalef, 1963a; Margalef y Herrera, 1963; Berland *et al.*, 1980; Estrada, 1998; Siokou-Frangou *et al.*, 2009), seguido de cerca por el nitrógeno (Estrada, 1996). Sin embargo, también existen estudios en el Mediterráneo Occidental que sugieren que el nitrógeno es el principal elemento limitante (Ribera d'Alcalà *et al.*, 2004; Thyssen *et al.*, 2008). Por otro lado, Marty *et al.* (2002) detectaron un cambio de limitación por fósforo en la época oligotrófica a limitación por nitrógeno en invierno en el Mar de Liguria. Por el contrario Charles *et al.* (2005) observaron en la costa francesa mediterránea una limitación por nitrógeno en verano, mientras que el resto de épocas estaba limitado principalmente por fósforo. En la Bahía de Andratx (Isla de Mallorca), Puigserver (2003) encontró una limitación alternante por nitrógeno o fósforo. Más recientemente, Tanaka *et al.* (2010) en estudios con microcosmos en la época estival observaron que la producción primaria estaba firmemente limitada por nitrógeno y, en menor medida, por fósforo.

- 1.3.2 Proliferaciones de fitoplancton.

En el Mediterráneo son muy características las proliferaciones fitoplanctónicas invernales o de comienzos de la primavera (Margalef, 1969a; Estrada, 1996; Mura *et al.*, 1996; Zingone y Sarno, 2001; Bosc *et al.*, 2004; Ribera d'Alcalà *et al.*, 2004; Siokou-Frangou *et al.*, 2009). Estas floraciones suelen ocurrir antes en el sur que en el norte del Mediterráneo Occidental (Bosc *et al.*, 2004). La regularidad de este acontecimiento permitió la adaptación de los ciclos biológicos de otras especies para el aprovechamiento de dicha proliferación como es el caso de la reproducción de muchos invertebrados bentónicos o de la puesta de la sardina en esta época (Duarte *et al.*, 1999). Una mayor irradiancia (20 % más) y una temperatura del agua más elevada (de 3 a 5 °C) en el Mediterráneo con respecto a latitudes parecidas en el Atlántico favorecen el incremento del fitoplancton en esta época (Duarte *et al.*, 1999). Durante esta época invernal la mezcla convectiva permite la fertilización de las capas superiores. El desencadenante de estos aumentos invernales suelen ser periodos de alta presión atmosférica y columna de agua estable. Ésto, unido a la presencia de nutrientes en la

zona eufótica que han sido aportados durante la mezcla invernal, permite el crecimiento del fitoplancton (Cacciamani *et al.*, 1992; Marchetti, 1992; Cebrián *et al.*, 1996). Debido a lo cambiante de las condiciones en esta época del año estas proliferaciones suelen ser efímeras (Marty *et al.*, 2002; Siokou-Frangou *et al.*, 2009).

Al contrario de los máximos de invierno-primavera, la aparición de proliferaciones otoñales en el Mediterráneo Occidental es muy desigual tanto a escala espacial como temporal (Bosc *et al.*, 2004). En el caso concreto del punto de muestreo de este estudio, las proliferaciones suelen tener lugar por una parte en enero-febrero, y por otra en mayo (Fernández de Puelles *et al.*, 1997; 2007).

– 1.3.3 Sucesión del fitoplancton.

Los esquemas de sucesión de la comunidad fitoplanctónica fueron descritos inicialmente por Margalef (1958; 1963b) a partir de trabajos hechos precisamente en el Mediterráneo Occidental, además de en la Ría de Vigo y el Mar Caribe. Según este autor la dinámica temporal del fitoplancton está ligada principalmente a cambios en la estratificación de las capas superficiales del mar (Margalef, 1978; Harris, 1986). El esquema de sucesión de Margalef, que sigue siendo aceptado hoy día, considera las etapas que se explican a continuación (Margalef, 1963b; 1974; Smayda, 1980). Entre paréntesis se indica el nombre de la especie tal y como aparecía en las descripciones originales de Margalef.

– **Fase I:** típica de aguas turbulentas y enriquecidas en nutrientes. Altas abundancias de nanoflagelados (entre ellos *Cryptomonas*) y diatomeas generalmente pequeñas como *Skeletonema costatum*, *Leptocylindrus danicus*, *Chaetoceros socialis*, *Chaetoceros radians*, *Proboscia alata* (*Rhizosolenia alata* f. *gracillima*), *Guinardia delicatula* (*Rhizosolenia delicatula*), *Thalassiosira* spp., *Pseudo-nitzschia* grupo *delicatissima* (*Nitzschia* ‘*delicatissima*’) o *Thalassionema nitzschoides*. Las especies de esta fase se caracterizan por altas proporciones de área superficial celular:volumen celular ($A/V \sim 1 \mu\text{m}^{-1}$) y altas tasas potenciales de reproducción (1 – 2 divisiones día⁻¹).

- **Fase II:** suele ser una comunidad más mezclada de grandes diatomeas ($A/V \sim 0.5 \mu\text{m}^{-1}$) y dinoflagelados. Las tasas de crecimiento potencial son menores (< 0.5 divisiones día⁻¹). Durante este estadio son comunes las diatomeas del género *Chaetoceros*, *Asterionella*, *Thalassionema*, *Thalassiothrix* junto con *Lauderia annulata*, *Schroederella delicatula* o *Eucampia cornuta*. Entre los dinoflagelados suele aparecer *Scripssiella trochoideum* y varias especies de tamaño mediano: *Prorocentrum* spp., *Phalacroma* spp., *Dinophysis* spp., *Protoperidinium* spp., *Neoceratium furca* (*Ceratium furca*), *Neoceratium fusus* (*Ceratium fusus*) y *Neoceratium tripos* (*Ceratium tripos*). Al final de esta fase aparecen diatomeas de los géneros *Rhizosolenia*, *Pseudo-nitzschia*, *Bacteriastrum* o *Corethron*, junto con un número creciente de dinoflagelados y cocolitoforados. Algunos autores (ej. Smayda, 1980) se refieren a esta parte final de la Fase II como una fase independiente.
- **Fase III:** aparece cuando estacionalmente descienden los nutrientes o en situaciones oligotróficas. La columna de agua está bien estratificada y las diatomeas tienden a hundirse rápidamente excepto por *Hemialus hauckii*, *Pseudosolenia calcar-avis* (*Rhizosolenia calcar avis*) o *Pseudo-nitzschia* “grupo” *delicatissima* (*Nitzschia* ‘*delicatissima*’) que pueden ser importantes. Se vuelven dominantes las especies móviles que aparecieron en la fase anterior, las cuales presentan unas relaciones A/V mucho menores que en las etapas anteriores. Las tasas de crecimiento potencial son también más bajas (con tiempos de generación de varios días). Los dinoflagelados heterótrofos se vuelven importantes. Dinoflagelados típicos de esta etapa son especies de los géneros: *Neoceratium* (*Ceratium* spp.), *Dinophysis*, *Gonyaulax*, *Gymnodinium*, *Protoperidinium* y *Prorocentrum*.

En este esquema las especies típicas de la Fase I y III se encuadran respectivamente dentro de las estrategias r y k , mientras que las de la Fase II serían intermedias. Reynolds (Reynolds, 1997; Reynolds y Smayda, 1998) clasificó el fitoplancton de forma análoga a la agrupación de las plantas terrestres en función de sus estrategias y procesos (Grime, 1979). De esta forma Reynolds separó el fitoplancton en especies C, R y S que corresponden aproximadamente a las Fases I, II y III de Margalef. A continuación se exponen las principales características de cada una de estas categorías, y en la tabla 1.1 se pueden ver algunos ejemplos de especies siguiendo esta clasificación.

- **Especies C** (competidoras): son especies invasivas capaces de explotar las nuevas condiciones hidrográficas favorables (estrategas de la *r*). Son especies pequeñas ($V < 10^3 \mu\text{m}^3$), con altas relaciones superficie:volumen ($A/V > 0.5 \mu\text{m}^{-1}$), lo que facilita una rápida absorción de nutrientes y altas tasas de replicación (Kiørboe, 1995). Las tasas de multiplicación celular a 20 °C están entre 1 y 2 d^{-1} (Cushing, 1989) y se mantienen altas incluso con bajas temperaturas (Reynolds, 1997). Tienen propiedades de absorción de luz relativamente buenas.

- **Especies S** (del inglés *stress-tolerant*): estarían en el extremo contrario a las del apartado anterior. Son especies con estrategia adquisitiva y suponen el ejemplo típico de los estrategas de la *k*. Son normalmente de gran tamaño ($V > 10^4 \mu\text{m}^3$) o bien forman colonias de numerosas células pequeñas. Tienen un crecimiento lento, incluso en condiciones apropiadas ($r < 0.4 \text{d}^{-1}$; Nogueira *et al.*, 2000). Esto es consecuencia de su baja relación superficie:volumen ($A/V < 0.3 \mu\text{m}^{-1}$) lo que implica una baja eficiencia en el aprovechamiento de la luz y en la adquisición de nutrientes. Normalmente son móviles y con eficientes migraciones verticales. No suelen ser ramoneados por la mayoría del zooplancton debido a su gran tamaño (Kiørboe, 1991).

- **Especies R** (ruderales): serían intermedias entre las otras dos categorías y, de forma análoga, intermedias entre las estrategias de la *r* y de la *k*. Se trata de especies con estrategias de aclimatación, de manera que pueden ser o tolerantes o dependientes de las fluctuantes perturbaciones del ambiente. En general poseen morfologías estrechas y alargadas que maximizan su suspensión en la columna de agua. Estas formas mantienen valores relativamente altos de A/V ($0.4\text{-}1.0 \mu\text{m}^{-1}$; Nogueira *et al.*, 2000). Además les permite tener unas eficiencias considerables en el aprovechamiento de la luz y en la adquisición de nutrientes, lo que también conlleva una tasa de replicación importante (r : $0.6\text{-}1 \text{d}^{-1}$; Nogueira *et al.*, 2000).

Tabla 1.1: ejemplos de especies correspondientes a las categorías de C (competidoras), R (ruderales) y S (tolerantes al estrés); según Nogueira *et al.* (2000).

Categoría	Especie
Especies C (competidoras)	<i>Gymnodinium nanum</i>
	<i>Amphidinium flagelans</i>
	<i>Guinardia delicatula</i>
	<i>Nitzschia longuisima</i>
	<i>Chaetoceros dydimus</i>
	Cryptophyceae
	<i>Thalassiosira decipiens</i>
	<i>Thalassiosira rotula</i>
	<i>Thalassiosira nana</i>
	<i>Skeletonema costatum</i>
	<i>Leptocylindrus minimus</i>
Especies R (ruderales)	<i>Leptocylindrus danicus</i>
	<i>Gymnodinium agiliforme</i>
	<i>Cachonina niei</i>
	<i>Thalassionema nitzschioides</i>
	<i>Lauderia annulata</i>
	<i>Eucampia zodiacus</i>
	<i>Chaetoceros decipiens</i>
	<i>Cerataulina pelagica</i>
<i>Scripsiella trochoidea</i>	
Especies S (tolerantes al estrés)	<i>Gyrodinium fusiforme</i>
	<i>Gymnodinium varians</i>
	<i>Torodinium robustum</i>
	<i>Protoperidinium minusculum</i>
	<i>Gyrodinium spirale</i>
	<i>Cochlodinium helix</i>
	<i>Guinardia striata</i>
	<i>Rhizosolenia imbricata</i>
	<i>Paralia sulcata</i>
	<i>Protoperidinium diabolus</i>
<i>Dinophysis acuminata</i>	
<i>Diplopsalis lenticulata minor</i>	
<i>Pleurosigma elongatum</i>	

- 1.3.4 Máximo Profundo de Clorofila

La presencia del Máximo Profundo de Clorofila o *Deep Chlorophyll Maximum* (DCM) es una de las características más típicas de la distribución vertical del fitoplancton en el Mediterráneo (Estrada, 1996; Jansá, 2008). La presencia del DCM es permanente en el Mediterráneo Oriental (Volpe *et al.*, 2012), mientras que en la parte Occidental se desarrolla cuando hay un cierto grado de estratificación (Estrada, 1996).

La posición del DCM es el resultado de un equilibrio entre la concentración de nutrientes y la irradiancia disponible (Totti *et al.*, 2000, Sabatés *et al.* 2007). Suele estar asociado a la nutriclina (Lohrenz *et al.*, 1988) y a la termoclina, donde el fitoplancton tiende a concentrarse al reducirse en ellas su velocidad de sedimentación (Jansá, 2008). Además de la acumulación de biomasa, en el DCM hay un aumento de la cantidad de pigmentos por célula debido a la baja irradiancia, lo que contribuye a incrementar los valores de concentración clorofila en esa profundidad (Estrada, 1985b; Totti *et al.*, 2000). Aunque en el DCM ocurre la acumulación pasiva de microalgas y existe limitación por la luz, la producción primaria puede ser importante (Latasa *et al.*, 1992; Estrada, 1996). Sin embargo, la contribución del DCM a la productividad total es variable. En algunos trabajos se encontró el máximo de producción primaria asociado principalmente al DCM (Estrada *et al.*, 1993), mientras que en otros estaba situado por encima de él (Estrada y Margalef, 1988; Estrada *et al.* 1993; Marty y Chiavérini, 2002; Decembrini *et al.*, 2009). También existe una gran heterogeneidad con respecto a la concentración de clorofila y a la composición de fitoplancton (Estrada, 1991; Estrada *et al.*, 1993). Toda esta variabilidad podría ser explicada por diferencias espacio-temporales en el forzamiento físico (Estrada *et al.*, 1993) que dan lugar a procesos de fertilización. En el DCM se pueden encontrar importantes concentraciones de diatomeas, aunque su predominio es variable y se cree que es debido a aportes intermitentes de nutrientes a esta capa (Estrada, 1991; Estrada *et al.*, 1993; Totti *et al.*, 2000). Cuando la abundancia y actividad de las diatomeas en el DCM es alta, domina en ese nivel la red trófica clásica, basada en la producción nueva (Decembrini *et al.*, 2009). Por el contrario, en las capas superiores, hay una estructura trófica basada en las redes microbianas, que es mantenida por la producción regenerada (Estrada, 1996). En relación con los consumidores, la acumulación de fitoplancton en el DCM tiene una importancia cuantitativa y cualitativa ya que la eficiencia del ramoneo se ve favorecida por encima de un determinado umbral de densidad de presas (Dagg, 1977; Saiz y Alcaraz, 1990; Estrada, 1996). De hecho, el desarrollo del DCM y la alta biomasa de zooplancton que suele llevar asociado supone una importante fuente de alimento para las larvas de peces (Sabatés *et al.*, 2007).

1.4 REDES TRÓFICAS.

La estructura de tamaños del fitoplancton es una de las propiedades ecológicas más importantes que controla el flujo de carbono y energía a través de las redes tróficas (Riegman *et al.*, 1993; Legendre y Rassoulzadegan, 1995; Decembrini *et al.*, 2009; Bosak *et al.*, 2012). En el Mediterráneo domina el fitoplancton de tamaño pequeño. Según los estudios actuales a partir de medidas fraccionadas, en este mar el picoplancton (0.2-2 μm) supone como promedio el 59 % del total de clorofila-*a* y el 65% de la producción primaria (Siokou-Frangou *et al.*, 2009). Mediante de estudios de citometría de flujo, fraccionamiento y HPLC se ha observado que el picoplancton es especialmente importante en verano y otoño (Marty *et al.*, 2002; Puigserver *et al.*, 2002; Charles *et al.*, 2005). Dicha fracción está representada principalmente por *Synechococcus* spp., seguido de *Prochlorococcus* spp. (Marty *et al.*, 2002), aunque los picoeucariotas pueden dominar en aguas abiertas (Casotti *et al.*, 2003) o en la transición otoño-invierno (Charles *et al.*, 2005). Además, otros trabajos basados en la técnica Utermöhl han destacado la importancia del nanofitoplancton (2-20 μm ; Estrada, 1980; Estrada, 1985a; Estrada, 1991; Videau *et al.*; 1994; Bustillos-Guzmán *et al.*, 1995; Barlow *et al.*, 1997; Decembrini *et al.*, 2009; Siokou-Frangou *et al.*, 2009). Mediante estudios de HPLC se sabe que, dentro de este nanofitoplancton, destacan las primnesofíceas (Barlow *et al.*, 1997; Puigserver, 2003; Latasa *et al.*, 2005; Sioukou-Frangou *et al.*, 2009). Por su parte, los nanodinoflagelados pueden presentar una biomasa mayor que los nanoflagelados, especialmente a finales de primavera y en verano (Sioukou-Frangou *et al.*, 2009). La aparición de abundancias elevadas de diatomeas está asociada a altas concentraciones de clorofila-*a*, que a su vez están relacionadas con las proliferaciones invernales, los procesos de mesoescala o el DCM (Sioukou-Frangou *et al.*, 2009).

Teniendo en cuenta el dominio de formas pequeñas en el fitoplancton, el sistema trófico dominante en el Mediterráneo es la red trófica microbiana (Sioukou-Frangou *et al.*, 2009; y referencias citadas), la cual es típica de ecosistemas oligotróficos (Ducklow, 1999). En esta red trófica (*sensu* Rassoulzadegan, 1993; Legendre y Rassoulzadegan, 1995) la producción primaria es llevada a cabo por pico- y nanofitoplancton que luego es consumido sucesivamente por microzooplancton, mesozooplancton, etc. Por otra parte está la denominada red trófica multívora (*sensu* Legendre y Rassoulzadegan,

1995), en este caso la red trófica microbiana convive con la red trófica herbívora o clásica. En la red trófica clásica (*sensu* Legendre y Rassoulzadegan, 1995) la producción primaria es llevada a cabo por el microfitoplancton (principalmente diatomeas) que es consumido por el zooplancton herbívoro y por los peces pelágicos tipo sardina, permitiendo una exportación más directa de materia orgánica a niveles tróficos superiores. La red trófica clásica tiene lugar en aguas recientemente estabilizadas y con altas concentraciones de nutrientes, lo cual se da en zonas de afloramiento, o en latitudes templadas en condiciones primaverales y, en ocasiones, otoñales (Legendre y Rassoulzadegan, 1995). En el Mediterráneo la presencia significativa de la red trófica clásica está restringida a zonas con importantes proliferaciones como las que pueden tener lugar en áreas del Mediterráneo Noroccidental (Calbet *et al.*, 1996; Andersen *et al.*, 2001), sistemas costeros (Adriático y norte del Mar Egeo) o las asociadas a frentes y otros procesos de mesoescala (Siokou-Frangou *et al.*, 2009).

1.5 OBJETIVOS

El trabajo que aquí se presenta se encuadró principalmente dentro del Proyecto HERCULE financiado por el Instituto Español de Oceanografía, cuyo objetivo principal era *conocer la dinámica de las comunidades del zooplancton y su relación con las variables ambientales y oceanográficas en una estación fija al SW de la Isla de Mallorca*. Esta estación se encuentra en la plataforma insular Suroeste de Mallorca y se considera representativa de la zona nerítica del Mar Balear ya que está abierta a la corriente general que circula por el Canal de Mallorca, además por su topografía es receptora de aguas lejanas y profundas (Fernández de Puelles *et al.*, 1997). Este proyecto dio lugar a una serie histórica de datos oceanográficos entre enero de 1994 y diciembre de 2003 (Fernández de Puelles *et al.*, 2007). Las muestras usadas concretamente para el presente estudio fueron recolectadas entre el verano del 2000 y el verano del 2001.

En la zona no existen estudios continuados sobre la evolución estacional del fitoplancton nerítico. Incluso en el Mediterráneo Occidental, este tipo de trabajos son escasos. Por ello este estudio plantea el objetivo general de ***completar el conocimiento de la dinámica general de la comunidad planctónica en la zona nerítica del Canal de Mallorca mediante un estudio específico de la variación de las poblaciones de fitoplancton durante un ciclo anual***. Entre las novedades que plantea este trabajo con respecto a otros del Mediterráneo Occidental destaca el muestreo intensivo de la estación estudiada (aproximadamente cada 12 días). Esto permitió realizar un seguimiento detallado de las variaciones oceanográficas, y más concretamente de la comunidad fitoplanctónica.

Los objetivos específicos del presente estudio son los siguientes:

- 1. Examinar la variación anual en la clorofila-a y abundancia de fitoplancton.***
- 2. Describir la sucesión de la comunidad fitoplanctónica a lo largo del año para la zona muestreada.***
- 3. Estudiar la variación de los parámetros oceanográficos durante un ciclo anual.***

- 4. Relacionar los cambios de la comunidad fitoplanctónica con los factores ambientales.*

***II. Material
y Métodos.***



2.1 Zona de estudio

La estación de muestreo (Figura 2.1) se encontraba situada en el Canal de Mallorca, que separa dicha isla de la Isla de Ibiza. Concretamente estaba localizada sobre la plataforma insular de Mallorca a 2.5 millas náuticas de la costa y tenía 77 m de profundidad. ($39^{\circ} 28' 54''$ N; $2^{\circ} 25' 57''$ E).



Figura 2.1: Localización de la estación de muestreo.

2.2 Toma de muestras

La estación fue muestreada aproximadamente cada 12 días entre el finales de agosto de 2000 y principios de septiembre de 2001. El muestreo se realizaba siempre entre las 10:00 y 12:00 (hora local) a bordo de la embarcación *Arola* de 6 m de eslora, perteneciente al Centro Oceanográfico de Mallorca, del Instituto Español de Oceanografía.

Las variables medidas en cada muestreo y sus correspondientes unidades se pueden ver en la tabla 2.1. Las muestras de agua se recogieron mediante botellas hidrográficas Niskin de 5 litros de capacidad a las profundidades fijas de 0, 15, 25, 50 y 75 m.

Tabla 2.1: Relación de las variables físicas, químicas y biológicas que se mencionan en el texto, junto con las abreviaturas que se usan y las unidades en que se expresan.

Variable	Abreviatura	Unidades
Profundidad	prof	m
Temperatura agua	temp	°C
Salinidad	salin	-
Densidad	densid	σ_t
Índice de estratificación	estrat	$\sigma_t \text{ m}^{-1}$
Profundidad de la picnoclina	picno	m
Radiación en superficie	radsup	W m^{-2}
Profundidad del Disco de Secchi	secchi	m
Concentración de nitrato	NO_3	μM
Concentración de nitrito	NO_2	μM
Concentración de fosfato	PO_4	μM
Concentración de silicato	SiO_2	μM
Saturación de oxígeno	oxig	%
Concentración de clorofila- <i>a</i>	chl _a	$\mu\text{g l}^{-1}$
Concentración integrada de clorofila- <i>a</i>	chl _a -int	mg m^{-2}
Abundancia de fitoplancton	abund	cél ml^{-1}
Biomasa de zooplancton	zoop	mg m^{-3}

2.3 Variables físicas

2.3.1 Datos meteorológicos

Los datos de temperatura media diaria del aire ($^{\circ}\text{C}$) y velocidad media diaria del viento (m s^{-1}) se midieron en el Centro Meteorológico de Palma de Mallorca (Porto Pi) y fueron obtenidos de la Agencia Estatal de Meteorología desde su página web (www.aemet.es).

2.3.2 Hidrografía

Los datos de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad y densidad (σ_t) se determinaron mediante registros en continuo de un CTD SBE 19 o un CTD SBE 25, calibrados convenientemente cada dos años. La frecuencia de muestreo fue de 4 lecturas por segundo en los SBE 19 y de 8 lecturas por segundo en los SBE 25. Los datos fueron promediados por cada metro de profundidad mediante el programa informático SBE Data-Processing© suministrado por el fabricante (Seabird Electronics, Inc.). En el caso de la salinidad, los datos del CTD se validaban con muestras tomadas en las profundidades estándar que eran analizadas posteriormente en el laboratorio mediante un salinómetro Guildline Autosal 8400A, siguiendo las instrucciones del fabricante (Guildline Instruments, 1981). La posición de la pycnoclina principal se determinó en aquella profundidad en la que la diferencia de densidad entre dos valores consecutivos era máxima. Como Índice de Estratificación se usó la diferencia de densidad entre la superficie y el fondo promediados por la profundidad muestreada (σ_t , m^{-1} ; Gómez y Gorsky, 2003).

2.3.3 Radiación luminosa

Los valores de radiación solar visible (W m^{-2}) en superficie para el área de las Islas Baleares proceden de la página web del NCEP/NCAR Reanalysis Project (<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/reanalysis/reanalysis.shtml>) dependiente de la

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Se obtuvieron datos diarios que fueron suavizados mediante una media móvil de orden 5.

La extinción de luz en la columna de agua se determinó a partir de la profundidad en que se deja de ver un Disco de Secchi de 30 cm de diámetro. El porcentaje de luz visible que llega a una determinada profundidad se calculó a partir de la fórmula:

$$E_z = E_0 e^{-kz}$$

Donde E_0 es la radiación visible en superficie y E_z la radiación visible a la profundidad z .

El coeficiente de extinción de la luz se determinó como:

$$k = c/z_s$$

Siendo z_s la profundidad en metros a la que se dejaba de ver el Disco de Secchi y c una constante con valor de 1.7 (Casas, 1995).

2.4 Variables químicas

2.4.1 Sales nutrientes.

Para el análisis de la concentración de nutrientes (fosfatos, nitratos, nitritos y silicatos; μM) se congelaba la muestra a $-20\text{ }^\circ\text{C}$ en tubos de polietileno transparente hasta su procesado. Los análisis se realizaron mediante un autoanalizador Technicon trAAcs 800 de Bran & L ubbe. La determinación se llevó a cabo por colorimetría usando la técnica FIA (segmented flow analysis) siguiendo las recomendaciones de Armstrong *et al.* (1967), y Treguer y Le Corre (1975).

El análisis de nitrito se realizó utilizando el método TRAACS Applications J-002-88-E. En el caso del nitrato se us  el mismo método aunque reduciéndolo previamente a nitrito mediante una columna de gránulos de Cd, y posteriormente restando la

concentración de nitrito de la muestra sin reducir. El fosfato se analizó siguiendo el método TRAACS Applications G-033-92C. Finalmente, los silicatos se determinaron siguiendo el método TRAACS Applications J-005-88 D.

2.4.2 Oxígeno disuelto

La valoración de oxígeno disuelto se hizo siguiendo el método Winkler (Strickland y Parsons, 1972) usando una bureta automática METROHM 665 Dosimat. El punto final de la valoración se determinó visualmente utilizando almidón como indicador. El porcentaje de saturación se calculó de acuerdo a la ecuación de Weiss (1970).

2.5 Variables biológicas

2.5.1 Clorofila-*a*

La determinación de clorofila-*a* ($\mu\text{g l}^{-1}$) se realizó mediante fluorimetría (Holm-Hansen *et al.*, 1966). Para ello se filtraron 1,5 litros de agua a través de filtros de fibra de vidrio Whatman GF/C, congelándose posteriormente a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. La extracción del pigmento se realizó en acetona al 90 % mediante sonicación. Tras la centrifugación, la medida de la concentración total de clorofila-*a* se realizó con un espectrofluorímetro Perkin-Elmer 204 calibrado por absorciometría y siguiendo el protocolo recomendado en UNESCO (1966).

2.5.2 Abundancia y composición de fitoplancton

La identificación y recuento de fitoplancton se llevó a cabo con la técnica Utermöhl (Utermöhl, 1958; Sournia, 1978). Las muestras se fijaron hasta una concentración final del 4 % con formol tamponado con hexametilentetramina. Normalmente se analizaron tres profundidades por cada muestreo, correspondientes al máximo de clorofila y a los niveles situados por encima y debajo de dicho máximo. En el caso de que el máximo estuviera situado cerca del fondo se estudiaban las dos profundidades situadas por

encima del mismo. En la mayoría de los casos se sedimentaron 100 ml de muestra homogenizada durante 48 horas (Willen, 1976). Cuando la concentración de clorofila-*a* era superior a 1 $\mu\text{g l}^{-1}$ se sedimentaron 50 ml durante 24 horas (Margalef, 1969b; Edler, 1979). El examen fue realizado con un microscopio invertido (Zeiss Invertoscop D). El muestreo de la cubeta se realizó de la siguiente forma (Estrada y Salat, 1989; Casas, 1995): examen de toda la cubeta a x100 para las especies de mayor tamaño, dos o tres transectos a x250 para las especies más frecuentes, y un transecto a x400 para las formas más pequeñas.

Para la identificación taxonómica se usaron principalmente las siguientes claves:

- **Diatomeas:** Cupp (1943); Hustedt (1959-1967); Hasle y Syvertsen (1996).
- **Dinoflagelados:** Dodge (1982); Balech (1988); Steidinger y Tangen (1996)
- **Cocolitoforados:** Heimdal (1997); Cros (2002)
- **Otros grupos:** Throndsen (1997).

Las equivalencias de las categorías de tamaño del fitoplancton mencionadas en esta memoria fueron las siguientes (Sieburth *et al.*, 1978):

- **Microplancton:** 20-200 μm
- **Nanoplancton:** 2-20 μm
- **Picoplancton:** 0.2-2 μm

Como se ha señalado en otros trabajos (Ej. Estrada, 1979) esta técnica de contaje no permite la identificación de ciertas microalgas hasta el nivel de género o especie, con lo que deben quedarse encuadradas en grupos generales tales como dinoflagelados < 20 μm , cocolitoforados < 20 μm , flagelados indeterminados < 20 μm , etc. Asimismo, otra limitación de esta técnica es que resulta inadecuada para los organismos picoplanctónicos (Estrada y Salat, 1989).

A efectos de esta memoria se consideran como cocolitoforados aquellas algas primnesofíceas que de una manera continuada, o en algún momento de su ciclo de vida, producen y llevan cocolitos (Cros, 2002). La clasificación taxonómica de este grupo está en continua revisión (Cros, 2002; Silva, 2007; Guiri, 2013) y actualmente se

considera que no se las puede agrupar en un solo grupo taxonómico, de forma que incluye especies de los siguientes órdenes: coccolithales, coccosphaerales, syracosphaerales, isochrysidales y zygodiscales (Guiri, 2013).

En el caso del flagelado *Solenicola setigera*, esta especie no se considera fitoplancton *sensu stricto* al carecer de capacidad fotosintética propia y tener una filiación taxonómica incierta (Protozoa *incertae sedis*: Patterson y Zölffel, 1991; Brandt, 2001). Aún así en este trabajo se contempló como perteneciente a la comunidad fitoplanctónica, debido a su importancia y a que tradicionalmente ha sido incluido en los estudios de fitoplancton (ej.: Margalef, 1969a; Figueiras y Pazos, 1991; Varela *et al.*, 2005).

2.5.3 Biomasa de mesozooplancton

Los muestreos de zooplancton se hicieron mediante una red Bongo de 20 cm de diámetro de boca y provista con mallas de 100 y 250 μm . Los datos que aquí se presentan derivan de la red de 250 μm . Los arrastres fueron oblicuos desde los 75 m de profundidad a superficie con una velocidad del torno de 20 m min^{-1} y una velocidad del barco de 2 nudos. Un flujómetro General Oceanics 2030 se fijaba en el interior de cada red para estimar el volumen filtrado.

La muestra recogida se dividía en dos alícuotas mediante un subdivisor Folsom. La submuestra destinada a la estimación de biomasa se congelaba a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ y la otra se destinaba a la identificación del zooplancton. Los análisis de biomasa se realizaron por calcinación y los resultados corresponden a la diferencia entre el peso seco y el peso de las cenizas (Lovegrove, 1966; UNESCO, 1968; Le Borgne, 1975; Boltovskoy, 1981). La identificación de la comunidad zooplanctónica se realizó siguiendo la metodología especificada en Fernández de Puelles *et al.* (1997, 2007).

2.6 Tratamiento de datos

Los gráficos de isolíneas de las variables ambientales y biológicas se hicieron mediante el paquete informático Golden Surfer 8©, usando el método Kriging para las interpolaciones.

Para estudiar las variables ambientales relacionadas con la desaparición del máximo de clorofila del fondo durante la transición otoñal se realizó un análisis de regresión lineal múltiple progresivo. Esta prueba es una extensión del modelo de regresión simple permitiendo el estudio de varias variables explicativas a la vez. Este análisis se realizó con los datos de clorofila de 75 m del periodo comprendido entre septiembre y diciembre de 2000. Como variables ambientales se usaron: temperatura, salinidad, índice de estratificación, profundidad de la pycnoclina, concentración de nutrientes (nitratos, nitritos, fosfatos y silicatos), radiación visible en superficie, profundidad del Disco de Secchi y biomasa de zooplancton. El método progresivo usado procura incluir sólo aquellas variables importantes para el modelo final de regresión mediante la aplicación de un criterio estadístico. En este caso dicho criterio fue el de introducir aquellas variables cuyo coeficiente de regresión fuera significativo ($p > 0.05$). Para esta prueba se utilizó el paquete estadístico SPSS para Windows 11.5©.

Además se llevaron a cabo Análisis de Componentes Principales y Análisis Factorial Discriminante mediante pruebas estadísticas multivariantes. Para estos análisis se escogieron aquellas especies con una frecuencia de aparición superior al 15 %, con el fin de evitar el ruido añadido por las especies raras debido a la falta de precisión del método Utermöhl (Austin y Greig-Smith, 1968; Fernández y Bode, 1994). Previamente al análisis, los datos fueron transformados logarítmicamente ($x' = \log_{10}(x+1)$) para reducir la contribución de las especies más abundantes a la varianza total (Fernández y Bode, 1994). El programa informático usado para estas dos pruebas multivariantes fue el SPSS para Windows 11.5©.

La técnica del Análisis de Componentes Principales se aplicó con el fin de sintetizar en unas pocas variables la abundancia de las especies más frecuentes. Los componentes principales se calculan mediante combinaciones lineales de las variables originales (Peña, 1995). Esto permite asociar los componentes principales con agrupaciones de

especies con las que tienen mayor correlación. Posteriormente se puede representar gráficamente la variación temporal de cada componente, y también estudiar su correlación con las variables ambientales. El análisis se realizó sobre la matriz de covarianzas. Para optimizar la interpretación de los resultados se probaron con distintos tipos de rotaciones de los ejes, optando al final por la rotación de tipo Equamax. La rotación Equamax es una combinación de la rotación Varimax (que minimiza el número de variables que tienen saturación en cada factor simplificando la interpretación de los factores) y de la rotación Quartimax (que minimiza el número de factores necesarios para explicar cada variable simplificando la interpretación de las variables observadas; SPSS, 2002). A posteriori del análisis PCA, se analizó la correlación entre los componentes principales y las variables ambientales. Debido a que la mayoría de los componentes no seguían una distribución normal la correlación usada fue la de Spearman.

Por su parte el Análisis Discriminante tiene como objetivo encontrar las sucesivas combinaciones lineales de las variables de partida que mejor permitan distinguir o discriminar entre distintos grupos conocidos en una población. En este estudio el Análisis Discriminante se aplicó con la finalidad descriptiva de identificar los principales taxones asociados a cada una de las fases oceanográficas, así como para estudiar la bondad de la clasificación de las fases oceanográficas basándose únicamente en los cambios en la comunidad fitoplanctónica.

A high-magnification, grayscale micrograph of a diatom frustule. The frustule is a long, cylindrical, segmented structure composed of numerous rectangular cells. Each cell contains several large, spherical, refractile structures, likely chloroplasts or oil droplets. The segments are separated by distinct transverse lines. The background is light gray with some small, dark, irregular particles scattered throughout.

***III. Resultados.
Variables ambientales,
clorofila-a y abundancia
del fitoplancton.***

3.1 Meteorología

Debido a su posible influencia en las proliferaciones de fitoplancton observadas en invierno se describe brevemente ciertos aspectos meteorológicos de los primeros meses del año 2001.

A principios de enero hubo una pequeña subida de la temperatura media del aire hasta alcanzar los 16.5 °C y justo después hubo varias jornadas sin viento fuerte (Figura 3.1). Esto pudo causar cierto grado de estratificación en los días previos al primer muestreo de enero. Por otra parte la subida generalizada de la temperatura media del aire a partir de marzo provocó la formación de la termoclina estacional.

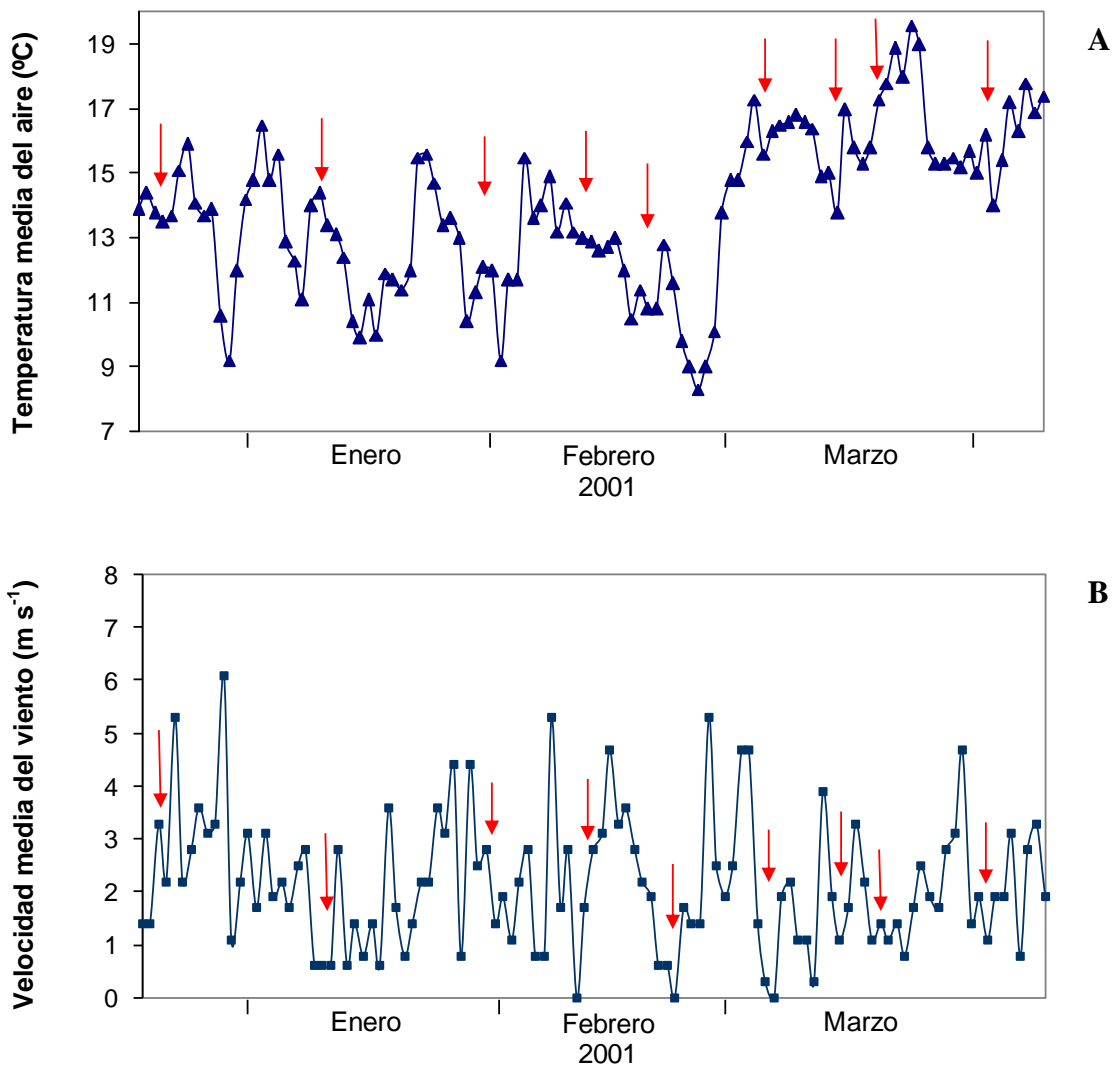


Figura 3.1: Variación de la temperatura media diaria del aire (°C) (A) y de la velocidad media diaria del viento (m s^{-1}) (B) en los primeros meses del año 2001. Las flechas indican las fechas de muestreo.

3.2 Condiciones hidrográficas

- 3.2.1 Temperatura

La temperatura superficial de la columna de agua (Figura 3.2) varió durante el periodo de estudio entre 13.8 °C (enero) y 26.7 °C (septiembre de 2001), con un valor medio en superficie de 19.8 °C. Por otra parte la temperatura en el fondo de la estación osciló entre 13.4 °C (marzo) y 14.9 °C (agosto de 2000), con una temperatura media de 14.1 °C.

Las condiciones de homotermia y mezcla invernal en la columna de agua empezaron en enero y continuaron hasta principios de marzo, con temperaturas bastante homogéneas en torno a los 13.8 °C. Entre marzo y mayo tuvo lugar la fase de transición primaveral iniciándose una débil estratificación debido al calentamiento progresivo de la columna de agua. Desde finales de mayo y durante el mes de junio se observó un descenso en la temperatura del fondo, con aguas que no llegaban a 14 °C por debajo de los 60-68 m. Mientras tanto, en superficie, la estratificación se fue haciendo más importante de forma que a principios de junio ya nos encontramos con una situación típica de fuerte estratificación estival. En esta fase de alta estratificación la temperatura en los primeros metros aumentó desde los 22 °C en junio hasta los 26 °C a partir de mediados de agosto. Este calentamiento superficial produjo el consecuente descenso de la termoclina durante el verano del 2001 hasta la finalización del estudio. A mediados de agosto la temperatura superficial era de 26.6 °C y la de fondo 15.4 °C, en ese momento se observó el máximo gradiente en la termoclina con una diferencia de 2.4 °C entre los 27 y 28 m de profundidad. Por otra parte también se observaron condiciones de estratificación estival a comienzos del estudio (septiembre de 2000) con temperaturas en superficie superiores a los 24 °C. Entre esta situación estival y la mezcla invernal tuvo lugar un periodo de transición otoñal en el que la termoclina se iba debilitando. En este periodo otoñal que va de octubre a diciembre del 2000 disminuyó la temperatura de la capa superior, pero nunca por debajo de los 15.5 °C.

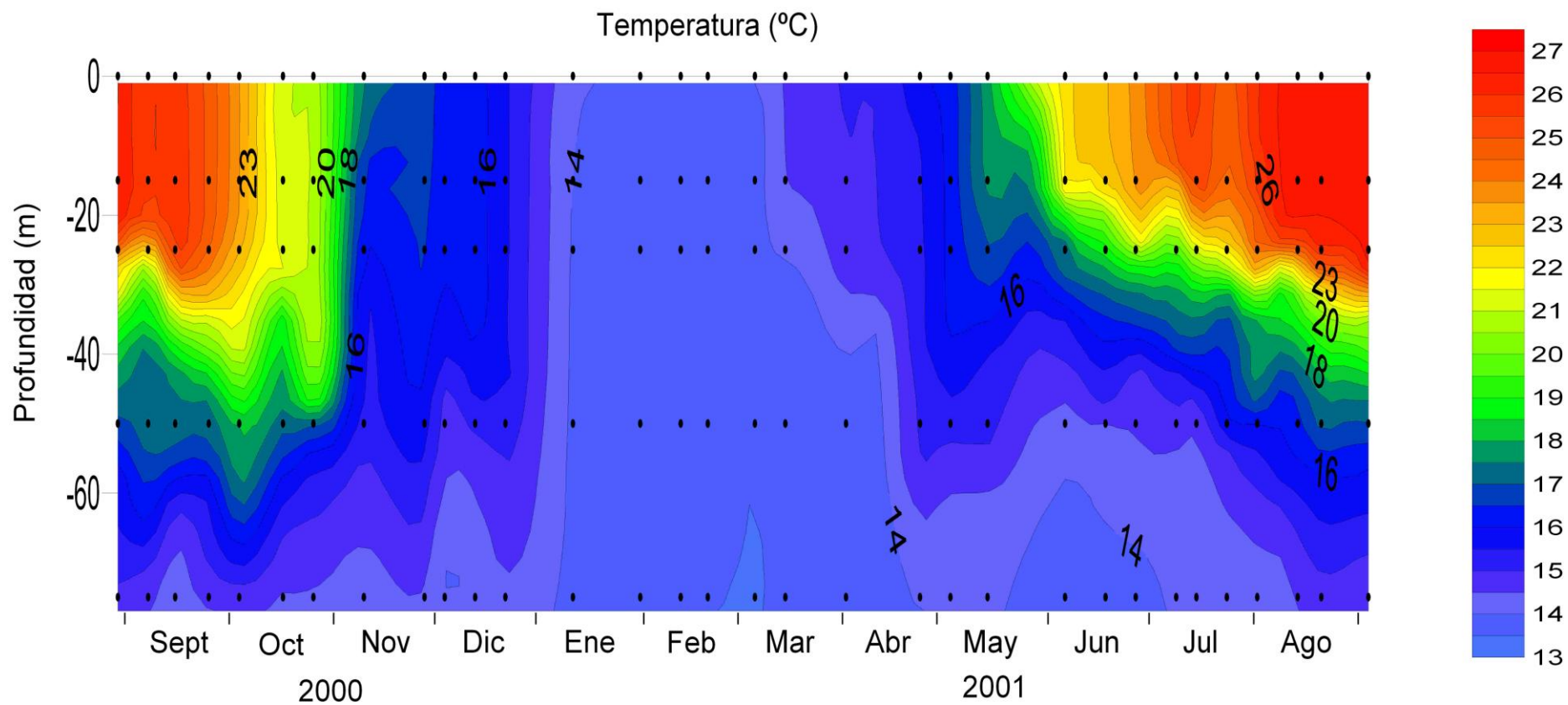


Figura 3.2: Variación de la temperatura (°C) durante el periodo de estudio. Los puntos indican las profundidades de muestreo con botellas Niskin.

A partir de lo descrito anteriormente y del conocimiento previo existente acerca de la variación de la temperatura y del grado de estratificación en el Mediterráneo Occidental (Ej.: Margalef y Herrera, 1963; Estrada, 1985a; Estrada, 1996; Fernández de Puellas *et al.* 1997; Vidussi *et al.*, 2000; Fernández de Puellas *et al.*, 2003) se pueden definir los siguientes periodos oceanográficos:

- **Mezcla invernal:** de enero a principios de marzo de 2001.
- **Transición primaveral:** de mediados de marzo a finales de mayo de 2001.
- **Estratificación estival:** por una parte en septiembre de 2000, y por otra entre junio y septiembre de 2001.
- **Transición otoñal:** de octubre a diciembre de 2000.

Resumiendo, en un ciclo anual tendríamos un período estival de alta estratificación, un periodo invernal de homotermia, y dos períodos de transición: en primavera y otoño. Como se verá a continuación estos periodos oceanográficos marcarán las pautas en la variación estacional de la mayoría de factores físicos, químicos y biológicos.

- 3.2.2 Salinidad

En el periodo estudiado la salinidad (Figura 3.3) alcanzó un valor medio de 37.8, y varió entre 36.6 (principios de septiembre de 2000 a 24 m) y 38.2 (principios de marzo de 2001 a 73 m). Los valores más altos se midieron durante la mezcla invernal, y los más bajos al final de la estratificación estival y durante la transición otoñal.

Entre enero y abril la salinidad fue bastante homogénea con valores en torno a 38, exceptuando la presencia puntual a finales de febrero de una masa superficial de agua poco salina con valores inferiores a 37.7 en la capa 0-54 m. Desde finales de abril y hasta el término del estudio la capa superficial se hizo menos salina, salvo el mes de julio en el que la salinidad superficial era superior a 37.6. En agosto aumentó el espesor de la capa superficial de baja salinidad. Por su parte, en el fondo hubo una subida de este parámetro al inicio de la etapa de estratificación estival con valores

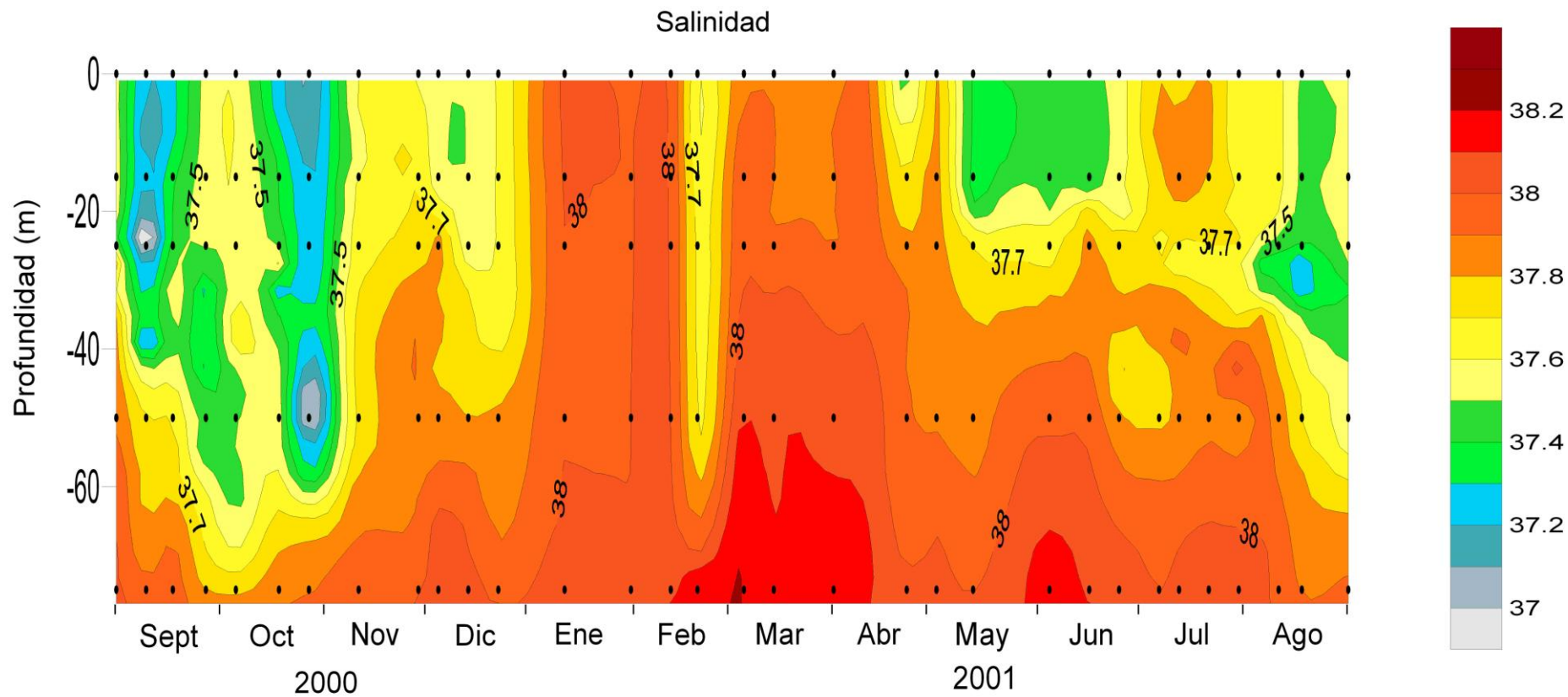


Figura 3.3: Variación de la salinidad durante el periodo de estudio. Los puntos indican las profundidades de muestreo con botellas Niskin.

superiores a 38.1 por debajo de los 67 m. Al final de las condiciones estivales del 2000 y durante las condiciones de transición otoñal existió una estratificación salina con una capa superficial con valores por debajo de 37.7. Esta capa de baja salinidad alcanzó su máximo espesor a principios de octubre (64 m) y a partir de entonces y hasta diciembre se fue haciendo más superficial.

- 3.2.3 Densidad y estratificación.

Se observaron condiciones de ausencia de estratificación en enero y, en menor medida, en febrero y principios de marzo (Figura 3.4). A partir mediados de marzo empezó una fase de transición primaveral en el que la columna empieza a estratificarse. Desde mediados de mayo dicha estratificación ya fue notable y la picnoclina principal estaba situada en los 20 m de profundidad. A partir de ese momento y hasta el final de nuestro estudio la estratificación se fue haciendo más marcada. El espesor de la capa superficial de mezcla también va aumentando hasta alcanzar los 30 m en agosto de 2001. Durante septiembre de 2000 encontramos el final de las condiciones estivales con una fuerte estratificación y con la picnoclina situada entre los 24 y 33 m. En octubre comienza la transición otoñal y, aunque la estratificación seguía siendo muy significativa, no era tan marcada como en septiembre. Durante este mes la picnoclina principal se encontraba localizada entre 30 y 50 m. En noviembre y diciembre la estratificación se fue debilitando hasta alcanzar las condiciones de mezcla invernal.

3.3 Masas de agua

La correcta identificación de las masas de agua que afectaron a la zona de estudio resulta imprecisa debido a la escasa profundidad de la estación muestreada (77 m) y a los fenómenos de mezcla superficial. Aún así, teniendo en cuenta la descripción de las masas de agua superficiales del Mar Balear hecha por López-Jurado *et al.* (1996) la presencia de aguas de salinidad superior a 37.5 indicarían la influencia de aguas de procedentes del norte del Mediterráneo (Agua Mediterránea Superficial). Esto ocurre durante la mayor parte del periodo de estudio. Por otra parte, aguas de salinidad inferior

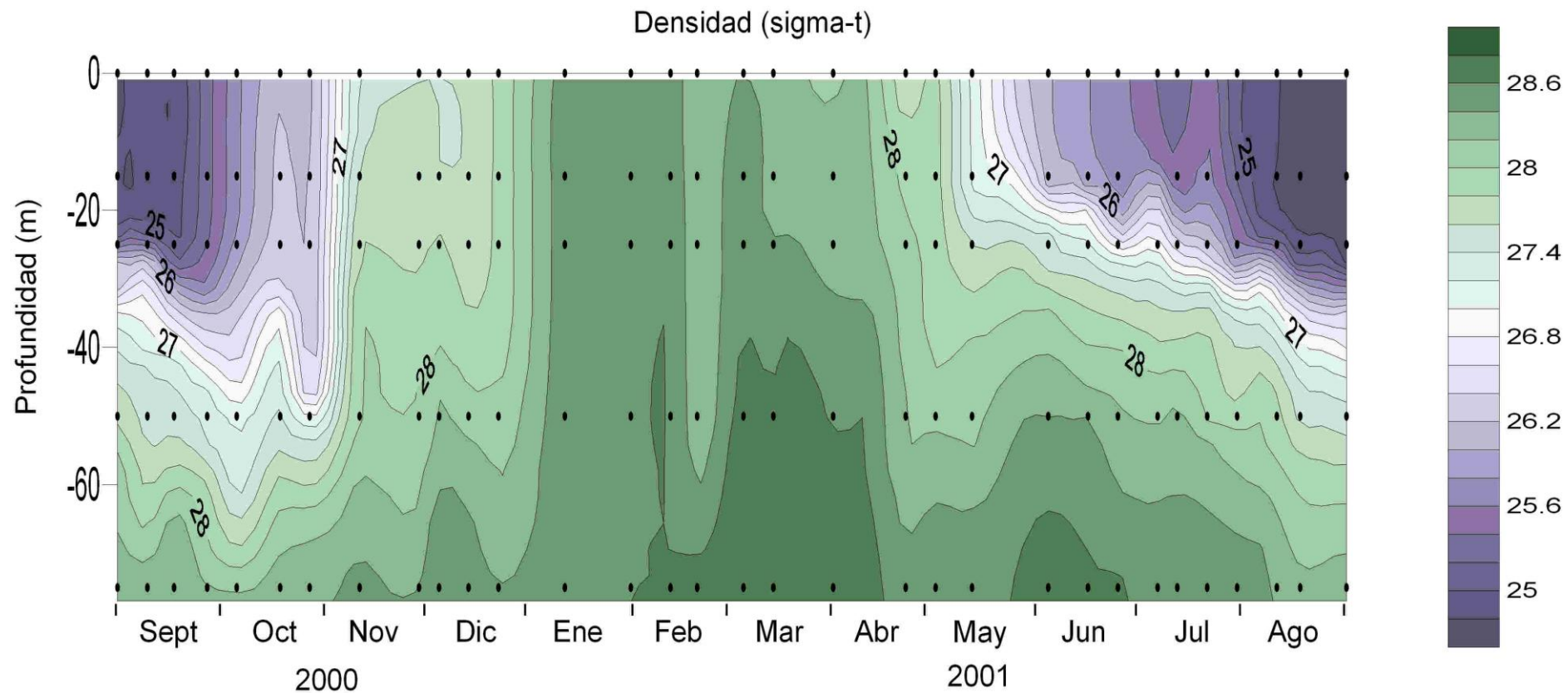


Figura 3.4: Variación de la densidad (sigma-t) durante el periodo de estudio. Los puntos indican las profundidades de muestreo con botellas Niskin.

a 37.5 serían de origen Atlántico más reciente (Agua Atlántica Modificada). La influencia de este tipo de aguas procedentes del sur se notó claramente desde septiembre a finales de octubre de 2000, en mayo-junio (superficie), y a partir de mediados de agosto a 25 m profundidad.

3.4 Radiación solar

Como cabe de esperar el máximo de radiación visible en superficie (Figura 3.5a) tuvo lugar a finales de junio. En dicho mes la radiación en superficie solía ser superior a 120 W m^{-2} . A partir finales de septiembre de 2000 los valores estaban normalmente por debajo de los 80 W m^{-2} , y continúan descendiendo de forma que la radiación fue mínima entre diciembre y mediados de enero con valores generalmente situados entre 20 y 30 W m^{-2} .

La variación de la profundidad del Disco de Secchi se muestra en la figura 3.5b. Durante la fase de mezcla invernal el valor de este parámetro tendió a disminuir, registrándose el mínimo (11 m) a finales de dicha etapa. Al principio de la transición primaveral, la profundidad del Disco de Secchi aumentó, para disminuir posteriormente de forma importante a mediados de abril y mediados de mayo. Desde finales de mayo y durante la estratificación estival (tanto en el año 2000 como en el 2001) la profundidad del Disco de Secchi solía ser superior a los 28 m, observándose el máximo a mediados de agosto con un valor de 38 m. A comienzos de la transición otoñal la profundidad del Disco de Secchi seguía siendo considerable (en torno a 31 m). A partir de noviembre empezó una tendencia a disminuir la profundidad de Secchi que se mantuvo, aunque no de forma continua, hasta el citado mínimo de finales de la etapa de mezcla invernal.

3.5 Sales nutrientes

La variación estacional de los distintos nutrientes fue similar a los cambios en el grado de estratificación de la columna de agua, excepto en el caso del fosfato. En la fase de mezcla invernal la concentración de nutrientes era relativamente alta, especialmente a principios de marzo. Al comenzar la estratificación la concentración de nutrientes

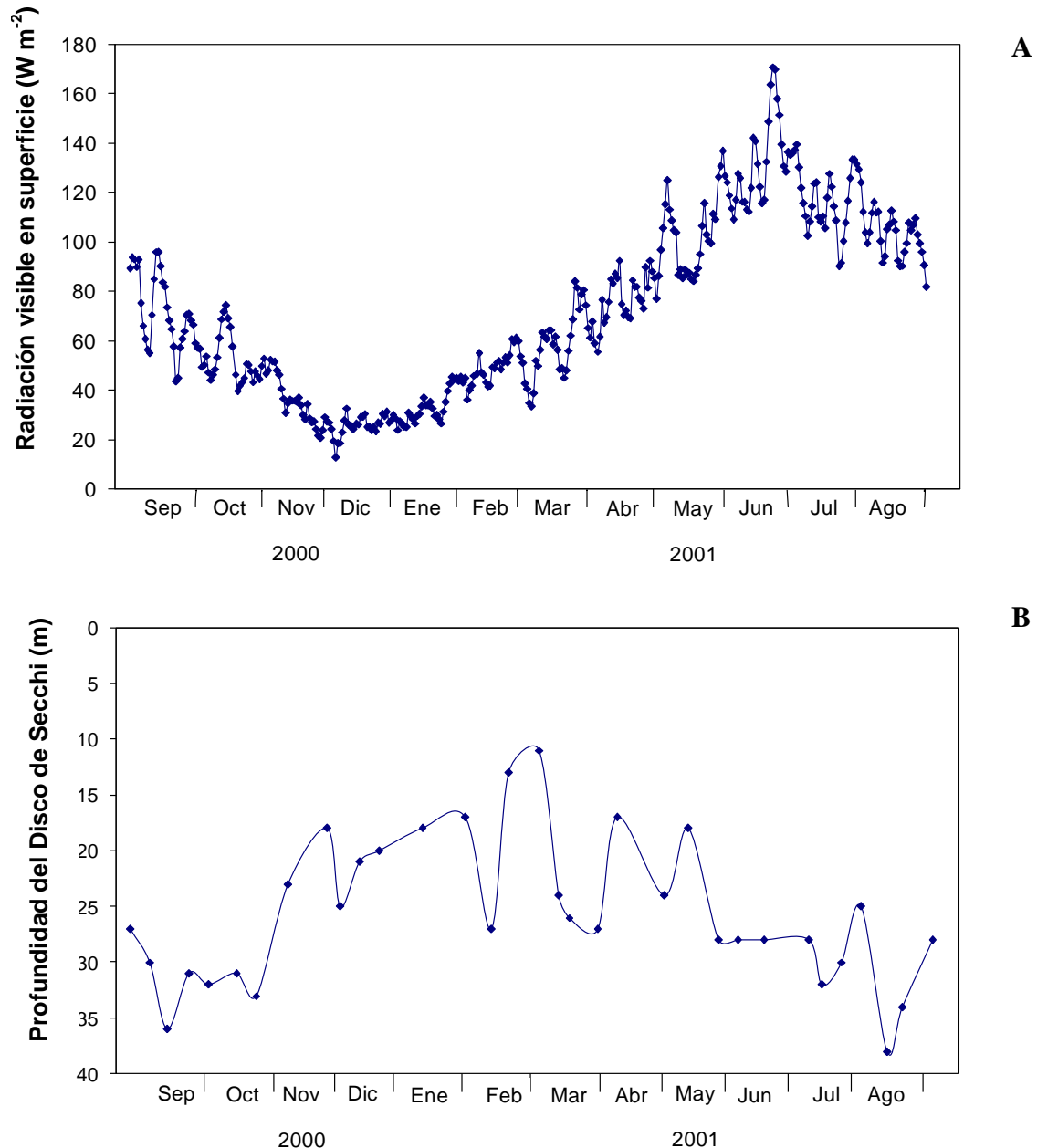


Figura 3.5: Variación de la radiación visible en superficie (W m^{-2}) (A) y de la profundidad del Disco de Secchi (m) (B) durante el periodo de estudio.

bajó, principalmente en superficie y parte media de la columna de agua. Desde finales de marzo hasta julio la situación se caracterizó por un empobrecimiento general excepto en el fondo, donde los niveles de nutrientes eran relativamente altos. Por otra parte en agosto la mayor parte de los nutrientes analizados se encuentran en concentraciones muy bajas. Debido a la estratificación estival a finales de verano de 2000 los niveles seguían siendo bajos, pero con el debilitamiento de la termoclina durante la transición otoñal aumentaron su concentración alcanzando un valor relativamente considerable a

principios de noviembre. Posteriormente las concentraciones bajaron en superficie hasta las condiciones de mezcla invernal.

- 3.5.1 Nitrato

La concentración media de nitrato fue de $0.87 \mu\text{M}$, con un rango que iba desde valores $< 0.02 \mu\text{M}$ (finales de junio en casi toda la columna de agua) a $4.53 \mu\text{M}$ (principios de marzo a 75 m). Durante la mezcla invernal (Figura 3.6) se midieron las mayores concentraciones de este nutriente en superficie (generalmente por encima de $1 \mu\text{M}$). Dentro de este periodo hay que exceptuar el muestreo de finales de febrero cuando, menos en el fondo, los valores fueron $< 0.1 \mu\text{M}$ en toda la columna. Durante la transición primaveral los niveles de superficie empezaron a bajar produciéndose un hundimiento de la nutriclina.

Entre finales de abril y el final del estudio las concentraciones en los primeros 50 m de la columna fueron muy bajas ($< 0.2 \mu\text{M}$), excepto a principios de junio cuando se registraron $0.63 \mu\text{M}$ a 50 m. Por otra parte los valores en las muestras del fondo entre finales de abril y julio estuvieron alrededor de los $2 \mu\text{M}$, menos a principios de junio que llegaron a los $4 \mu\text{M}$. Durante agosto de 2001, en plena situación de estratificación estival, los valores fueron muy bajos en toda la columna de agua incluso a 75 m donde en varias ocasiones alcanzaron niveles $< 0.05 \mu\text{M}$. Entre finales del verano de 2000 y octubre sólo se obtuvieron concentraciones significativas en las muestras de fondo ($1-3.4 \mu\text{M}$). En el resto de profundidades se midieron niveles muy bajos ($< 0.2 \mu\text{M}$) que en ocasiones afectaban a toda la columna (principios de octubre 2000). En noviembre y diciembre, en plena transición otoñal, aumentó la cantidad de nitratos especialmente en profundidad con valores entre 3.1 y $3.9 \mu\text{M}$. Por otra parte la concentración en los primeros 25 m seguía siendo muy baja, excepto a mediados de noviembre que se midieron concentraciones de en torno a $1 \mu\text{M}$ en capas subsuperficiales.

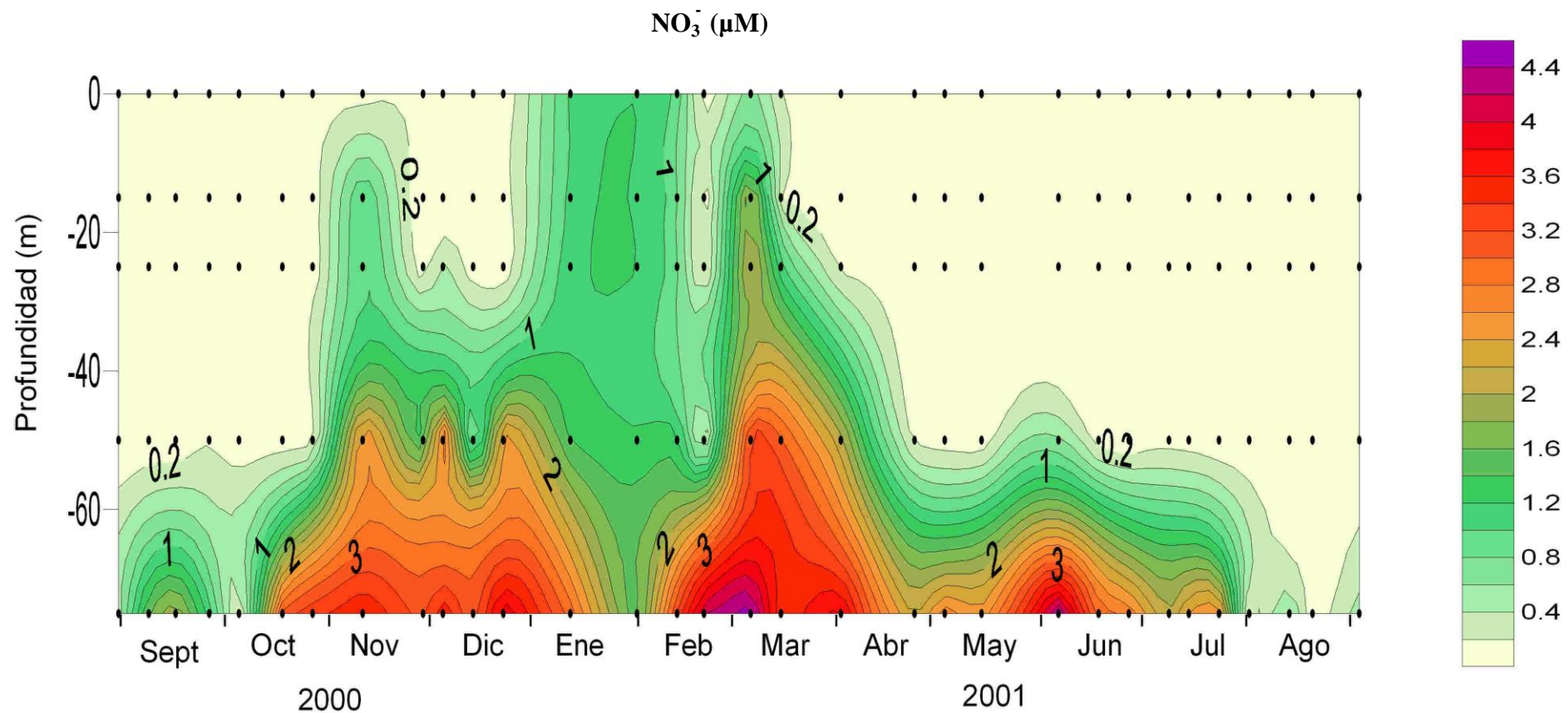


Figura 3.6: Variación de la concentración de nitrato (μM) durante el periodo de estudio. Los puntos indican las profundidades de muestreo con las botellas Niskin.

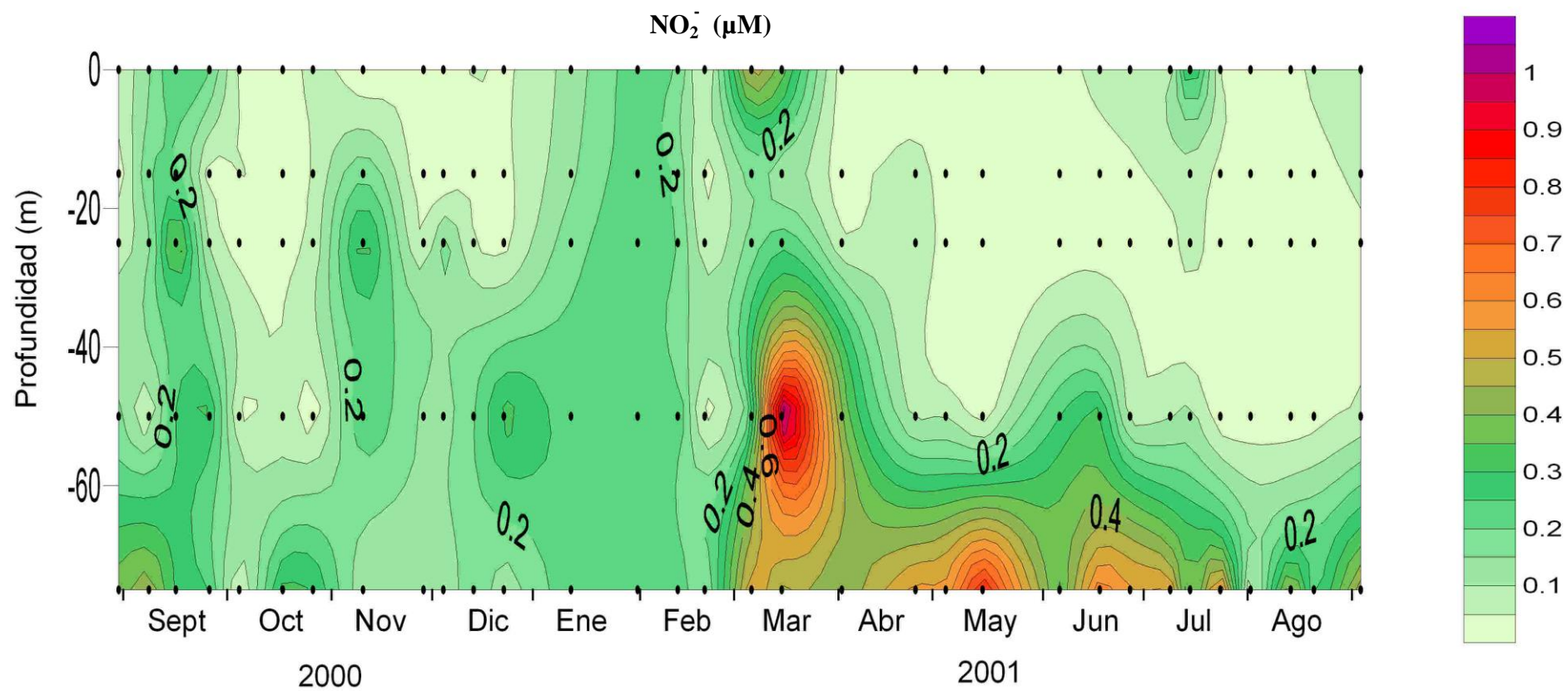


Figura 3.7: Variación de la concentración de nitrito (μM) durante el periodo de estudio. Los puntos indican las profundidades muestreadas con las botellas Niskin.

-3.5.2 Nitrito

La concentración media de nitritos (Figura 3.7) fue de 0.16 μM , con un rango que iba desde $< 0.02 \mu\text{M}$ (mediados de mayo a 15 m) hasta 1.1 μM (mediados de marzo a 50 m). Desde finales de enero y durante la mayor parte de febrero las concentraciones eran bastante homogéneas, en torno a 0.2 μM . A finales de febrero, lo mismo que el nitrato, las concentraciones bajaron y fueron inferiores a 0.15 μM en toda la columna. En marzo se alcanzaron los mayores valores ($> 0.5 \mu\text{M}$) tanto en superficie como a media profundidad. A partir de abril, durante la transición primaveral, tuvo lugar el hundimiento de la nutriclina de manera que, desde finales de ese mes y hasta las condiciones estivales del final del estudio, la situación se caracteriza por niveles normalmente menores a 0.1 μM en la mayor parte de la columna, excepto en profundidad, donde la concentración solía estar en torno a los 0.5 μM . Dentro de esta situación general se pueden destacar algunas excepciones como un incremento en la primera mitad de junio (con valores entre 0.25 y 0.33 μM a 50 m) o los valores de 0.35 μM en superficie a mediados de julio. Por otra parte al final de las condiciones de estratificación estival de septiembre de 2000 la concentración en el fondo era $> 0.25 \mu\text{M}$, mientras que en las capas superficiales y medias solía ser menor de 0.15 μM (aunque a mitad de mes la concentración fue superior a 0.26 μM en toda la columna). Durante la transición otoñal los valores eran normalmente inferiores a 0.15 μM , con máximos entre 0.3 y 0.35 μM situados a media profundidad o cerca del fondo.

- 3.5.3 Fosfato

La concentración media de fosfato (Figura 3.8) fue de 0.11 μM con un rango de variación desde $< 0.02 \mu\text{M}$ (mediados de septiembre de 2000 en casi toda la columna de agua) a 0.92 μM (principios de abril de 2001 a 25 m). Al contrario que otros nutrientes, el fosfato presentó un ciclo más irregular, sin seguir un patrón estacional claro. Los máximos se observaron durante la transición otoñal (entre mediados de octubre y principios de noviembre con concentraciones de 0.4 μM en superficie y fondo), la mezcla invernal (finales de enero con valores de 0.5 μM a 50 m), y la transición primaveral (abril con concentraciones de entre 0.3 y 0.9 μM a media profundidad). En junio se alcanzaron valores mayores a 0.25 μM en el fondo y a 50 m.

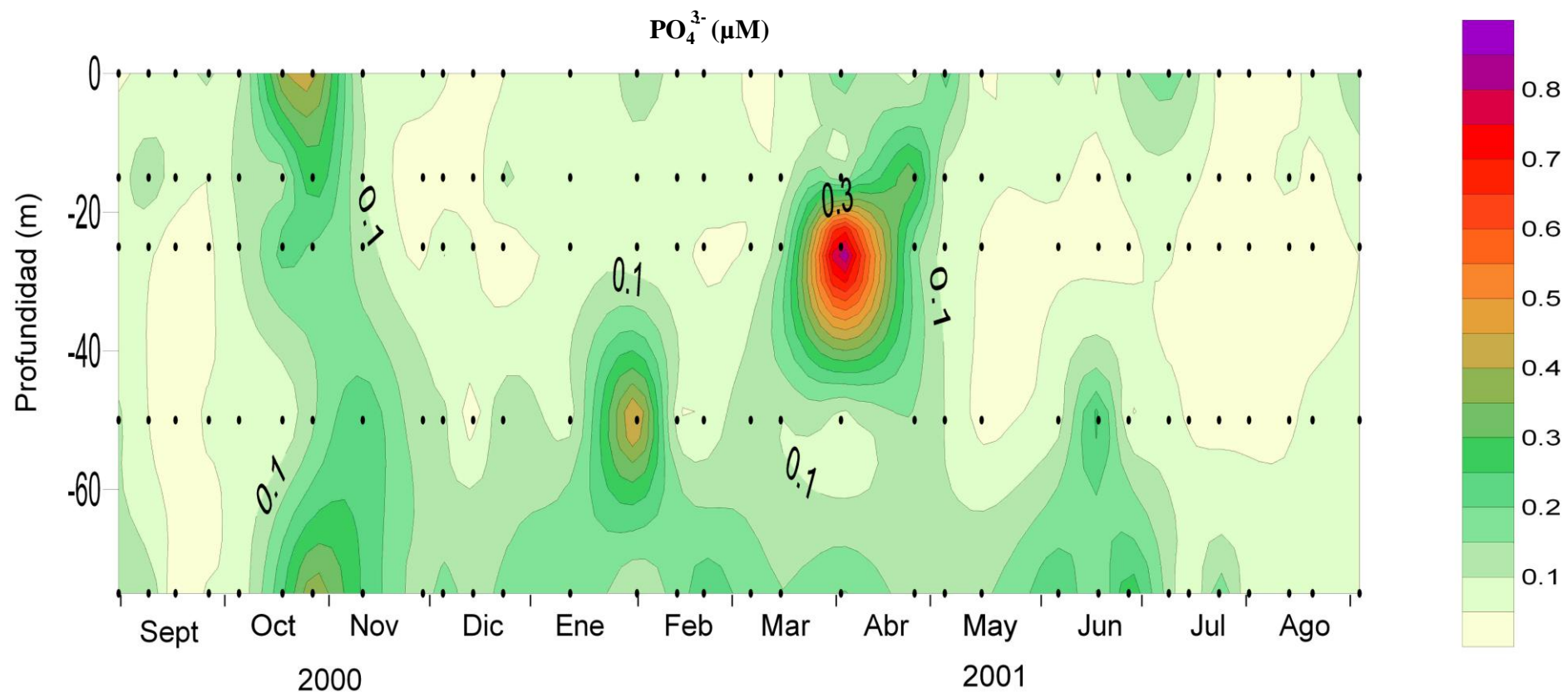


Figura 3.8: Variación de la concentración de fosfato (μM) durante el periodo de estudio. Los puntos indican las profundidades muestreadas con las botellas Niskin.

Durante el resto del estudio las concentraciones estaban normalmente por debajo de 0.1 μM , con valores mayores en el fondo que raramente superaban los 0.2 μM .

- 3.5.4 Silicato

La concentración media de silicato fue de 1.2 μM , con un rango desde 0.14 μM (principios de abril a 25 m) a 4.02 μM (principios de junio en el fondo, fig.3.9). La concentración siempre fue mayor cerca del fondo. En la fase de mezcla invernal se observó un aumento de la concentración de silicato especialmente en las capas superficiales alcanzando un máximo a principios de marzo con valores superiores a 2 μM en casi toda la columna. Desde entonces su concentración descendió, sobre todo en las capas profundas. En mayo se incrementaron de nuevo las concentraciones alcanzándose el máximo a principios de junio a 75 m (4.02 μM). A partir de ese momento los niveles de silicato bajaron a medida que avanzaba la estratificación estival, especialmente en las muestras del fondo donde se alcanzaron los mínimos a esa profundidad a principios de agosto (0.65 μM). En septiembre de 2000 también se registraron concentraciones bajas (en torno a 1.5 μM a 75 m). Durante la transición otoñal de 2000 se observaron las primeras concentraciones importantes de silicato a partir de mediados de octubre, cuando se alcanzaron 3.64 μM en el fondo, mientras que el resto de la columna se encontraba por debajo de 1 μM . A partir de esa fecha la concentración aumentó en la parte media y superficial de la columna de agua alcanzando a mediados de noviembre valores superiores a 1 μM en todas las profundidades. Desde ese momento descendió en los primeros 50 m de la columna mientras que en el fondo las concentraciones variaban entre 2 y 2.6 μM . Estas condiciones se mantuvieron hasta que la concentración de silicato volvió a aumentar en enero por las condiciones de mezcla de la columna de agua.

3.6 Saturación de oxígeno.

La saturación de oxígeno se observa en la figura 3.10. El máximo tuvo lugar al final de la fase de estratificación a media profundidad (122 % a mediados de septiembre) y el mínimo a comienzos de la época estival en el fondo de la estación (76 % a principios de

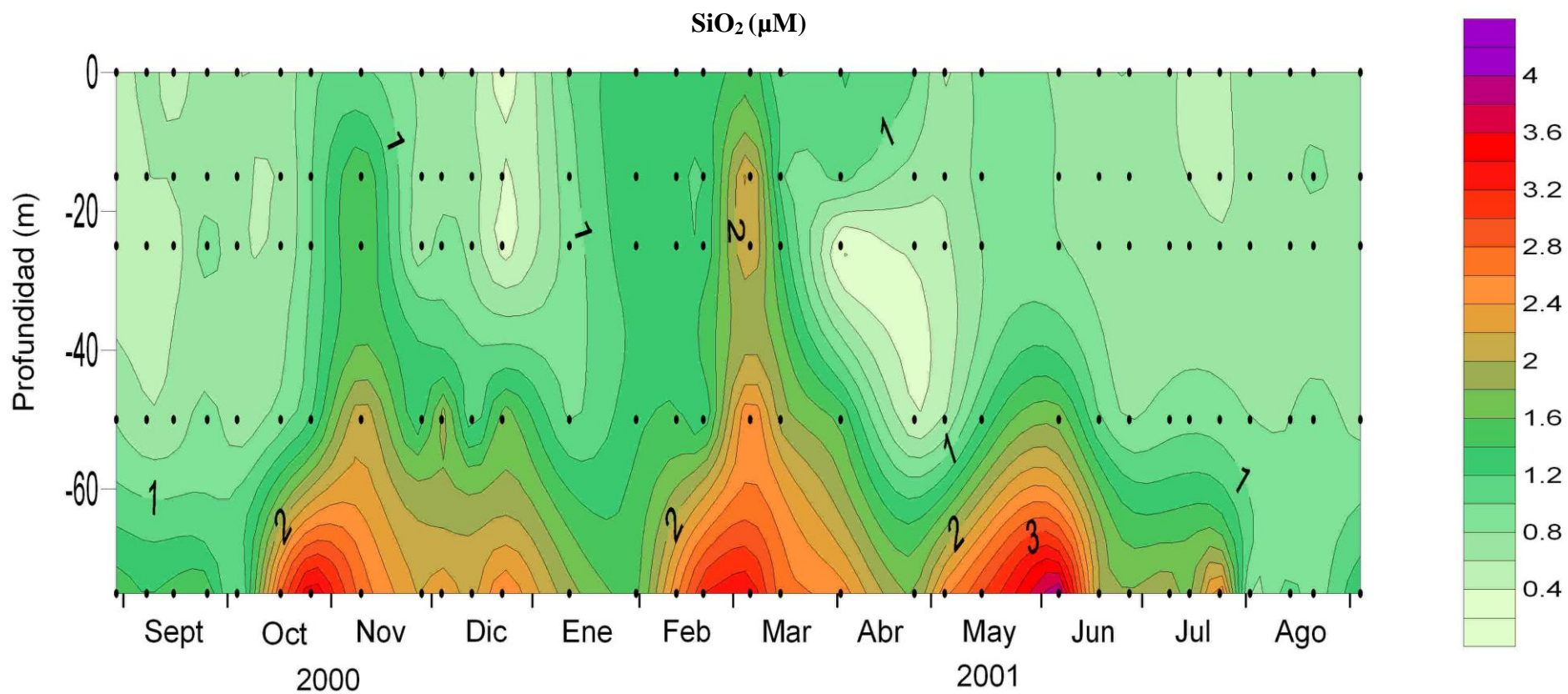


Figura 3.9: Variación de la concentración de silicato (μM) durante el periodo de estudio. Los puntos indican las profundidades muestreadas con las botellas Niskin.

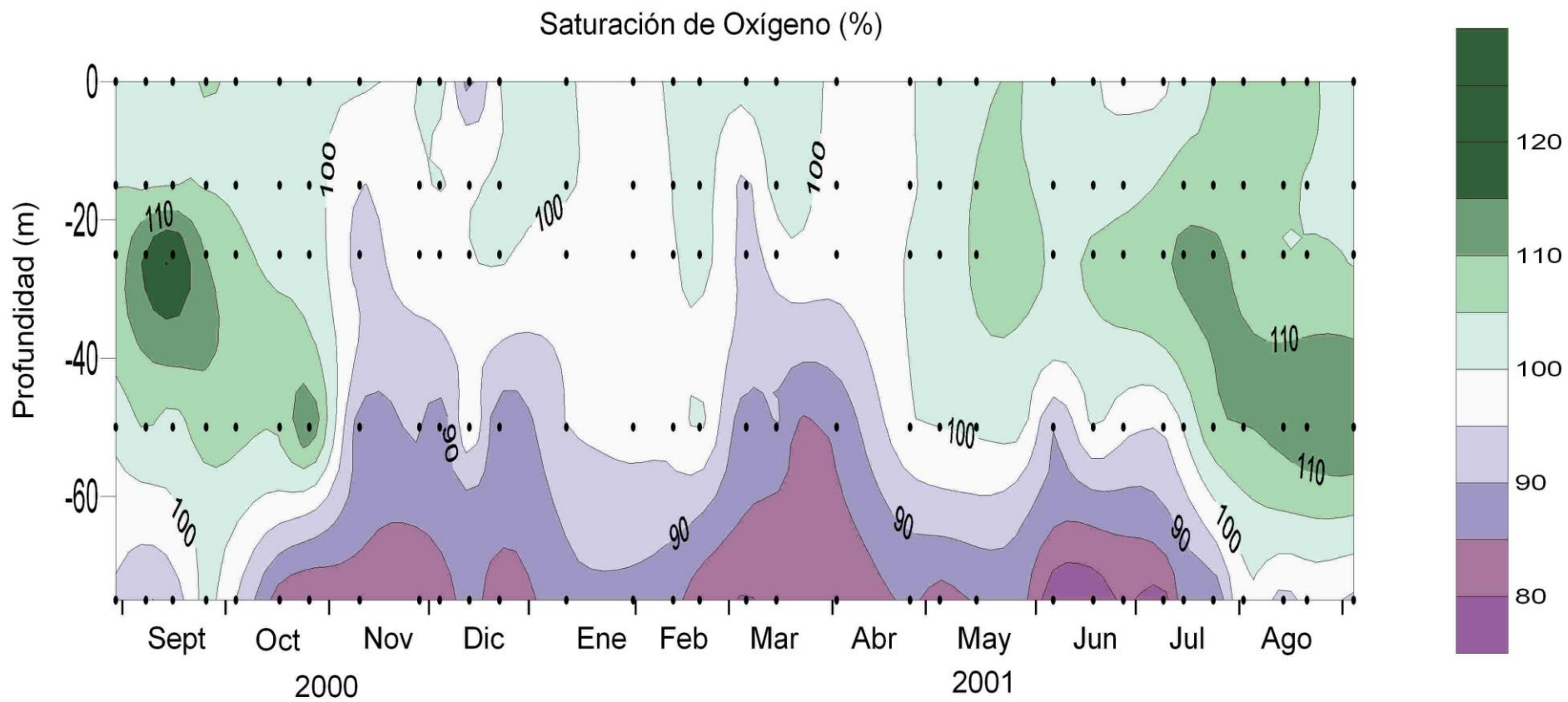


Figura 3.10: Variación de la saturación de oxígeno (%) durante el periodo de estudio. Los puntos indican las profundidades muestreadas con las botellas Niskin.

junio). Las menores saturaciones ocurrieron siempre a 75 m. En el resto de la columna, de manera general, se dieron valores bajos en la segunda mitad de la transición otoñal (a partir de noviembre), durante la mezcla invernal y en la transición primaveral hasta finales de abril. Por el contrario se obtuvieron saturaciones normalmente altas a finales de la transición primaveral y, sobre todo, durante la estratificación estival, especialmente entre 25 y 50 m.

3.7 Clorofila-*a*

La concentración de clorofila-*a* osciló entre 0.04 $\mu\text{g l}^{-1}$ (mediados de julio en superficie) y 1.79 $\mu\text{g l}^{-1}$ (mediados de enero a 25 m), con un valor medio de 0.38 $\mu\text{g l}^{-1}$ (Figura 3.11). El máximo valor integrado de clorofila fue 126 $\text{mg Cl-}a \text{ m}^{-2}$, el mínimo 11 $\text{mg Cl-}a \text{ m}^{-2}$ y la media 31 $\text{mg Cl-}a \text{ m}^{-2}$ (Figura 3.12). En este trabajo se consideran como proliferaciones de fitoplancton aquellas situaciones en las que el máximo de clorofila tuvo una concentración superior a 1 $\mu\text{g l}^{-1}$.

La mayor concentración de clorofila-*a* se observó, a mediados de enero con valores superiores a 1.4 $\mu\text{g l}^{-1}$ en los primeros 50 m. Fue una proliferación de corta duración ya que a finales de ese mes los niveles de clorofila bajaron de forma significativa. A mediados de febrero la concentración volvió a aumentar, formándose otra proliferación a finales de dicho mes con valores de hasta 1.6 $\mu\text{g l}^{-1}$ a 15 m. En marzo (finales de la mezcla invernal e inicios de la transición primaveral) tuvo lugar otra floración con valores máximos de entre 1.5-1.6 $\mu\text{g l}^{-1}$ en la primera mitad de mes y por encima de 0.9 $\mu\text{g l}^{-1}$ en la segunda mitad. En este mes de marzo el máximo de clorofila se hizo más profundo; a principios de mes estaba en superficie, y a finales a 50 m. Durante el resto de la transición primaveral el máximo de clorofila se observó en la capa de 50-75 m con valores entre 0.46 $\mu\text{g l}^{-1}$ y 0.94 $\mu\text{g l}^{-1}$, mientras que las concentraciones en superficie eran más bajas (0.1-0.47 $\mu\text{g l}^{-1}$). A inicios de junio hubo un pequeño repunte con un valor máximo superior a 1 $\mu\text{g l}^{-1}$ situado a 50 m. Doce días después la concentración máxima de clorofila seguía siendo relativamente elevada (0.9 $\mu\text{g l}^{-1}$) aunque se había desplazado a los 75 m. En julio y agosto las mayores concentraciones de clorofila se situaban siempre en el fondo con valores entre 0.41 $\mu\text{g l}^{-1}$ y 0.72 $\mu\text{g l}^{-1}$, mientras que en los primeros 25 m las concentraciones eran $< 0.14 \mu\text{g l}^{-1}$. Al final de estudio, a primeros

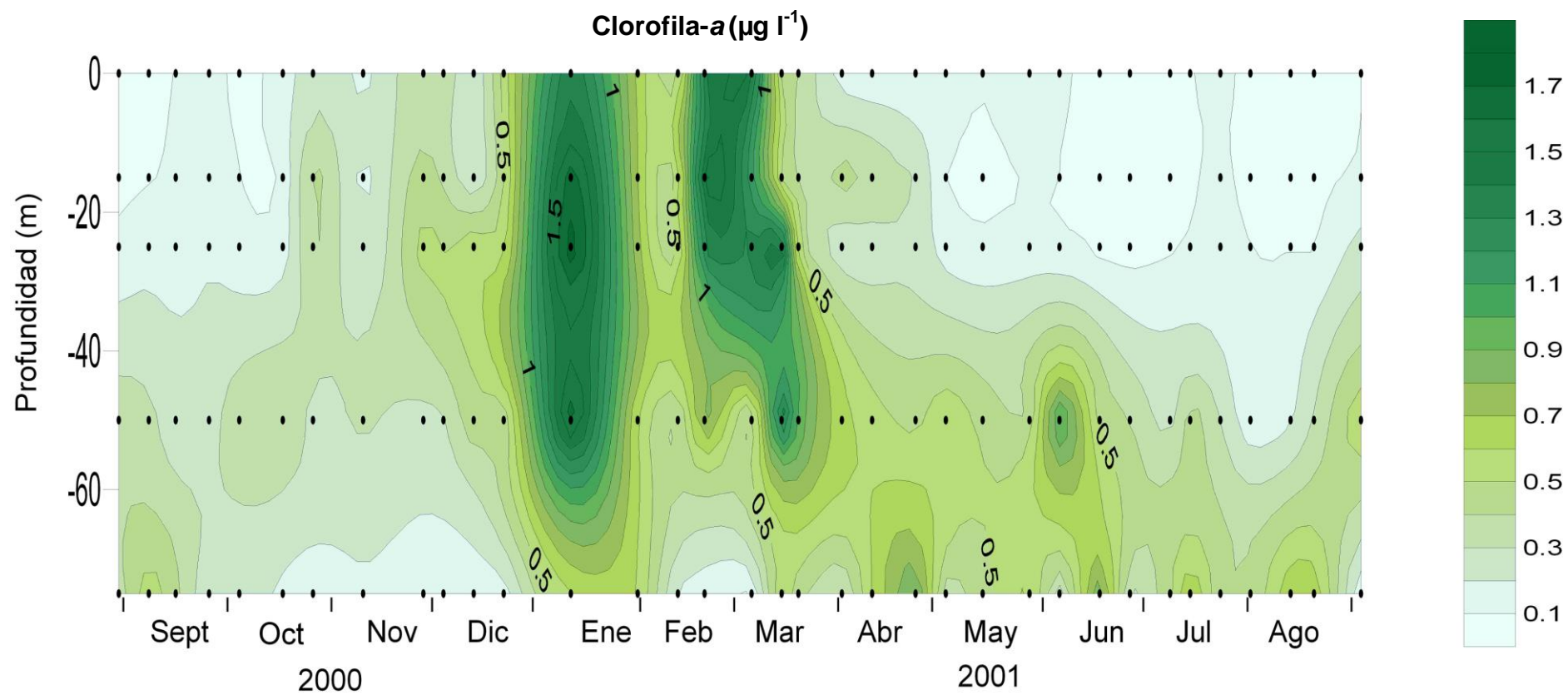


Figura 3.11: Variación de la concentración de clorofila-*a* ($\mu\text{g l}^{-1}$) durante el periodo de estudio. . Los puntos indican las profundidades muestreadas con las botellas Niskin.

de septiembre de 2001, el máximo de clorofila ascendió hasta los 50 m con un valor de $0.59 \mu\text{g l}^{-1}$. Por otra parte, durante la mayor parte de septiembre de 2000 el mayor valor de clorofila estaba situado en el fondo, llegando hasta los $0.57 \mu\text{g l}^{-1}$ a principios de este mes, mientras que en los primeros 25 m la concentración era menor de $0.25 \mu\text{g l}^{-1}$. Al principio de la transición otoñal el máximo de clorofila ascendió hasta los 50 m con valores alrededor de $0.4 \mu\text{g l}^{-1}$, mientras que los niveles en superficie fueron $< 0.15 \mu\text{g l}^{-1}$. A finales de octubre las mayores concentraciones estaban situadas sub-superficialmente con valores de $0.45 \mu\text{g l}^{-1}$, tras lo cual la concentración bajó de los $0.32 \mu\text{g l}^{-1}$ a principios de noviembre. Desde finales de noviembre hasta finales de diciembre el máximo de clorofila se encontraba situado en los 25 m tomando valores entre $0.49 \mu\text{g l}^{-1}$ y $0.6 \mu\text{g l}^{-1}$.

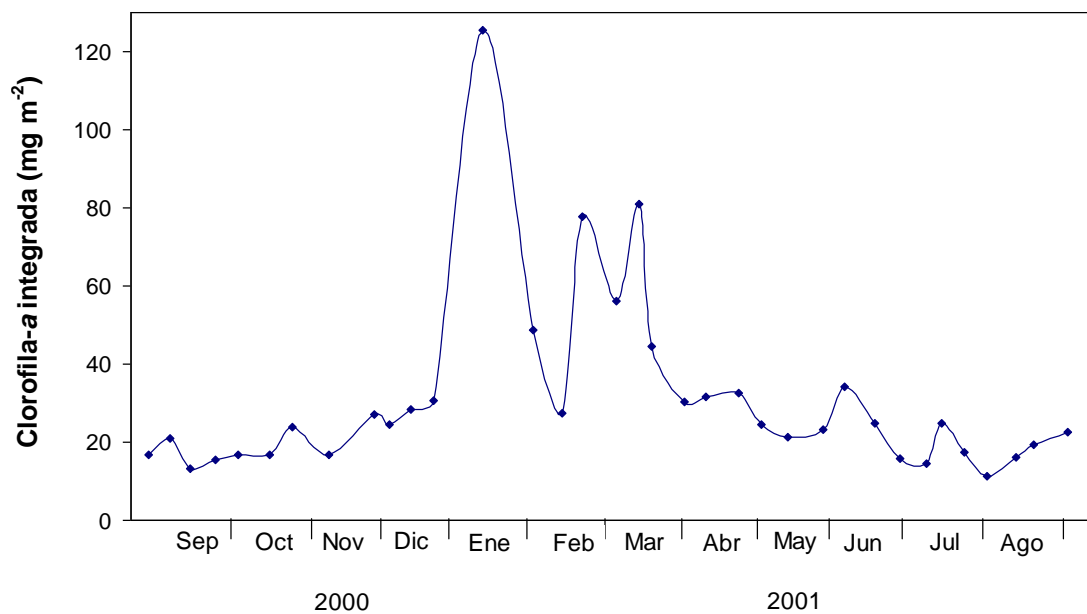


Figura 3.12: Variación de la concentración de clorofila-*a* integrada en la columna de agua (mg m^{-2}) durante el periodo de estudio.

Por lo tanto durante la transición otoñal desaparece el máximo de clorofila de la capa de 75 m. Para estudiar las variables ambientales relacionadas con dicha desaparición se realizó un análisis de regresión lineal múltiple progresivo con los datos ambientales y de clorofila a 75 m comprendidos entre septiembre y diciembre. El análisis progresivo únicamente incluyó como variable a la radiación visible en superficie ($r^2 = 0.73$, $p < 0.01$, Figura 3.13), el resto de variables fueron excluidas.

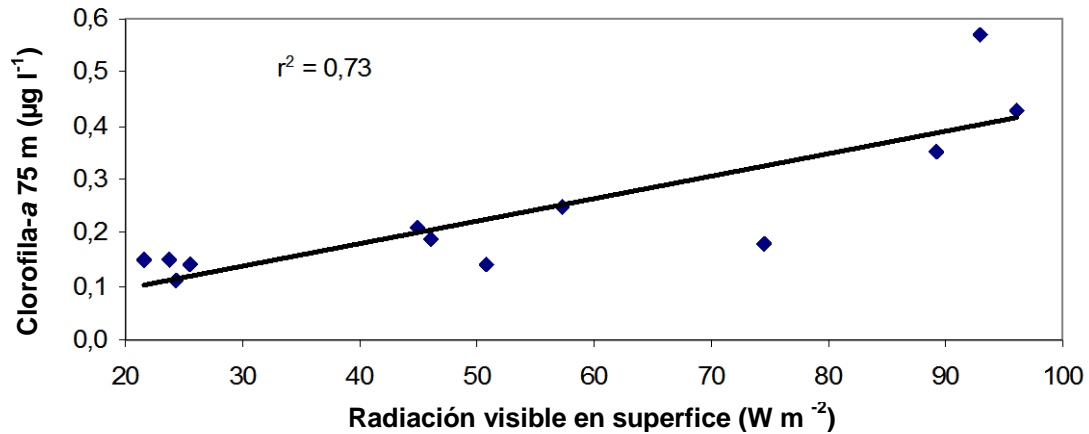


Figura 3.13: Regresión de la concentración de clorofila-*a* del nivel de 75 m ($\mu g l^{-1}$) con la radiación visible en superficie ($W m^{-2}$) para el periodo comprendido entre septiembre y diciembre de 2000.

3.8 Abundancia de fitoplancton

La abundancia de fitoplancton en las muestras estudiadas varió entre 15 cél ml^{-1} (mediados de septiembre a 25 m) y 352 cél ml^{-1} (principios de junio a 50 m), con un valor medio de 72 cél ml^{-1} . La variación estacional de la abundancia de fitoplancton (Figura 3.14) siguió un patrón similar al de la clorofila-*a*. Uno de los principales máximos lo encontramos al inicio de las condiciones de mezcla invernal con valores de 272 cél ml^{-1} a 15 m. Al igual que en el caso de la clorofila esta proliferación fue de corta duración. En la segunda mitad de febrero tuvo lugar otro de los máximos importantes con valores de hasta 309 cél ml^{-1} a 15 m. Durante la mayor parte de la transición primaveral la abundancia siguió siendo relativamente importante con máximos subsuperficiales (entre 25-50 m) de más de 120 cél ml^{-1} . En mayo la abundancia cayó a niveles menores de 62 cél ml^{-1} . A principios de junio tuvo lugar un nuevo pico de fitoplancton con valores de 352 cél ml^{-1} a 50 m. Estos valores altos continuaron hasta mediados de dicho mes con concentraciones de hasta 220 cél ml^{-1} en el fondo. En condiciones de estratificación estival, a diferencia de la clorofila, el máximo de abundancia no solía encontrarse cerca del fondo. El fitoplancton durante este periodo estaba normalmente por debajo de 62 cél ml^{-1} aunque llegó a alcanzar los 89 cél ml^{-1} o incluso más, como se ha comentado durante la primera mitad de junio o

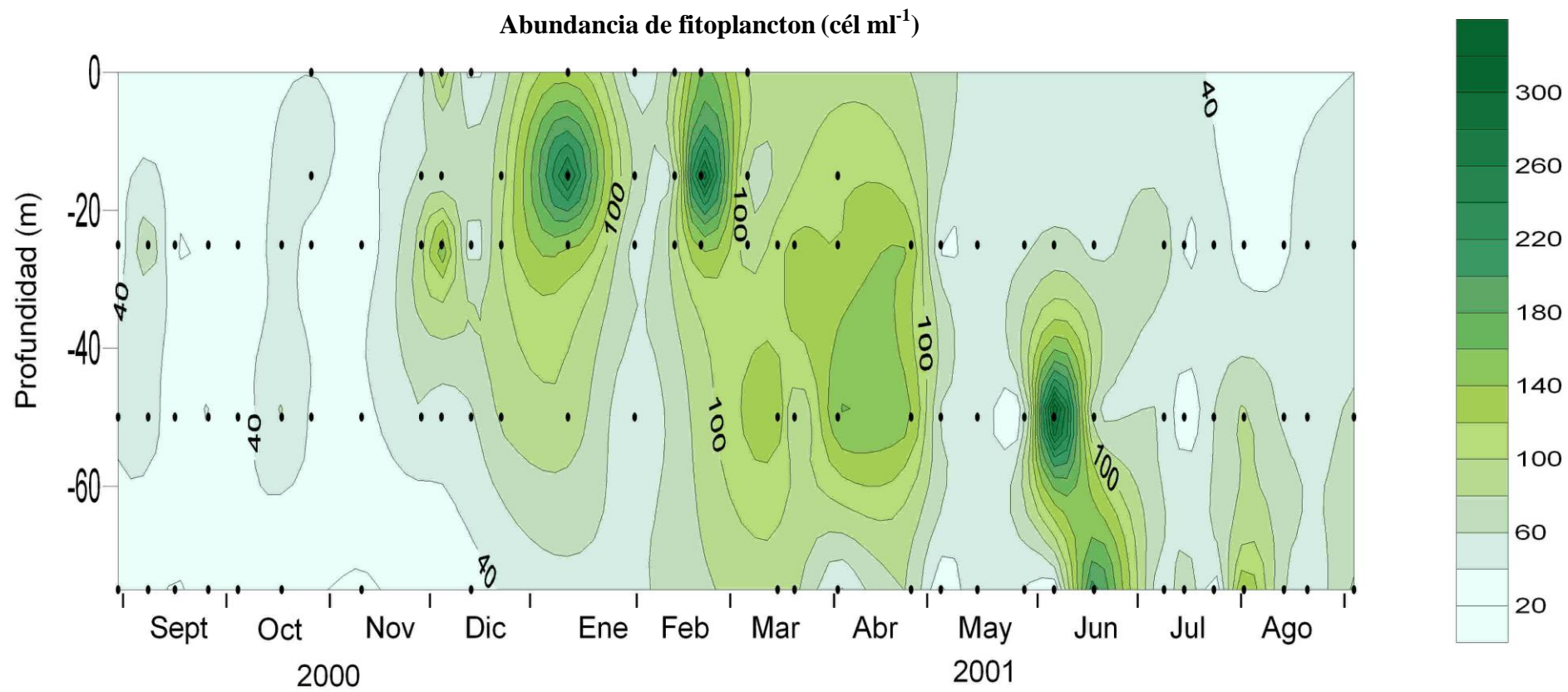


Figura 3.14: Variación de la abundancia de fitoplancton (cél ml⁻¹) durante el periodo de estudio. Los puntos indican las profundidades de muestreadas para el conteo al microscopio.

en el caso de principios de agosto, que se alcanzaron $151 \text{ c\acute{e}l ml}^{-1}$ cerca del fondo. A pesar de este aumento puntual de la abundancia a comienzos de agosto a 75 m, no hubo un incremento significativo en la concentración de clorofila. Por otra parte, durante el final de la estratificación estival y el comienzo de la transición otoñal del año 2000 la abundancia celular fue la más baja del período de estudio y normalmente estaba por debajo de $50 \text{ c\acute{e}l ml}^{-1}$. Desde finales de noviembre la concentración de microalgas planctónicas aumentó, de forma que a principios de diciembre encontramos valores mayores de $100 \text{ c\acute{e}l ml}^{-1}$ a 25 m.

3.9 Limitación del fitoplancton por nutrientes

Para el estudio de la limitación de nutrientes se tuvieron en cuenta las proporciones óptimas para el crecimiento del fitoplancton: 16 N: 1 P: 16 Si (Redfield *et al.*, 1963; Brzezinski, 1985; Domingues *et al.*, 2005).

Considerando en principio únicamente el nitrógeno y el fósforo (Figura 3.15), en la etapa de mezcla invernal el fósforo fue el principal elemento limitante, especialmente a mediados de enero y al principio de marzo. Sin embargo, a finales de enero y especialmente a finales de febrero, la limitación fue debida sobre todo al nitrógeno. En la transición primaveral y a principios de la época de estratificación el nitrógeno fue limitante en casi toda la columna mientras que en el fondo predominaba la limitación por fósforo. A partir de agosto el nitrógeno era el principal nutriente limitante en toda la columna. En septiembre de 2000 predominó la limitación por nitrógeno en la mayor parte de la columna excepto en el fondo que era debida sobre todo al fósforo. En la época de transición otoñal el nitrógeno fue el nutriente limitante más importante hasta finales de noviembre. A partir de esa fecha el fósforo empezó a limitar al fitoplancton intermitentemente a partir de los 50 m

Por su parte el silicio fue el principal elemento limitante (por delante de nitrógeno o fósforo) sobre todo durante la época de mezcla invernal (Figura 3.16), especialmente en enero y en menor medida en febrero. En la transición primaveral detectamos limitación por este elemento en abril entre los 25 y 75 m. En la época estival fue limitante

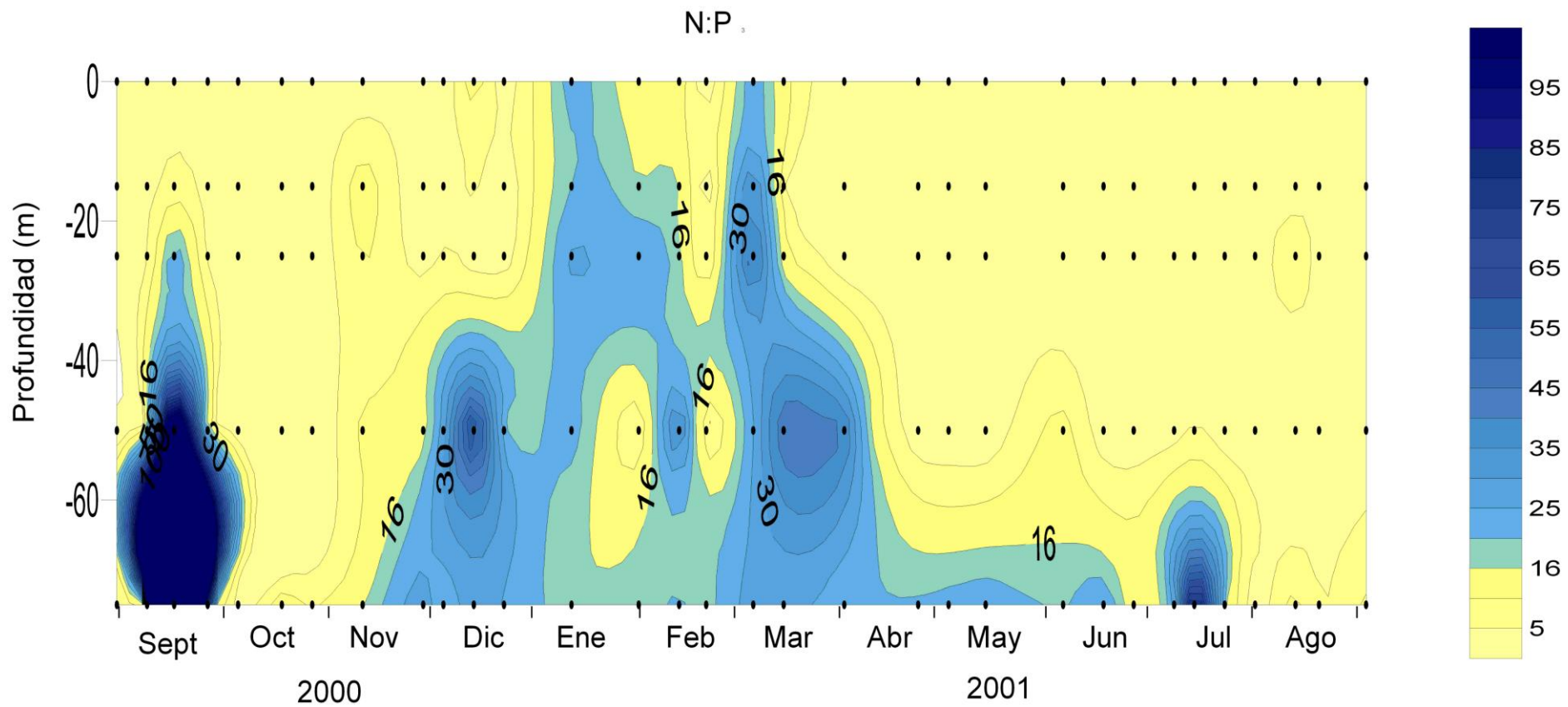


Figura 3.15: Relación N:P para las fechas y profundidades muestreadas.

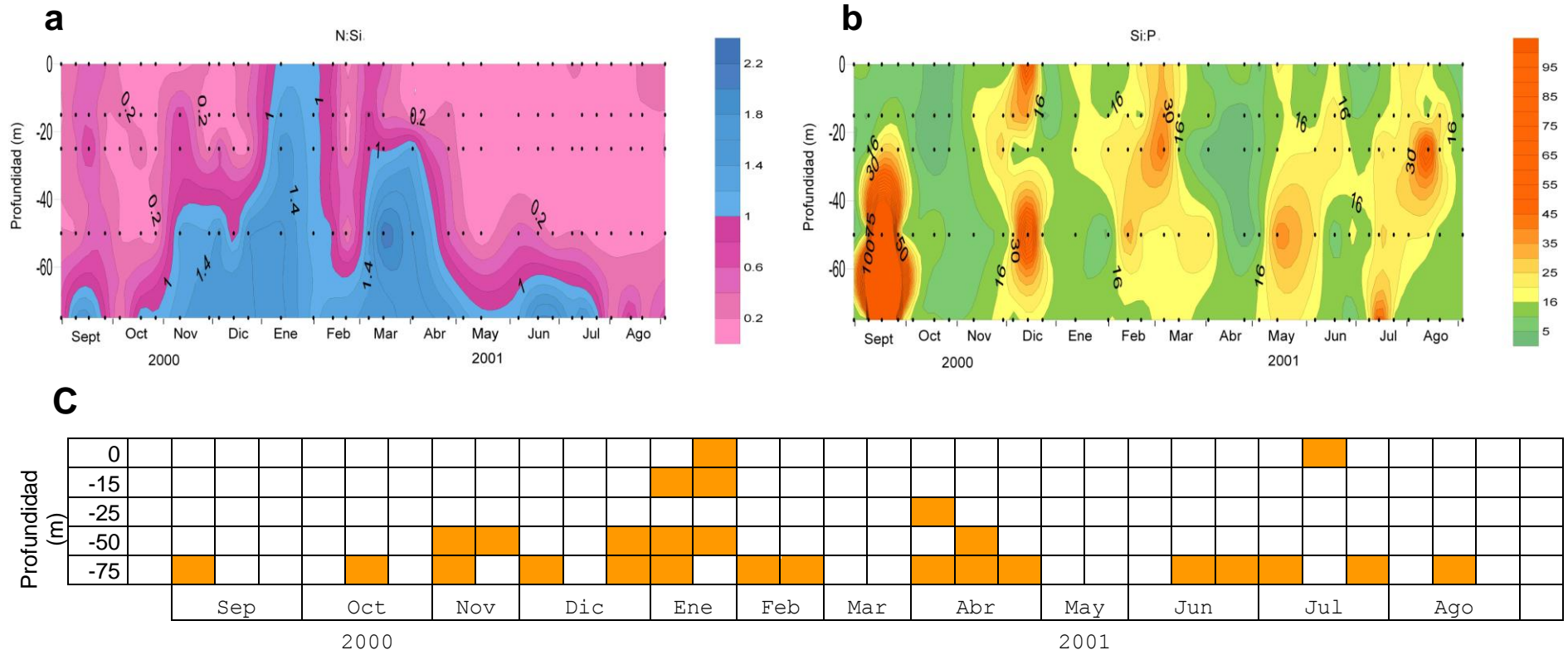


Figura 3.16: Relación N:Si (a) y relación Si:P (b). Representación esquemática en que quedan resaltadas las fechas y profundidades en las que la limitación por silicio se anteponía a la limitación por fósforo o nitrógeno (c).

principalmente cerca del fondo a partir de mediados de junio, aunque de forma discontinua. Finalmente en la época otoñal, hubo limitación sobre todo en noviembre y principios de diciembre a partir de los 50 m.

3.10 Biomasa de zooplancton

Los valores de biomasa del zooplancton (peso seco sin cenizas) oscilaron entre 2.3 mg m⁻³ (mediados de junio) y 10.6 mg m⁻³ (mediados de marzo). En la figura 3.17 se puede ver la variación de dicho parámetro junto con la concentración integrada de clorofila. La fase invernal empezó con valores bajos aunque se observó un temprano incremento en febrero. A principios de marzo la biomasa de zooplancton volvió a bajar, aunque a mediados de mes subió, coincidiendo con el desarrollo de la proliferación de fitoplancton que tuvo lugar en ese momento. Durante la mayor parte de la transición primaveral la biomasa de zooplancton siguió en valores relativamente altos hasta que disminuyó de manera significativa a principios de mayo. En el mes de abril dominaron los sifonóforos y pequeñas medusas, aunque también fueron abundantes los copépodos *Paracalanus parvus*, *Centropages* spp. y *Oithonas* spp. A principios de la etapa de estratificación el zooplancton continuaba con una tendencia a disminuir, hasta que a mediados de julio se produjo un repunte en la biomasa que duró hasta finales de dicho mes. Este incremento fue debido a doliólidos, al cladóceros *Penilia avirostris* y a copépodos como *Acartia* spp. En la fase final de la estratificación (en septiembre de 2000) la biomasa ascendió ligeramente. Tras un descenso puntual a comienzos de la transición otoñal la biomasa volvió a ascender a mediados de octubre. A finales de la época de estratificación e inicios de la transición otoñal el zooplancton estaba formado fundamentalmente por apendicularias con notable presencia del cladóceros *Penilia avirostris* y copépodos como *Clausocalanus* spp. A partir de mediados de octubre la biomasa zooplanctónica descendió hasta diciembre, momento en el cual volvió a aumentar.

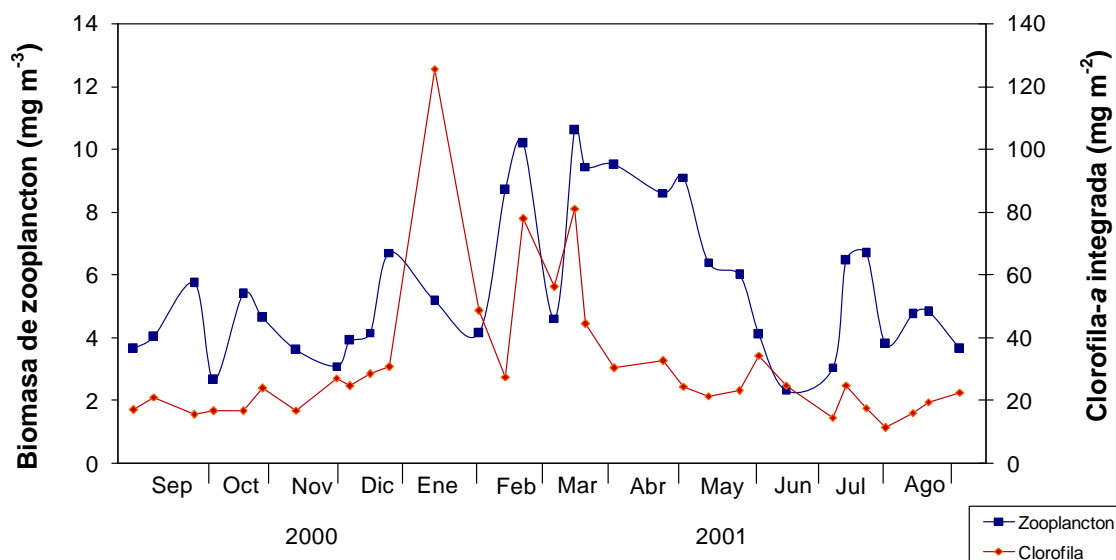


Figura 3.17: Variación de la biomasa de zooplancton (mg m^{-3}) y de la concentración integrada de clorofila-*a* (mg m^{-2}) durante el periodo de estudio.

3.11 Periodos oceanográficos: resumen

A continuación se resumen las principales características de cada uno de los periodos oceanográficos a partir de la información sobre hidrografía, nutrientes y fitoplancton expuesta anteriormente. En la tabla 3.1 se exponen las medias y desviaciones estándar de las principales variables en cada uno de los periodos oceanográficos.

- **Mezcla invernal:** Comprendería desde enero hasta primeros de marzo. Estuvo caracterizado por una mezcla vertical en la columna de agua y condiciones de homotermia. La salinidad en este periodo fue alta al igual que las concentraciones superficiales de nitrato, nitrito y silicatos. Hubo importantes proliferaciones de fitoplancton, especialmente en las capas más superficiales.
- **Transición primaveral:** Iría desde mediados de marzo a finales de mayo. Se formó la termoclina, que se hizo más marcada y más profunda a medida que avanzaba el período. Las nutriclinas también tendieron a hundirse, y desde finales de abril encontramos valores relativamente altos cerca del fondo y muy bajos en el resto de

la columna. Los máximos de abundancia y biomasa de fitoplancton no fueron tan elevados como en el periodo de mezcla y estaban situados a mayor profundidad

- **Estratificación estival:** Abarcaría por una parte septiembre de 2000 y desde junio a principios de septiembre de 2001. Estuvo caracterizado por una fuerte estratificación térmica, con la termoclina localizada a unos 30 m. Los nutrientes estuvieron con valores muy bajos en la mayor parte de la columna de agua y altos cerca del fondo, excepto en el mes de agosto con valores en el fondo también bajos especialmente de nitrato. El fitoplancton presenta valores significativos de biomasa en la capa profunda (entre 50 y 75 m).
- **Transición otoñal:** Tuvo lugar de octubre a diciembre de 2000. La termoclina se debilitó gradualmente hasta alcanzar de nuevo la situación de mezcla y homotermia y, por tanto, hubo un incremento en la concentración de nutrientes. La biomasa y abundancia de fitoplancton estuvieron por lo general en niveles bajos.

Tabla 3.1: Media (\pm desviación estándar) de las principales variables ambientales y fitoplanctónicas durante los distintos periodos oceanográficos.

Variable	Mezcla Invernal	Transición primaveral	Estratificación estival	Transición otoñal
Temperatura agua ($^{\circ}\text{C}$)	13.8 (\pm 0.1)	14.9 (\pm 1.2)	19.3 (\pm 4.5)	17.0 (\pm 2.6)
Salinidad	38.0 (\pm 0.2)	37.9 (\pm 0.2)	37.7 (\pm 0.2)	37.6 (\pm 0.2)
Índice de estratificación ($\sigma_t \text{ m}^{-1}$)	0.003 (\pm 0.003)	0.012 (\pm 0.009)	0.044 (\pm 0.005)	0.010 (\pm 0.019)
Radiación en superficie (W m^{-2})	40 (\pm 16)	84 (\pm 33)	106 (\pm 34)	39 (\pm 18)
Disco de Secchi (m)	17 (\pm 6)	23 (\pm 4)	30 (\pm 4)	25 (\pm 6)
Concentración de nitrato (μM)	1.5 (\pm 1.1)	1.3 (\pm 0.9)	0.9 (\pm 0.4)	0.9 (\pm 1.4)
Concentración de nitrito (μM)	0.2 (\pm 0.1)	0.3 (\pm 0.2)	0.2 (\pm 0.2)	0.1 (\pm 0.1)
Concentración de fosfato (μM)	0.1 (\pm 0.1)	0.2 (\pm 0.2)	0.1 (\pm 0.1)	0.1 (\pm 0.1)
Concentración de silicato (μM)	1.6 (\pm 0.7)	0.7 (\pm 1.2)	0.6 (\pm 0.9)	1.2 (\pm 0.8)
Relación N:P:Si ^(a)	17 N: 1 P: 16 Si	8 N: 1 P: 3.5 Si	11 N: 1 P: 6 Si	10 N: 1P: 12 Si
Saturación de oxígeno (%)	96 (\pm 7)	96 (\pm 8)	102 (\pm 9)	97 (\pm 9)
Concentración de clorofila- <i>a</i> ($\mu\text{g l}^{-1}$)	1.0 (\pm 0.5)	0.3 (\pm 0.4)	0.2 (\pm 0.2)	0.3 (\pm 0.2)
Abundancia de fitoplancton (cél ml^{-1})	114 (\pm 77)	83 (\pm 46)	61 (\pm 61)	58 (\pm 35)
Biomasa de zooplancton (mg m^{-3})	6.6 (\pm 2.7)	8.5 (\pm 1.7)	4.4 (\pm 1.3)	4.3 (\pm 1.3)

^(a) A partir de los promedios de nutrientes de cada periodo.



IV. Resultados.

Grupos y especies de fitoplancton

4.1 Contribución a la abundancia de los principales grupos de fitoplancton

La tabla 4.1 muestra la abundancia relativa de cada uno de los principales grupos de fitoplancton. En promedio en el ciclo estudiado, los dinoflagelados fueron el grupo más representado, constituyendo un 36 % del total. Los siguientes grupos en relevancia fueron los cocolitoforados y los flagelados indeterminados, ambos representando un promedio total del 20 %. Las diatomeas supusieron sólo el 14 %, mientras que las criptofíceas alcanzaron un promedio del 5 %. El resto de grupos contribuyeron en menos del 3 % al total del fitoplancton contabilizado.

Tabla 4.1: Abundancia relativa de los principales grupos de fitoplancton. E.E.: error estándar

Grupo	Porcentaje promedio	E.E.
Dinoflagelados	35,7%	1,9%
Cocolitoforados	20.1%	1,7%
Flagelados indeterminados	20.1%	1,3%
Diatomeas	13.9%	1,6%
Criptofíceas	4,9%	0,7%
Protista <i>incertae sedis</i> (<i>Solenicola setigera</i>)	2.9%	0,9%
Primnesofíceas ^(a)	1.3%	0,4%
Cianofíceas	0.6%	0,4%
Dictiocofíceas	0,6%	0,1%

^(a)Sin incluir los cocolitoforados.

En la figura 4.1 se observa el porcentaje de cada grupo respecto a la abundancia total, promediado en toda la columna por cada día de muestreo. Por otra parte en la figura 4.2 se muestra de forma esquemática el grupo de fitoplancton dominante de cada momento del estudio. En la proliferación que tiene lugar al comienzo del periodo de mezcla invernal el grupo dominante fueron los cocolitoforados (32 %), seguidos de las diatomeas (27 %). Tras la proliferación de enero, cuando la abundancia total volvió a bajar, los dinoflagelados formaron el grupo más numeroso (37 %). Febrero empezó dominado por las criptofíceas (25 %) y por la primnesofícea *Phaeocystis* cf. *globosa* (24 %). Durante este mes de febrero tuvo lugar otra corta pero importante proliferación de fitoplancton en la que los flagelados indeterminados fueron el grupo más importante

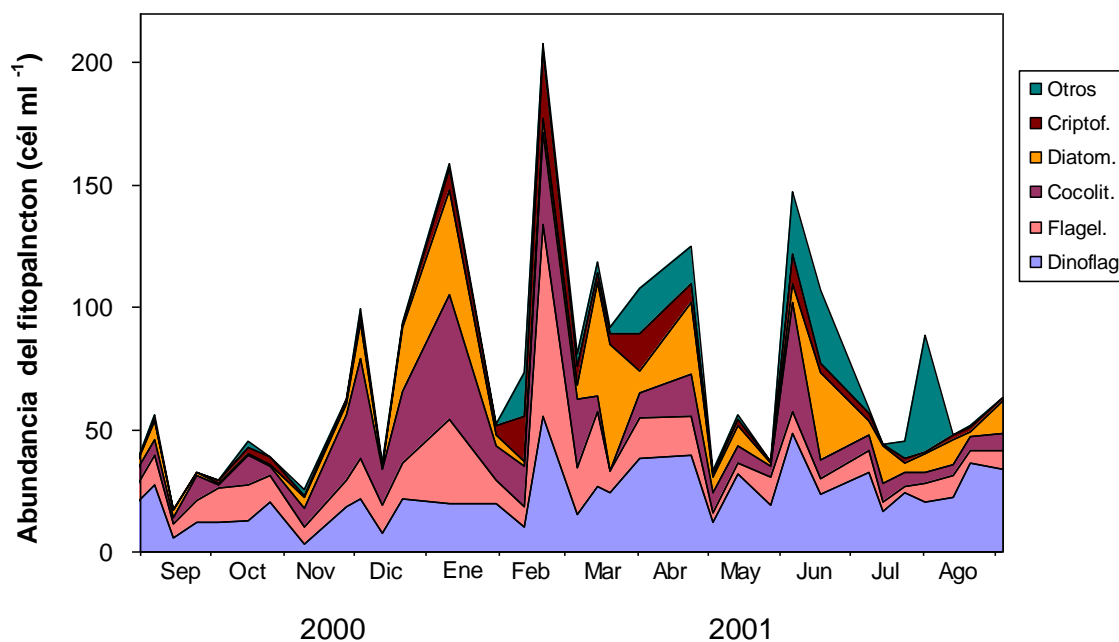


Figura 4.1: Variación estacional de la contribución relativa de cada grupo taxonómico a la abundancia total de fitoplancton.

con una abundancia relativa del 38 %, seguido por los dinoflagelados con un 27 %. A finales de las condiciones invernales y principios de la transición primaveral (marzo y abril), la abundancia total de fitoplancton seguía siendo importante. Respecto a la variación relativa de los grupos durante esta época, a principios de marzo predominaron los cocolitoforados (34 %), seguidos por los flagelados (24 %). Sin embargo, durante el resto del mes fueron las diatomeas el componente mejor representado, con abundancias relativas entre el 39 % y el 56 %. Por su parte en abril el grupo con mayor porcentaje relativo en la columna de agua volvieron a ser los dinoflagelados (entre el 32 % y el 35 %). En mayo la abundancia total del fitoplancton volvió a ser baja, durante este mes la comunidad fitoplanctónica estaba dominada por dinoflagelados que alcanzaron unas abundancias relativas de entre el 37 % y el 58 %. A comienzos de la estratificación estival, vuelve a haber una importante proliferación. En ese momento la columna de agua estaba, en promedio, dominada por dinoflagelados (33 %) y cocolitoforados (31 %). A mediados de junio la abundancia total bajó aunque seguía siendo importante y el grupo predominante en promedio en toda la columna era el de las diatomeas con un 34 %, seguido por el flagelado *Solenicola setigera* con un 26 %. A partir de ese momento la abundancia total siguió bajando hasta mediados de julio, momento a partir del cual se mantuvo en unos niveles promedio inferiores a 63 cél ml^{-1} . Durante el resto de la época



- Blue Dinoflagelados
- Maroon Cocolitoforados
- Red Flagelados
- Yellow Diatomeas
- Green Criptofíceas
- Orange *Solenicola setigera*
- Brown Primnesofíceas (*Phaeocystis cf globosa*)

Figura 4.2: Principales grupos taxonómicos que dominaron la comunidad fitoplanctónica durante los meses de estudio.

estival de 2001 el grupo más numeroso fue el de los dinoflagelados con abundancias relativas del 38 % al 71 %. Una importante excepción a esta tónica general del verano ocurrió a principios de agosto en el que hubo un repunte en la abundancia total (con valores promedio de 88 cél ml⁻¹) y en la que destacaba el flagelado *Solenicola setigera* que suponía el 49 % de la comunidad de toda la columna. Por otra parte, al final de la estratificación estival y comienzos de la transición otoñal, entre septiembre y mediados de noviembre de 2000, la abundancia de fitoplancton era baja y el grupo dominante era el de los dinoflagelados, con proporciones entre el 35 % y 56 %, excepto en la primera mitad de octubre en que el grupo más numeroso fue el de los flagelados indeterminados (32 % - 48 %). A partir de mediados de noviembre la abundancia total fue aumentando hasta llegar a las condiciones de mezcla invernal. Durante estos meses el grupo más numeroso pasó a ser el de los cocolitoforados con abundancias relativas promedio de entre el 29 % y el 42 %; además cabe destacar el aumento de la importancia relativa de las diatomeas a partir de finales de diciembre, que llegó a ser el segundo grupo más abundante representando un 28 % de la comunidad de fitoplancton.

4.2 Abundancia y composición de los principales grupos de fitoplancton durante el ciclo estudiado.

4.2.1 Dinoflagelados.

Como ya se mencionó los dinoflagelados fueron el grupo mejor representado y su variación durante el periodo de estudio se muestra en la figura 4.3. La máxima concentración de dinoflagelados tuvo lugar en junio a 50 m (99 cél ml⁻¹) y la mínima fue en diciembre a 25 m (0.5 dinoflagelados ml⁻¹). Al comienzo del periodo de mezcla invernal los máximos se encontraban situados en la profundidad de 15 m, con alrededor de 38 dinoflagelados ml⁻¹ constituidos en su mayoría por formas indeterminadas en general menores de 20 µm. Durante este mes tuvo lugar una importante proliferación de fitoplancton, a la cual los dinoflagelados contribuyeron de forma discreta (12 % en promedio). En febrero tuvo lugar otro nuevo pico importante de fitoplancton y en este caso los dinoflagelados fueron el segundo grupo en importancia relativa (después de los flagelados indeterminados), contabilizándose hasta 84 dinoflagelados ml⁻¹ a 15 m, formados principalmente por dinoflagelados < 20 µm no identificados y de manera

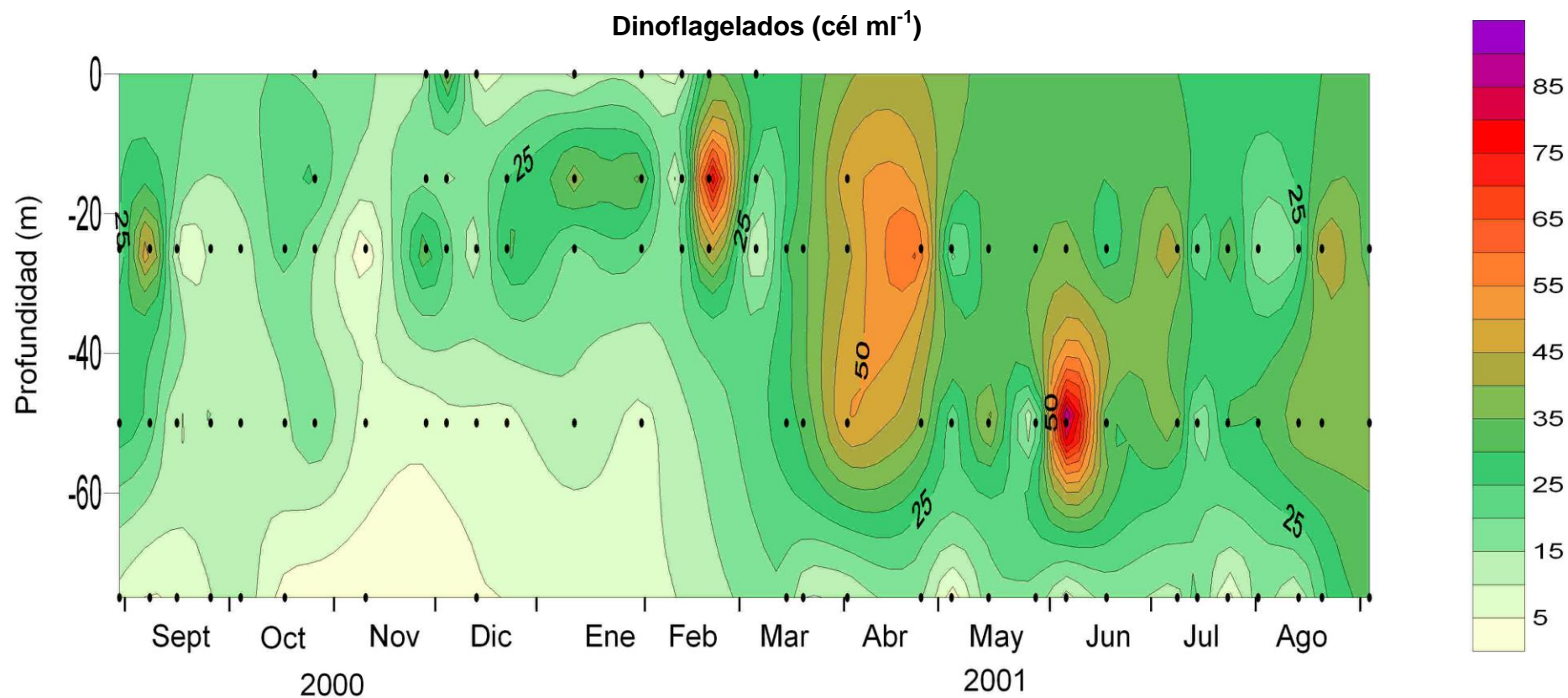


Figura 4.3: Variación de la abundancia de dinoflagelados (cél ml⁻¹) durante el periodo de estudio. Los puntos indican las profundidades de muestreadas para el conteo al microscopio.

mucho menos importante por *Prorocentrum triestinum* y *Amphidoma caudata*. Tras este máximo la abundancia de este grupo bajó en el muestreo de principios de marzo.

Durante la transición primaveral la concentración de dinoflagelados volvió a subir desde mediados de marzo hasta finales de abril, momento en que se alcanzaron los 62 dinoflagelados ml^{-1} a 25 m. En este tiempo la comunidad de dinoflagelados estaba formada principalmente por ejemplares no identificados, la mayoría menores de 20 μm . Además, con una abundancia mucho más baja estaban especies como *Oxytoxum* spp. y dinoflagelados pertenecientes al Orden Gymnodiniales. Debido a su importancia como productoras de toxinas, cabe resaltar la presencia puntual de *Gymnodinium catenatum* a finales de abril con una abundancia de 6 cél ml^{-1} . Desde abril y hasta la finalización del estudio los dinoflagelados fueron el grupo más abundante, con pocas excepciones como por ejemplo en la mayoría de muestras profundas. Durante mayo, al igual que en el caso del fitoplancton total, la abundancia de dinoflagelados baja, aunque sigue manteniéndose a niveles considerables para la zona ya que se contabilizaron hasta 44 cél ml^{-1} a mitad de mes. En este mes la comunidad de dinoflagelados estaba formada de nuevo principalmente por dinoflagelados nanoplanctónicos no identificados y en menor medida por *Oxytoxum* spp., Gymnodiniales y dinoflagelados “tipo” *Scripsiella*.

A comienzos de la estratificación estival tuvo lugar otra proliferación importante de fitoplancton en la que los dinoflagelados alcanzaron su máximo de abundancia (99 dinoflagelados ml^{-1} a 50 m). Durante esta proliferación destacaron de nuevo los dinoflagelados < 20 μm no identificados y, con menor importancia los Gymnodiniales indeterminados, *Gyrodinium* spp. y *Thoracosphaera heimii*. Doce días después la abundancia total de fitoplancton seguía siendo alta, sin embargo la abundancia de dinoflagelados bajó por debajo de los 28 cél ml^{-1} . Durante el resto del periodo estival y a diferencia de otros grupos, la mayor abundancia de dinoflagelados no se encontraba cerca del fondo, sino en los niveles de 25 o 50 m. En dicha capa los dinoflagelados solían suponer entre el 50 % y 77 % del fitoplancton total, alcanzando abundancias de entre 12 y 47 cél ml^{-1} . En estos meses de julio, agosto y principios de septiembre de 2001 la comunidad de dinoflagelados vuelve a estar dominada por formas indeterminadas mayoritariamente nanoplanctónicas, y en menor medida por *Oxytoxum* spp. y dinoflagelados “tipo” *Scripsiella*. Con respecto al final del período de estratificación estival, en la primera mitad de septiembre de 2000, los dinoflagelados

suponían en promedio un 50 % del total del fitoplancton, con una abundancia mayor en las profundidades intermedias (18-28 cél ml⁻¹). En la segunda mitad de septiembre y principios de octubre la abundancia de dinoflagelados estaba por debajo de las 17 cél ml⁻¹. En el resto de la transición otoñal los máximos de este grupo se encontraban situados en los primeros 25 m. En dicha capa la abundancia de dinoflagelados estaba entre 14 y 41 cél ml⁻¹, excepto puntualmente a mediados de los meses de noviembre y diciembre cuando la abundancia máxima estaba por debajo de 11 cél ml⁻¹. En estos meses, coincidentes con el final de la estratificación estival y con la transición otoñal, la comunidad de dinoflagelados estaba dominada por formas nanoplanctónicas de difícil identificación. En una proporción mucho menor cabe destacar a *Oxytoxum* spp. y especies no identificados pertenecientes al Orden Gymnodiniales.

4.2.2 Flagelados indeterminados.

Los flagelados indeterminados (Figura 4.4) tuvieron su máximo en la floración de febrero a 15 m (118 cél ml⁻¹) y el mínimo en condiciones de estratificación estival, cerca del fondo. En su mayor parte eran formas nanoplanctónicas. Durante la proliferación de fitoplancton de principios de la época de mezcla invernal, los flagelados alcanzaron una concentración relativamente alta, especialmente a 15 m siendo el grupo más abundante a esa profundidad con 80 flagelados ml⁻¹. Tras ese “bloom”, la concentración de flagelados, al igual que la concentración total de fitoplancton, bajó hasta la proliferación de febrero. En dicha floración los flagelados fueron el grupo más representado y alcanzaron una densidad de hasta 118 cél ml⁻¹ a 15 m. Durante la mayor parte de la transición primaveral los flagelados se encontraban en concentraciones considerables para la zona (hasta 40 cél ml⁻¹), especialmente en los primeros 25 m. En la primera mitad de mayo, al igual que el fitoplancton total, la abundancia de flagelados disminuyó contabilizándose menos de 7 cél ml⁻¹. A finales de mayo y durante el período estival del 2001, los flagelados se encontraban normalmente por debajo de las 11 cél ml⁻¹, aunque en profundidades puntuales podían alcanzar los 18 flagelados ml⁻¹. Cabe resaltar que no se observó una contribución significativa de los flagelados a la proliferación que tuvo lugar en junio. Al final de la época estival del 2000 y durante la transición otoñal de dicho año los flagelados indeterminados no pasaron de las 24 cél ml⁻¹, y las mayores abundancias solían observarse en la capa de 25 m.

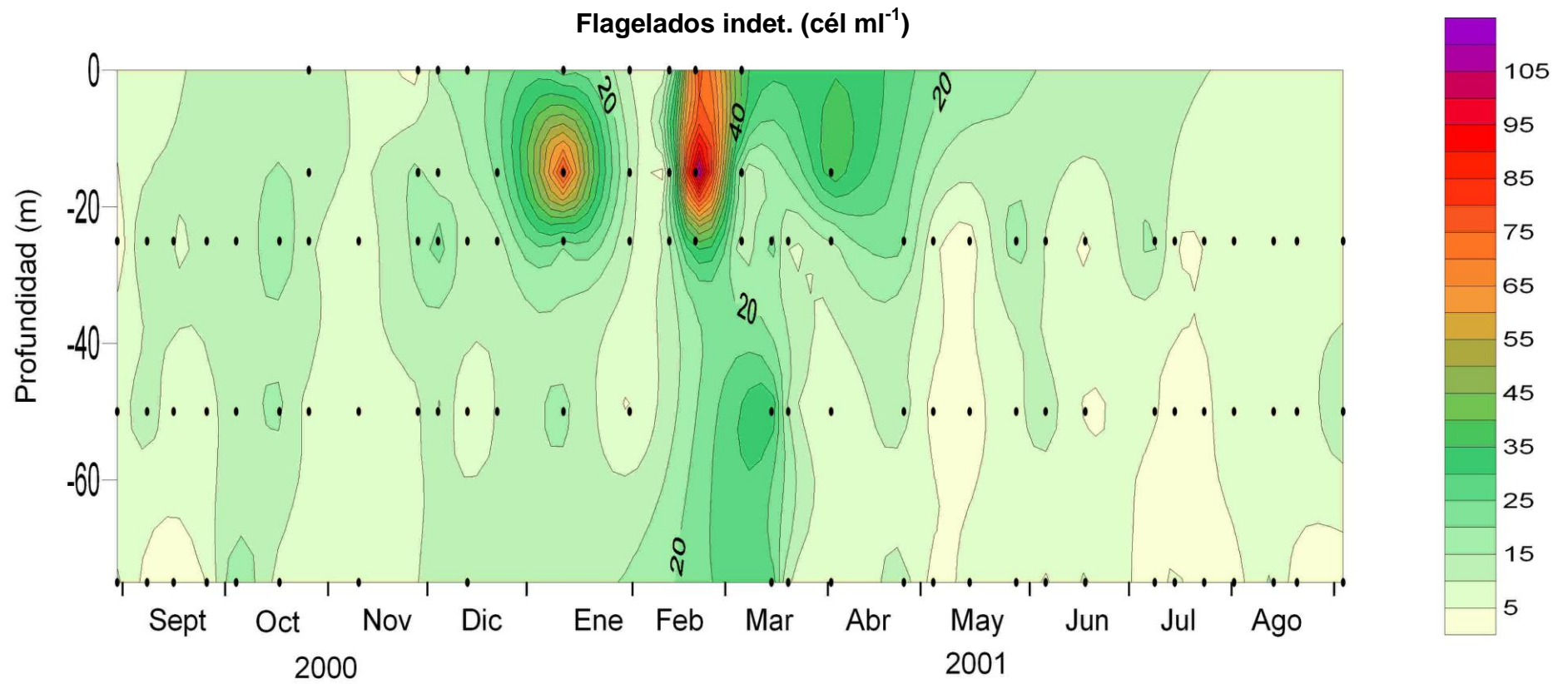


Figura 4.4: Variación de la abundancia de flagelados indeterminados (cél ml⁻¹) durante el periodo de estudio. Los puntos indican las profundidades de muestreadas para el conteo al microscopio.

4.2.3 Cocolitoforados.

La variación estacional de los cocolitoforados se muestra en la figura 4.5. El máximo de este grupo tuvo lugar en junio a 50 m (128 cocolitoforados ml^{-1}) mientras que el mínimo se encontró en abril a 15 m, momento en el cual no se detectaron cocolitoforados. La inmensa mayoría de los cocolitoforados observados correspondían a formas nanoplanctónicas de difícil identificación con microscopía óptica. Durante la proliferación en condiciones de mezcla invernal de mediados de enero los cocolitoforados fueron en promedio, junto con las diatomeas, uno de los grupos más abundantes. Durante esta proliferación se alcanzaron valores de hasta 68 cocolitoforados ml^{-1} . En los siguientes muestreos la abundancia de cocolitoforados bajó hasta que a finales del mes de febrero, coincidiendo con otra de las proliferaciones del fitoplancton, volvió a aumentar la concentración de cocolitoforados hasta las 47 cél ml^{-1} . Este aumento en la abundancia de los cocolitoforados continuó en la floración de principios de marzo, con valores de hasta 49 cél ml^{-1} .

Durante el comienzo de la transición primaveral la densidad de cocolitoforados volvió a descender ($< 8 \text{cél ml}^{-1}$), a pesar de que la concentración de fitoplancton total se mantuvo en valores considerables. Durante abril, la abundancia de este grupo aumentó, especialmente en el nivel de 50 m donde se superaron los 25 cocolitoforados ml^{-1} . En mayo, al igual que el total del fitoplancton, la concentración de cocolitoforados se mantuvo baja, por debajo de las 10 cél ml^{-1} .

En la floración de junio los cocolitoforados, junto con los dinoflagelados, jugaron un importante papel, alcanzando concentraciones de hasta 128 cocolitoforados ml^{-1} a 50 m. A mediados de dicho mes la abundancia fitoplanctónica total seguía siendo relativamente elevada aunque esto no se observó en el caso de los cocolitoforados ya que su abundancia era poco significativa ($< 17 \text{cél ml}^{-1}$). De hecho durante el verano del 2001 la concentración de cocolitoforados fue bastante baja. Los valores durante este periodo estival no superaron las 11 cél ml^{-1} , dándose las mayores abundancias de este grupo normalmente cerca del fondo. Al final de las condiciones estivales en septiembre de 2000 y durante la mayor parte de la transición otoñal, la concentración de cocolitoforados fue relativamente baja, con valores normalmente por debajo de 20 cél ml^{-1} . En el mes de septiembre de 2000 destacan las especies de cocolitoforados

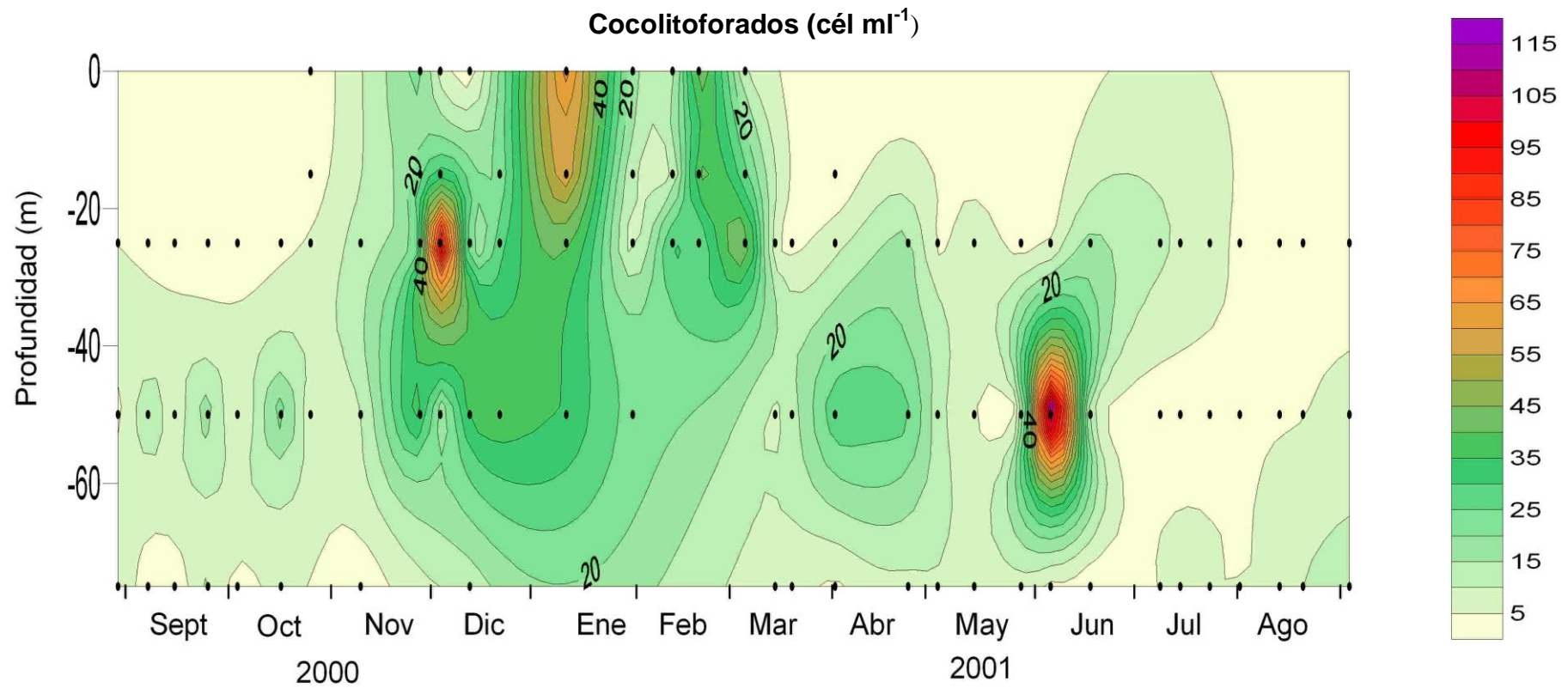


Figura 4.5: Variación de la abundancia de cocolitoforados (cél ml⁻¹) durante el periodo de estudio. Los puntos indican las profundidades de muestreadas para el conteo al microscopio.

Calciosolenia murrayi y *Calciosolenia brasiliensis* ya que ambas llegaron a suponer, en determinadas ocasiones, hasta el 32 % del fitoplancton total, sobre todo en las profundidades de 50 y 75 m. A partir de finales de noviembre la abundancia de los cocolitoforados aumentó llegando a picos de 111 cocolitoforados ml^{-1} a principios de diciembre. Es importante resaltar que, desde mediados de noviembre y durante el mes de diciembre, los cocolitoforados eran el grupo más representado del fitoplancton pudiendo llegar a representar en determinadas profundidades hasta el 68 % de la abundancia total

4.2.4 Diatomeas.

La variación estacional de este grupo fue parecida a la variación en la abundancia total (Figura 4.6). El máximo de diatomeas tuvo lugar en junio cerca del fondo (103 cél ml^{-1}), mientras que en condiciones de estratificación estival y en profundidades subsuperficiales hubo varias ocasiones en que no se observaron diatomeas. A principios del periodo de mezcla invernal, coincidiendo con el máximo de fitoplancton de mediados de enero, tuvo lugar una de las principales proliferaciones de diatomeas, alcanzándose valores de hasta 78 diatomeas ml^{-1} a 15 m debido principalmente a las siguientes especies: *Lauderia annulata*, *Rhizosolenia* spp., *Thalassionema nitzschioides* y *Leptocylindrus danicus*. Con bajas concentraciones (< 2.6 cél ml^{-1}) también se encontraron diatomeas céntricas $< 20 \mu\text{m}$, que seguramente correspondan a formas solitarias del género *Thalassiosira*. La contribución relativa promedio de las diatomeas a esta proliferación fue, junto con los cocolitoforados, muy importante (27 %). Esta proliferación fue de corta duración y tras ella el número de diatomeas cayó durante el resto de enero hasta mediados de marzo. Durante esta época invernal se podían encontrar abundancias de 9-15 diatomeas ml^{-1} en a 15 ó 25 m donde predominaban las especies *Pseudosolenia calcar-avis*, *Pseudo-nitzschia* grupo *delicatissima* y diatomeas pennadas $> 20 \mu\text{m}$. Es importante destacar que la proliferación fitoplanctónica que tuvo lugar a finales de febrero no supuso un aumento relevante en la abundancia de las diatomeas.

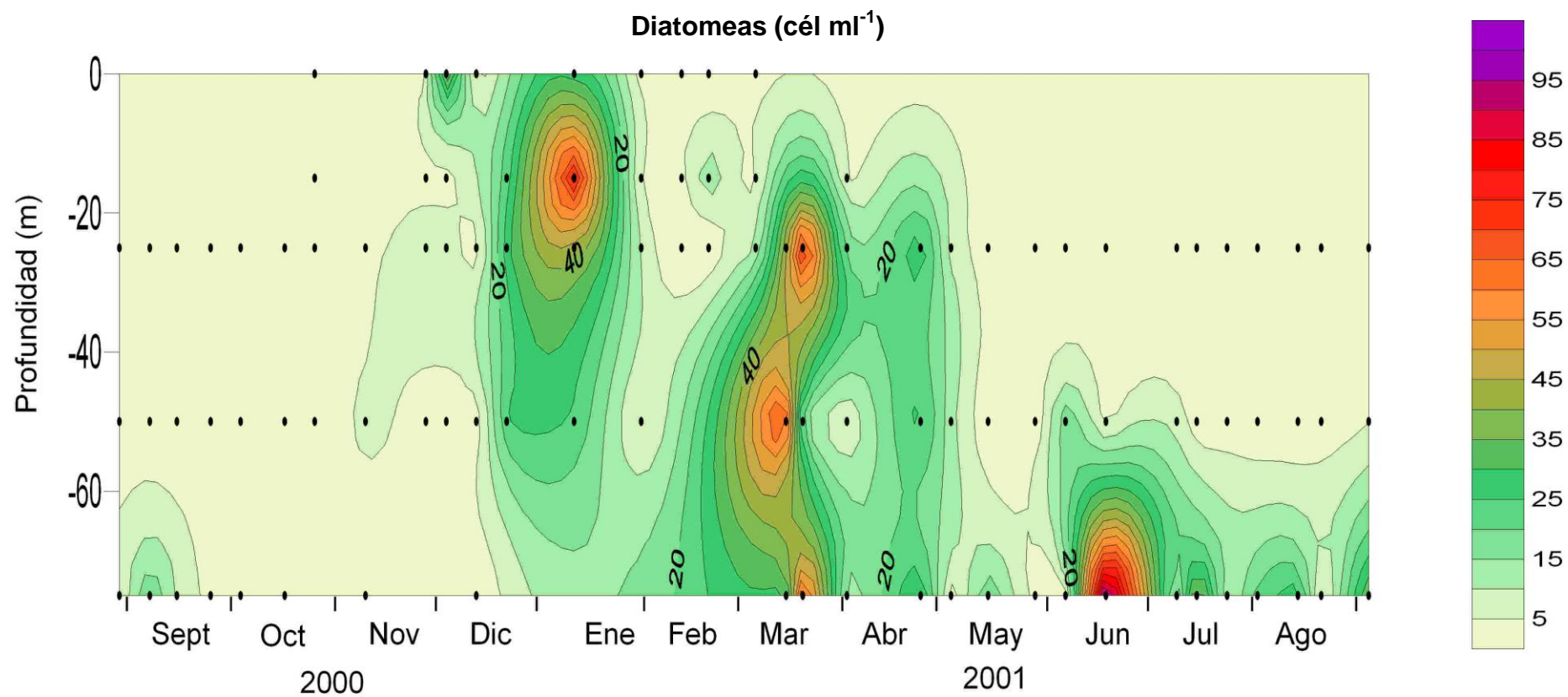


Figura 4.6: Variación de la abundancia de diatomeas (cél ml⁻¹) durante el periodo de estudio. Los puntos indican las profundidades de muestreadas para el conteo al microscopio.

A comienzos de la transición primaveral, durante la segunda mitad de marzo las diatomeas fueron el grupo más importante con concentraciones de hasta 76 cél ml⁻¹, siendo las especies más importantes *Pseudo-nitzschia* grupo *delicatissima*, *Thalassionema nitzschioides*, *Rhizosolenia* spp., y puntualmente *Chaetoceros pseudocurvisetus*. A primeros de abril hubo una bajada en la abundancia de diatomeas (< 17 cél ml⁻¹) y a finales de dicho mes los niveles de este grupo subieron hasta las 29 cél ml⁻¹ con especies como *Pseudo-nitzschia* grupo *seriata*, *Thalassionema nitzschioides* y diatomeas pennadas > 20 µm, acompañados de *Rhizosolenia* spp. y *Chaetoceros* spp. en estado de degradación. En mayo la abundancia total de fitoplancton descendió, durante este mes las diatomeas alcanzaron valores de entre 10-20 cél ml⁻¹ a 50 ó 75 m de profundidad principalmente de la especie *Thalassionema nitzschioides*.

En el caso de la proliferación de inicios de la etapa de estratificación las diatomeas no alcanzaron números importantes hasta mediados de junio, momento en el que llegaron a ser el grupo más importante del fitoplancton con un máximo de 103 cél ml⁻¹ cerca del fondo. Este máximo estaba formado principalmente por *Thalassionema nitzschioides*, seguida por: diatomeas pennadas > 20 µm, diatomeas céntricas (“tipo” *Coscinodiscus*) y *Pseudo-nitzschia* grupo *seriata*. A partir de mediados de julio y hasta la finalización del estudio, en pleno periodo de fuerte estratificación, la situación con respecto a las diatomeas solía caracterizarse por una concentración baja excepto en el nivel más profundo en el que podían alcanzarse valores de entre 20-44 cél ml⁻¹. Aunque no siempre, las diatomeas podían suponer hasta el 50 % de toda la comunidad fitoplanctónica en el fondo durante la etapa estival. Estos máximos profundos estaban dominados por las especies: diatomeas pennadas > 20 µm, *Thalassionema nitzschioides* y *Pseudo-nitzschia* grupo *seriata*. Al final del periodo estival, durante septiembre de 2000, la abundancia fue muy baja en los niveles intermedios, y sólo en profundidad se encontraron niveles relativamente apreciables (5-20 cél ml⁻¹). A pesar de que la abundancia fitoplanctónica total era baja, cabe destacar que a mediados de mes en el nivel más profundo las diatomeas dominan claramente la comunidad fitoplanctónica ya que llegaron a suponer entre el 53 % y el 72 % del fitoplancton total. Estos máximos profundos de diatomeas en septiembre estaban compuestos por diatomeas pennadas > 20 µm, y en menor medida por *Pseudo-nitzschia* grupo *seriata*, *Odontella mobiliensis* y diatomeas céntricas > 20 µm (“tipo” *Coscinodiscus*).

A principios de la transición otoñal la concentración de diatomeas fue muy baja (< 2 cél ml^{-1}). Durante noviembre el número de diatomeas fue subiendo, especialmente en los niveles intermedio, las especies principales en este mes fueron *Lioloma pacificum*, diatomeas pennadas $> 20 \mu\text{m}$ y *Guinardia striata*. A primeros de diciembre paralelamente a la abundancia total subió la densidad de diatomeas, especialmente en superficie donde llegaron a 40 cél ml^{-1} , siendo el grupo más representado del fitoplancton para esa profundidad gracias principalmente a *Pseudo-nitzschia* grupo *seriata*. A mediados de mes volvió a caer la abundancia de diatomeas junto con la abundancia total, mientras que a final de diciembre, al igual que el resto del fitoplancton, la concentración de diatomeas subió llegando a suponer el segundo grupo en importancia del fitoplancton (después de los cocolitoforados) debido a especies como *Leptocylindrus danicus*, *Rhizosolenia* spp. y diatomeas pennadas $> 20 \mu\text{m}$.

4.2.5 Criptofíceas

El máximo en la abundancia de criptofíceas (Figura 4.7) se dio en la proliferación de febrero a 15 m (47 criptofíceas ml^{-1}) y el mínimo se observó en la segunda mitad de septiembre (0 cél ml^{-1}). Al inicio de la mezcla invernal, como respuesta a la proliferación de enero, las criptofíceas también aumentaron su concentración hasta las 17 cél ml^{-1} . Tras esa corta proliferación el número de criptofíceas bajó, pero vuelve a subir en febrero de forma que a principios de ese mes las criptofíceas eran el grupo más representado del fitoplancton. Durante ese mes la concentración de este taxón sigue aumentando hasta alcanzar las 47 cél ml^{-1} a 15 m en la proliferación que tuvo lugar en la segunda mitad de febrero.

Tras ese máximo, al comenzar la transición primaveral, la abundancia de este grupo descendió por debajo de las 20 cél ml^{-1} . A comienzos de abril hubo otro importante máximo de criptofíceas con 30 cél ml^{-1} a 25 m. En el siguiente muestreo de abril la presencia de criptofíceas había bajado considerablemente y durante el mes de mayo la abundancia de este grupo era muy baja (<3 cél ml^{-1}). Como respuesta a la proliferación de fitoplancton al comienzo de la estratificación estival, las criptofíceas también aumentaron de concentración hasta las 17 cél ml^{-1} . Tras este pico de fitoplancton la

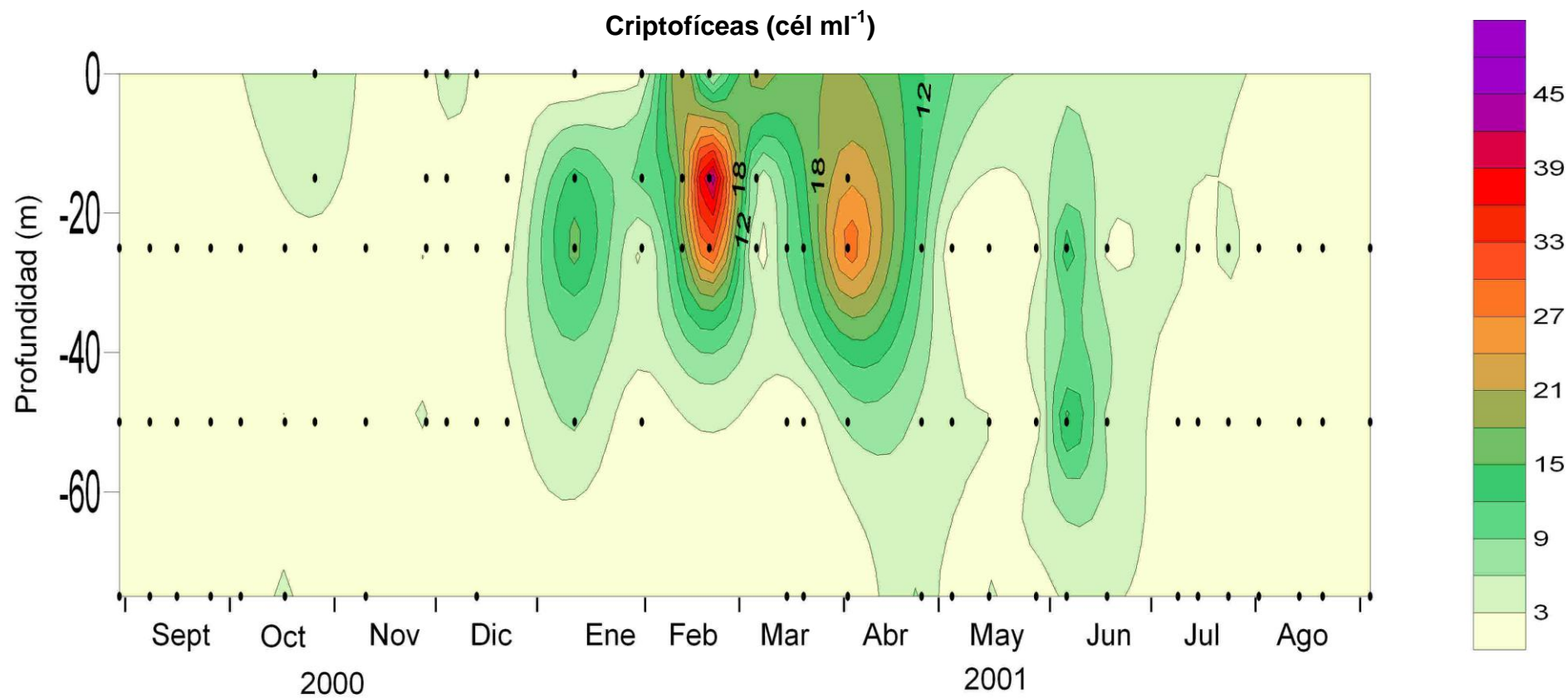


Figura 4.7: Variación de la abundancia de criptofíceas (cél ml⁻¹) durante el periodo de estudio. Los puntos indican las profundidades de muestreadas para el conteo al microscopio.

abundancia total aún se mantenía en niveles importantes, sin embargo las criptofíceas descendieron por debajo de las 5 cél ml⁻¹. Durante el resto del verano de este año la concentración de este grupo tendió a disminuir. En julio y agosto la abundancia de criptofíceas solía estar por debajo de 2 cél ml⁻¹ y sólo en ocasiones puntuales en el nivel de 25 m se llegaban a abundancias de 3-5 cél ml⁻¹. Por otra parte, al final de la estratificación estival de 2000 la abundancia de criptofíceas era muy baja (0-0.5 cél ml⁻¹).

Al comienzo de la transición otoñal la concentración de este grupo aumentó alcanzando las 5 criptofíceas ml⁻¹. La presencia de criptofíceas en noviembre disminuyó al principio (< 2 cél ml⁻¹ a mediados de mes) pero luego volvió a subir hasta principios de diciembre, cuando se contaron hasta 7 cél ml⁻¹ en superficie. Durante el resto de diciembre la abundancia de este grupo volvió a bajar hasta el inicio del periodo de mezcla invernal.

4.2.6 *Solenicola setigera*.

La abundancia máxima de *Solenicola setigera* se dio en agosto en el fondo (88 cél ml⁻¹) y el mínimo tuvo lugar durante la transición otoñal y la mezcla invernal donde, salvo una excepción, no se detectó esta especie. La primera observación de esta especie (Figura 4.8) tiene lugar al final de la transición otoñal, en diciembre de 2000, aunque con una abundancia muy baja (0.6 cél ml⁻¹). Tras esta aparición puntual no vuelve a detectarse hasta mediados de marzo de 2001, en los inicios de la transición primaveral. A partir de esa fecha la presencia de *S. setigera* fue aumentando durante este periodo primaveral hasta alcanzar el 64 cél ml⁻¹ a principios de abril. Tras ese momento la abundancia de esta especie volvió a bajar hasta desaparecer en la segunda mitad de mayo. Al principio de la estratificación estival, durante la proliferación de junio, *S. setigera* tuvo una importante presencia con unas abundancias que aumentaron desde 75 cél ml⁻¹ a principios de mes hasta 84 cél ml⁻¹ a mediados de mes, de forma que se convirtieron en el segundo grupo en importancia de la comunidad fitoplanctónica al final de esta proliferación. Durante esta proliferación de junio la presencia de *S. setigera* estaba restringida únicamente a las profundidades de 50 m a principios de mes y 75 m a finales, lo que coincide con las profundidades de máxima abundancia fitoplanctónica. A

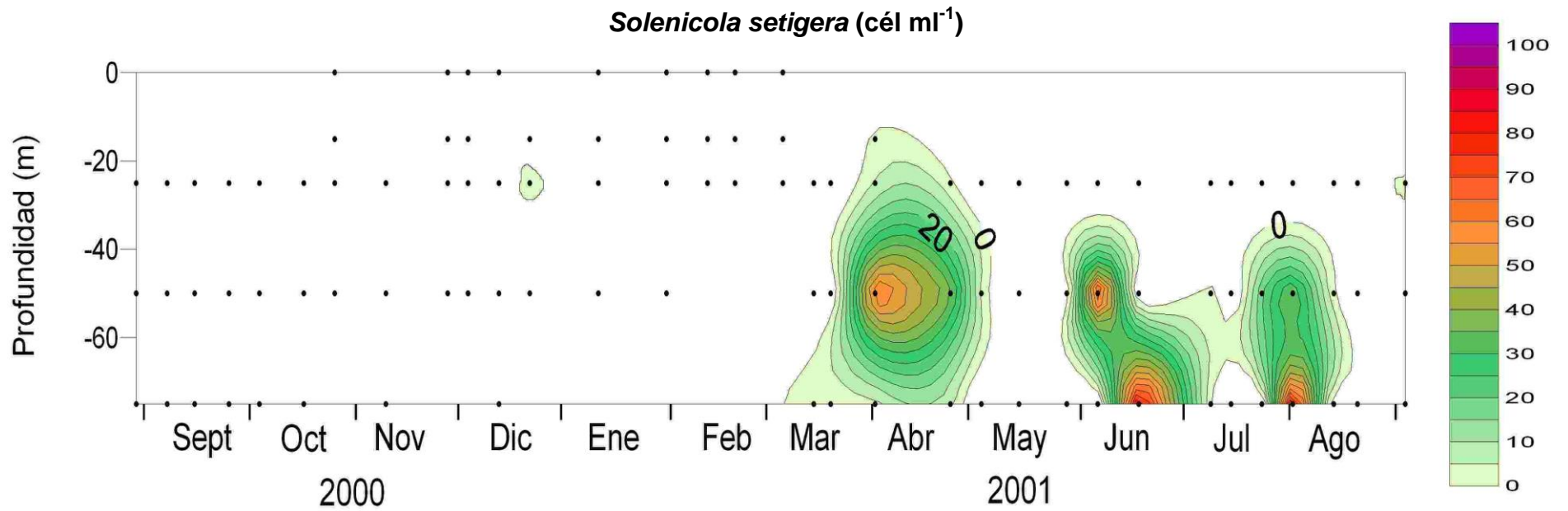


Figura 4.8: Variación de la abundancia de *Solenicolas setigera* (cél ml⁻¹) durante el periodo de estudio. Los puntos indican las profundidades de muestreadas para el conteo al microscopio.

principios de julio la abundancia de esta especie había bajado, alcanzando niveles indetectables a mediados de mes. A finales de julio vuelve a detectarse y su concentración aumenta hasta las 20 cél ml⁻¹ a 50 m. A primeros de agosto se contabilizaron 88 cél ml⁻¹ cerca del fondo suponiendo el 54 % de todo el fitoplancton contabilizado a esa profundidad. A partir de ese momento la abundancia de esta especie bajó hasta el final de estudio con abundancias < 2 cél ml⁻¹ en profundidades puntuales, mientras que en el resto de las profundidades muestreadas no se detectaba su presencia.

4.3 Síntesis de la información de la abundancia específica. Análisis multivariante

4.3.1 Análisis de Componentes Principales

Con la finalidad de sintetizar la información referente a la abundancia de las especies más representativas se hizo un análisis de componentes principales (PCA). El PCA se realizó sobre las variables de abundancia de aquellas especies con una frecuencia de aparición mayor al 15 %, lo que supuso un total de 50 especies o taxones (Tabla 4.2). Los cinco primeros componentes obtenidos con la rotación Equamax explicaron un 62 % de la varianza total distribuidos de la siguiente forma, C1: 14 %, C2: 11 %, C3: 10 %, C4: 14 % y C5: 13 %. Las principales características de cada uno de los componentes resumen en la tabla 4.3.

Tabla 4.2: Taxones usados seleccionados para los análisis multivariantes. Código (cod.): abreviaturas utilizadas en los gráficos de este capítulo. Frecuencia: porcentaje de muestras en las que aparece cada taxón. Media: concentración promedio (cél ml⁻¹). E.E.: error estándar.

Espece o Taxón	Cod.	Frecuencia	Media	E.E.
<i>Dinoflagelado < 20 µm</i>	nandino	99,1%	17,82	1,40
Flagelado < 20 µm	nanflag	98,1%	12,47	1,53
<i>Cocolitofofor < 20 µm</i>	nancoco	91,5%	12,20	1,78
<i>Dinoflagelado > 20 µm</i>	micdino	84,0%	1,60	0,31
Flagelado > 20 µm	micflag	83,0%	1,64	0,26
<i>Pennada > 20 µm</i>	micpenn	76,4%	1,52	0,25
<i>Céntrica > 20 µm</i>	miccentr	72,6%	0,35	0,10
Criptofíceas	cripto	68,9%	4,33	0,75
<i>Protoperidinium</i> spp. Bergh, 1882	protper	65,1%	0,12	0,02
<i>Oxytoxum</i> spp. Stein, 1883	oxytox	57,6%	1,19	0,18
<i>Rhizosolenia</i> spp. Brighwell, 1888	rhizoso	52,8%	1,05	0,23
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky, 1902	thalnit	51,9%	1,82	0,49
<i>O. Gymnodiniales</i> Lemmermann, 1910	O_gymn	49,1%	0,36	0,07
<i>Gyrodinium fusus</i> (Meunier, 1910) Akselman, 1985	gyrfus	49,1%	0,17	0,04
<i>Gymnodinium</i> spp. Stein, 1878	gymnod	48,1%	0,17	0,04
<i>Gyrodinium</i> spp. Kofoid & Swezy, 1921	gyrod	48,1%	0,17	0,04
<i>Neoceratium fusus</i> (Ehrenberg) F.Gomez, D.Moreira & P.Lopez-Garcia, 2009	neofus	40,6%	0,01	0,00
<i>Thoracosphaera heimii</i> (Lohmann, 1920) Kamptner, 1944	thorhei	40,6%	0,25	0,04
<i>Pseudo-nitzschia "grupo" seriata</i> Hasle & Syvertsen, 1996	pseuser	40,6%	1,71	0,41
<i>Lioloma pacificum</i> (Cupp) Hasle, 1996	liolpac	39,6%	0,07	0,03
<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg, 1837	dicfib	39,6%	0,39	0,07
<i>Céntrica < 20 µm</i>	nancen	37,7%	0,44	0,11
<i>Helicosphaera carteri</i> (Wallich) Kamptner, 1954	helcart	37,7%	0,37	0,09
<i>Syracosphaera pulchra</i> Lohmann	syrapul	28,3%	0,19	0,04
<i>Calciosolenia brasiliensis</i> (Lohmann) J.R.Young, 2003	calbra	26,4%	0,39	0,10
"Tipo" <i>Scripsiella</i>	scrips	25,5%	0,25	0,06
<i>Umbilicosphaera sibogae</i> var. <i>sibogae</i> (Weber-van Bosse, 1901) Gaarder, 1970	umsib	25,5%	0,07	0,02
<i>Phaeocystis</i> cf. <i>globosa</i> Scherffel, 1899	phaeglob	25,5%	0,95	0,35
<i>Umbilicosphaera sibogae</i> var. <i>foliosa</i> (Kamptner, 1963) Okada & McIntyre, 1977	umbfol	24,5%	0,12	0,03
<i>Pennada < 20 µm</i>	nanpenn	23,6%	0,23	0,06
<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström, 1986	probala	22,6%	0,13	0,05
<i>Neoceratium furca</i> (Ehrenberg) F.Gomez, D.Moreira & P.Lopez-Garcia, 2009	neofur	21,7%	0,01	0,00
<i>Prorocentrum compressum</i> (Bailey, 1850) Abé ex Dodge, 1975	prorcom	21,7%	0,01	0,00
<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg, 1833	promic	21,7%	0,01	0,00
<i>Cochlodinium</i> spp. Schütt, 1896	coclho	20,8%	0,01	0,01
<i>Torodinium robustum</i> Kofoid & Swezy, 1921	tororob	20,8%	0,01	0,00
<i>Hemiaulus hauckii</i> Grunow in Van Heurck, 1882	hemhau	20,8%	0,18	0,11
<i>Chaetoceros</i> spp. Ehrenberg, 1844	chaeto	19,8%	0,30	0,12
<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle, 1997	guinstr	19,8%	0,26	0,08
<i>Calciosolenia murrayi</i> Gran, 1912	calcmur	19,8%	0,32	0,12
<i>Solenicola setigera</i> Pavillard, 1916	solset	19,8%	4,14	1,53

Tabla 4.2 (continuación): Taxones usados seleccionados para los análisis multivariantes. Código (cod.): abreviaturas utilizadas en los gráficos de este capítulo. Frecuencia: porcentaje de muestras en las que aparece cada taxón. Media: concentración promedio (cél ml⁻¹). E.E.: error estándar.

Especie o Taxón	Cod.	Frecuencia	Media	E.E.
<i>Lauderia annulata</i> Cleve, 1873	laudann	17,9%	0,46	0,25
<i>Odontella mobiliensis</i> (J.W.Bailey) Grunow, 1884	odomob	17,0%	0,10	0,04
<i>Pleurosigma</i> spp. W. Smith, 1852	pleuros	17,0%	0,02	0,01
<i>Dinophysis cf rotundata</i> Claparède & Lachmann, 1859	dinrot	16,0%	0,01	0,00
<i>Diploneis</i> spp. Ehrenberg ex Cleve, 1894	diplon	16,0%	0,05	0,01
<i>Oxytoxum scolopax</i> Stein, 1883	oxysco	15,1%	0,01	0,00
<i>Guinardia flaccida</i> (Castracane) Peragallo, 1892	guinflac	15,1%	0,11	0,06
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (Schultze) Sundström, 1986	psecalc	15,1%	0,08	0,04
<i>Algirosphaera cf robusta</i> (Lohmann, 1902) Norris, 1984	algrob	15,1%	0,44	0,19

Tabla 4.3: Principales características de cada uno de los componentes.

Componentes	Grupo taxonómico	Época preferente	Observaciones
Componente 1	Diatomeas: <i>Thalassionema nitzschioides</i> Céntricas > 20 µm <i>Pseudo-nitzschia</i> grupo <i>seriata</i> pennadas > 20 µm	Estratificación estival	DCM
Componente 2	Diatomeas: <i>Rhizosolenia</i> spp. <i>Pseudo-nitzschia</i> grupo <i>seriata</i> <i>Lauderia annulata</i>	Inicio de la transición primaveral	Participación en proliferaciones invernales y primaverales
Componente 3	Dinoflagelados: Dinoflagelados < 20 µm, Dinoflagelados > 20 µm, <i>Oxytoxum</i> spp.	Estratificación estival	Excepto en DCM
Componente 4	Flagelados: Flagelados indet. < 20 µm Dinoflagelados < 20 µm Criptofíceas	Mezcla invernal	
Componente 5	Cocolitoforados: Cocolit. indet. < 20 µm	Finales de la transición otoñal	También en el inicio de las proliferaciones

- **Componente 1:** Este componente (Figura 4.9, Tabla 4.4) se correlacionó principalmente ($r > 0.4$) con diatomeas como *Thalassionema nitzschioides*, diatomeas céntricas $> 20 \mu\text{m}$, *Pseudo-nitzschia* grupo *seriata*, diatomeas pennadas $> 20 \mu\text{m}$ o *Pleurosigma* spp., y el flagelado *Solenicola setigera*. En menor medida se correlacionaba con diatomeas céntricas $< 20 \mu\text{m}$, flagelados $> 20 \mu\text{m}$ y *Chaetoceros* spp. Este componente presentó correlaciones significativas y positivas con las siguientes variables ambientales: salinidad, densidad, profundidad, concentración de nutrientes (nitratos, nitritos, fosfatos y silicatos), biomasa del zooplancton, concentración de clorofila-*a* y radiación en superficie (Figura 4.9 y Tabla 4.5). Por el contrario se observó una correlación negativa con las variables: saturación de oxígeno, temperatura y profundidad de la picnoclina. Este componente (Figura 4.10)

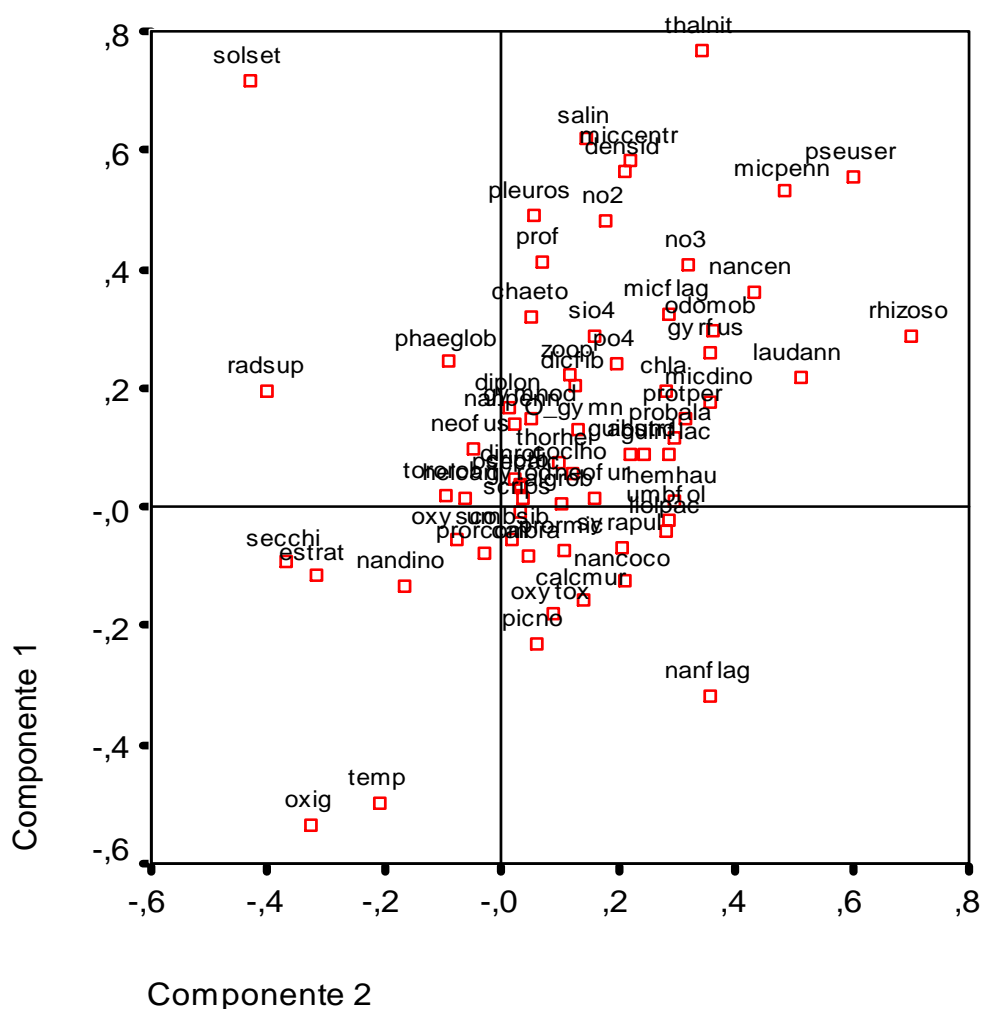


Figura 4.9: Proyección de las correlaciones entre los componentes principales indicados y las variables usadas en el PCA (especies más frecuentes y variables ambientales).

alcanzó sus valores máximos durante la estratificación estival, especialmente cerca del fondo, y en menor medida a 50 m. También se observaron valores altos durante casi toda la transición primaveral especialmente en la capa de los 50 m. Este componente se asocia principalmente a las diatomeas y a *Solenicola setigera* que proliferaron cerca del fondo en situaciones de concentraciones altas de nutrientes y elevada salinidad. Estas condiciones dieron lugar a una biomasa fitoplanctónica elevada (de ahí su correlación con la clorofila-*a*). En resumen, este componente representa básicamente la zona baja de la columna durante la fase de estratificación estival, donde se forma el Máximo Profundo de Clorofila típico de esta época. Por otra parte, también apareció en condiciones de transición primaveral.

- **Componente 2:** Este componente también se correlacionó principalmente con diatomeas (Figura 4.9 y Tabla 4.4). Algunos de los taxones más influyentes sobre este factor ($r > 0.4$) coinciden con el componente anterior (*Pseudo-nitzschia* grupo *seriata* y diatomeas pennadas $> 20 \mu\text{m}$), aunque también incluye otros distintos como *Rhizosolenia* spp., *Lauderia annulata* o diatomeas céntricas $< 20 \mu\text{m}$. En menor medida se correlacionó con: *Odontella mobiliensis*, dinoflagelados $> 20 \mu\text{m}$, flagelados $< 20 \mu\text{m}$, *Gyrodinium fusiforme*, *Thalassionema nitzschioides* y *Protoperdinium* spp. Por otra parte, presentó correlaciones significativamente positivas con las variables: concentración de nitrato, concentración de clorofila-*a*, abundancia de fitoplancton y densidad (Figura 4.9 y Tabla 4.5). Por el contrario mostró correlaciones negativas con la radiación en superficie, la profundidad del Disco de Secchi, la saturación de oxígeno, el índice de estratificación y la temperatura. Este componente está asociado a las proliferaciones de enero y marzo (Figura 4.11). Por otra parte también alcanzó niveles altos en la segunda mitad de la transición otoñal, niveles que de forma general tendieron a subir hasta alcanzar las condiciones de mezcla invernal. Este componente representa principalmente a aquellas diatomeas que participaron en las proliferaciones de las fases de mezcla invernal y de principios de la transición primaveral, lo que dio lugar a las correlaciones con la abundancia y biomasa de fitoplancton. La preferencia por la época invernal o de de inicios de la transición primaveral conllevó las correlaciones negativas con la temperatura o el índice de estratificación, y las positivas con la concentración de nitrato.

Tabla 4.4: Correlación entre las especies y componentes resultantes del análisis de componentes principales.

Componente	1	2	3	4	5
Dinoflagelados < 20 µm	-0,135	-0,169	0,668	0,519	0,161
Flagelados < 20 µm	-0,317	0,356	-0,071	0,637	0,082
Cocolitoforados < 20 µm	-0,126	0,211	-0,213	0,143	0,924
Dinoflagelados > 20 µm	0,176	0,357	0,679	0,148	0,007
Flagelados > 20 µm	0,323	0,287	0,520	0,097	0,320
Pennadas > 20 µm	0,530	0,484	-0,129	0,028	0,012
Céntrica > 20 µm	0,584	0,221	-0,093	0,031	-0,125
Criptofíceas	0,037	0,030	0,080	0,897	0,129
<i>Protoperdinium</i> spp	0,150	0,315	-0,016	0,100	0,170
<i>Oxytoxum</i> spp	-0,181	0,087	0,607	-0,146	0,123
<i>Rhizosolenia</i> spp	0,286	0,700	0,106	0,238	0,098
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	0,766	0,343	0,135	0,109	0,082
O. Gymnodiales	0,128	0,129	0,401	0,084	0,128
<i>Gyrodinium fusus</i>	0,259	0,355	0,179	0,038	0,077
<i>Gymnodinium</i> spp	0,150	0,051	0,346	0,180	0,225
<i>Gyrodinium</i> spp	0,013	0,034	0,111	0,154	0,301
<i>Neoceratium fusus</i>	0,097	-0,047	0,064	0,304	0,292
<i>Thoracosphaera heimii</i>	0,076	0,096	-0,077	0,212	0,269
<i>Pseudonitzschia</i> "grupo" <i>seriata</i>	0,554	0,603	0,272	0,112	-0,001
<i>Lioloma pacificum</i>	-0,042	0,282	0,054	-0,049	0,099
<i>Dictyocha fibula</i>	0,205	0,128	-0,054	0,315	0,117
Céntrica < 20 µm	0,363	0,432	-0,009	0,170	0,015
<i>Helicosphaera carteri</i>	0,014	-0,063	0,066	0,151	0,054
<i>Syracosphaera pulchra</i>	-0,068	0,204	0,130	0,083	0,296
<i>Calciosolenia brasiliensis</i>	-0,083	0,047	0,204	-0,162	0,158
"Tipo" <i>Scripsiella</i>	-0,010	0,032	0,360	0,053	-0,156
<i>Umbilicosphaera sibogae</i> Var <i>sibogae</i>	-0,057	0,017	-0,340	0,159	0,154
<i>Phaeocystis</i> cf <i>globosa</i>	0,243	-0,092	-0,417	0,374	0,200
<i>Umbilicosphaera sibogae</i> Var <i>foliosa</i>	-0,021	0,286	-0,278	0,238	0,242
Pennada < 20 µm	0,140	0,024	-0,274	0,289	0,039
<i>Proboscia alata</i>	0,116	0,295	0,102	0,041	0,065
<i>Neoceratium furca</i>	0,015	0,158	-0,014	0,334	0,148
<i>Prorocentrum compressum</i>	-0,080	-0,030	-0,025	-0,045	-0,037
<i>Prorocentrum micans</i>	-0,074	0,108	0,131	0,041	0,048
<i>Cocclhodinium</i> spp.	0,054	0,122	0,115	0,017	-0,229
<i>Torodinium robustum</i>	0,019	-0,095	0,364	0,280	0,072
<i>Hemiaulus hauckii</i>	0,011	0,296	0,062	-0,001	0,164
<i>Chaetoceros</i> spp	0,319	0,052	0,153	0,113	0,397
<i>Guinardia striata</i>	0,089	0,220	0,017	0,020	0,298
<i>Calciosolenia murrayi</i>	-0,159	0,141	-0,051	-0,233	0,156
<i>Solenicola setigera</i>	0,716	-0,431	0,302	0,135	0,330
<i>Lauderia annulata</i>	0,219	0,512	0,013	0,197	0,121
<i>Odontella mobiliensis</i>	0,295	0,364	-0,044	0,015	-0,111
<i>Pleurosigma</i> spp	0,490	0,055	-0,071	0,094	-0,214
<i>Dinophysis</i> cf <i>rotundatum</i>	0,049	0,022	0,005	0,035	-0,043
<i>Diploneis</i> spp	0,166	0,013	-0,061	-0,016	0,042
<i>Oxytoxum scolopax</i>	-0,057	-0,075	0,094	-0,019	-0,056
<i>Guinardia flaccida</i>	0,086	0,289	0,031	-0,035	-0,001
<i>Pseudolenia calcar-avis</i>	0,034	0,030	0,019	0,131	-0,057
<i>Algirosphaera</i> cf <i>robusta</i>	0,007	0,104	0,064	0,012	0,485

Tabla 4.5: Correlación de Spearman (r) entre los componentes resultante del análisis PCA y las variables ambientales. (**): $p < 0.01$, (*): $p < 0.05$, (^{n.s.}): $p > 0.05$. n: número de muestras usadas en cada análisis.

Componente		1	2	3	4	5
Profundidad	r	0,410(**)	0,071	-0,077	-0,360(**)	-0,084
	n	106	106	106	106	106
Temperatura	r	-0,467(**)	-0,210(*)	0,455(**)	-0,259(**)	-0,170
	n	106	106	106	106	106
Salinidad	r	0,618(**)	0,145	-0,298(**)	0,109	0,084
	n	106	106	106	106	106
Densidad	r	0,566(**)	0,211(*)	-0,400(**)	0,191	0,137
	n	106	106	106	106	106
Índice de estratificación	r	-0,117	-0,319(**)	0,300(**)	-0,373(**)	-0,332(**)
	n	106	106	106	106	106
Profundidad de la picnoclina	r	-0,230(*)	0,059	-0,263(**)	0,040	0,272(**)
	n	106	106	106	106	106
Radiación en superficie	r	0,195(*)	-0,401(**)	0,295(**)	-0,065	-0,636(**)
	n	106	106	106	106	106
Concentración de nitrato	r	0,406(**)	0,321(**)	-0,478(**)	-0,044	0,059
	n	100	100	100	100	100
Concentración de nitrito	r	0,480(**)	0,180	-0,400(**)	-0,101	-0,012
	n	100	100	100	100	100
Concentración de fosfato	r	0,241(*)	0,196	-0,153	0,029	0,001
	n	100	100	100	100	100
Concentración de silicato	r	0,286(**)	0,160	-0,498(**)	0,026	-0,006
	n	100	100	100	100	100
Biomasa de zooplancton	r	0,224(*)	0,117	-0,008	0,162	0,072
	n	106	106	106	106	106
Concentración de clorofila- <i>a</i>	r	0,196(*)	0,280(**)	-0,205(*)	0,322(**)	0,343(**)
	n	106	106	106	106	106
Profundidad de Disco de Secchi	r	-0,094	-0,370(**)	0,238(*)	-0,166	-0,515(**)
	n	106	106	106	106	106
Saturación de oxígeno	r	-0,536(**)	-0,325(**)	0,417(**)	0,030	-0,068
	n	100	100	100	100	100
Abundancia de fitoplancton	r	0,090	0,242(*)	0,302(**)	0,612(**)	0,450(**)
	n					

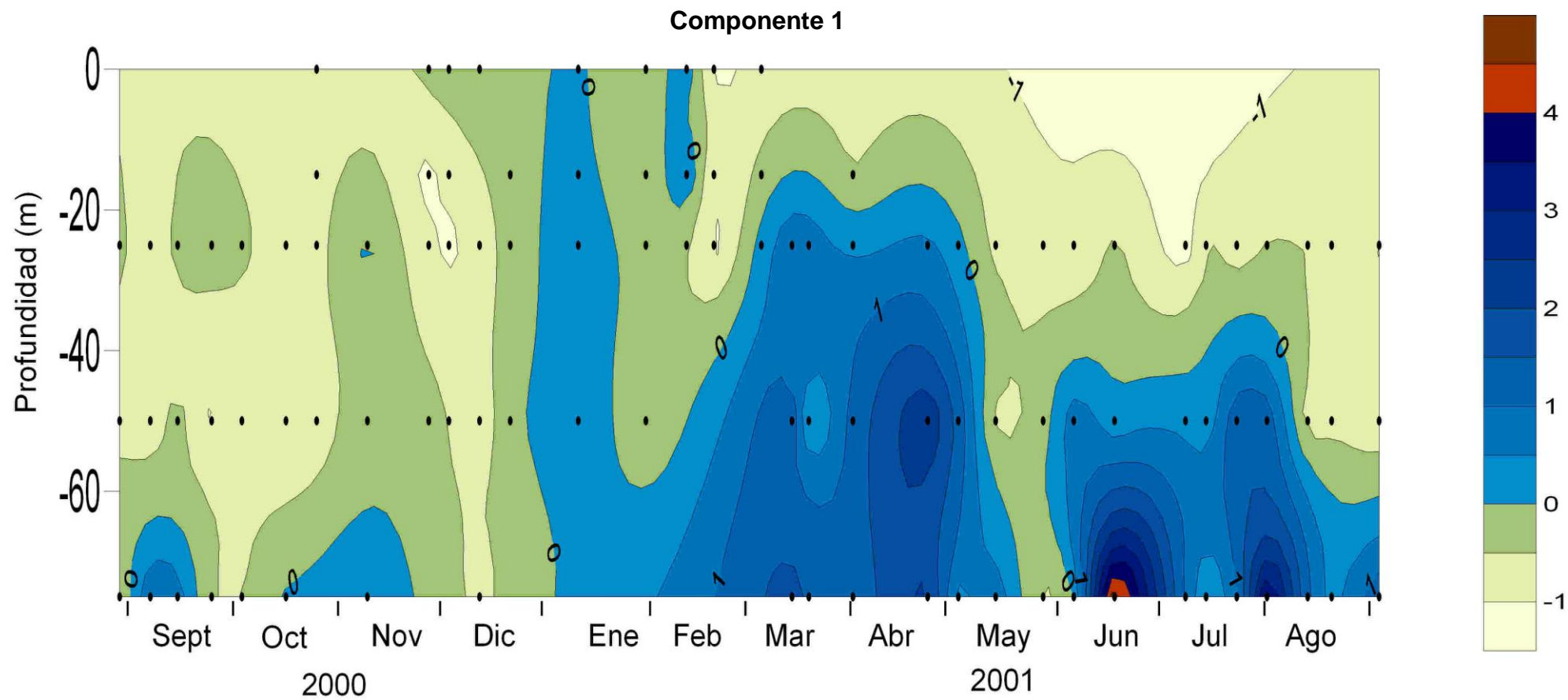


Figura 4.10: Variación temporal del Componente Principal 1. Los puntos indican las profundidades de muestreadas para el conteo al microscopio.

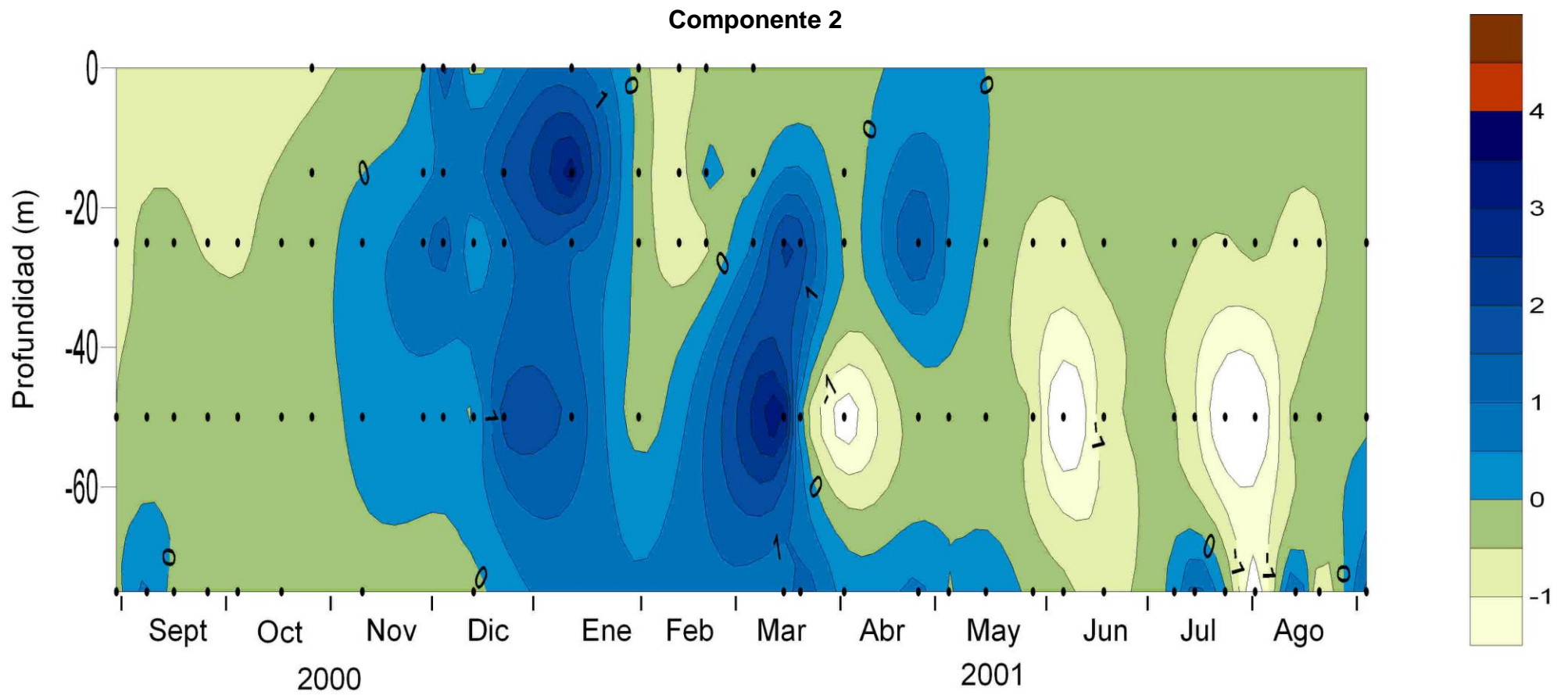


Figura 4.11: Variación temporal del Componente Principal 2. Los puntos indican las profundidades de muestreadas para el conteo al microscopio.

- **Componente 3:** este componente se relacionó principalmente con especies flageladas, especialmente con los dinoflagelados (Figura 4.12 y Tabla 4.4). Las correlaciones más importantes ($r > 0.4$) fueron con: dinoflagelados (mayores y menores de $20 \mu\text{m}$), *Oxytoxum* spp., flagelados $> 20 \mu\text{m}$ y O. Gymnodiniales. En menor medida se correlacionó con: *Torodinium robustum*, dinoflagelados “tipo” *Scropsiella*, *Gymnodinium* spp. y *Solenicola setigera*. Este componente estuvo correlacionado de forma positiva y significativa con la temperatura, la saturación de oxígeno, el índice de estratificación, la radiación en superficie, la abundancia de fitoplancton y la profundidad del Disco de Secchi. Por el contrario, se correlacionó

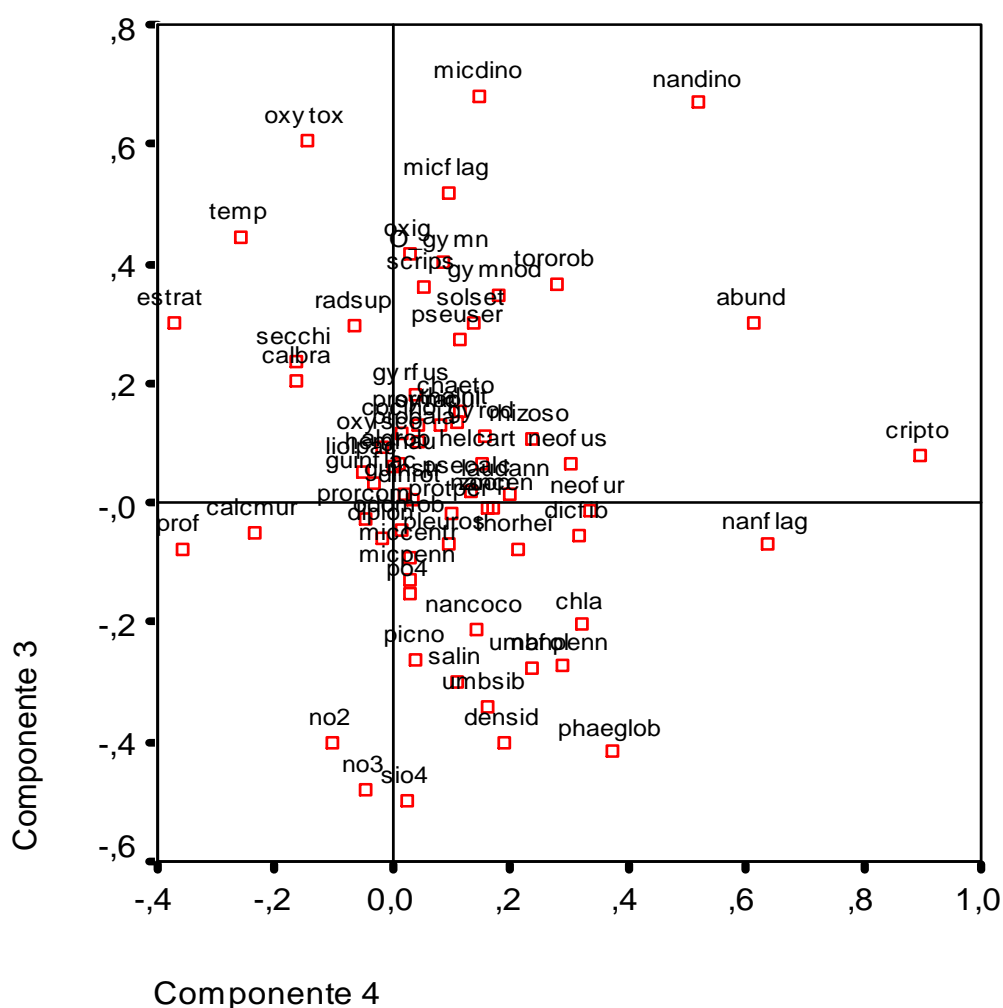


Figura 4.12: Proyección de las correlaciones entre los componentes principales indicados y las variables usadas en el PCA (especies más frecuentes y variables ambientales).

de manera negativa con la concentración de silicatos, la concentración de nitratos, la densidad, la concentración de nitritos, la salinidad, la profundidad de la picnoclina y

la concentración de clorofila-*a*. Este componente obtuvo sus mayores valores a mediados de primavera, en el mes de abril (Figura 4.13) y siguió con niveles altos el resto de la transición primaveral, especialmente por encima del fondo. En la estratificación también se alcanzaron niveles altos aunque esto no era tan evidente en la capa más profunda. En la transición otoñal se llegaron a valores positivos de manera más o menos aislada a media profundidad. Este componente representa las condiciones más oligotróficas del ciclo, por lo que presenta una correlación negativa con la mayoría de nutrientes y con la clorofila-*a*. Estas condiciones tuvieron lugar tanto a mediados de primavera (tras la proliferación de principios de esta fase) como en la época de estratificación, excepto en la capa profunda. Los dinoflagelados fueron los dominantes en las situaciones más oligotróficas, de ahí su correlación con este componente.

- **Componente 4:** este componente también se correlacionó con especies flageladas (Figuras 4.12 y 4.15, Tabla 4.4). Los taxones que más influyen en este componente ($r > 0.4$) son similares a los del anterior componente (flagelados $< 20 \mu\text{m}$ y dinoflagelados $< 20 \mu\text{m}$), aunque este componente también incluye a las criptofíceas. En menor medida se correlacionaba con: *Phaeocystis cf globosa*, *Neoceratium furca*, *Dictyocha fibula* y *Neoceratium fusus*. Respecto a la relación con las variables ambientales (Figura 4.12 y 4.15, Tabla 4.5) tuvo una correlación significativamente positiva con la abundancia de fitoplancton y la concentración de clorofila-*a*. La correlación fue negativa con el índice de estratificación, la profundidad y la temperatura. Este componente obtuvo valores altos en la fase de mezcla invernal cerca de la superficie, especialmente en febrero. También alcanzó niveles considerables a mediados de la transición primaveral, de nuevo cerca de la superficie. En menor medida son destacables los valores obtenidos al principio de la fase de estratificación estival. Este componente representa a especies flageladas, por lo general de pequeño tamaño, que proliferan fundamentalmente en condiciones invernales (de ahí la correlación negativa con el índice de estratificación o la temperatura). Dichas especies pueden formar durante dicha época importantes acumulaciones de fitoplancton como la ocurrida en febrero, lo que conllevó que este

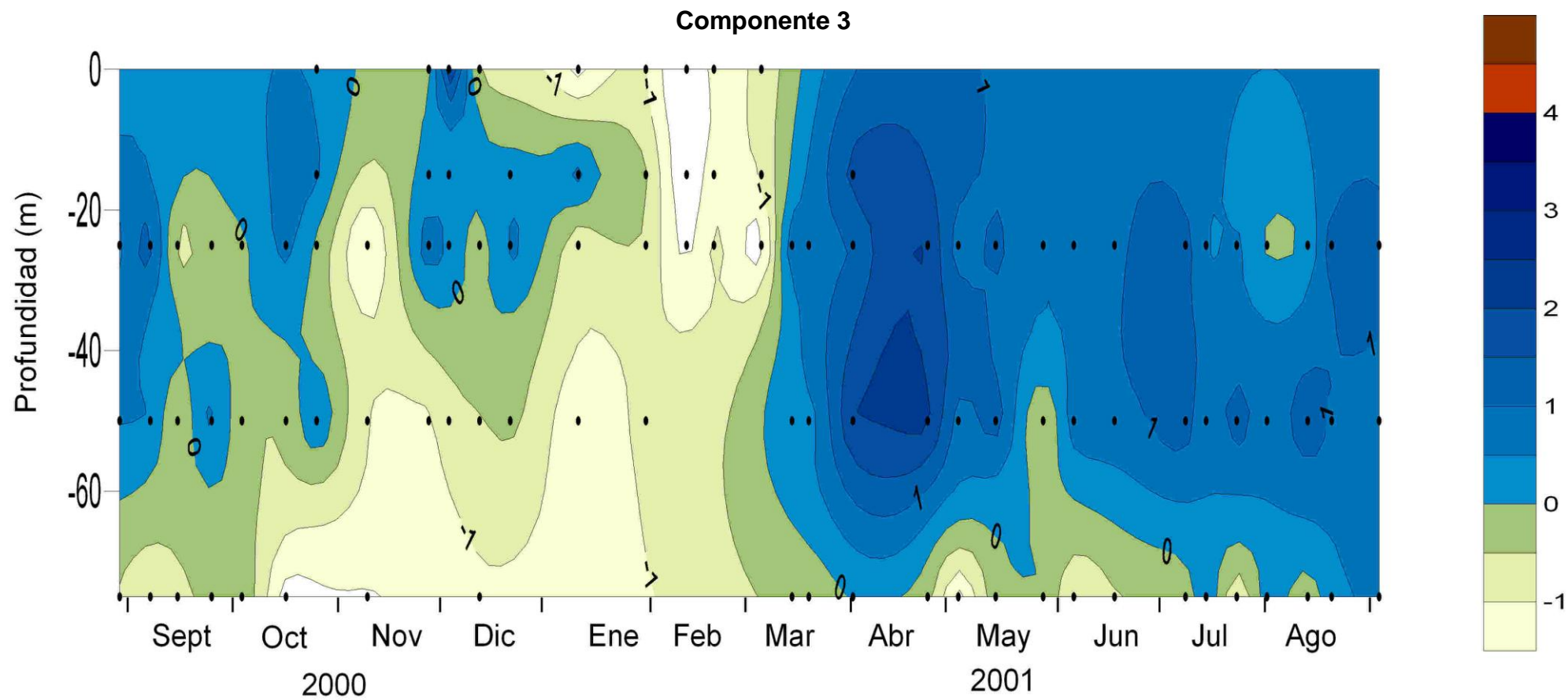


Figura 4.13: Variación temporal del Componente Principal 3. Los puntos indican las profundidades de muestreadas para el conteo al microscopio.

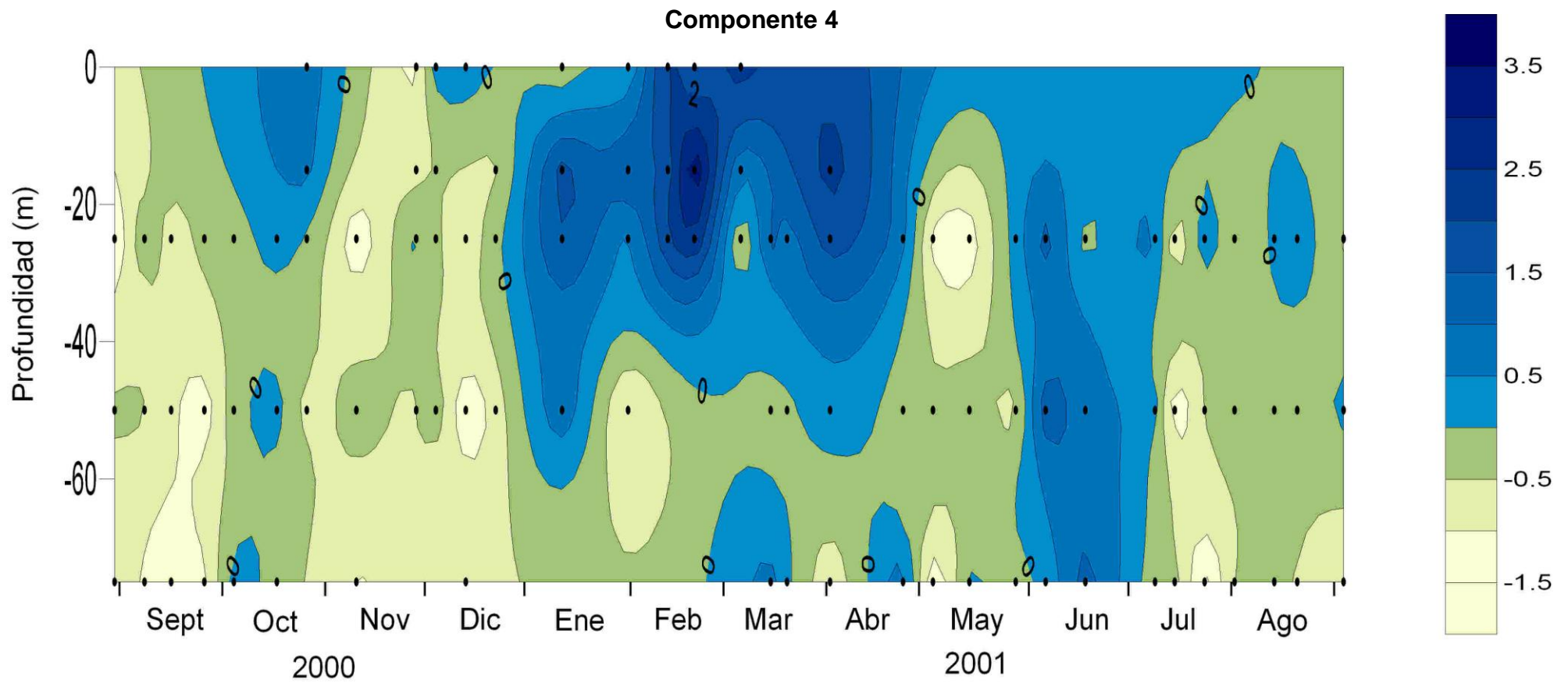


Figura 4.14: Variación temporal del Componente Principal 4. Los puntos indican las profundidades de muestreadas para el conteo al microscopio.

componente estuviera correlacionado con la abundancia de fitoplancton y la concentración de clorofila-*a*.

- **Componente 5:** este componente se asocia claramente con los cocolitoforados indeterminados $< 20 \mu\text{m}$ ($r=0.9$), seguido por *Algirosphaera cf robusta* (Figura 4.15 y Tabla 4.4). En menor medida estaba correlacionado con *Chaetoceros* spp., *Solenicola setigera*, flagelados $> 20 \mu\text{m}$ y *Gyrodinium* spp. Se obtuvo una

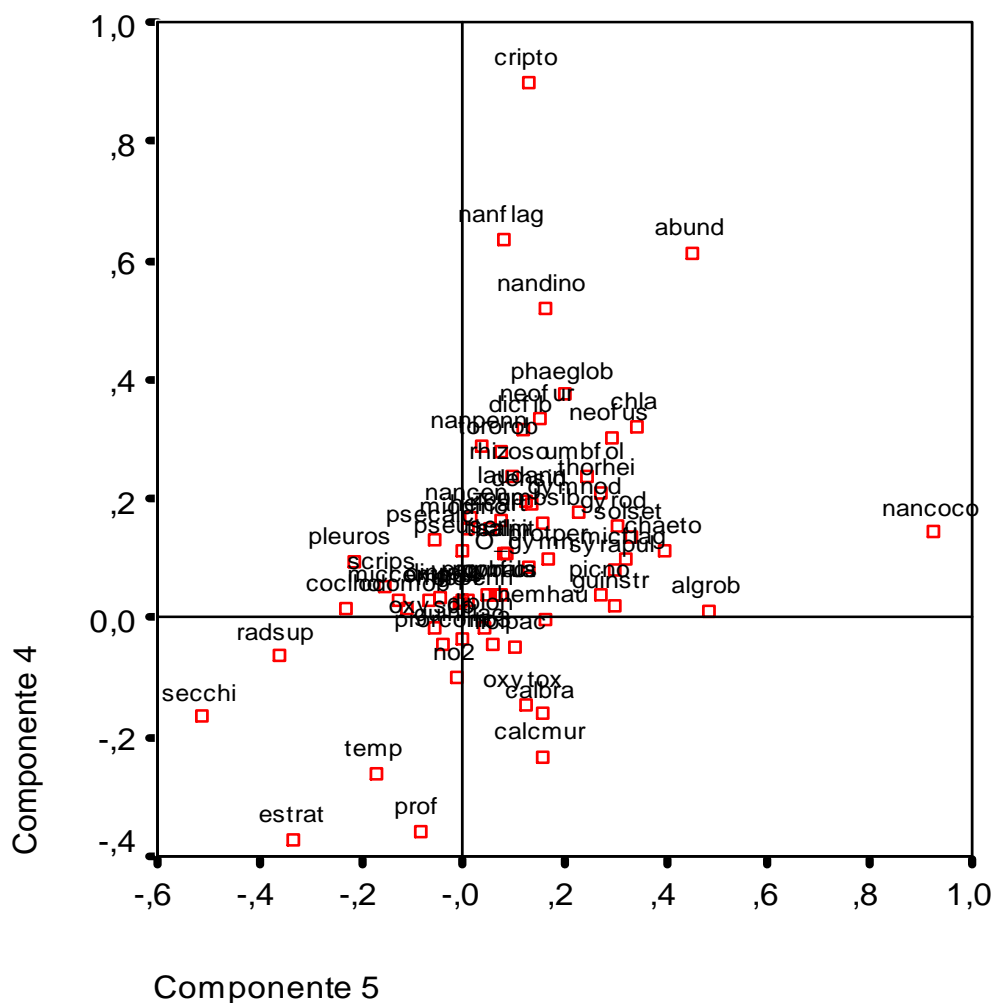


Figura 4.15: Proyección de las correlaciones entre los componentes principales indicados y las variables usadas en el PCA (especies más frecuentes y variables ambientales).

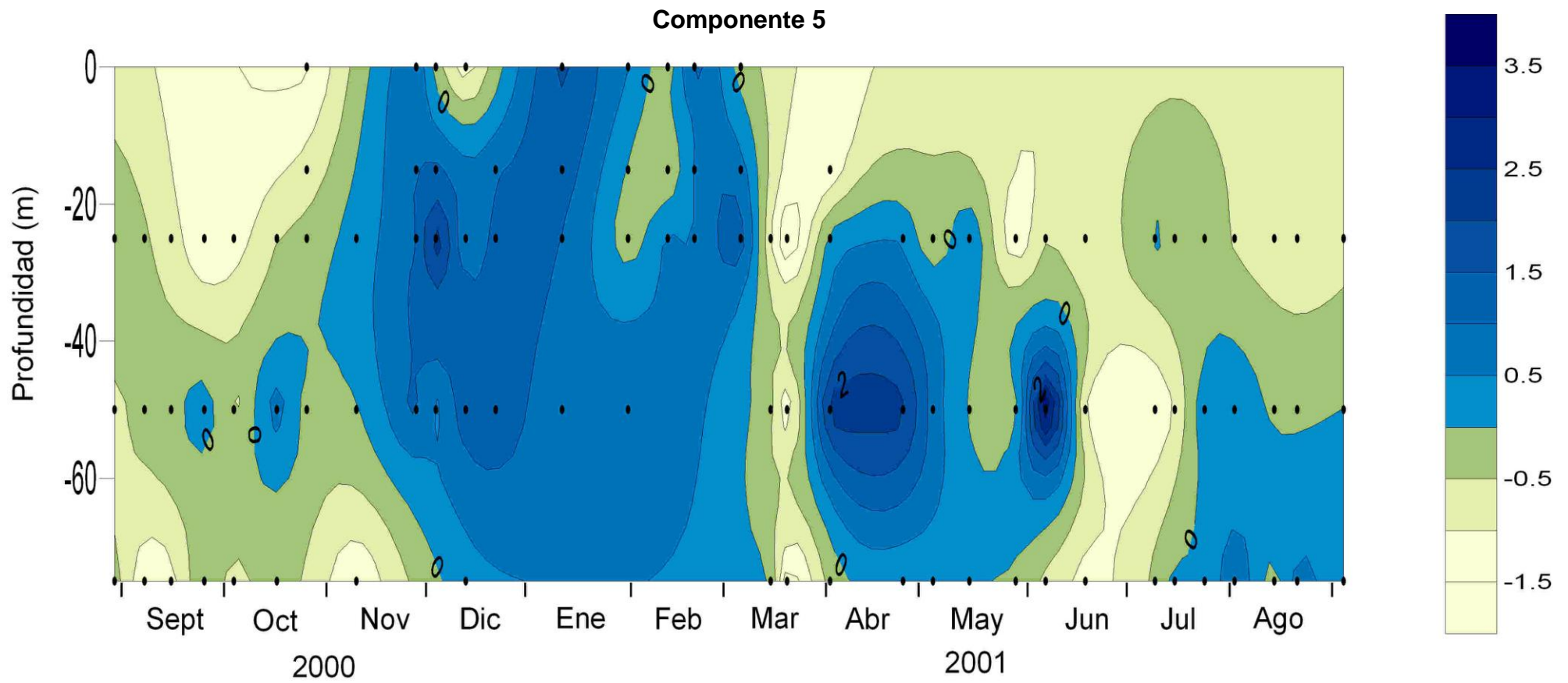


Figura 4.16: Variación temporal del Componente Principal 5. Los puntos indican las profundidades de muestreadas para el conteo al microscopio.

correlación positiva y significativa (Figura 4.15 y Tabla 4.5) con: abundancia de fitoplancton, concentración de clorofila-*a* y profundidad de la picnoclina. Por el contrario se correlacionaba negativamente con la radiación en superficie, profundidad de Secchi y el índice de estratificación. Respecto a la variación estacional (Figura 4.16) en la fase de mezcla invernal obtuvo valores considerables durante las proliferaciones que en ella tuvieron lugar: en enero, febrero y principios de marzo. A comienzos de la transición primaveral los niveles bajaron, hasta el mes de abril cuando se llegaron a valores altos especialmente en la capa de 50 m. El máximo de este componente tuvo lugar a comienzos de la estratificación coincidiendo con la proliferación que ocurrió en este momento. Durante el resto de la estratificación sólo se llegaron a valores significativos en agosto en las capas bajas. En la fase de transición otoñal empezó a tener niveles considerables a partir de finales de noviembre, y se mantiene en estos valores hasta la mezcla invernal. Este componente refleja básicamente la variación de cocolitoforados, por lo tanto tuvo importancia en las proliferaciones (sobre todo al inicio de ellas), y además en la segunda mitad de otoño y a mediados de primavera.

4.3.2 Análisis discriminante

Se realizó un análisis discriminante con la finalidad descriptiva de identificar los principales taxones asociados a cada una de las fases oceanográficas, así como para estudiar la bondad de la clasificación de las fases oceanográficas basándose únicamente en los cambios en la comunidad fitoplanctónica. Al igual que en el análisis de componentes principales se usaron los datos transformados logarítmicamente de aquellos taxones con una frecuencia superior al 15 % (Tabla 4.2). Basándose en las fases oceanográficas comentadas se distinguieron los siguientes grupos:

- **Grupo 1: Mezcla invernal**, que comprende entre enero a principios de marzo.
- **Grupo 2: transición primaveral**, desde mediados de marzo hasta finales de mayo.
- **Grupo 3: estratificación estival**. La estratificación estival incluye por una parte el mes de septiembre del año 2000, mientras que en el 2001 iría desde inicios de junio hasta principios de septiembre.
- **Grupo 4: transición otoñal**, que comprende desde octubre hasta diciembre de 2000.

El análisis discriminante consideró tres funciones discriminantes que separaron correctamente el 92.5 % de los casos en las distintas fases oceanográficas (Tabla 4.6), lo que confirma la validez de la clasificación en periodos oceanográficas desde el punto de vista de la comunidad fitoplanctónica. Dentro de cada fase destaca la fase invernal por su coherencia, al estar todos los casos pronosticados correctamente clasificados. La fase de transición primaveral fue el grupo menos robusto, un 9.1 % de los casos fueron incorrectamente clasificados como muestras de verano y un 4.5 % como muestras de la transición otoñal. En el caso de la estratificación estival un 5.1 % de los casos fueron erróneamente pronosticados como muestras de otoño y un 2.6 % como muestras de primavera. Finalmente en la transición otoñal se clasificaron de forma incorrecta el 3.6 % de casos como muestras de verano y otro 3.6 % fue identificado como muestras de la mezcla invernal.

Tabla 4.6: Número y porcentaje de casos que han sido clasificados dentro de cada grupo por el análisis discriminante. Número total de casos: 106.

Resultados de la clasificación

Original	Recuento	Fase	Grupo de pertenencia pronosticado				Total
			1	2	3	4	
		1	17	0	0	0	17
		2	0	19	2	1	22
		3	0	1	36	2	39
		4	1	0	1	26	28
	%	1	100,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	100,0 %
		2	0,0 %	86,4 %	9,1 %	4,5 %	100,0 %
		3	0,0 %	2,6 %	92,3 %	5,1 %	100,0 %
		4	3,6 %	0,0 %	3,6 %	92,9 %	100,0 %

Clasificados correctamente el 92,5% de los casos agrupados originales.

Al observar la ordenación de los casos obtenida con la representación de las dos primeras funciones discriminantes (Figura 4.17) se aprecia que las muestras de la etapa de la transición primaveral se sitúan básicamente en el primer cuadrante (valores positivos de la primera y segunda función discriminante). En el segundo cuadrante (valores negativos de la primera función discriminante y valores positivos de la segunda función discriminante) se encuentran mayoritariamente las muestras de la mezcla invernal. En el tercer cuadrante (valores negativos de ambas funciones) se localizan

principalmente las muestras de la transición otoñal. Por su parte las muestras de la estratificación estival se encuentran sobre todo en el cuarto cuadrante (valores positivos de la primera función discriminante y negativos de la segunda función discriminante). Al comparar lo obtenido en este gráfico con la correlación de las especies con las dos primeras funciones discriminantes (Figura 4.18 y Tabla 4.7) y evitando aquellos taxones que se sitúan cerca de los bordes se observa que en el primer cuadrante de la figura 4.18 (que equivale a las muestras de la etapa de la transición primaveral) aparecen diatomeas (*Rhizosolenia* spp., *Thalassionema nitzschioides*, pennadas > 20 µm, céntricas > 20 µm “tipo” *Coscinodiscus*,, *Odontella mobiliensis*, *Pseudo-nitzschia* “grupo” *seriata*, *Pleurosigma* spp., *Guinardia flaccida*, *Diploneis* spp.), dinoflagelados (*Gymnodinium* spp., Gymnodiniales indet., *Torodinium robustum*, dinoflagelados > 20 µm, *Dinophysis cf. rotundata*, *Oxytoxum* spp.), flagelados indeterminados > 20 µm y *Solenicola setigera*. El segundo cuadrante de la figura 4.18 (que equivale a la fase de la mezcla invernal) está caracterizado principalmente por pequeños flagelados (criptofíceas, nanoflagelados indeterminados y *Phaeocystis cf. globosa*), también aparecen dinoflagelados (*Neoceratium furca*, *Protoperidinium* spp., *Neoceratium fusus*, *Thoracosphaera heimii*), diatomeas (*Lauderia annulata*, *Pseudosolenia calcar-avis*, pennadas < 20 µm y diatomeas céntricas “tipo” *Coscinodiscus* < 20 µm), cocolitoforados (*Umbilicosphaera sibogae* var. *foliosa*, nanococolitoforados indeterminados y *Umbilicosphaera sibogae* var. *sibogae*) y dicitiocófíceas (*Dyctiocha fibula*). En el resto de los cuadrantes las especies se agrupan muy cerca de los ejes lo que significa que su caracterización en una fase determinada es muy relativa. Aún así se puede decir que las especies *Helicosphaera carteri* y *Lioloma pacificum* se encuentran claramente en el cuadrante equivalente a la transición otoñal, mientras que *Calciosolenia brasiliensis* y *Oxytoxum scolopax* estarían en el de la estratificación estival.

La clasificación de especies determinada por el análisis discriminante se ajusta, a grandes rasgos, con la variación de los taxones o con la fase en que cada uno tuvo su mayor importancia relativa. Aún así hay casos como las diatomeas pennadas, las diatomeas céntricas “tipo” *Coscinodiscus* o *Neoceratium* spp. cuya asignación a una determinada fase resulta un poco impreciso.

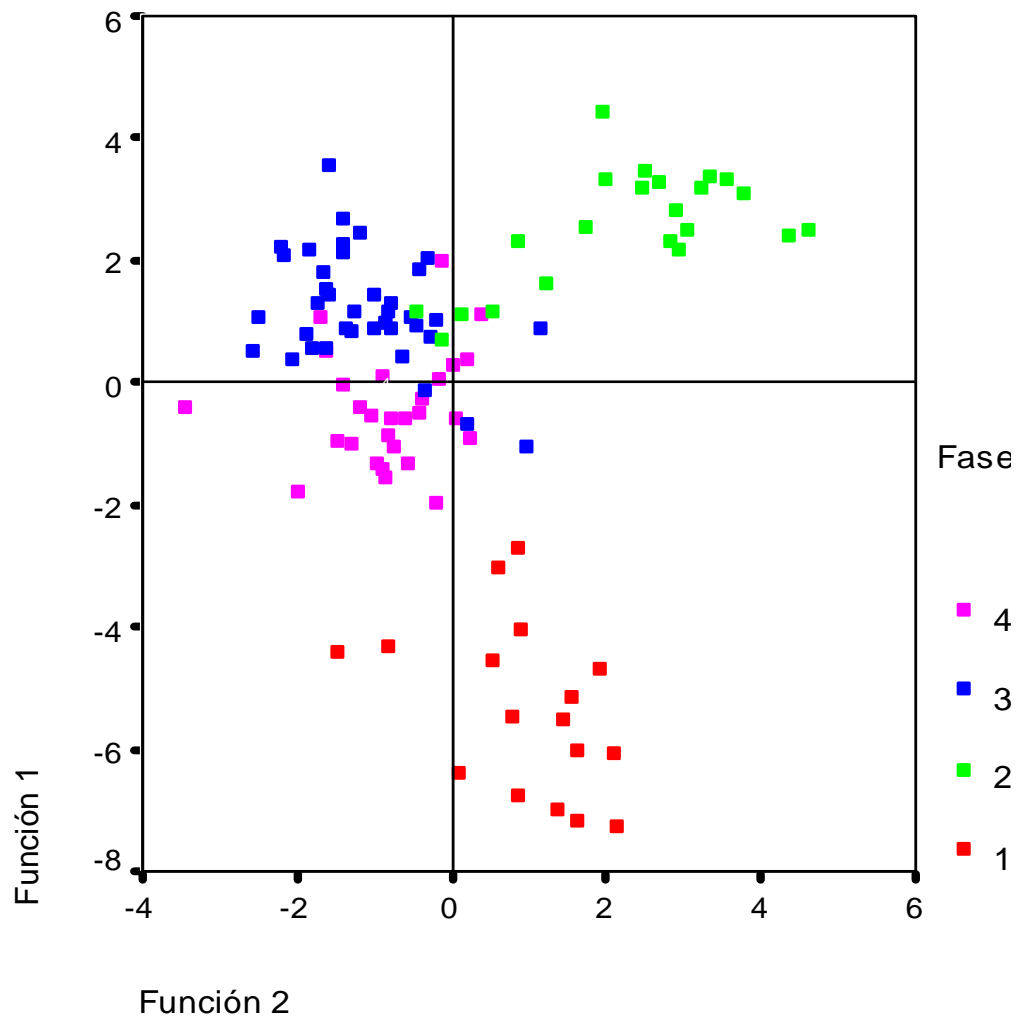


Figura 4.17: Proyección de las muestras sobre las dos primeras funciones discriminantes. Los números representan los períodos oceanográficos: (1) mezcla invernal, (2) transición primaveral, (3) estratificación estival y (4) transición otoñal.

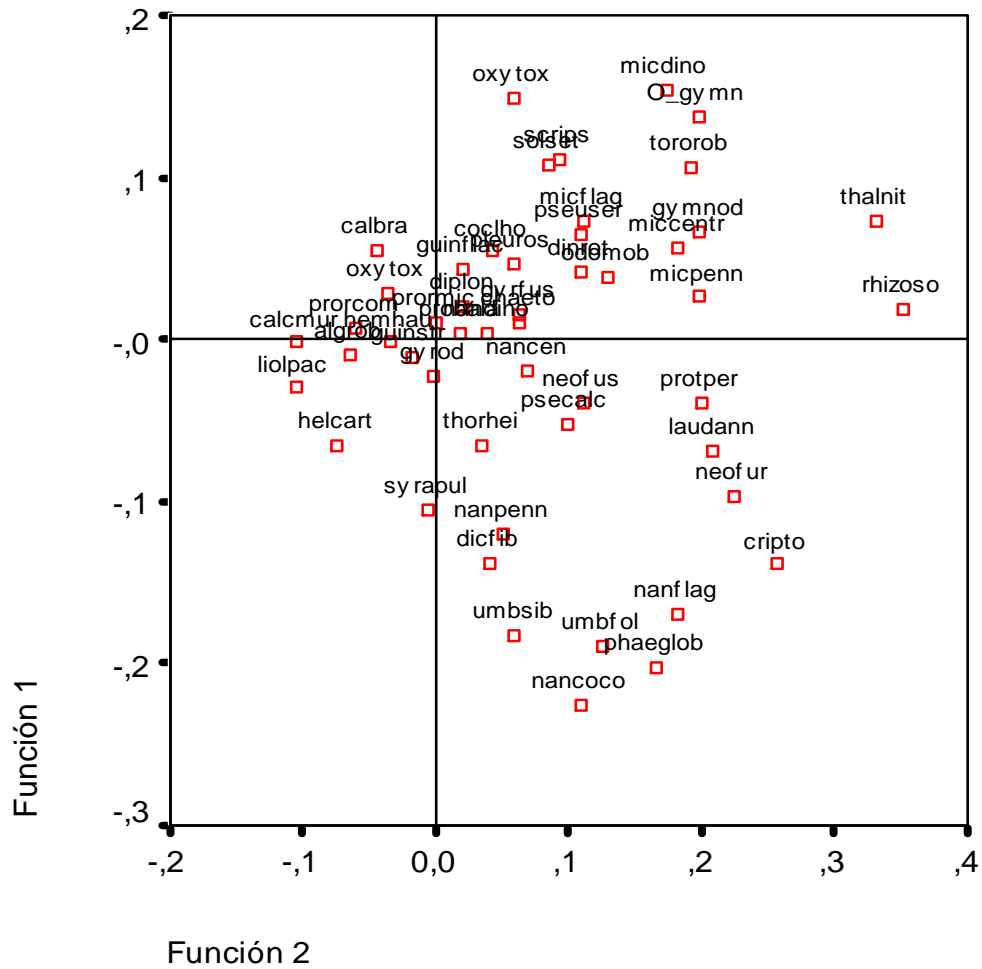


Figura 4.18: Proyección de las especies más frecuentes sobre las dos primeras funciones discriminantes.

Tabla 4.7: Correlaciones intra-grupo combinadas entre las especies y las funciones discriminantes canónicas tipificadas. Especies ordenadas por el tamaño de la correlación con la función.

(*): Mayor correlación absoluta entre cada especie y cualquier función discriminante.

Función discriminante	1	2	3
Cocolitoforados < 20 µm	-0,226 ^(*)	0,110	-0,133
<i>Phaeocystis</i> cf <i>globosa</i>	-0,203 ^(*)	0,165	0,182
<i>Umblicosphaera sibogae</i> Var <i>foliosa</i>	-0,190 ^(*)	0,126	0,037
<i>Umblicosphaera sibogae</i> Var <i>sibogae</i>	-0,183 ^(*)	0,059	0,055
Pennada < 20 µm	-0,120 ^(*)	0,050	0,065
<i>Calciosolenia brasiliensis</i>	0,055 ^(*)	-0,045	0,033
<i>Guinardia flaccida</i>	0,043 ^(*)	0,021	-0,007
<i>Rhizosolenia</i> spp	0,018	0,352 ^(*)	-0,040
<i>Thalassionema nitzschoides</i>	0,073	0,332 ^(*)	0,172
Criptofíceas	-0,139	0,256 ^(*)	0,072
<i>Neoceratium furca</i>	-0,097	0,224 ^(*)	0,078
<i>Lauderia annulata</i>	-0,069	0,209 ^(*)	0,068
<i>Protoperidinium</i> spp	-0,039	0,201 ^(*)	0,014
<i>Gymnodinium</i> spp	0,066	0,198 ^(*)	0,011
O. Gymnodiales	0,138	0,197 ^(*)	-0,073
Pennadas > 20 µm	0,026	0,197 ^(*)	-0,080
<i>Torodinium robustum</i>	0,106	0,192 ^(*)	0,067
Céntrica > 20 µm	0,057	0,182 ^(*)	0,052
Dinoflagelados > 20 µm	0,154	0,173 ^(*)	0,031
<i>Odontella mobiliensis</i>	0,038	0,129 ^(*)	0,085
Flagelados > 20 µm	0,073	0,112 ^(*)	-0,058
<i>Neoceratium fusus</i>	-0,039	0,111 ^(*)	0,025
<i>Dinophysis</i> cf <i>rotundatum</i>	0,041	0,109 ^(*)	-0,022
<i>Pseudos-nitzschia</i> "grupo" <i>seriata</i>	0,065	0,109 ^(*)	0,005
<i>Calciosolenia murrayi</i>	-0,002	-0,105 ^(*)	0,014
<i>Pseudolenia calcar-avis</i>	-0,053	0,098 ^(*)	0,066
<i>Pleurosigma</i> spp	0,046	0,058 ^(*)	0,046
<i>Helicosphaera carteri</i>	-0,065	-0,074	0,225 ^(*)
Dinoflagelados < 20 µm	0,004	0,039	0,223 ^(*)
Flagelados < 20 µm	-0,170	0,181	-0,200 ^(*)
<i>Dictyocha fibula</i>	-0,138	0,041	0,188 ^(*)
<i>Lioloma pacificum</i>	-0,030	-0,106	-0,185 ^(*)
<i>Oxytoxum</i> spp	0,149	0,059	-0,150 ^(*)
<i>Algirosphaera</i> cf <i>robusta</i>	-0,010	-0,064	-0,147 ^(*)
<i>Thoracosphaera heimii</i>	-0,065	0,035	0,143 ^(*)
<i>Solenicola setigera</i>	0,107	0,084	0,131 ^(*)
"Tipo" <i>Scripsiella</i>	0,111	0,092	0,128 ^(*)
<i>Chaetoceros</i> spp	0,010	0,063	0,127 ^(*)
<i>Proboscia alata</i>	0,004	0,019	-0,126 ^(*)
<i>Gyrodinium fusus</i>	0,015	0,063	0,122 ^(*)
<i>Syracosphaera pulchra</i>	-0,105	-0,006	-0,114 ^(*)
<i>Prorocentrum micans</i>	0,010	-0,001	-0,106 ^(*)
Céntrica < 20 µm	-0,019	0,069	0,086 ^(*)

Tabla 4.7 (continuación): Correlaciones intra-grupo combinadas entre las especies y las funciones discriminantes canónicas tipificadas. Especies ordenadas por el tamaño de la correlación con la función.

(*): Mayor correlación absoluta entre cada especie y cualquier función discriminante.

Función discriminante	1	2	3
<i>Oxytoxum scolopax</i>	0,028	-0,036	0,079 ^(*)
<i>Prorocentrum compressum</i>	0,007	-0,060	0,074 ^(*)
<i>Coccolodinium spp.</i>	0,054	0,043	0,055 ^(*)
<i>Hemiaulus hauckii</i>	-0,002	-0,035	-0,050 ^(*)
<i>Diploneis spp</i>	0,020	0,021	0,038 ^(*)
<i>Guinardia striata</i>	-0,011	-0,019	-0,030 ^(*)
<i>Gyrodinium spp</i>	-0,023	-0,002	-0,026 ^(*)

4.4 Ciclo anual del fitoplancton

Resumiendo lo contenido en este capítulo, la variación de la comunidad fitoplanctónica a lo largo de las distintas etapas oceanográficas del año de estudio fue la siguiente (Figura 4.19):

- Mezcla invernal

En la mezcla invernal la comunidad fitoplanctónica estuvo dominada por cocolitoforados < 20 µm, flagelados < 20 µm, dinoflagelados < 20 µm, criptofíceas y *Phaeocystis cf globosa*. A partir de lo obtenido en el análisis discriminante, otras especies características de este periodo aunque con poco peso porcentual sobre el resto de la comunidad fueron: *Dictyocha fibula*, *Umbilicosphaera sibogae* var. *foliosa*, *Umbilicosphaera sibogae* var. *sibogae*, *Protoperidinium spp.*, *Thoracosphaera heimii*, *Pseudosolenia calcar-avis*.

Durante este periodo ocurrieron importantes proliferaciones. En enero destacaron los cocolitoforados < 20 µm, las diatomeas (*Lauderia annulata*, *Rhizosolenia spp.*, *Thalassionema nitzschioides* y *Leptocylindrus danicus*), los flagelados < 20 µm, los dinoflagelados < 20 µm y las criptofíceas. Por otra parte la proliferación de febrero estuvo dominada por pequeñas formas flageladas: flagelados < 20 µm, dinoflagelados < 20 µm, cocolitoforados < 20 µm y criptofíceas. A principios de marzo comenzó una

nueva floración, en este caso estaba formada principalmente por cocolitoforados < 20 μm y flagelados nanoplanctónicos.

- **Transición primaveral**

A inicios de esta fase continuó la proliferación que empezó a finales de la etapa anterior. Durante el mes de marzo esta floración estuvo formada por diatomeas (*Pseudo-nitzschia* grupo *delicatissima.*, *Thalassionema nitzschioides*, *Rhizosolenia* spp., *Chaetoceros pseudocurvisetus*), flagelados < 20 μm y dinoflagelados < 20 μm .

En abril la comunidad fitoplanctónica estaba formada por dinoflagelados < 20 μm , *Solenicola setigera*, criptofíceas, flagelados < 20 μm , cocolitoforados < 20 μm y, en menor medida, *Rhizosolenia* spp. y pennadas > 20 μm . A finales de dicho mes también fueron importantes *Pseudo-nitzschia* grupo *seriata*, *Thalassionema nitzschioides* y *Chaetoceros* spp.

Finalmente en mayo cuando la abundancia baja el fitoplancton estuvo constituido por dinoflagelados < 20 μm , cocolitoforados < 20 μm , flagelados < 20 μm , *Thalassionema nitzschioides* y *Oxytoxum* spp.

Según el análisis discriminante fueron característicos de esta fase: *Gymnodinium* spp., gymnodiniales indeterminadas, *Torodinium robustum*, *Odontella mobiliensis*, *Dinophysis cf rotundata*, *Pleurosigma* spp., *Cochlodinium* spp., *Guinardia flaccida* y *Diploneis* spp., aunque con poca relevancia en cuanto a su porcentaje en la abundancia total.

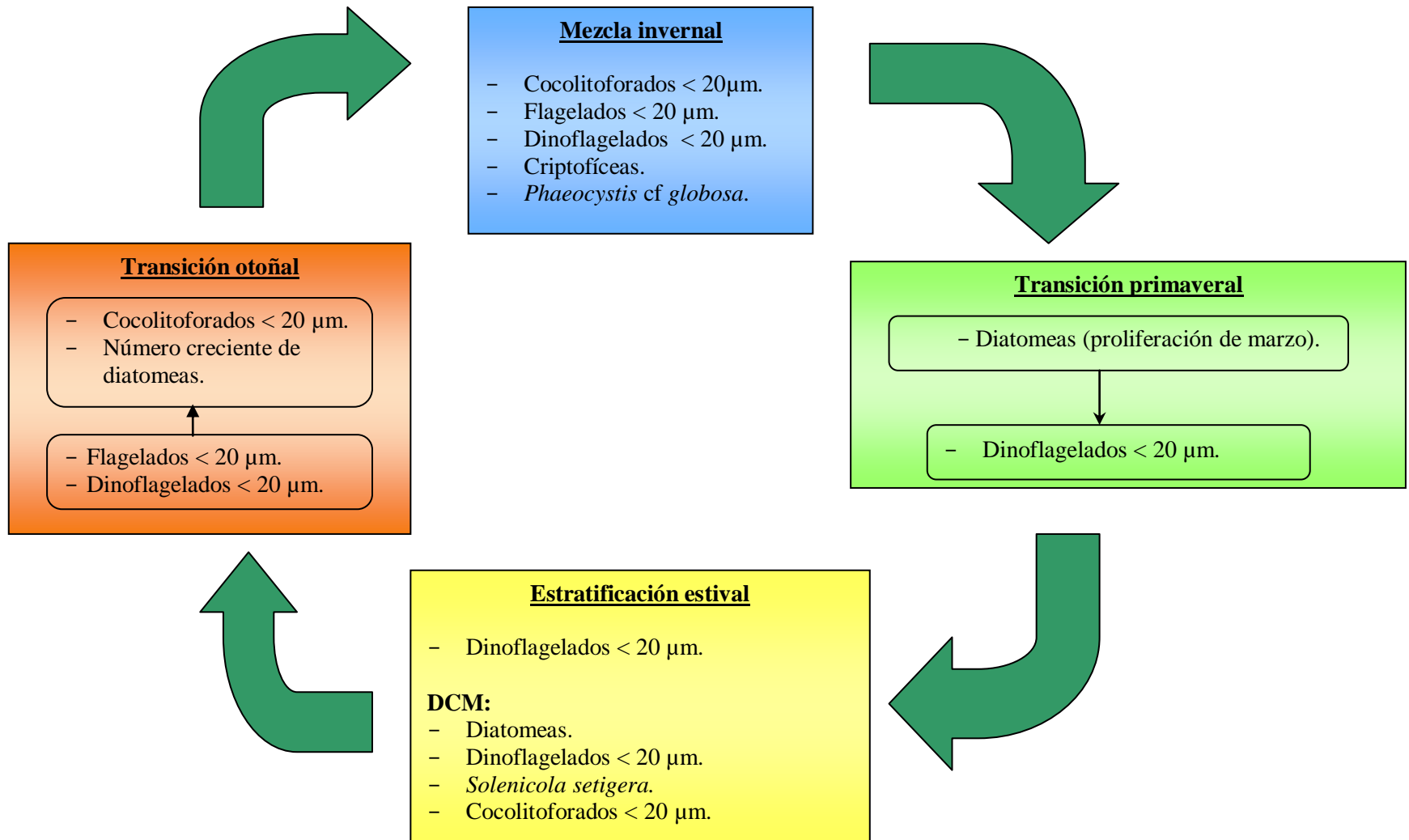


Figura 4.19: Esquema de la evolución de los principales taxones de fitoplancton durante las distintas fases oceanográficas

- **Estratificación estival**

La época de estratificación estival estaba caracterizada porque casi toda la columna de agua, excepto cerca del fondo, estaba dominada claramente por dinoflagelados $< 20 \mu\text{m}$. En menor medida había dinoflagelados $> 20 \mu\text{m}$, *Solenicola setigera*, *Oxytoxum* spp., *Helicosphaera carteri*. A finales de la fase de estratificación estival, en septiembre, llegaron a ser puntualmente importantes los cocolitoforados *Calciosolenia murrayi* y *Calciosolenia brasilensis*, sobre todo a media columna.

Por otra parte en el fondo la comunidad era distinta. Estaba formada por diatomeas (Pennadas $> 20 \mu\text{m}$, *Thalassionema nitzschioides*, *Pseudo-nitzschia* grupo *seriata*), dinoflagelados $< 20 \mu\text{m}$, *Solenicola setigera* y cocolitoforados $< 20 \mu\text{m}$. Las diatomeas solían ser el grupo dominante en esta profundidad pero en ocasiones puntuales podían predominar los otros grupos citados.

A principios de esta fase tuvo lugar una proliferación de fitoplancton en las capas bajas. Al principio, en el máximo de clorofila, estaba formado principalmente por cocolitoforados (cocolitoforados indeterminados $< 20 \mu\text{m}$ y *Algirosphaera cf robusta*), dinoflagelados $< 20 \mu\text{m}$ y *Solenicola setigera*. Días después estaba constituido esencialmente por *Solenicola setigera* y diatomeas (*Thalassionema nitzschioides*, pennadas indeterminadas, céntricas “tipo” *Coscinodiscus*, *Pseudo-nitzschia* grupo *seriata*).

- **Transición otoñal**

Durante el mes de octubre y primera mitad de noviembre el fitoplancton estuvo formado principalmente por flagelados $< 20 \mu\text{m}$, dinoflagelados $< 20 \mu\text{m}$ y cocolitoforados $< 20 \mu\text{m}$. Puntualmente tuvieron importancia las criptofíceas y las pennadas $> 20 \mu\text{m}$.

A partir de finales de noviembre el fitoplancton estaba dominado por cocolitoforados $< 20 \mu\text{m}$, seguido por flagelados $< 20 \mu\text{m}$ y dinoflagelados $< 20 \mu\text{m}$. En menor medida estaban presentes *Oxytoxum* sp., criptofíceas, *Pseudo-nitzschia* grupo *seriata*, pennadas

< 20 μm y *Algirosphaera cf robusta*. Durante este periodo el número de diatomeas fue aumentando hasta ser el segundo más abundante (después de los cocolitoforados) a finales de diciembre, dentro de este grupo destacaban *Leptocylindrus danicus*, *Rhizosolenia* spp. y pennadas < 20 μm .

Característicos de este periodo, según el análisis discriminante, son *Helicosphaera carteri* y *Lioloma pacificum* aunque con poco peso en la comunidad fitoplanctónica total.

V. Discusión.



5.1 CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS.

La estratificación térmica estacional es una de las características oceanográficas más notables de los mares templados, especialmente en el Mediterráneo (Ej.: Margalef y Herrera, 1963; Estrada, 1985a; Fernández de Puelles *et al.* 1997; Vidussi *et al.*, 2000; Fernández de Puelles *et al.*, 2003; Fernández de Puelles *et al.*, 2007) donde tiene un papel fundamental en el ciclo del fitoplancton (Estrada, 1996). Por lo tanto, el grado de estratificación justifica la separación de diferentes periodos oceanográficos. En el periodo estudiado la termoclina se formó en marzo y se hizo más intensa entre los meses de junio a septiembre. Todo ello concuerda con los estudios previos de la zona (Fernández de Puelles *et al.*, 1997; Duarte *et al.*, 1999; Fernández de Puelles *et al.*, 2007).

En el área de estudio el mínimo de temperatura tiene lugar normalmente en marzo y el máximo en agosto, con un rango medio de casi 14 °C en la temperatura superficial (Fernández de Puelles *et al.*, 2007). Las temperaturas obtenidas durante el periodo de estudio (entre finales de agosto de 2000 e inicios de septiembre de 2001) son habituales en la zona (Fernández de Puelles *et al.*, 2007), aunque con ciertas particularidades. El otoño de 2000 fue más frío de lo habitual (Fernández de Puelles *et al.*, 2004a), mientras que el año 2001 fue más cálido que la media de la serie histórica de la estación de muestreo (1994-2003, Fernández de Puelles *et al.*, 2007). Sin embargo, un análisis más detallado indica que el invierno del 2001 fue ligeramente frío (Fernández de Puelles *et al.*, 2004a). Comparado con los datos históricos del Canal de Mallorca (1994-2005; Vargas *et al.*, 2007) durante el ciclo estudiado la anomalía térmica fue positiva en superficie, pero negativa entre los 10 y 190 m de profundidad. En otros estudios se ha subrayado la importancia que tienen los inviernos fríos en la productividad del Mediterráneo Occidental (Margalef, 1984) al permitir que la capa de mezcla alcance una mayor profundidad (Fernández de Puelles y Molinero, 2007). Además, en estas condiciones el agua profunda formada en el Golfo de León se extiende sobre un área mayor y favorece, por desplazamiento, el ascenso de las capas superiores aumentando la disponibilidad de nutrientes para el fitoplancton (Estrada *et al.*, 1985; Flos, 1985).

No se observó un patrón claro de estacionalidad de la salinidad en la zona, aunque los valores solían ser más altos en invierno que en verano como se ha observado en otros trabajos (Fernández de Puelles *et al.*, 2004a). En la zona investigada observamos aguas del

norte la mayor parte del año. Las aguas del sur, de origen atlántico más reciente y con menor salinidad, aparecieron principalmente en agosto, septiembre y octubre, y en superficie en mayo-junio.

La dinámica superficial hidrográfica en el Canal de Mallorca suele consistir en la presencia de agua de origen atlántico reciente en su camino hacia el norte de las Baleares (Pinot *et al.* 2002). Sin embargo este esquema general contrasta con el dominio de aguas del norte encontrado durante este trabajo. No obstante, se ha observado que en los años fríos en el Canal de Mallorca la circulación predominante era de Agua Mediterránea Superficial (López-Jurado *et al.*, 2001; López-Jurado, 2002; Pinot *et al.*, 2002), como se observó en el año estudiado ya que fue un otoño e invierno frío (Fernández de Puelles *et al.*, 2007). Esto se debe a que en estos años la Corriente del Norte se ve intensificada por los vientos fríos que favorecen la llegada de aguas del norte (Pinot *et al.*, 2002). En verano disminuye la intensidad de estos vientos del norte, por lo que la Corriente del Norte se debilita permitiendo una mayor entrada de Agua Atlántica Reciente en el Mar Balear (Pinot, *et al.*, 2002) Esto explicaría la presencia de este tipo de aguas procedentes del sur en verano y principios de otoño en el presente estudio.

Los años de nuestro estudio se caracterizaron por una salinidad alta comparados con el periodo 1994-2005 (Fernández de Puelles *et al.*, 2007; Vargas *et al.*, 2007). Uno de los valores más altos de este periodo se midió precisamente en marzo de 2001. Estas salinidades elevadas son consecuencia de una mayor influencia de aguas del norte del Mediterráneo Occidental. Los años de alta salinidad también son más productivos (San Feliu y Muñoz, 1971) ya que las aguas procedentes del norte de las Baleares presentan concentraciones de nutrientes superiores a las aguas de origen atlántico (Fernández de Puelles y Molinero, 2007).

La hidrografía del periodo estudiado presentó dos peculiaridades importantes relacionadas con el crecimiento del fitoplancton. Uno fue el descenso puntual de la salinidad en febrero y que estaría asociada a una mayor presencia de aguas de origen atlántico reciente que se mezcla con aguas del norte. La otra tuvo lugar a finales de mayo y principios de junio cuando en la capa inferior de la columna de agua se produjo un enfriamiento y una subida de la salinidad, indicando la intrusión de aguas del norte. En los meses de mayo y junio de 2001 se observó un frente claro en la zona norte del Canal

de Mallorca (Fernández de Puellas *et al.*, 2004b; Alemany *et al.*, 2010), que también se había encontrado en junio de 1996 (Alemany *et al.*, 2006). En junio de 2001 esta estructura estaba situada un poco más al sur de la estación de muestreo (Alemany *et al.*, 2010), y bloqueaba la entrada de aguas de origen atlántico reciente permitiendo la presencia de aguas del norte.

5.2 SALES NUTRIENTES

El ciclo de los nutrientes sigue el patrón típico de las zonas templadas (Libes, 2009). Su variación está estrechamente ligada a la hidrografía y por lo tanto el periodo de mezcla invernal juega un papel trascendental en el aporte de estos compuestos a la zona eufótica. Destaca la extrema escasez de nutrientes en la época estival excepto en las capas profundas, lo cual es habitual en el Mediterráneo en esta época (Ej. Bustillos-Guzmán *et al.*, 1995; Marty *et al.*, 2002). Al inicio de la fase de estratificación estival se observó una subida puntual de la concentración de nutrientes en las capas bajas, que fue muy notable en el caso de los silicatos. Como ya se comentó, este enriquecimiento estaba asociado a la entrada de aguas del norte en la zona de estudio, y a la presencia en el Canal de Mallorca de un frente y los procesos de meso-escala asociados (remolinos, filamentos, etc.).

Los valores de nitrato fueron similares a los de otras zonas del Mediterráneo Occidental (Tabla 5.1) como la cercana Bahía de Andratx (Puigserver *et al.*, 2002), la Costa Brava (Cebrián *et al.*, 1996), el Mar de Liguria (Marty *et al.*, 2002). Sin embargo, las concentraciones de nitrato fueron menores que los hallados en el Mar Jónico (Caroppo *et al.*, 2006). Por otra parte, las concentraciones medias de fosfato fueron inferiores a las citadas para otras zonas del Mediterráneo Occidental (Tabla 5.2) como la Bahía de Palma (Jansá *et al.*, 1994) o la Costa Brava (Cebrián *et al.*, 1996), a pesar de que en nuestro estudio se alcanzó un valor máximo aislado muy alto (0.92 μM en abril).

Tabla 5.1: Concentraciones de nitrato en el Mediterráneo.

Concentración de nitrato (μM)	Zona	Observaciones	Referencia
0.96-1.15	Costa Brava	Rango de medias ^(a)	Cebrián <i>et al.</i> , 1996
0-5.4	Bahía de Andratx	Rango de valores	Puigserver <i>et al.</i> , 2002
4	Mar de Liguria	Máximo valor	Marty <i>et al.</i> , 2002
12.59	Mar Iónico	Máximo valor	Caroppo <i>et al.</i> , 2006
< 0.02-4.53	Canal de Mallorca	Rango de valores	Este estudio

^(a) Medias de distintas estaciones

Tabla 5.2: Concentraciones de fosfato en el Mediterráneo.

Concentración de fosfato (μM)	Zona	Observaciones	Referencia
> 0.11 μM	Bahía de Palma	Media	Jansá <i>et al.</i> , 1994
0.29-0.34 μM	Costa Brava	Rango de medias ^(a)	Cebrián <i>et al.</i> , 1996
0.11 μM	Canal de Mallorca	Media	Este estudio

^(a) Medias de distintas estaciones

Durante los años 2000 y 2001 se midieron en la zona de estudio concentraciones de nutrientes superiores a la media de la serie histórica (Fernández de Puellas *et al.*, 2007), especialmente en el caso de los nitratos. De hecho la concentración de nitratos, nitritos y silicatos del 2001 fue la más elevada de toda la serie de datos. Esto fue consecuencia de que el invierno fuera más frío de lo habitual, lo que conllevó que hubiera una mayor mezcla convectiva y un predominio de aguas del norte.

5.3 CICLO DEL FITOPLANCTON Y RELACIÓN CON LAS VARIABLES AMBIENTALES. PERIODOS OCEANOGRÁFICOS.

Se detectaron dos cortas proliferaciones durante la fase de mezcla invernal. Una tercera floración empezó a finales de la etapa de mezcla y se desarrolló al principio de la transición primaveral (marzo). Finalmente se observó un cuarto máximo a comienzos de la fase de estratificación, si bien este último es más evidente en el caso de la abundancia que en el de la clorofila. Según la serie histórica los mayores valores de clorofila tienen lugar en enero-febrero y posteriormente en mayo (Fernández de Puelles *et al.*, 1997; 2007). Las proliferaciones observadas en este trabajo durante la mezcla invernal y la estratificación estival son equivalentes a las citadas por los mencionados autores, sin embargo la proliferación de marzo de nuestro estudio no es habitual para la zona.

El valor medio de concentración de clorofila de este estudio (Tabla 5.3) es similar al citado por Marty *et al.* (2002) en el Mar de Liguria y a la concentración promedio estimada para el Mediterráneo Occidental (Santoleri *et al.*, 2008). Sin embargo es superior al alcanzado en la costa francesa (Bustillos-Guzmán *et al.*, 1995), pero inferior a la Bahía de Blanes (Satta *et al.*, 1996) o el Golfo de Nápoles (Ribera d'Alcalà *et al.*, 2004). Con respecto al máximo observado en este trabajo ($1.78 \mu\text{g Cl-a l}^{-1}$), excluyendo el Mar de Alborán, valores mayores de $2 \mu\text{g Cl-a l}^{-1}$ han sido registrados en diversas ocasiones en el Mediterráneo Occidental (Estrada, 1991; Latasa, *et al.* 1992; Jansá *et al.*, 1998; Estrada *et al.*, 1999; Puigserver *et al.*, 2002), y en menor medida por encima de $3 \mu\text{g Cl-a l}^{-1}$ (Mura *et al.*, 1996; Vidussi, *et al.*, 2000). Por otra parte este máximo está lejos del valor máximo de $8 \mu\text{g Cl-a l}^{-1}$ encontrado por Jansá (2008) en el sur de las Baleares.

Tabla 5.3: Concentración media de clorofila-*a* ($\mu\text{g Cl-}a \text{ l}^{-1}$) y concentración media integrada de clorofila ($\text{mg Cl-}a \text{ m}^{-2}$) en el Mediterráneo Occidental.

Concentración de clorofila- <i>a</i>	Concentración integrada de clorofila- <i>a</i>	Zona	Referencia
-	23	Costa Francesa	Bustillos-Guzmán <i>et al.</i> , 1995.
0.87	-	Bahía de Blanes	Satta <i>et al.</i> , 1996.
-	31	Mar de Liguria	Marty <i>et al.</i> 2002.
0.62	-	Golfo de Nápoles	Ribera d'Alcalà <i>et al.</i> , 2004.
0.3	-	Mediterráneo Occidental	Santoleri <i>et al.</i> , 2008.
0.38	31	Canal de Mallorca	Este estudio

En los años 2000 y 2001 se observó la mayor concentración media de clorofila de la serie histórica (Fernández de Puellas *et al.*, 2007). De hecho, los valores invernales más altos de toda la serie se obtuvieron en las proliferaciones de enero de ambos años (Fernández de Puellas *et al.*, 2007). Sin embargo el valor puntual más alto de este estudio (enero, $1.78 \mu\text{g l}^{-1}$) no alcanzó el máximo registro de la serie, que tuvo lugar en una situación primaveral ($3.9 \mu\text{g l}^{-1}$ en 1999; Fernández de Puellas *et al.*, 2007).

En resumen, se trató de un año relativamente productivo para la zona. Esto fue consecuencia de la importante mezcla convectiva ocurrida ese invierno y al predominio de aguas del norte, ambos hechos están relacionados con que fuera un invierno frío y provocaron un mayor aporte de nutrientes con respecto a otros años. Aún así los máximos no alcanzaron los valores más altos del área (Jansá, 2008) ni del Mediterráneo Occidental (Mura *et al.*, 1996; Vidussi, *et al.*, 2000) . En cualquier caso los niveles de clorofila de la zona de estudio y los de otras cercanas confirman el carácter básicamente oligotrófico del

Mediterráneo Occidental, como se ha puesto de manifiesto en numerosos estudios (Estrada, 1996; D'Ortenzio y Ribera d'Alcalà, 2009; Siokou-Frangou *et al.*, 2009; entre otros).

La abundancia de fitoplancton obtenida en este estudio (Tabla 5.4) es similar a la encontrada en la costa de Italia (Moscatello *et al.*, 2004) y en la Cuenca Noroccidental (Estrada y Margalef, 1988; Estrada y Salat, 1989; Estrada *et al.*, 1999). Los valores del presente estudio son superiores a los encontrados en la costa de Turquía (Polat, 2007) o en el Mar Tirreno (Decembrini *et al.* 2009) aunque este último estudio está restringido únicamente a invierno y verano. Por otra parte nuestra abundancia es inferior a lo observado en la Bahía de Andratx (Puigserver, 2003), la costa de Barcelona (Estrada, 1980) o el Golfo de Nápoles (Zingone y Sarno, 2001). Aunque las características de estas zonas de estudio son muy distintas a las de este trabajo ya que proceden de zonas más eutróficas.

Tabla 5.4: Rango de abundancias de fitoplancton (cél ml⁻¹) en el Mediterráneo

Abundancia de fitoplancton	Zona	Referencia
53-4293	Costa de Barcelona	Estrada, 1980.
<10-<500 ^(a)	Cuenca Noroccidental	Estrada y Margalef, 1988.
<10-<300 ^(a)	Cuenca Noroccidental	Estrada y Salat, 1989.
<50-<300 ^(a)	Cuenca Noroccidental	Estrada <i>et al.</i> , 1999.
<1000-60000	Golfo de Nápoles	Zingone y Sarno, 2001.
245-2859	Bahía de Andratx	Puigserver, 2003.
12-272	Costa de Italia	Moscatello <i>et al.</i> , 2004.
< 66	Costa de Turquía	Polat, 2007.
14-40	Mar Tirreno	Decembrini <i>et al.</i> , 2009.
15-352	Canal de Mallorca	Este estudio.

(a) A partir de los gráficos de isolíneas que aparecen en las referencias citadas.

El grupo taxonómico dominante fue claramente el de los dinoflagelados nanoplanctónicos (< 20 µm) que dominaron la transición primaveral y la estratificación estival (excepto en el fondo). Esto contrasta con los resultados de muchos de los estudios

anuales en el Mediterráneo donde se observa que los fitoflagelados dominan la comunidad fitoplanctónica (Estrada, 1980; Bustillos-Guzmán *et al.*, 1995; Barlow, 1997; Totti *et al.*, 2000; Marty *et al.*, 2002; Puigserver, 2003; Moscatello *et al.*, 2004; Caroppo *et al.*, 2006; Siokou-Frangou *et al.*, 2009). Esta diferencia con respecto a nuestras observaciones puede ser consecuencia de la heterogeneidad espacial y temporal de este mar. Tras los dinoflagelados, los cocolitoforados y los nanoflagelados fueron los grupos más importantes en nuestro estudio.

5.3.1 Limitación del fitoplancton por sales nutrientes

Tradicionalmente se ha considerado al fósforo como el nutriente limitante de la producción fitoplanctónica en el Mediterráneo (Margalef, 1963a; Margalef y Herrera, 1963; Berland *et al.*, 1980; Estrada, 1998; Siokou-Frangou *et al.*, 2009; Moutin, 2010). Por el contrario, en este estudio el principal elemento limitante en la zona fue el nitrógeno, de hecho la evolución de la abundancia y biomasa del fitoplancton fue paralela a la de la concentración de nitrato. El fósforo fue limitante principalmente en invierno; y cerca del fondo durante la transición primaveral, en la primera mitad de la estratificación estival y a finales de la transición otoñal. La limitación por fósforo durante la mezcla invernal se debe al importante incremento de la concentración de nitrato lo que provoca un desequilibrio en la relación nitrógeno/fósforo. Por otra parte la limitación de fósforo cerca del fondo durante la fase primaveral y estival podría deberse a la regeneración de nutrientes en el sedimento. El fósforo es menos soluble que el nitrato ya que es fuertemente adsorbido por el material particulado para formar sales insolubles (Valiela, 1995) con lo que cabría esperar un mayor aporte de nitrato desde el fondo. En agosto la concentración de nitratos y fosfatos a 75 m baja mucho, sin embargo proporcionalmente esta bajada es mayor en el caso del nitrato que del fosfato lo que hace que el nitrógeno sea el elemento limitante a esa profundidad. El cambio de fósforo a nitrógeno como nutriente limitante en el fondo podría estar relacionado con variaciones en los procesos de remineralización en las capas bajas.

Otro elemento esencial, especialmente para las diatomeas es el silicio. Marty *et al.* (2002) no encontraron limitación por silicio en el Mar de Liguria. En contraste en este estudio fue limitante a principios de la mezcla invernal, a mediados de la transición primaveral; y ocasionalmente cerca del fondo en la estratificación estival y finales de la

transición otoñal. Estos periodos de limitación por silicio coincidieron bastante bien con floraciones de diatomeas o bien fueron posteriores a dichas proliferaciones, especialmente en los casos de mezcla invernal, transición primaveral e inicios del periodo de estratificación. Según Egge y Aksnes (1992) cuando la concentración de silicatos es mayor de 2 μM las diatomeas dominan sea cual sea el periodo oceanográfico. En este trabajo este dominio de las diatomeas con esas concentraciones se ha dado cerca del fondo en distintos momentos de la transición primaveral y de la fase de estratificación. En verano hubo ocasiones en los que las diatomeas no eran dominantes y la concentración de silicatos era superior a 2 μM ; aún así hay que tener en cuenta que siempre existe un retraso en la respuesta al aumento de la concentración ya que en los siguientes muestreos las diatomeas eran dominantes. En condiciones de transición otoñal y mezcla invernal, era frecuente que cerca del fondo hubiera una concentración superior a 2 μM y una escasa presencia de diatomeas, probablemente porque se encontraban limitadas por luz.

5.3.2 Fitoplancton en los periodos oceanográficos

Mezcla invernal

Este periodo se caracterizó principalmente por la mezcla vertical en la columna de agua y por las altas concentraciones de la mayoría de los nutrientes. En las fechas estudiadas esta fase empezó en enero y terminó a primeros de marzo de 2001.

En esta etapa predominaron las formas flageladas menores de 20 μm . Esto incluye a cocolitoforados, nanoflagelados indeterminados, dinoflagelados, criptofíceas y *Phaeocystis* cf *globosa* aunque sin un claro predominio de ninguno de estos grupos.

La importancia de los cocolitoforados, concretamente *Emiliana huxleyi*, en el Mediterráneo durante el invierno ha sido puesta de manifiesto por distintos autores (Bernhard y Rampi, 1967; Bernhard *et al.*, 1969; Carrada *et al.*, 1980; Winter, *et al.*, 1994; Estrada, *et al.*, 1999; Cros 2002; Aubry *et al.*, 2004; Siokou-Frangou *et al.*, 2009). *Emiliana huxleyi* suele proliferar en verano en latitudes subpolares (Iglesias-Rodríguez *et al.*, 2002), y también en latitudes más parecidas a la de este estudio como es el caso del Mar Negro (Oguz y Merico, 2006). Sin embargo, en el Mediterráneo aparece de manera

importante en invierno. En datos de trampas de sedimentación del Atlántico Norte se observaron altos flujos de esta especie en invierno a 34° N (Broerse *et al.*, 2000), mientras que a 48° N ocurrían en abril (Broerse *et al.*, 2000; Ziveri *et al.*, 2000). Se sabe que *Emiliania huxleyi* prolifera en condiciones de alta irradiancia (Tyrrell y Merico, 2004) y temperaturas de entre 3-15 °C (Iglesias-Rodríguez *et al.*, 2002). Es de suponer que la alta irradiancia del Mediterráneo con respecto a latitudes parecidas (Duarte *et al.*, 1999) y el hecho de poseer inviernos más suaves (temperaturas más templadas y menor turbulencia) favorecen la aparición de cocolitoforados antes que en otras áreas.

En cuanto a los nanoflagelados indeterminados, a partir de estudios con HPLC se sabe que en el Mediterráneo los más abundantes pertenecen al grupo de las primnesofíceas (Barlow *et al.*, 1997; Puigserver, 2003; Latasa *et al.*, 2005; Siokou-Frangou *et al.*, 2009). Dentro de este grupo, el género *Chrysochromulina* fue el dominante entre diciembre y abril en la cercana Bahía de Andratx (Puigserver, 2003). En nuestro estudio se observaron colonias de la primnesofícea *Phaeocystis* cf. *globosa* preferentemente en el periodo de mezcla invernal, aunque pudo estar subestimada ya que la fase flagelar de esta especie no es fácilmente reconocible. Según Margalef (1978, 1997) las especies segregadoras de mucílago como ésta son indicadoras de altas concentraciones de nutrientes.

Las criptofíceas alcanzaron su máxima abundancia en condiciones invernales, lo cual es habitual en el Mediterráneo (Margalef, 1969a; Siokou-Frangou *et al.*, 2009).

Dentro de las especies características de la fase invernal, a pesar de no tener una abundancia elevada, estaba la dictiocofícea *Dictyocha fibula*; también citada en esta época por otros autores (Totti *et al.*, 2000; Gómez y Gorsky, 2003). Otra de las especies características de la época de mezcla, también con bajas densidades, fueron las variedades del cocolitoforado *Umbilicosphaera sibogae* que fueron encontradas igualmente en condiciones invernales por Estrada *et al.* (1999).

En el periodo invernal se observaron tres floraciones. Dos de ellas, en enero y febrero fueron detectadas en un único muestreo. La tercera fue más duradera, se inició a principios de marzo y se prolongó varias semanas, ya en la fase de transición primaveral. Las proliferaciones fitoplanctónicas invernales o de comienzos de la transición primaveral son muy características del Mediterráneo (Margalef, 1969a; Estrada, 1996; Mura *et al.*, 1996;

Zingone y Sarno, 2001; Bosc *et al.*, 2004; Ribera d'Alcalà *et al.*, 2004; Fernández de Puellas *et al.*, 2007; Siokou-Frangou *et al.*, 2009). Debido a los rápidos cambios de las condiciones ambientales durante la fase de mezcla, las floraciones en el presente estudio solían ser rápidas, como ya fue indicado en otras proliferaciones invernales del Mediterráneo (Marty *et al.*, 2002; Siokou-Frangou *et al.*, 2009). Por ello, sobre todo en el caso del máximo de febrero, a pesar del considerable esfuerzo de muestreo, no fue posible conocer con detalle sus etapas anteriores ni su evolución posterior.

En la floración de enero, la subida de temperatura y la ausencia de vientos fuertes en los días previos podrían ser los factores desencadenantes al favorecer la estabilidad de la columna. Este máximo estaba formado (por orden de abundancia) por coccolitoforados, diversas diatomeas, nanoflagelados, dinoflagelados y criptofíceas. Esto coincide bastante bien con la descripción hecha por Estrada *et al.* (1985) de las proliferaciones de invierno-primavera dominadas por flagelados y diatomeas, aunque en nuestro caso hay que resaltar la presencia de coccolitoforados. Por lo dicho anteriormente los coccolitoforados seguramente se traten principalmente de *Emiliania huxleyi*. A pesar de que en el área mediterránea este grupo es característico de condiciones invernales (Bernhard y Rampi, 1967; Estrada, *et al.*, 1999; Aubry *et al.*, 2004; Siokou-Frangou *et al.*, 2009), no son habituales las proliferaciones invernales dominadas por este grupo; aún así también fueron encontradas por Margalef y Ballester (1967) en la costa catalana. Aunque *Emiliania huxleyi* tiene una tasa de incremento alta (2.8 divisiones por día; Brand y Guillard, 1981) su crecimiento es menor que la mayoría de las diatomeas (Furnas, 1990). Dentro de las diatomeas encontramos especies típicas de la Fase I de la sucesión según Margalef (Margalef, 1963b; Margalef, 1974; Smayda, 1980) como *Leptocylindrus danicus* o *Thalassionema nitzschioides*, y especies de comienzos de la Fase II como *Lauderia annulata*. *Leptocylindrus danicus* es una especie estratega de la *r*, también considerada de tipo C o competidora *sensu* Reynolds (Reynolds, 1997; Nogueira *et al.*, 2000) debido a su rápido crecimiento (ej. Bode *et al.*, 2005). *Thalassionema nitzschioides* y *Lauderia annulata* se consideran especies tipo R o ruderal *sensu* Reynolds (Nogueira *et al.*, 2000; Bode *et al.* 2005) y también poseen unas altas tasas de crecimiento (Furnas, 1990; Casas, 1995). Según Margalef (1963b, 1974) la primera fase de la sucesión se caracteriza por la presencia de especies de crecimiento rápido, concretamente diatomeas de pequeño tamaño, junto con un gran número de flagelados. Sin embargo a pesar de que en nuestro estudio se detectaron en este momento especies con tasas de crecimiento altas (ej.

Lauderia annulata o cocolitoforados), faltaron la mayoría de especies C típicas de la Fase I de Margalef (ej, *Chaetoceros* spp. o *Skeletonema costatum*), con la excepción de *Leptocylindrus danicus* y unos pocos ejemplares de *Thalassiosira* spp. Esto se pudo deber bien a que este tipo de especies proliferaron previamente o a que las condiciones ambientales no permitieron el desarrollo de dichas especies. En este momento se detectó una limitación por fósforo en toda la columna y por silicato en varias profundidades. En el caso de la limitación por silicato pudo ser debido al consumo que estarían llevando a cabo las especies presentes o bien al desarrollo previo de otras diatomeas, lo que podría explicar la ausencia de las especies más típicas de la Fase I en el momento del muestreo.

En febrero la proliferación estaba asociada a un descenso claro de salinidad debido a una entrada de aguas procedentes del sur que se mezcla con aguas del norte. Esta floración pudo venir arrastrada desde el sur o pudo haberse desarrollado *in situ* como consecuencia de la mezcla de las dos masas de agua. Este máximo coincidió con una bajada en la concentración de nutrientes (nitratos y nitritos) y con un aumento en la biomasa de zooplancton con respecto al resto de la etapa invernal. Esto es característico de una fase avanzada de la proliferación en la que el crecimiento del fitoplancton agotó los nutrientes y el zooplancton tuvo tiempo de responder al aumento de las microalgas. Por lo tanto en este momento se detectó una comunidad en un estado desarrollado de la floración que estaba dominada por formas flageladas < 20 μm (flagelados indeterminados, dinoflagelados, cocolitoforados y criptofíceas). Destaca la baja presencia de diatomeas (< 3 %), aunque cabe la posibilidad de que se hubiesen desarrollado con anterioridad al muestreo. Marty *et al.* (2002) encontraron una alta biomasa de nanoflagelados a continuación de un máximo de diatomeas. Sin embargo, en nuestro caso no se observó limitación por silicatos lo que conllevaría un agotamiento previo de este nutriente por parte de las diatomeas, por lo que es de suponer que no hubo desarrollo previo importante de diatomeas o bien que este ocurrió mucho antes del muestreo. Los cambios de los parámetros ambientales (salinidad y nitratos fundamentalmente) tras esta proliferación indican que hubo de nuevo un cambio de masas de aguas con lo que no existió continuidad en la comunidad fitoplanctónica con respecto al siguiente muestreo.

La etapa de mezcla invernal terminó con una proliferación con valores relativamente altos de clorofila que se mantuvieron durante todo el mes de marzo. A comienzos de dicho mes el fitoplancton estaba formado principalmente por cocolitoforados y

nanoflagelados. Esto guarda una cierta analogía con la proliferación de enero excepto por la poca importancia de las diatomeas en este momento, las cuales luego fueron dominantes. Hay un cierto número de trabajos del Mediterráneo en los que se encuentran proliferaciones invernales-primaverales dominadas por nanoflagelados y con poca presencia de diatomeas (Margalef y Castelví, 1967; Bustillos-Guzmán *et al.*, 1995; Totti *et al.*, 2002; Caroppo *et al.*, 2006). Según Bustillos-Guzmán *et al.* (1995) esto se debe a que el grado de turbulencia es insuficiente para las diatomeas. Aún así hay que tener en cuenta que la frecuencia de muestreo de la mayoría de los trabajos citados (mensual o más) es más baja que en este estudio, lo que impidió conocer con detalle las diferentes etapas de las proliferaciones, de forma que una rápida floración de diatomeas podía no ser detectada. En nuestro caso, al igual que lo comentado para febrero, los altos valores de silicato permiten pensar que previamente al muestreo no hubo un incremento significativo de diatomeas. Como en la proliferación de enero, a principios de marzo se detectó una limitación por fosfato. Otros estudios señalan la coincidencia de las proliferaciones de *Emiliana huxleyi* con momentos de limitación por fosfato, aunque no parece que sea un requerimiento absoluto para la aparición de estas floraciones (Tyrrel y Merico, 2004). Se sabe que *Emiliana huxleyi* es capaz de sintetizar la fosfatasa alcalina (Kuenzler y Perras, 1965; Riegman *et al.*, 2000) lo que le permite incorporar ciertas fracciones de fosfato orgánico disuelto, dándole una ventaja competitiva cuando el fosfato inorgánico es limitante (Tyrrel y Merico, 2004).

Transición primaveral

Esta fase se caracterizó hidrográficamente por el desarrollo de la termoclina y el hundimiento de las nutriclinas. En nuestro estudio este periodo transcurrió entre mediados de marzo y finales de mayo de 2001.

Los valores relativamente altos de abundancia y clorofila en marzo (finales de la fase de mezcla invernal y comienzos de la transición primaveral) no son frecuentes en la zona de estudio (Fernández de Puellas *et al.*, 2007). Esta floración de marzo que no es habitual y que permaneció durante cierto tiempo pudo ser una de las causas por las que en el año 2001, a pesar de no haber máximos importantes, tuviera la mayor concentración media de la serie histórica. En marzo se obtuvo el máximo de salinidad lo que significa que hubo

una presencia muy importante de aguas del Norte, las cuales debido a la mezcla invernal anterior tendrían unas concentraciones altas de nutrientes. Durante la segunda mitad del mes de marzo dominaron las diatomeas, acompañadas de flagelados y dinoflagelados de tamaño nanoplanctónico. La mayoría de los registros de proliferaciones de diatomeas están restringidos a la transición entre las condiciones de mezcla y estratificación (Kiørbe, 1993; Claustre *et al.*, 1994); estas condiciones ofrecen el mejor compromiso entre luz y disponibilidad de nutrientes porque la turbulencia asociada aparece como un prerrequisito para que exista la flotabilidad necesaria para estas células grandes (Fogg, 1991; Chisholm, 1992; Kiørboe, 1993).

Las diatomeas de esta proliferación se encuadran dentro de lo que Margalef denomina Fase II de la sucesión, con especies tanto de su etapa inicial (*Thalassionema nitzschioides*, *Chaetoceros pseudocurvisetus*), como del final de dicha fase (*Rhizosolenia* spp., *Pseudonitzschia* grupo *seriata*). Éstas son especies R o ruderales (*sensu* Reynolds, 1997) adaptadas a utilizar concentraciones más diluidas de nutrientes (Margalef, 1974). El declive de esta proliferación se debe principalmente al agotamiento de los nutrientes, incluida la limitación por silicatos en las capas bajas lo que favoreció el cambio de diatomeas por dinoflagelados. Otro factor a tener en cuenta es el ramoneo por parte del zooplancton, ya que en marzo estuvo el zooplancton en su máximo de biomasa evidenciando un importante acoplamiento entre fito y zooplancton en este momento del año. La importante presencia de microfitoplancton y su permanencia durante un periodo relativamente largo permitieron este acoplamiento. En el Mediterráneo se ha observado que el impacto del ramoneo del mesozooplancton sobre la producción primaria tiene una notable importancia (cerca del 50 %) en primavera e invierno (Gaudy *et al.*, 2003). Aún así, debido a la desaparición de nutrientes, no parece que en este caso el ramoneo haya sido la principal causa del descenso del fitoplancton a partir de abril.

Durante abril los valores de clorofila fueron bajos, sin embargo la abundancia fitoplanctónica seguía elevada. A partir de este mes y durante el resto de la transición primaveral los dinoflagelados fueron dominantes. La discrepancia entre los valores de clorofila y de abundancia se debe a que se trataba de una fase post-proliferación, con importante presencia de especies mixotróficas (ej.: *Neoceratium fusus* y *N. furca*; Mouritsen y Richardson, 2003) o incluso de especies sin capacidad fotosintética propia (ej. *Solenicola setigera*). En un escenario de escasez de nutrientes los dinoflagelados y

flagelados tienen ventaja ya que su movilidad les permite tomar nutrientes en las capas inferiores y subir a las capas iluminadas (Margalef, 1978; Fernández y Bode, 1994). El hecho de que dominen las formas pequeñas también les confiere una mayor ventaja en ambientes oligotróficos al tener una mayor relación superficie-volumen (Fenchel, 2008). Nuestro trabajo concuerda con Marty *et al.* (2002) el cual observó en el Mar de Liguria que los dinoflagelados dominaban después de las diatomeas y tras los nanoflagelados, o conjuntamente con éstos a continuación de las diatomeas. Asimismo, Siokou-Frangou *et al.* (2009) señalan que en el Mediterráneo los dinoflagelados son importantes a finales de primavera y en verano como es el caso de nuestro estudio. Por el contrario, Vidussi *et al.* (2000) no observaron grandes abundancias de dinoflagelados tras la proliferación de invierno-primavera; siendo los flagelados, principalmente primnesofíceas, los dominantes. Esta discrepancia puede ser debida a la variabilidad espacial o interanual en la dinámica del fitoplancton.

En el presente estudio la abundancia de diatomeas disminuye a partir de abril, alcanzando valores muy bajos en mayo. La diatomea más importante estos dos meses fue *Thalassionema nitzschioides*. Esta es una especie ruderal (Nogueira, 2000; Bode *et al.*, 2005) con altas tasas de crecimiento (Furnas, 1990) que se encontró todo el año excepto en otoño. Se podría considerar como una especie oportunista capaz de crecer en distintas condiciones, lo que le permitió estar presente prácticamente durante todo el estudio.

La biomasa del zooplancton durante el mes de abril fue elevada a pesar de que hubo una bajada en la biomasa de fitoplancton. Esto pudo deberse a un cambio estacional en la alimentación del zooplancton hacia una dieta más omnívora, en la que aparte de fitoplancton, se incluyeran heterótrofos y detritus. Se ha observado en el Mediterráneo como el zooplancton pasa de alimentarse del fitoplancton durante su proliferación a alimentarse posteriormente de heterótrofos (Calbet *et al.*, 2002; Gaudy *et al.*, 2003). De hecho, los copépodos dominantes durante el mes de abril (*Paracalanus parvus*, *Centropages* spp. y *Oithonas* spp.) pasan de ramonear fitoplancton a alimentarse de microzooplancton y detritus cuando el tamaño dominante del fitoplancton es inferior a 10 μm (Van Wambeke *et al.*, 1996). Teniendo en cuenta que en nuestro trabajo el fitoplancton dominante en abril era el nanoplancton, es posible que hubiera este cambio en la alimentación de zooplancton.

Estratificación estival.

Este periodo se caracterizó por una fuerte estratificación térmica y una baja concentración de nutrientes en la mayor parte de la columna de agua. En el ciclo estudiado este periodo tuvo lugar en septiembre de 2000, y desde junio de 2001 hasta principios de septiembre de dicho año, cuando finaliza el estudio.

Esta fase comenzó con una nueva proliferación, que fue más evidente en el caso de la abundancia que en la concentración de clorofila. Este desacoplamiento fue debido a la importante presencia de especies sin capacidad fotosintética propia como *Solenicola setigera*. En la zona de estudio es conocida la presencia de máximos de clorofila a finales de la época de transición primaveral (Fernández de Puellas *et al.*, 1997; 2007). En este caso, como ya se comentó, este aumento de fitoplancton está asociado a un incremento de nutrientes relacionado con la entrada de aguas del norte y con la presencia de un frente en el Canal de Mallorca.

Esta floración estaba formada principalmente por cocolitoforados y dinoflagelados, y recuerda a las proliferaciones encontradas tanto en enero como a principios de marzo, ya que vuelven a ser dominantes los cocolitoforados y otros flagelados. En el Golfo de Nápoles, Ribera d'Alcalà *et al.* (2004) encontraron picos ocasionales de *Emiliania huxleyi* en verano. Las proliferaciones estivales de *Emiliania huxleyi* también son frecuentes en latitudes altas (Iglesias-Rodríguez *et al.*, 2002) o en el Mar Negro (Oguz y Merico, 2006). Una de las razones de la aparición en verano de esta especie es su tolerancia a intensidades de luz altas cuando otras sufren fotoinhibición (Tyrrell y Merico, 2004). Esto coincidiría con el hecho de que el mes de junio en nuestro estudio fue cuando se registraron las mayores irradiancias en superficie. Sin embargo, no parece que en nuestro caso la alta radiación haya sido un factor determinante en la selección de los cocolitoforados, ya que el máximo de fitoplancton estaba situado a 50 m (5 % de la irradiancia superficial) donde la luz ya se encuentra suficientemente atenuada como para que produzca la fotoinhibición de otras especies. En nuestro trabajo llama la atención, al igual que a principios de marzo, la escasez de diatomeas durante este máximo. De nuevo, el hecho de que no hubiera

limitación por silicato indica que tampoco existió un desarrollo previo importante de las mismas. Una posible explicación sería la alta estratificación, que impediría una mínima turbulencia necesaria para evitar la sedimentación de las diatomeas, aunque hay que tener en cuenta que la velocidad de sedimentación disminuye al caer el fitoplancton a través de capas cada vez más densas. Al igual que en marzo, las diatomeas se detectaron más tarde. Doce días después de la floración los máximos de clorofila y abundancia se encontraron a 75 m y estaban dominados por *Solenicola setigera* y diatomeas (*Thalassionema nitzschioides*, pennadas indeterminadas, céntricas “tipo” *Coscinodiscus* y *Pseudo-nitzschia* grupo *seriata*). Este máximo estaba cerca del fondo y las especies encontradas fueron características del DCM durante este periodo oceanográfico como veremos a continuación

Independientemente de la situación particular del máximo de inicios de junio, durante la etapa de estratificación la situación se caracterizó por la presencia cerca del fondo del Máximo Profundo de Clorofila o DCM, que estaba dominado principalmente por diatomeas. En el resto de la columna de agua había un predominio claro de los dinoflagelados, seguidos en importancia por *Solenicola setigera*. La presencia de dinoflagelados en el Mediterráneo por encima del DCM está muy documentada, por lo que nuestro trabajo confirma los resultados obtenidos por otros autores en distintas áreas de este mar (Estrada *et al.*, 1985; Estrada y Salat, 1989; Estrada *et al.*, 1993; Mura *et al.*, 1996; Totti *et al.*, 2000; Siokou-Frangou *et al.*, 2009). La movilidad de los dinoflagelados les confiere una ventaja competitiva en ambientes oligotróficos (Fenchel, 2008). Aunque no se ha cuantificado, cabe esperar una alta importancia del picoplancton durante esta etapa de estratificación estival (Puigserver *et al.*, 2002; Marty *et al.*, 2002; Charles *et al.*, 2005; Caroppo *et al.*, 2006). Este grupo presentaría una ventaja competitiva en la asimilación de nutrientes debido a su alta relación superficie/volumen (Fenchel, 2008).

El DCM se empezó a formar en la transición primaveral y duró hasta el final de la época de estratificación. La formación del DCM está relacionada con el agotamiento de nutrientes en superficie y es característica del Mediterráneo (Durán y Jansá, 1986; Estrada y Salat, 1989; Estrada *et al.*, 1993; Jansá, 2008). Las condiciones típicas de estratificación estival en la zona se caracterizan por una baja concentración de clorofila desde superficie a media columna, y relativamente alta en el fondo. La baja biomasa en la mayor parte de la columna de agua hace aumentar la transparencia del agua. Este hecho junto a la alta irradiancia en verano permite que la luz penetre a mayor profundidad. En nuestro estudio

el DCM estaba cerca del fondo (75 m) donde se midieron concentraciones elevadas de nitratos y nitritos, asociados seguramente a la regeneración de nutrientes desde el sedimento. De esta forma el DCM actuaría como trampa para los nutrientes que difunden desde abajo, evitando su propagación hacia capas superiores donde el fitoplancton es sostenido por el reciclaje residual de nutrientes (Azam *et al.*, 1983; Crise *et al.*, 1999).

Al contrario que el máximo de clorofila (DCM) que estaba en el fondo, las mayores densidades de microalgas solían encontrarse a media columna. Esta discrepancia ya fue señalada en otras áreas del Mediterráneo (Estrada y Salat, 1989; Totti *et al.* 2000), y se debe al predominio pequeños dinoflagelados en las capas superiores que son pobres en nutrientes; mientras que en el fondo, donde hay mayor concentración de nutrientes, dominaron formas más grandes. Por otra parte, la alta concentración de clorofila en el DCM se debe a que el fitoplancton expuesto a bajas irradiancias aumenta el contenido de este pigmento por célula (Paasche, 1968; Estrada, 1985b; Totti *et al.*, 2000).

Los valores de saturación de oxígeno indican que el máximo de producción primaria tendría lugar por encima del DCM (a 50 m), lo cual ya fue observado en otras ocasiones (Estrada y Margalef, 1988; Estrada *et al.*, 1993; Marty y Chiavérini, 2002; Decembrini *et al.*, 2009). Esto seguramente es debido a la baja eficiencia fotosintética del DCM provocado por los escasos niveles de irradiancia a esa profundidad (Decembrini *et al.*, 2009), que en nuestro estudio era aproximadamente el 1 % de la incidente en superficie. Por encima del DCM había una comunidad dominada por nanoplancton y probablemente también por picoplancton, capaz de adaptarse a niveles de irradiancia baja (aproximadamente un 5 % a 50 m) y dependiente de la regeneración de nutrientes realizada por el bucle microbiano.

En el fondo, en el DCM, las diatomeas eran el grupo principal, aunque su dominio en el máximo profundo de clorofila no fue constante. En otros trabajos (Estrada, 1991; Estrada *et al.*, 1993) también encontraron un predominio discontinuo de diatomeas en el DCM y lo atribuyen a aportes intermitentes de nutrientes al DCM. En nuestro caso seguramente se haya debido a episodios de limitación por silicio en el fondo. Las especies de diatomeas presentes en el DCM fueron: pennadas > 20 μm , *Thalassionema nitzschioides* y *Pseudos-nitzschia* grupo *seriata*. Dichas especies son similares a las encontradas por Puigserver (2003) en la cercana Bahía de Andratx, así como en otros

estudios del Mediterráneo (Estrada y Salat; 1989; Estrada *et al.*; 1993; Siokou-Frangou *et al.*; 2009). Por el contrario uno de los géneros más característicos del DCM es *Chaetoceros* (Estrada y Salat, 1989; Estrada *et al.*, 1993; Siokou-Frangou *et al.*, 2009) y que en nuestro caso no fue importante a pesar de que los niveles de nitratos y silicatos (en ambos casos alrededor de 2 μM durante junio y julio) eran similares a los indicados en los trabajos de Estrada previamente citados. En general en nuestro estudio el género *Chaetoceros* tuvo una presencia muy puntual y poco importante, pese a ser considerado típico de las proliferaciones de fitoplancton (Ej: Margalef, 1963b; Cushing, 1989; Casas *et al.* 1999).

Aparte de las diatomeas otra especie destacada tanto en el DCM como en profundidades intermedias fue *Solenicola setigera* que ya había sido importante en la fase de la transición primaveral. Dicha especie se encuentra frecuentemente adherida a las valvas de *Leptocylindrus mediterraneus*, sin embargo en este estudio se encontró principalmente formando colonias aisladas. Este es un protista del que realmente se conoce muy poco. Buck y Bentham (1998) encontraron, sólo ocasionalmente, a la cianobacteria *Synechococcus* spp. en el interior de *Solenicola setigera*, argumentando que se trata de una simbiosis facultativa. En el caso de que la cianobacteria endosimbionte poseyera capacidad para fijar nitrógeno, explicaría la aparición de *Solenicola setigera* en nuestro estudio en momentos de escasez de nutrientes. Sin embargo, esta posibilidad parece improbable ya que sólo se ha observado la presencia de nitrogenasa en la cepa PCC 7335 de *Synechococcus* spp. (Waterbury y Rippka, 1989). Además en los cianobiontes del dinoflagelado *Ornithocercus* spp. no se detectó actividad nitrogenasa (Janson *et al.*, 1995). Por otra parte, Gómez (2007) sostiene que *Solenicola setigera* es un organismo heterótrofo y que la presencia en su interior de cianobacterias se corresponde a una predación y no a una simbiosis. Según esta segunda teoría, y teniendo en cuenta los picos puntuales de abundancia observados en este estudio, *Solenicola setigera* podría ser un importante eslabón en la redes tróficas microbianas al formar una biomasa considerable.

Aparte de la proliferación inicial, dentro del periodo de estratificación estival cabe destacar un incremento en la biomasa de zooplancton que se produjo en la segunda mitad de julio. El comienzo de este pico coincide con un pequeño aumento en la concentración media de clorofila (Figura 3.10) y a un predominio de diatomeas en el DCM (*Hemialus hauckii* y *Pseudo-nitzschia* grupo *seriata*). En el muestreo anterior (seis días antes) no se

observaron valores altos de nutrientes, fitoplancton o zooplancton. Por lo tanto el zooplancton no tuvo mucho tiempo para responder a un cambio en la concentración de fitoplancton. Lo más probable es que lo observado fuese el resultado de la advección y que el aumento del fitoplancton y zooplancton hubiera ocurrido en otra área y de ahí fuera arrastrada hasta la zona de estudio. A mediados de julio el zooplancton estaba dominado por doliólidos, *Penilia avirostris* y *Acartia* sp. Dado que no hubo un cambio apreciable en la abundancia de fitoplancton y teniendo en cuenta la presencia de los doliólidos que se alimentan de partículas de tamaño pequeño (Katechakis *et al.*, 2004), el ligero aumento de clorofila pudo ser causado por picoplancton que no fue detectado en el conteo.

Transición otoñal

En esta fase tuvo lugar la debilitación gradual de la termoclina hasta alcanzarse de nuevo la situación de mezcla invernal. Como consecuencia de esto, la concentración de nutrientes en este periodo tendió a aumentar. En nuestro caso este periodo transcurrió entre octubre y diciembre de 2000.

En función de los cambios en las comunidades fitoplanctónicas se pueden considerar dos etapas en este periodo oceanográfico. Por una parte habría una etapa post-estival que abarcaría octubre y la mayor parte de noviembre, caracterizada por niveles bajos de clorofila y de abundancia de fitoplancton, y que estuvo dominada por flagelados nanoplanctónicos. Por otra parte a partir de finales de noviembre se puede hablar de una etapa pre-invernal, con un aumento de la abundancia de fitoplancton y en menor medida, de la concentración de clorofila. Esta etapa pre-invernal estaba dominada por cocolitoforados, aunque con una importancia creciente de las diatomeas.

Al principio de la transición otoñal las concentraciones de nutrientes aumentaron, pero únicamente en las capas profundas de la columna de agua. Al principio de la etapa post-estival desapareció el DCM típico del periodo anterior, es decir aquel situado en el fondo, con concentraciones notables de clorofila ($0.4-0.7 \mu\text{g l}^{-1}$) y alta presencia de diatomeas. Este DCM estival evolucionó de forma que el máximo de biomasa fue detectado en la capa de 50 m, y se caracterizaba por un dominio de los nanoflagelados y una concentración de clorofila más baja que en el periodo anterior (alrededor de $0.4 \mu\text{g l}^{-1}$). En el nivel de 50 m también estaba el máximo de saturación de oxígeno con lo que es de

esperar que tuviera lugar también el mayor valor de producción primaria de la columna. Por su parte la termoclina estaba situada por encima de los 50 m, es decir más arriba que el máximo de clorofila. La desaparición del DCM del fondo seguramente se debió principalmente a la limitación por luz que existía en esa capa. A pesar de que había una gran transparencia de la columna de agua (la profundidad del Disco de Secchi era de unos 30 m), al disminuir la radiación solar en otoño no estaría llegando suficiente luz al fondo para el desarrollo de las especies típicas DCM de la etapa estival. Al no estar el Máximo Profundo de Clorofila en el fondo aumentó la concentración de nutrientes en las capas bajas. La posición del máximo de biomasa en esta etapa post-estival vendría dada por un equilibrio entre el aumento de concentración de nutrientes que difundían desde abajo y la intensidad de luz disponible.

La presencia de nanoflagelados en la etapa post-estival de nuestro estudio coincide bien con lo descrito por Totti *et al.* (2000) que encontraron un dominio de fitoflagelados en otoño en el Adriático. Por su parte Carrada *et al.* (1980) observaron en el Golfo de Nápoles un dominio de dinoflagelados y cocolitoforados (*Emiliania huxleyi*) en octubre, los cuales también fueron importantes en nuestro trabajo en la primera mitad de la transición otoñal. Por otra parte no conviene olvidar que otros estudios destacan la importancia del picoplancton durante la transición otoñal (Puigserver *et al.*, 2002; Marty *et al.*, 2002; Charles *et al.*, 2005; Caroppo *et al.*, 2006; Decembrini *et al.*, 2009). Finalmente, la presencia de aguas procedentes de la Cuenca Argelina sobre nuestro punto de muestreo pudo influir en la composición del fitoplancton durante esta etapa post-estival.

El predominio de cocolitoforados en la época pre-invernal de la transición otoñal concuerda con varios trabajos que destacan la importancia de los cocolitoforados (concretamente *Emiliania huxleyi*) en otoño en el Mediterráneo (Benhard y Rampi, 1967; Estrada *et al.*, 1993; Ribera d'Alcalà *et al.*, 2004; Aubry *et al.*, 2004; Siokou-Frangou *et al.*, 2009). Sin embargo, Puigserver (2003) encontró que la cercana Bahía de Andratx a finales de otoño estaba dominada por la primnesofícea *Chrysocromulina* spp. El incremento en la cantidad de diatomeas viene dado por el aumento progresivo de la turbulencia, que favorece a este grupo al impedir que sedimenten (Margalef, 1978). A su vez las diatomeas se ven beneficiadas por el aumento en la concentración de nutrientes (Margalef, 1978).

Un hecho destacado de la transición otoñal de nuestro estudio fue la ausencia de proliferaciones. La ausencia de una clara proliferación fitoplanctónica en la transición otoñal es característico del punto de muestreo (Fernández de Puelles *et al.*, 1997; 2007). En general, en el Mediterráneo, la aparición del máximo otoñal es muy desigual según la zona. Fue encontrado en la costa de Castellón (Margalef, 1969a), costa de Barcelona (Margalef, 1969a; Estrada, 1980), en la costa francesa (Bustillos-Guzmán *et al.*, 1995) y en el Golfo de Nápoles (Zingoni, 2001; Ribera d'Alcalà, 2004). Por el contrario no fue observado en la cercana Bahía de Andratx (Puigserver, 2003), tampoco en la Bahía de Blanes (Mura, 1996), ni en la serie histórica de DYFAMED del Mar de Liguria (1991-1999; Marty *et al.*, 2002). Según datos de satélite, la proliferación otoñal aparece irregularmente en la Cuenca Mediterránea Noroeste (Bosc *et al.*, 2004), lo que parece indicar que su presencia variable es una característica del sistema y no se debe a un problema de muestreo.

A pesar de la ausencia de proliferaciones en esta época, al principio del periodo de transición otoñal hubo un aumento de la biomasa de zooplancton. Este hecho es habitual a finales de la época de estratificación (Fernández de Puelles *et al.*, 2007). En nuestro estudio este incremento fue debido principalmente a apendicularias, que estaban acompañadas del cladóceros *Penilia avirostris* y del copépodo *Clausocalanus* spp. Las apendicularias se alimentan fundamentalmente de nanoplancton (Flood, 1978) que era el fitoplancton dominante en los recuentos. En septiembre se observó una pequeña subida de la concentración de nitratos en el fondo. A falta de datos de producción primaria, se puede plantear la hipótesis de que el aumento observado del zooplancton podría ser causado por un crecimiento del fitoplancton provocado por ese incremento de nutrientes. En este caso tendría que haber existido un ramoneo muy efectivo por parte del zooplancton que habría evitado el incremento de la biomasa y abundancia del fitoplancton en esta época.

5.3.3 Redes tróficas en la zona de estudio.

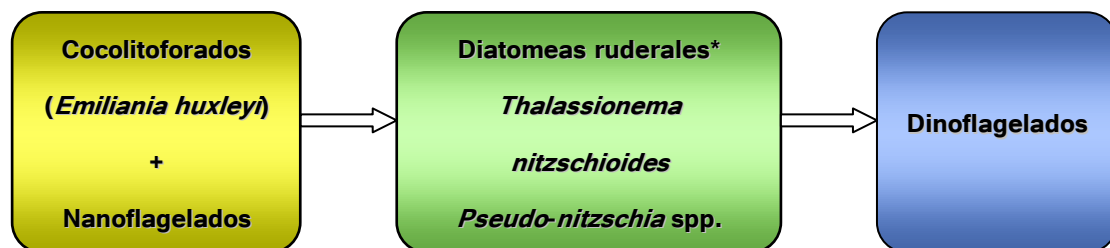
Durante la mayor parte del ciclo estudiado el fitoplancton estaba dominado por formas menores de 20 μm lo cual ya ha sido previamente observado en aguas de la Isla de Mallorca (Puigserver, 2003) y en otras zonas del Mediterráneo (Estrada, 1980; 1985b; 1991; Videau *et al.*, 1994; Bustillos-Guzmán *et al.*, 1995; Barlow *et al.*, 1997; Decembrini

et al., 2009; Siokou-Frangou *et al.*, 2009). El dominio del fitoplancton pico y nanoplanctónico es característico de los mares oligotróficos, donde las células de menor tamaño poseen una ventaja competitiva en la absorción de nutrientes (Fenchel, 2008). Teniendo en cuenta la dominancia de fitoplancton $< 20 \mu\text{m}$ la estructura trófica dominante durante la mayor parte del ciclo estudiado fue la red trófica microbiana. El predominio de este sistema trófico en el Mediterráneo ya fue resaltado en otros estudios (ver recopilación en Siokou-Frangou *et al.*, 2009). Sin embargo y a pesar de la falta de datos de producción primaria fraccionada, teniendo en cuenta la presencia de diatomeas se puede hablar de un predominio de la red trófica multívora en la proliferación de enero, a comienzos de la transición primaveral y en menor medida en condiciones de estratificación en el DCM. Esta red trófica multívora estaría presente en situaciones de concentraciones relativamente altas de nutrientes como los momentos citados, en las que cabe suponer que las diatomeas tuvieron un crecimiento activo permitiendo la transferencia de una parte de la materia orgánica directamente hacia el resto de los componentes de la red trófica clásica. En el caso de las proliferaciones de enero y marzo el rápido aumento del fitoplancton permite deducir que las tasas de crecimiento eran altas con lo que podía haber una red trófica multívora con una considerable canalización de energía hacia niveles superiores o sistemas adyacentes. En el caso del DCM esto es menos probable ya que la abundancia de diatomeas es moderada y no es constante. Además la producción primaria debe ser poco importante a juzgar por los cambios de abundancia y clorofila, y por otra parte el máximo de saturación de oxígeno estaba por encima del fondo. Por ello es improbable que en el DCM existiera una red trófica muy activa que permitiera una transferencia considerable de materia orgánica a otros niveles tróficos. Esto coincidiría con lo observado por Decembrini *et al.* (2009) en el Mar Tirreno donde en el DCM predominaba la red trófica multívora formada por pico y microplancton, aunque la producción primaria era baja.

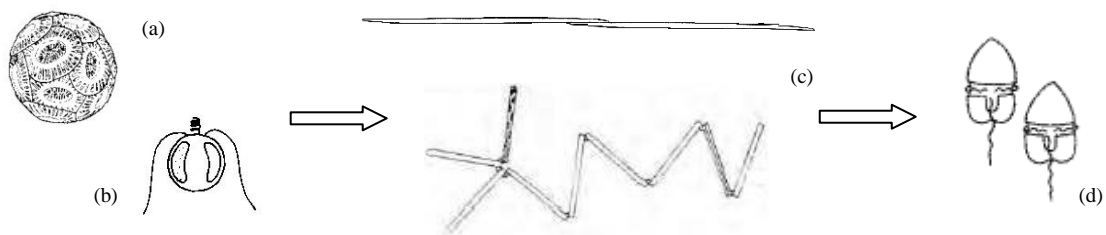
5.3.4 Evolución de las proliferaciones de fitoplancton: Consideraciones finales

Según Richardson (1989) una proliferación es un gran incremento de fitoplancton que resulta en una alta biomasa. En este trabajo se consideró que había una proliferación cuando la concentración de clorofila-*a* era superior a $1 \mu\text{g l}^{-1}$. La duración de estas floraciones podía ser de varias semanas, como fue el caso de la observada en marzo.

Existió un patrón recurrente durante este estudio en cuanto al dominio por parte de cocolitoforados (con toda probabilidad *Emiliana huxleyi*) y otros flagelados (incluido los dinoflagelados) en las primeras fases de las proliferaciones. Estos taxones fueron los principales responsables del inicio de las floraciones, independientemente del desarrollo de las diatomeas. Esto se vio en las proliferaciones de enero, marzo y junio. Excepto en enero, el desarrollo de las diatomeas fue posterior y vino dado principalmente por diatomeas de tipo ruderal. Tras las diatomeas eran los dinoflagelados los que predominaban claramente. Este dominio de los dinoflagelados ocurría unas semanas después del inicio de la floración y solía tener lugar ya en condiciones oligotróficas, cuando la concentración de clorofila bajaba. Aunque una importante excepción a esto fue la proliferación de febrero en la que la presencia de dinoflagelados y otros flagelados coincidió con valores altos de clorofila. Por lo tanto, los cambios observados en la comunidad fitoplanctónica que tenían lugar en las escasas semanas que duraban las floraciones se pueden esquematizar de la siguiente manera:



(* Basado principalmente en la proliferación de marzo)



(a) *Emiliana huxleyi*. Dibujo sacado de Heimdal (1997).

(b) Flagelado (*Crysochromulina* sp.).

Dibujo sacado de Throndsen (1997).

(c) *Pseudo-nitzschia* spp. y *Thalassionema nitzschioides*.

Dibujo sacado de Hasle y Syvertsen (1996).

(d) Dinoflagelados. Dibujo sacado de Steidinger y Tangen (1996).

Según Marrasé *et al.* (1989) a partir de experimentos de microcosmos la evolución de una proliferación en el Mediterráneo sigue el esquema: pequeños flagelados > pequeñas diatomeas céntricas > pequeños flagelados. Esto coincide con nuestro estudio en el hecho de que la primera fase está dominada por pequeños flagelados, sin embargo no coincide en las siguientes fases, aunque hay que considerar que este trabajo se basaba en el biovolumen en vez de la abundancia como es nuestro caso, lo que puede conllevar diferencias respecto al grupo dominante. Por otra parte, la extrapolación de los resultados de microcosmos al medio natural es arriesgado, ya que no se ajustan a las escalas espaciales y temporales de los procesos ecológicos (Carpenter, 1996).

Por su parte el esquema clásico de Margalef de progresión de una proliferación fitoplanctónica se puede resumir en: pequeñas diatomeas y flagelados > diatomeas grandes > dinoflagelados (Margalef, 1963b, 1974; Smayda, 1980). Este esquema se parece al observado en el presente trabajo aunque cabe destacar dos particularidades importantes que afectan a la primera fase de la proliferación. En primer lugar destaca la presencia de cocolitoforados observada en nuestro estudio al comienzo de la proliferación. Por otra parte llama la atención de que, salvo en la proliferación de enero, hubo una ausencia notable de diatomeas en la fase inicial.

Respecto a la presencia de cocolitoforados a inicios de la proliferación hay que recordar que *Emiliania huxleyi* es una especie formadora de proliferaciones como las que tienen lugar en el Océano Atlántico norte (Tyrrel y Merico, 2004; Van Oostende, 2012). Además posee una alta tasa de crecimiento (2.8 duplicaciones día⁻¹) aunque ésta es menor que la mayoría de diatomeas (Furnas, 1990). Sin embargo, esta especie suele aparecer en las proliferaciones a continuación de las diatomeas debido a que tiene requerimientos de la vitamina B₁ o tiamina (Tyrrel y Merico, 2004) y a que no es capaz de competir con las diatomeas en condiciones de altas concentraciones de nutrientes, ya que los cocolitoforados poseen menores capacidades de incorporación de nutrientes (Iglesias-Rodríguez *et al.*, 2002). También se ha constatado que los cocolitoforados dominan en situaciones de limitación por silicato, ya que este nutriente es previamente agotado por el incremento de diatomeas (Tyrrel y Merico, 2004; Harlay *et al.*, 2010). Sin embargo en nuestro caso esto sólo podría coincidir con la proliferación de enero (en la cual hubo un importante desarrollo de diatomeas) pero no en la de marzo o junio. Por otra parte se ha

observado que los cocolitoforados compiten efectivamente con las diatomeas en condiciones semioligotróficas (Iglesias-Rodríguez *et al.*, 2002); especialmente en casos de limitación por fósforo (Tyrrel y Merico, 2004), condiciones que fueron detectadas en la proliferación de enero e inicios de la de marzo en nuestro estudio. Los cocolitoforados poseen unas constantes de semisaturación en la incorporación de nutrientes que son aproximadamente la mitad que las diatomeas del mismo tamaño y una alta afinidad por nitrato y fosfato, lo que les da una ventaja competitiva cuando las concentraciones de nutrientes no son altas (Iglesias-Rodríguez *et al.*, 2002). En nuestro estudio encontramos proliferaciones con importante presencia de cocolitoforados en condiciones tan diversas como son el periodo de mezcla invernal y el inicio de la estratificación estival. *Emiliania huxleyi* es una especie muy cosmopolita que se desarrolla en condiciones muy diversas, esto es debido a que es una especie con gran diversidad genética y fisiológica (Iglesias-Rodríguez *et al.*, 2002). Seguramente esta plasticidad fisiológica sea la causa de que en nuestro estudio aparezca tanto en las proliferaciones del periodo de mezcla invernal como de la estratificación estival.

Con respecto a las diatomeas, excepto en la proliferación de enero, estuvieron en abundancias muy bajas al inicio de las proliferaciones. En el esquema clásico de Margalef (Margalef 1963b, 1974; Smayda, 1980) la primera etapa de la floración está dominada por diatomeas pequeñas como: *Skeletonema costatum*, *Leptocylindrus danicus*, *Chaetoceros socialis*, *Chaetoceros radians*, *Proboscia alata*, *Guinardia delicatula*, *Thalassiosira* spp., *Pseudonitzschia* grupo *delicatissima* o *Thalassionema nitzschioides*. Estas son especies de tipo C o competidoras con alta relación superficie/volumen y altas tasas de crecimiento. En nuestro caso faltaron estas diatomeas de rápido incremento en la mayoría de las proliferaciones observadas. Sólo en la proliferación de enero aparecieron algunas de estas especies, fundamentalmente *Thalassionema nitzschioides* y *Leptocylindrus danicus*. Sin embargo hay otras especies como *Skeletonema costatum* o *Thalassiosira* spp. que tienen unas tasas de crecimiento altísimas (> 4 duplicaciones día⁻¹; Furnas, 1990) y que estaban en concentraciones muy bajas (*Thalassiosira* spp.) o simplemente no se detectaron (*S. costatum*). Por lo tanto la baja presencia de diatomeas al inicio de la estratificación se debió fundamentalmente a la ausencia de diatomeas de tipo C. La aparición de diatomeas en las proliferaciones fue en etapas posteriores y era debido a especies de tipo ruderal. Una posibilidad para explicar la ausencia de diatomeas de tipo C es que no coincidieron los muestreos con el momento de proliferación de este tipo de especies. Sin embargo, al

menos en marzo y junio, esto es poco probable ya que de haber proliferado antes se habría observado una limitación de silicatos como se detectó en el caso de enero. Lo más posible es que simplemente no hubo proliferación de este tipo de especies.

Por lo tanto la ausencia en las primeras fases de las proliferaciones de marzo y junio de diatomeas de tipo C y la presencia de cocolitoforados seguramente se deba a que no se dieron las condiciones idóneas para el desarrollo de las primeras. Esto pudo deberse a que no hubo la concentración de nutrientes suficiente para su desarrollo. Según Bode *et al.* (2005) las especies *Skeletonema costatum* y *Thalassiosira* spp. dependen de la disponibilidad de silicato. Charles *et al.* (2005) sostiene que *Skeletonema costatum* tiene altos requerimientos de nutrientes, especialmente de fósforo (como mínimo por encima de $0.15 \mu\text{M P}$). Otros estudios (Casas, 1995; Nogueira *et al.*, 2000; Varela y Prego, 2003; Aubry *et al.*, 2004) encontraron a la diatomea *Skeletonema costatum* con concentraciones por encima de $2 \mu\text{M NO}_3$ y $0.2 \mu\text{M PO}_4$, valores superiores a los habituales en los máximos de clorofila de invierno y primavera de nuestro estudio. Aparte de la limitación por nutrientes también pudo influir en la ausencia de diatomeas en las primeras fases de la proliferación el que no hubiera una alta intensidad de turbulencia, esto pudo haber sido importante sobre todo en junio. Una alta turbulencia excluye a los flagelados al causarles daños celulares (Smayda, 1997) y evita la sedimentación de diatomeas.

El hecho de que los cocolitoforados participen (junto a los nanoflagelados) al comienzo de la proliferación aún sigue dejando cuestiones abiertas. Al requerir Vitamina B₁, *Emiliania huxleyi* no podría ser precursora de la floración, ya que necesitan actividad biológica previa (Tyrrel y Merico, 2004). Aún así la importancia ecológica de la Vitamina B₁ aún no ha sido determinada (Paasche, 2002), de hecho este compuesto podría proceder de los nanoflagelados que proliferan a la vez.

Por otra parte, la presencia de dinoflagelados tras la proliferación es muy conocida (ej. Cushing, 1989). Por lo general este grupo tiene bajas tasas de crecimiento y aparecen en condiciones de estratificación y reducidas concentraciones de nutrientes (Smayda, 1980). Frente a estas condiciones los dinoflagelados tienen mecanismos tales como: migraciones verticales para incorporar nutrientes, alimentación mixotrófica, competencia interespecífica estimulada aleloquímicamente y mecanismos alelopáticos de defensa

contra la predación (Smayda, 1997). Éstas son consideradas como especies S o tolerantes al estrés (*sensu* Reynolds, 1997).

Por lo tanto en este estudio se propone un nuevo esquema de evolución de las proliferaciones alternativo al planteado por Margalef. La diferencia principal con el patrón clásico es la presencia de cocolitoforados y la ausencia de diatomeas de tipo-C en la primera etapa. Este nuevo esquema propuesto en este trabajo se puede resumir como: cocolitoforados y nanoflagelados (presencia desigual de diatomeas) > diatomeas ruderales > dinoflagelados.

A grayscale micrograph of a biological specimen, possibly a larva or a specific cell, showing a complex internal structure with a dense, granular appearance. The specimen has a somewhat elongated, curved shape with several thin, hair-like or filamentous structures extending from its upper and right sides. The background is light and contains several dark, out-of-focus spots. The text "VI. Conclusiones" is overlaid in the center of the image in a white, italicized font with a black outline.

VI. Conclusiones

CONCLUSIONES

- El año estudiado fue un periodo relativamente productivo para la zona, consecuencia de la importante mezcla convectiva ocurrida ese invierno y al predominio de aguas del Norte que provocaron un mayor aporte de nutrientes con respecto a otros años. Aún así los máximos de clorofila-*a* no alcanzaron los valores más altos del área ni del Mediterráneo Occidental.
- El principal elemento a lo largo del ciclo anual limitante fue el nitrógeno, mientras que el fósforo fue limitante principalmente en condiciones invernales.
- El grupo taxonómico dominante fue el de los dinoflagelados nanoplanctónicos. Tras ellos, los coccolitoforados y los nanoflagelados fueron otros grupos importantes.
- En la fase de mezcla invernal tuvieron lugar varias proliferaciones. La floración de enero fue desencadenada por una corta estabilización de la columna de agua en medio del proceso de mezcla convectiva habitual de esta época. La proliferación de febrero se detectó en un estadio avanzado y estaba relacionada con una mayor presencia de aguas de origen atlántico reciente que se mezcla con aguas del norte. A inicios de marzo comenzó otra floración que tuvo continuidad en la fase de transición primaveral
- En la transición primaveral durante el mes de marzo continuó la proliferación empezada al final de fase anterior. Las proliferaciones en esta época no son frecuentes en esta zona y estuvo dominada por diatomeas. Tras esta floración la abundancia y biomasa de fitoplancton disminuyó y los máximos tendieron a hacerse más profundos.
- La situación típica durante la estratificación estival se caracterizó por un predominio de dinoflagelados en la mayor parte de la columna de agua. En el fondo destacó la presencia del Máximo Profundo de Clorofila o Deep Chlorophyll Maxima (DCM), en el cual solían dominar las diatomeas. Al comienzo de esta época tuvo lugar otra proliferación relacionada con la entrada de aguas del norte y con la presencia de un frente en el Canal de Mallorca.

- La desaparición del DCM típico de la época estival estuvo relacionada principalmente con la disminución de la radiación visible en superficie.
- Dentro de la transición otoñal se distinguió una primera etapa post-estival con niveles bajos de clorofila y abundancia, y que estuvo dominada por nanoflagelados. Por otra parte hubo una etapa pre-invernal con un aumento de la abundancia de fitoplancton y, en menor medida, de la concentración de clorofila. Esta etapa pre-invernal estuvo dominada por coccolitoforados.
- Se observó un nuevo patrón en el desarrollo de las proliferaciones con respecto al esquema clásico planteado por Margalef. En este estudio las proliferaciones empezaron dominadas por coccolitoforados y nanoflagelados, con una presencia desigual de diatomeas. A continuación hubo una presencia importante de diatomeas de tipo ruderal. Finalmente dominaron los dinoflagelados nanoplanctónicos.
- La estructura trófica dominante fue la red trófica microbiana, sin embargo la red trófica multívora pudo tener una presencia importante en las proliferaciones de enero, marzo y en menor medida en el DCM durante la época de estratificación estival

The image shows a microscopic view of several nematodes, likely from the genus *Caenorhabditis*, against a light background. The worms are characterized by their long, slender, cylindrical bodies and their curved, hook-like head region. The text "VII. Bibliografía" is overlaid in the center of the image in a bold, italicized, black font with a white outline. The background contains numerous small, dark, circular spots, which are likely other microorganisms or debris from the sample.

VII. Bibliografía

- Agostini, V. N. y Bakun, A. (2002). 'Ocean triads' in the Mediterranean Sea: physical mechanisms potentially structuring reproductive habitat suitability (with example application to European anchovy, *Engraulis encrasicolus*). *Fisheries Oceanography*. 11 (3): 129-142.
- Alemaný, F., Deudero, S., Morales-Nin, B., López-Jurado, J. L., Jansá, J., Palmer, M. y Palomera, I. (2006). Influence of physical environmental factors on the composition and horizontal distribution of summer larval fish assemblages off Mallorca Island (Balearic Archipelago, Western Mediterranean). *Journal of Plankton Research*. 28 (5): 473-487.
- Alemaný, F., Quintanilla, L., Vélez-Belchí, P., García, A., Cortés, D., Rodríguez, J. M., Fernández de Puellas, M. L. González-Pola, C. y López-Jurado, J.L. (2010). Characterization of the spawning habitat of Atlantic bluefin tuna and related species in the Balearic Sea (Western Mediterranean). *Progress in Oceanography* 86: 21-38.
- Andersen, V., Nival, P., Caparroy, P. y Gubanova, A. (2001). Zooplankton community during the transition from spring bloom to oligotrophy in the open NW Mediterranean and effects of wind events. 1. Abundance and specific Composition. *Journal of Plankton Research*. 23 (3): 227-242.
- Armstrong, F. A. K., Stern, C. R. y Strickland, J. D. H. (1967). The measurements of upwelling and subsequent biological processes by means of the Technicon Autoanalyzer and associates equipment. *Deep Sea Research*. 14: 381-389.
- Aubry, F. B., Berton, A., Bastianini, M., Socal, G. y Acri, F. (2004). Phytoplankton succession in a coastal area of the NW Adriatic, over a 10-year sampling period (1990-1999). *Continental Shelf Research*. 24: 97-115.
- Austin, M. P. y Greig-Smith, P. (1968). The application of quantitative methods to vegetation survey. 2. Some methodological problems of data from rain forest. *Journal of Ecology*. 56: 827-844.

- Azam, F., Fenchel, T., Field, J. G., Gray, J. S., Meyer-Reil, L. A. y Thingstad, F. (1983). The ecological role of water-column microbes in the sea. *Marine Ecology Progress Series*. 10: 257-263.
- Bakun, A. y Agostini, V. N. (2001). Seasonal patterns of wind-induced upwelling/downwelling in the Mediterranean Sea. *Scientia Marina*. 65(3): 243-265.
- Balech, E. (1988). Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. *Publicaciones Especiales del Instituto Español de Oceanografía*. 1. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- Balle, P. (1958). Analyse quantitative du phytoplancton du Port de Palme (Novembre 1953 - Mars 1956). *Rapports et Procès-Verbaux des Réunions de la C.I.E.S.M.M.*. XIV: 277-283.
- Balle, P. (1961). Phytoplancton d'Ibiza et de la cote est et sud de la Péninsule Ibérique. *Rapports et Procès-verbaux des réunions de la C.I.E.S.M.M.* XVI (2): 231-236.
- Balle, P. (1965). Note sur des floraisons anormales des diatomées au large des Iles Baléares. *Rapports et Procès-verbaux des réunions de la C.I.E.S.M.M.* XVIII (2): 371-372.
- Barlow, R. G., Mantoura, R. F. C., Cummings, D. G. y Fileman, T. W, (1997). Pigment chemotaxonomic distribution of phytoplankton during summer in the Western Mediterranean. *Deep-sea Research II*. 44 (3-4): 833-850.
- Berland, B. R., Bonin, D. y Maestrini, S. Y. (1980). Azote ou phosphore? Considerations sur le paradoxe nutritionnel de la mer mediterrannee. *Oceanologica Acta*. 3: 135-142.
- Bernhard, M. y Rampi, L. (1967). The annual cycle of the Utermöhl-phytoplankton in the sea in 1959 and 1962. *Pubblcazioni della Stazione Zoologica di Napoli*. 35 (2): 137-169.

- Bernhard, M., Rampi, L. y Zatera, A. (1969). La distribuzione del fitoplancton nel Mar Ligure. *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli*. 37 (Suppl. 2): 73-114.
- Bode, A., Álvarez-Ossorio, M. T., González, N., Lorenzo, J., Rodríguez, C., Varela, M. y Varela, M. (2005). Seasonal variability of plankton blooms in the Ría de Ferrol (NW Spain): II. Plankton abundance, composition and biomass. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 63: 285-300.
- Boltovskoy, D. (Ed.). (1981). *Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. Publicaciones del INIDEP. Mar del Plata. 933 pp.
- Bosak, S., Silovic, T., Ljubetic, Z., Kuspilic, G., Pestoric, B., Krivokapic, S. y Vilicic, D. (2012). Phytoplankton size structure and species composition as an indicator of trophic status in transitional ecosystems: the case of a Mediterranean fjord-like karstic bay. *Oceanologia*. 54 (2): 255-286.
- Bosc, E., Bricaud, A. y Antoine, D. (2004). Seasonal and interannual variability in algal biomass and primary production in the Mediterranean Sea, as derived from 4 years of SeaWiFS observations. *Global Biogeochemical Cycles*. 18, GB1005, doi:10.1029/2003GB002034.
- Brandt, S. (2001). Protista. En Costello M. J., Emblow C. S. y White, R. (Eds.). *European Register of Marine Species. A Check-list of the marine species in Europe and a bibliography of guides to their identification*. Collection Patrimoines Naturels, 50: 40-79.
- Brand, L. E. y Guillard, R. R. L. (1981). The effects of continuous light and light-intensity on the reproduction rates of 22 species of marine phytoplankton. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 50: 119-132.
- Broerse, A. T. C., Ziveri, P., Van Hinte, J. E. y Honjo, S. (2000). Coccolithophore export and production, species composition, and coccolith-CaCO₃ fluxes in the NE Atlantic (34° N 21° W, 48° N 21° W). *Deep-sea Research II*. 47: 1877-1905.

- Brzezinski, M. A. (1985). The Si:C:N ratio of marine diatoms: interespecific variability and the effect of some environmental variables. *Journal of Phycology*. 21: 347-357.
- Buck, K. R. y Bentham, W. N. (1998). A novel symbiosis between a cyanobacterium, *Synechococcus* sp., an aplastidic protist, *Solenicola setigera*, and a diatom, *Leptocylindrus mediterraneus*, in the open ocean. *Marine Biology*. 132: 349-355.
- Bustillos-Guzmán, J., Claustre, H., y Marty, J. C. (1995). Specific phytoplankton signatures and their relationship to hydrographic conditions in the coastal northwestern Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series*. 124: 247-258.
- Cacciamani, C., Nanni, S., Nucciotti, F. y Paccagnella, T. (1992). Analysis of meteorological parameters relating to Adriatic eutrophication. En Vollenweider, R. A, Marchetti, R. y Viviani, R. (Eds.) *Marine coastal eutrophication. Science of the total Environment*. Supplement. pp: 159-170.
- Calbet, A., Alcaraz, M., Saiz, E., Estrada, M. y Trepát, I. (1996). Planktonic herbivorous food webs in the Catalan Sea (NW Mediterranean): temporal variability and comparison of indices of phyto-zooplankton coupling based on state variables and rate processes. *Journal of Plankton Research*. 18 (12): 2329-2347.
- Calbet, A., Saiz, E. y Alcaraz, M. (2002). Copepod egg production in the NW Mediterranean: effects of winter environmental conditions. *Marine Ecology Progress Series*. 237: 173-184.
- Carrada, G. C., Hopkins T.S., Bonaduce, G., Ianora, A., Marino, D., Modigh, M., Ribera d'Alcalà, M. y Scotto di Carlo, B. (1980). Variability in the hydrographic and biological features of the Gulf of Naples. *Marine Ecology*. 1: 105-120.

- Caroppo, C., Turicchia, S. y Margheri, M.C. (2006). Phytoplankton assemblages in coastal waters of the northern Ionian Sea (Eastern Mediterranean), with special reference to cyanobacteria. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 86: 927-937.
- Carpenter, S. R. (1996). Microcosm Experiments have Limited Relevance for Community and Ecosystem Ecology. *Ecology*. 77 (3): 677-680.
- Casas, B. (1995). *Composición, biomasa y producción del fitoplancton en la costa de La Coruña: 1989-1992*. Tesis Doctoral. Universidade de Santiago de Compostela. 340 pp.
- Casas, B., Varela, M. y Bode, A. (1999). Seasonal succession of phytoplankton species on the coast of A Coruña (Galicia, Northwest Spain). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*. 15 (1-4): 413-429.
- Casotti, R., Landolfi, A., Brunet, C., D'Ortenzio, F., Mangoni, O., Ribera d'Alcalà, M. y Denis, M. (2003). Composition and dynamics of the phytoplankton of the Ionian Sea (Eastern Mediterranean). *Journal of Geophysical Research*. 108 (8116). doi:10.1029/2002JC001541.
- Cebrián, J., Duarte, C. M. y Pascual, J. (1996). Marine climate on the Costa Brava (northwest Mediterranean) littoral. *Publicaciones Especiales del Instituto Español de Oceanografía*. 22: 9-21.
- Charles, F., Lantoiné, F., Brugel, S., Chrétiennot-Dinet, M. J., Quiroga, I. y Rivière, B. (2005). Seasonal survey of the phytoplankton biomass, composition and production in a littoral NW Mediterranean site, with special emphasis on the picoplanktonic contribution. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 65: 199-212.
- Chisholm, S. W. (1992). Phytoplankton size. *En* Falkowski, P. G. y Woodhead, A. D. (Eds.). *Primary productivity and biogeochemical cycles in the sea*. Plenum Press. New York. pp: 213-237.

- Claustre, H., Kerhervé, P., Marty, J. C, Prieur, L. y Hecq, J.H, (1994). Phytoplankton distribution associated with a geostrophic front: ecological and biogeochemical implications. *Journal of Marine Research*. 52: 711-742.
- Crise, A., Allen, J. I., Baretta, J., Crispi, G., Mosetti, R. y Solidoro, C. (1999). The Mediterranean pelagic ecosystem response to physical forcing. *Progress in Oceanography*. 44: 219-243.
- Cros, L. (2002). *Planktonic coccolithophores of the NW Mediterranean*. Publicacions de la Universitat de Barcelona. Barcelona. 181 pp..
- Cupp, E. E. (Ed.). (1943). *Marine plankton diatoms of the west coast of North America*. Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography of the University of California 5 (1). La Jolla, California. 237 pp.
- Cushing, D. H. (1989). A difference between ecosystems in strongly stratified waters and in those that are only weakly stratified. *Journal of Plankton Research*. 11(1): 1-13.
- Dagg, M. (1977). Some effects of patchy environments on copepods. *Limnology and Oceanography*. 12: 99-107.
- Decembrini, F., Caroppo, C. y Azzaro, M. (2009). Size structure and production of phytoplankton community and carbon pathways channelling in the Southern Tyrrhenian Sea (Western Mediterranean). *Deep-Sea Research II*. 56: 687-699.
- Dodge, J. D. (1982). *Marine dinoflagellates of the British Isles*. Her Majesty's Stationery Office. London. 206 pp.
- Domingues, R. B., Barbosa, A. B. y Galvao. H. M. (2005). Nutrients, light and phytoplankton succession in a temperate estuary (the Guadiana, south-western Iberia). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 64: 249-265.

- D'Ortenzio, F. y Ribera d'Alcalà, M. (2009). On the trophic regimes of the Mediterranean Sea: a satellite analysis. *Biogeosciences*. 6: 139-148.
- Duarte, C. M., Agustí, S., Kennedy, H. y Vaqué, D. (1999). The Mediterranean climate as a template for the Mediterranean marine ecosystems: the example of the southeast Spanish littoral. *Progress in Oceanography*. 44: 245-277.
- Ducklow, H. W. (1999). The bacterial component of the oceanic euphotic zone. *FEMS Microbiology Ecology*. 30: 1-10.
- Duran, M. y Jansá, J. (1986). Distribution vertical des chlorophylles planctoniques dans les eaux voisines de l'Île de Majorque. *CIESM Rapports et Procès Verbaux des Réunions*. 30 (2). 184 pp.
- Edler, L. (Ed.) (1979). Recommendations on methods for Marine Biological Studies in the Baltic Sea. Phytoplankton and Chlorophyll. *Baltic Marine Biologists Publication*. 5. 38 pp.
- EGGE, J. K. y AKSNES, D. L. (1992). Silicate as regulating nutrient in phytoplankton competition. *Marine Ecology Progress Series*. 83: 281-289.
- Emelyanov, E. M. y Shimkus, K.M. (1986). *Geochemistry and sedimentology of the Mediterranean Sea*. D. Reidel Publishing Company. Dordrecht. pp. 553.
- Estrada, M. (1979). Observaciones sobre la heterogeneidad del fitoplancton en una zona costera del mar Catalán. *Investigaciones Pesqueras*. 43 (3): 637-666.
- Estrada, M. (1980). Composición taxonómica del fitoplancton en una zona próxima a la desembocadura del río Besós (Barcelona), de octubre de 1978 a marzo de 1979. *Investigaciones Pesqueras*. 44 (2): 275-289.

- Estrada, M. (1985a). Fitoplàncton i producció primària a la Mediterrània Occidental. En Flos, J. (Ed.) *L'Oceanografia. Introducció a l'ecologia marina mediterrània. Quaderns d'ecologia aplicada*. Diputació de Barcelona. Servei de Medi Ambient. Barcelona. pp. 99-109.
- Estrada, M. (1985b). Deep phytoplankton and chlorophyll maxima in the Western Mediterranean. En Moraitou-Apostolopoulou, M y Kiortis, V. (Eds.). *Mediterranean Marine Ecosystems*. Plenum Press. New York. pp: 247-277.
- Estrada, M. (1991). Phytoplankton assemblages across a NW Mediterranean front: changes from winter mixing to spring stratification. *Oecologia aquatica*. 10: 157-185.
- Estrada, M. (1996). Primary production in the northwestern Mediterranean. *Scientia Marina*. 60 (2): 55-64.
- Estrada, M. (1998). Mare nostrum, un modelo a examen. *Investigación y Ciencia* (259): 38-41.
- Estrada, M. y Margalef, R. (1988). Supply of nutrients to the Mediterranean photic zone along a persistent front. En Minas, H. J. y Nival P. (Eds.). *Océanographie pélagique méditerranéenne. Oceanologica Acta*. Special Issue, 9: 133-142.
- Estrada, M. y Salat, J. (1989). Phytoplankton assemblages of deep and surface water layers in a Mediterranean frontal zone. En Ros, J. D. (Ed.). *Topics in marine biology. Scientia Marina*. 53 (2-3): 203-214.
- Estrada, M., Vives, F. y Alcaraz, M. (1985). Life and the productivity of the Open Sea. En Margalef, R. (Ed.). *Western Mediterranean*. Pergamon Press. Oxford. pp. 149-197.
- Estrada, M., Marrasé, C., Latasa, M., Berdalet, E., Delgado, M. y Riera, T. (1993). Variability of deep chlorophyll maximum characteristics in the Northwestern Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series*. 92: 289-300.

- Estrada, M., Varela, R. A., Salat, J., Cruzado, A. y Arias, E. (1999). Spatio-temporal variability of the winter phytoplankton distribution across the Catalan and North Balearic Fronts (NW Mediterranean). *Journal of Plankton Research*. 21(1): 1-20.
- Fenchel, T. (2008). The microbial loop-25 years later. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 366 (1-2): 99-103.
- Fernández, E. y Bode. A. (1994). Succession of phytoplankton assemblages in relation to the hydrography in the Southern Bay of Biscay: a multivariate approach. *Scientia Marina*. 58 (3): 191-205.
- Fernández de Puelles, M. L. y Molinero, J. C. (2007). North Atlantic climate control on plankton variability in the Balearic Sea, Western Mediterranean. *Geophysical Research Letters*. 34, L04608, doi:10.1029/2006GL028354.
- Fernández de Puelles, M. L., Jansá, J., Gomis, C., Gras, D. y Amengual, B. (1997). Variación anual de las principales variables oceanográficas y planctónicas en una estación nerítica del mar Balear. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 13 (1 y 2): 13-33.
- Fernández de Puelles, M. L. Pinot, J. M. y Valencia, J. (2003). Seasonal and interannual variability of zooplankton community in waters off Mallorca Island (Balearic Sea, Western Mediterranean): 1994-1999. *Oceanologica Acta*. 26: 673-686.
- Fernández de Puelles, M. L., Valencia, J. y Vicente, L. (2004a). Zooplankton variability and climatic anomalies from 1994 to 2001 in the Balearic Sea (Western Mediterranean). *ICES Journal of Marine Science*. 61: 492-500.
- Fernández de Puelles, M. L., Valencia, J., Jansá, J. y Morillas, A. (2004b). Hydrographical characteristics and zooplankton distribution in the Mallorca Channel (Western Mediterranean): spring 2001. *ICES Journal of Marine Science*. 61: 654-666.

- Fernández de Puellas, M. L., Alemany, F. y Jansá, J. (2007). Zooplankton time-series in the Balearic Sea (Western Mediterranean): Variability during the decade 1994-2003. *Progress in Oceanography*. 74: 329-354.
- Figueiras, F. G. y Pazos, Y. (1991). Hydrography and phytoplankton of the Ría de Vigo before and during a red tide of *Gymnodinium catenatum* Graham. *Journal of Plankton Research*. 13 (3): 589-608.
- Flood, P. R. (1978). Filter characteristics of appendicularian food catching nets. *Cellular and Molecular Life Sciences*. 34 (2): 173-175.
- Flos, J. (1985). The driving machine. En Margalef, R. (Ed.). *Western Mediterranean*. Pergamon Press. Oxford. pp. 60-99.
- Fogg, G. E. (1991). The phytoplankton ways of life. *New Phytologist*. 118: 191-232.
- Furnas, M. J. (1990). In situ growth-rates of marine phytoplankton: approaches to measurement, community and species growth-rates. *Journal of Plankton Research*. 12: 1117-1151.
- García-Ladona, E., Castellón, A., Font, J. y Tintoré, J. (1996). The Balearic Current and volume transports in the Balearic Basin. *Oceanologica Acta*. 19: 489-497.
- García-Lafuente, J. M., López-Jurado, J.L., Cano, N., Vargas, M. y Aguiar, J. (1995). Circulation of water masses through the Ibiza Channel. *Oceanologica Acta* 18: 245-254.
- Gaudy, R., Youssara, F., Díaz, F. y Raimbault, P. (2003). Biomass, metabolism and nutrition of zooplankton in the Gulf of Lions (NW Mediterranean). *Oceanologica Acta*. 26: 357-372.
- Gómez, F. (2007). The consortium of the protozoan *Solenicola setigera* and the diatom *Leptocylindrus mediterraneus* in the Pacific Ocean. *Acta Protozoologica*. 46: 15-24.

- Gómez, F. y Gorsky, G. (2003). Annual microplankton cycles in Villefranche Bay, Ligurian Sea, NW Mediterranean. *Journal of Plankton Research*. 25 (4): 323-339.
- Grime, J. P. (1979). *Plant strategies and vegetations processes*. Wiley Interscience. Chichester. pp: 456.
- Guildline Instruments (1981). Technical Manual for 'Autosal' Laboratory Salinometer Model 8400.
- Guiry, M. D. (2013). Prymnesiophyceae. *En*: Guiry, M. D. y Guiry, G. M. (2013). AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Accessed through: World Register of Marine Species at <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=115057> on 2013-01-22
- Harlay, J., Borges, A. V., Van der Zee, C., Delille, B., Godoi, R. H. M., Schiettecatte, L. S., Roevros, N., Aerts, K., Lapenart, P. E., Rebreunau, L., Groom, S., Daro, M. H., Van Grieken y Chou, L. (2010). Biogeochemical study of a coccolithophore bloom in northern Bay of Biscay (NE Atlantic Ocean) in June 2004. *Progress in Oceanography*. 86: 317-336.
- Harris, G. P. (1986). *Phytoplankton ecology: structure, function and fluctuation*. University Press. Cambridge. 384 pp.
- Hasle, G. H. y Syversten, E. E. (1996). Marine Diatoms. *En* Tomas, C. R. E. (ed.). *Identifying Marine diatoms and dinoflagellates*. Academic Press, Inc. San Diego. Pp: 5-385.
- Heimdal, B. R. (1997). Modern Coccolithophorids. *En* Tomas, C. R. E. (Ed.). *Identifying Marine Phytoplankton*. Academic Press, Inc. San Diego. pp: 731-832.
- Holm-Hansen, O., Lorenzen, J., Holmes, R. W. y Strickland, J. D. H. (1966). Fluorometric determination of chlorophyll. *ICES, Journal du Conseil*. 30: 3-15.

- Hopkins, T. S. (1985). Physics of the sea. *En* Margalef, R. (ed.) *Western Mediterranean*, Pergamon Press. Oxford. pp. 100-125.
- Hustedt, F., (Ed.). (1959-1967). *Die kieselalgen Deutschlands, Osterreichs und der Schweiz. Rabenhorst's Kryptogamenflora, VII*. Otto Koeltz Science Publishers. Koenigstein. West Germany. Part I: 920 pp.; Part II: 845 pp.; Part III: 816 pp.
- Iglesias-Rodríguez, M. D., Brown, C.W., Doney, S.C., Kleypas, J., Kolber, D., Kolber, Z., Hayes, P.K. y Falkowski, P. G. (2002). Representing key phytoplankton functional groups in ocean carbon cycle mode: Coccolithophorids. *Global Biogeochemical Cycles*. 16 (4): 1-19.
- Jansá, J. (1979). Ecología Marina (Fascículos I, II, III y IV). *En* Vidal, J. M. (Ed.). *Enciclopedia de Menorca. Tomo IV*. Obra Cultural de Menorca.
- Jansá, J. (2008). ¿Es el mar Balear un mar oligotròfic?. Síntesi sobre les dades de clorofil-la fitoplànctonica obtinguda des de 1974 al Centre Oceanogràfic de Balears (IEO). *Estudis Baleàrics (IEB)* 88/89.
- Jansá, J. y Carbonell, A. (1988). Aspectos del plancton de la Bahía de Palma en 1982. Bolletí de la Societat d'Historia Natural de les Balears. *Bolletí de la Societat d'Historia Natural de les Balears*. 32: 93-114.
- Jansá, J., Fernández de Puellas, M. L., Amengual, B., Reñones, O. y Morillas, A. (1994). Variación anual e interanual de los factores físicoquímico-biológicos generales del medio pelágico de la Bahía de Palma (Islas Baleares, España) desde mayo de 1988 hasta mayo de 1992. *Informes Técnicos del instituto Español de Oceanografía*. nº 152. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 83 pp.

- Jansá, J., López-Jurado, J. L., Morillas, A. y Amengual, B. (1998). Seasonal and mesoscale variability of biological and chemical parameters related to the hydrodynamics of the Ibiza Channel (western Mediterranean). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*. 14 (1 y 2): 31-47.
- Janson, S., Carpenter, E. J. y Bergman, B. (1995). Immunolabelling of phycoerythrin, ribulose 1,5-biphosphate carboxylase/oxygenase and nitrogenase in the unicellular cyanobionts of *Ornithocercus* spp. (Dinophyceae). *Phycologia*. 34: 171-176.
- Katechakis, A., Stibor, H., Sommer, U. y Hansen, T. (2004). Feeding selectivities and food niche separation of *Acartia clausi*, *Penilia avirostris* (Crustacea) and *Doliolum denticulatum* (Thaliacea) in Blanes Bay (Catalan Sea, NW Mediterranean). *Journal of Plankton Research*. 26 (6): 589-603.
- Kjørboe, T. (1991). Pelagic fisheries and spatio-temporal variability in zooplankton production. *Bulletin of Plankton Society of Japan*. Special Volume: 229-249.
- Kjørboe, T. (1995). Turbulence, phytoplankton cell size, and the structure of pelagic food webs. *Advances in Marine Biology*. 29: 1-72.
- Kuenzler, E. J. y Perras, J. P. (1965). Phosphatases of marine algae. *The Biological Bulletin*. 128: 271-284.
- Latasa, M., Estrada, M. y Delgado, M. (1992). Plankton-pigment relationships in the Northwestern Mediterranean during stratification. *Marine Ecology Progress Series*. 88: 61-73.
- Latasa, M., X. A. G. Morán, X. A. G., Scharek, R. y Estrada, M. (2005). Estimating the carbon flux through main phytoplankton groups in the Northwestern Mediterranean. *Limnology and Oceanography*. 50 (5): 1447-1458.

- Le Borgne, R. (1975). Methods de mesures des biovolumes, poids secs sans cendre et des elements C.N.P. du mesozooplankton utilises au CRO d'Abidjan Dos Scient. Cent. Rech. Oceanogr. (Abidjan). *Documents scientifiques Centre de Recherches Océanologiques d'Abidjan*. VI (2): 165-176.
- Legendre, L. y Rassoulzadegan, F. (1995). Plankton and nutrient dynamics in marine waters. *Ophelia*. 41: 153-172.
- Lévy, M., Memery, L. y Madec, G. (1998). The onset of a bloom after deep winter convection in the northwestern Mediterranean sea: mesoscale process study with a primitive equation model. *Journal of Marine Systems*. 16 (1-2): 7-21.
- Lévy, M., Memery, L. y Madec, G. (1999). The onset of the spring bloom in the MEDOC area: Mesoscale spatial variability. *Deep Sea Research I*. 46 (7): 1137-1160.
- Libes, S. (2009). *Introduction to marine biogeochemistry*. Elsevier. Amsterdam. 928 pp.
- Lohrenz, S. E., Wiesenburg, D. A., DePalma, I. P., Johnson, K. S. y Gustafson, D. E. (1988). Interrelationships among primary production, chlorophyll, and environmental conditions in frontal regions of the Western Mediterranean Sea. *Deep-Sea Research Part A*. 35(5): 793-810.
- López-Jurado, J. L. (2002). Interannual variability in waters of the Balearic Islands. En Briand, F. (Ed.). *Tracking long-term hydrological change in the Mediterranean Sea*. Ciesm Workshop Series 16. Monaco. pp: 33-36.
- López-Jurado, J. L., García-Lafuente, J. y Cano, N. (1995). Hydrographic conditions of the Ibiza Channel during November 1990, March 1991 and July 1992. *Oceanologica Acta*. 18 (2): 235-243.

- López-Jurado, J. L. García Lafuente, J., y Álvarez, A. (1996). Water exchanges in the Balearic Sea. *CIESM Science Series n° 2 Bulletin de l'Institut océanographique, Monaco*. 17: 41-63.
- López-Jurado, J. L., Pinot, J. M., González-Pola, C., Jansá, J. y Fernández de Puellas, M. L. (2001). Interannual variability of the circulation in the Balearic Channels (1996-2000). *Rapport Commision International Mer Mediterranee*. 36: 74.
- Longhurst, A.R. (1998). *Ecological geography of the sea*. Press, A., Elsevier Science. New York. 552 pp
- Lovegrove, T. (1966). The determination of dry weight of plankton and the effect of various factors on the value obtained. *En Barnes, J. E. (Ed.). Some contemporary studies in Marine Sciences*. Allen & Unwin. London. pp: 429-467.
- Marchetti, R. (1992). The problem of Emilia Romagna coastal waters: facts and interpretation. *En Vollenweider, R. A., Marchetti, R. y Viviani, R. (Eds.). Marine coastal eutrophication. Science of the total Environment. Supplement.:* 21-33.
- Margalef, R. (1945). Fitoplancton nerítico de la Costa Brava catalana (Sector Blanes). *Publicaciones sobre Biología Mediterránea. Instituto Español de Estudios Mediterráneos*. 1: 7-48
- Margalef, R. (1958). Temporal succession and spatial heterogeneity in phytoplankton. *En Buzzi-Traverso, A. E. (Ed.). Perspectives in marine biology*. University of California Press, Berkeley, pp: 323-349.
- Margalef, R. (1963a). El ecosistema pelágico de un área costera del Mediterráneo Occidental. *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes Barcelona*. 35: 1-48.
- Margalef, R. (1963b). Succession in marine populations. *Advancing Frontiers of Plant Sciences*. 2: 137-188.

-
- Margalef, R. (1965). Distribución ecológica de las especies de fitoplancton marino en un área del Mediterráneo Occidental. *Investigaciones Pesqueras*. 28: 117-131.
- Margalef, R. (1968). Fluctuaciones de varios años de período medio en la producción de fitoplancton en el Mediterráneo Occidental. *Collectanea Botanica*. VII: 727-747.
- Margalef, R. (1969a). Composición específica del fitoplancton de la costa catalano-levantina (Mediterráneo Occidental) en 1962-1967. *Investigaciones Pesqueras*. 33 (1): 345-380.
- Margalef, R. (1969b). Counting. En Vollenweider, R. A., Talling, J. F. y Westlake, D. F. (Eds), *A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments including a chapter on bacteria*. International Biological Programme (IBP Handbook 12). Blackwell Scientist Publications. Oxford and Edinburgh. pp. 7-14.
- Margalef, R. (1974). *Ecología*. Ed. Omega. Barcelona. 951 pp.
- Margalef, R. (1978). Life-forms of phytoplankton as survival alternatives in an unstable environment. *Oceanologica Acta*. 1 (4): 493-509.
- Margalef, R. (1984). El ecosistema pelágico del Mediterráneo. *Mundo Científico*. 41: 146-157.
- Margalef, R. (1997). Turbulence and marine life. *Scientia Marina*. 61 (1): 109-123.
- Margalef, R. y Herrera, J. (1963). Hidrografía y fitoplancton de las costas de Castellón, de julio de 1959 a junio de 1960. *Investigaciones Pesqueras*. 22: 49-109.
- Margalef, R. y Ballester, A. (1967). Fitoplancton y producción primaria de la costa catalana, de junio de 1965 a junio de 1966. *Investigaciones Pesqueras*. 31(1): 165-182.

-
- Margalef, R. y Castelví, J. (1967). Fitoplancton y producción primaria de la costa catalana, de julio de 1966 a julio de 1967. *Investigaciones Pesqueras*. 31 (3): 491-502.
- Margalef, R. y Estrada, M. (1987). Synoptic distribution of summer microplankton (Algae and Protozoa) across the principal front in the Western Mediterranean. *Investigaciones Pesqueras*. 51 (1): 121-140.
- Marrasé, C., Duarte, C. M. y Vaqué, D. (1989). Succession patterns of phytoplankton blooms: directionality and influence of algal cell size. *Marine Biology*. 102: 43-48.
- Marty, J. C. y Chiavérini, J. (2002). Seasonal and interannual variations in phytoplankton production at DYFAMED time-series station, northwestern Mediterranean Sea. *Deep-Sea Research II*. 49: 2017-2030.
- Marty, J. C., Chiavérini, J., Pizay, D. y Avril, B. (2002). Seasonal and interannual dynamics of nutrients and phytoplankton pigments in the Western Mediterranean Sea at the DYFAMED time-series station (1991-1999). *Deep-Sea Research II*. 49: 1965-1985.
- Massutí, M. (1948). Estudio del plancton del puerto de Mahón en el curso de un año (1946). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*. 2: 1-23.
- Meybeck, M. D. H., Roussennac, S. y Ludwig, W. (2007). Regional seas and their interception of riverine fluxes to oceans. *Marine Chemistry*. 106: 301-325.
- Millot, C. (1994). Models and data: a synergetic approach in the western Mediterranean Sea. En P. Malanotte-Rizzoli, P. y Robinson, A. R. (Eds.). *Ocean Processes in Climate Dynamics: global and Mediterranean Examples*. Kluwer. Amsterdam. pp. 407-425.

- Moscatello, S., Rubino, F., Saracino, O.D., Fanelli, G., Belmonte, G. y Boero, F. (2004). Plankton biodiversity around the Salento Peninsula (South East Italy): an integrated water/sediment approach. *Scientia Marina*. 68 (Suppl. 1): 85-102.
- Mouritsen, L. T. y Richardson, K. (2003). Vertical microscale patchiness in nano- and microplankton distributions in a stratified estuary. *Journal of Plankton Research*. 25 (7): 783-797.
- Moutin, T. (2010). General trends in phytoplankton production and nutrient availability in the Mediterranean: an overview of previous French trans-Mediterranean cruises. En Briand, F. (Ed.) *Phytoplankton responses to Mediterranean environmental changes*. N° 40 CIESM Workshop Monographs. Monaco. 120 pp.
- Mura, M. P., Agustí, S., Cebrián, J. y Satta, M. P. (1996). Seasonal variability of phytoplankton biomass and community composition in Blanes Bay (1992-1994). *Publicaciones Especiales del Instituto Español de Oceanografía*. 22: 23-29.
- Nogueira, E., Ibanez, F. y Figueiras, F.G. (2000). Effect of meteorological and hydrographic disturbances on the microplankton community structure in the Ría de Vigo (NW Spain). *Marine Ecology Progress Series*. 203: 23-45.
- Oguz, T. y Merico, A. (2006). Factors controlling the summer *Emiliana huxleyi* bloom in the Black Sea: a modeling study. *Journal of Marine Systems*. 59: 173-188.
- Paasche, E. (1968). Marine plankton algae grown with light-dark cycles. 2. *Dytilum brightwelli* and *Nitzschia turgidula*. *Physiologia Plantarum*. 21: 66-77.
- Paasche, E. (2002). A review of the coccolithophorid *Emiliana huxleyi* (Prymnesiophyceae), with particular reference to growth, coccolith formation, and calcification-photosynthesis interactions. *Phycologia*. 40: 503-529.

- Patterson, D. J. y Zölffel, M. (1991). Heterotrophic flagellates of uncertain taxonomic position. *En* Patterson, L. J. E. y Clarendon, D. J. (Eds.). *The biology of free-living heterotrophic flagellates*. Clarendon Press. Oxford. pp 427-476.
- Peña, D. (1995). *Estadística modelos y métodos. 2. Modelos lineales y series temporales*. Alianza Universidad Textos. Torrejón de Ardoz. 745 pp.
- Pinot, J. M., Tintoré, J., López-Jurado, J. L., Fernández de Puellas, M. L. y Jansá, J. (1995). Three-dimensional circulation of a mesoscale eddy/front system and its biological implications. *Oceanologica Acta*, 18 (4): 389-399.
- Pinot, J. M., López-Jurado, J. L. y Riera, M. (2002). The CANALES experiment (1996-1998). Interannual, seasonal, and mesoscale variability of the circulation in the Balearic Channels. *Progress in Oceanography* 55: 335-370.
- Polat, S. (2007). The Interannual variations of phytoplankton abundance in relation to hydrographical and meteorological factors in the Iskenderum Bay, northeastern Mediterranean Sea. *En* Akinoglou, A., Ulusoy, R., Bada, E. y Genc, B. (Eds.). *Second Annual YÖK-SUNY Collaboration Symposium, Scientific Collaboration for Sustainable Development*. 23-25 May 2007.
- Puigserver, M. (2003). *Aspectes ecològics i taxonòmics del fitoplàncton a zones costaneres de la Mediterrània*. Tesis Doctoral. Universitat de les Illes Balears. 235 pp.
- Puigserver, M., Moyà, G. R. y Martínez-Taberner, A. (2002). Planktonic chlorophyll a and eutrophication in two Mediterranean littoral systems (Mallorca Island, Spain). *Hydrobiologia*. (475/476): 493-504.
- Puillat, I., Taupier-Letage, I. y Millot, C. (2002). Algerian eddies lifetime can near 3 years. *Journal of Marine Systems*. 31: 245-259.

- Rassoulzadegan, F. (1993). Protozoa pattern in the Azam-Ammerman's bacteria-phytoplankton mutualism. *En* Guerrero, R. R. y Pedros-Alió, C (Eds.). *Trends in Microbial ecology*. Spanish Society for Microbiology. Barcelona. pp: 435-439.
- Redfield, A.C., Ketchum, B.H. y Richards, F.A (1963). The influence of organisms in the composition of seawater. *En* Hill, M.N. (Ed.) *The Sea. Vol. II*. Wiley. New York. pp: 26-77.
- Reynolds, C. S. (1997). Vegetation processes in the pelagic: a model for ecosystem theory. *En* . Kinne O. E. (Ed.). *Excellence in ecology*. Ecology Institute. Oldendorf/Luhe. 371 pp.
- Reynolds, C. S. y Smayda, T. J. (1998). Principles of species selection and community assembly in the phytoplankton: further explorations of the Mandala. *En* Reguera, B., Blanco, J., Fernández, M. L. y Wyatt, T. (Eds.). *Harmful Algae*. Xunta de Galicia and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. Vigo. Pp: 8-10.
- Ribera d'Alcalà, M., Conversano, F., Corato, F., Lisandro, P., Mangoni, O., Marino, D., Mazzochi, M. G., Modigh, M., Montresor, M., Nardella, M., Saggiomo, V., Sarno, D. y Zingone, A. (2004). Seasonal patterns in plankton communities in a pluriannual time series at a coastal Mediterranean site (Gulf of Naples): an attempt to discern recurrences and trends. *Scientia Marina*. 68 (Suppl. 1): 65-83.
- Richardson, K. (1989). Algal blooms in the North Sea: the good, the bad and the ugly. *Dana*. 8: 83-93.
- Riegman, R., Kuipers, B. R., Noordeloos, A. A. M. y White, H. J. (1993). Size-differential control of phytoplankton and the structure of plankton communities. *Netherlands Journal of Sea Research*. 31 (3): 255-265.

- Riegman, R., Stolte, W., Noordeloos, A. A. M. y Slezak, D. (2000). Nutrient uptake and alkaline phosphatase (EC 3:1:3:1) activity of *Emiliania huxleyi* (Prymnesiophyceae) during growth under N and P limitation in continuous cultures. *Journal of Phycology*. 36: 87-96.
- Riera, T. y Blasco, D. (1967). Plancton superficial del mar de Baleares en julio de 1966. *Investigaciones Pesqueras*. 31 (3): 463-484.
- Sabatés, A., Olivar, M. P., Salat, J., Palomera, I. y Alemany, F. (2007). Physical and biological processes controlling the distribution of fish larvae in the NW Mediterranean. *Progress in Oceanography*. 74: 355-376.
- Saiz, E. y Alcaraz, M. (1990). Pigment gut contents of copepods and deep phytoplankton maxima in the western Mediterranean. *Journal of Plankton Research*. 12: 605-672.
- Salat, J. y Font, J. (1985). Masses d'aigua i circulació a la Mediterrània. En Flos, J. (Ed.) *L'Oceanografia. Introducció a l'ecologia marina mediterrània. Quaderns d'ecologia aplicada*. Diputació de Barcelona. Servei de Medi Ambient. Barcelona. pp. 61-97.
- San Feliu, J. M. y Muñoz, F. (1971). Fluctuations d'une année à l'autre dans l'intensité de l'affleurement dans la Méditerranée occidentale. *Investigaciones Pesqueras*. 35: 155-159.
- Santoleri, R., Volpe, G., Marullo, S. y Buongiorno Nardelli, B. (2008). Open waters optical remote sensing of the Mediterranean Sea. En: Barale, V. y Gade, M. (Eds.). *Remote sensing of the European Seas*. Springer. New York. pp: 103-116.
- Satta, M. P., Agustí, S., Mura, M. P. y Duarte, C. M. (1996). Seasonal variability of planktonic gross primary production in Blanes Bay (March 1992-March 1994). *Publicaciones Especiales del Instituto Español de Oceanografía*. 22: 31-38.

- Sieburth, J. McN., Smetacek, V. y Lenz, J. (1978). Pelagic ecosystem structure: heterotrophic compartments of the plankton and their relationship to plankton size fractions. *Limnology and Oceanography*. 29: 1170-1178.
- Silva, P. C., Throndsen, J. y Eikrem, W. (2007). Revisiting the nomenclature of haptophytes (Commentary). *Phycologia*. 46: 471-475.
- Siokou-Frangou, I., Christaki, U., Mazzocchi, M.G., Montresor, M., Ribera d'Alcalà, M., Vaqué, D. y Zingone, A. (2009). Plankton in the open Mediterranean Sea: a review. *Biogeosciences Discussions* 6: 11187-111293.
- Smayda, T. J. (1980). Phytoplankton species succession. En Morris, I. (Ed.) *The physiological ecology of phytoplankton*. Blackwell Scientific Publications, Oxford. pp: 493-570.
- Smayda, T. J. (1997). Harmful algal blooms: Their ecophysiology and general relevance to phytoplankton blooms in the sea. *Limnology and Oceanography*. 42(5-Part 2): 1137-1153.
- Sournia, A. E. (Ed.). (1978). *Phytoplankton manual*. Monographs on Oceanographic Methodology. 6. UNESCO. Paris. 240 pp.
- SPSS para Windows (2002), Versión 11.5.1.
- Steidenger, K. A. y Tangen, K. (1996). Marine Diatoms. En Tomas, C. R. E. (Ed.) *Identifying marine diatoms and dinoflagellates*. Academic Press, Inc. San Diego. pp: 5-385.
- Strickland, J. D. H. y Parsons, T. R. (1972). *Practical handbook of seawater analysis*. Fisheries Research Board of Canada. 167: 310 pp.

- Tanaka, T., Thingstad, T. F., Christaki, U., Colombet, J., Cornet-Barthaux, V., Courties, C., Grattepanche, J. D., Lagaria, A., Nedoma, J., Oriol, L., Psarra, S., Pujo-Pay, M. y Van Wambeke, F. (2010). N-limited or N and P co-limited indications in the surface waters of three Mediterranean basins. *Biogeosciences Discussions*. 7: 8143-8176.
- Thronsen, J. (1997). The Planktonic Marine Flagellates. En Tomas, C. R. E. (Ed.) *Identifying Marine Phytoplankton*. Academic Press, Inc. San Diego. pp: 591-715.
- Thyssen, M., Matheu, D., García, N. y Denis, M. (2008). Short-term variation of phytoplankton assemblages in Mediterranean coastal waters recorded with an automated submerged flow cytometer. *Journal of Plankton Research*. 30 (9): 1027-1040.
- Torres, A. P., Reglero, P., Balbín, R., Urtizberrea, A. y Alemany, F. (2011). Coexistence of larvae of tuna species and other fish in the surface mixed layer in the NW Mediterranean. *Journal of Plankton Research* 33 (12): 1793-1812.
- Totti, C., Civitarese, G., Acri, F., Barletta, D., Candelari, G., Paschini, E. y Solazzi, A. (2000). Seasonal variability of phytoplankton populations in the middle Adriatic sub-basin. *Journal of Plankton Research*. 22 (9): 1735-1756.
- Treguer, P. y Le Corre, P. (Eds.). (1975). *Manuel d'analyse des sels nutritifs dans l'eau de mer (utilisation de l'autoanalyseur II technicon)*. Laboratoire d'Océanologie Chimique. Université de Bretagne Occidentale. Brest. 110 pp.
- Tyrrell, T. y Merico, A. (2004). *Emiliania huxleyi*: bloom observations and the conditions that induce them. En Thierstein, H. R. y Young, J. R. (Eds.). *Coccolithophores from molecular processes to global impact*. Berlin Heidelberg, Springer-Verlag. New York. pp: 75-97.
- UNESCO (1966). *Determination of photosynthetic pigment*. Monographs on Oceanographic Methodology 1: 11-18. SCOR/UNESCO. UNESCO. París. 115 pp.

- UNESCO (1968). *Zooplankton sampling*. Monographs on Oceanographic Methodology 2. SCOR/UNESCO. Paris. 174 pp.
- Uthermö, H. (1958). Zur vervollkummung der quantitativen phytoplankton-methodik. *Mitteilungen. Internationale Vereinigung fuer Theoretische und Angewandte Limnologie*. 9: 1-38.
- Valiela, I. (1995). *Marine Ecological Processes*. Springer. New York. 686 pp.
- Van Oostenfe, N., Harlay, J., Vannelslander, B., Vyverman, W. y Sabbe, K. (2012). Phytoplankton community dynamics during late spring coccolithophore blooms at the continental margin of the Celtic Sea (North East Atlantic, 2006–2008). *Progress in Oceanography*. 104: 1-16.
- Van Wambeke, F., Christaki, U. y Gaudy, R. (1996). Carbon fluxes from the microbial food web to mesozooplankton. An approach in the surface layer of a pelagic area (NW Mediterranean Sea). *Oceanologica Acta*. 19: 57-66.
- Varela, M. y Prego, R. (2003). Hydrography and phytoplankton in an isolated and non-pristine ría area: the A Coruña Harbor (NW Spain). *Acta Oecologica*. 24: 113-124.
- Varela, M., Prego, R., Pazos, Y. y Moroño, A. (2005). Influence of upwelling and river runoff interaction on phytoplankton assemblages in a middle Galician Ría and comparison with northern and southern rías (NW Iberian Peninsula). *Estuarine, coastal and shelf science*. 64: 721-737.
- Vargas, M., García, M.C., Moya, F., Tel, E., Parrilla, G., Plaza, F. y Lavín, A. (2007). *Cambio climático en el Mediterráneo español*. Temas de Oceanografía 1. Instituto Español de Oceanografía. Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid. 171 pp.

- Videau, C., Sournia, A., Prieur, L. y Fiala, M. (1994). Phytoplankton and primary production characteristics at selected sites in the geostrophic Almería-Oran front system SW Mediterranean Sea). *Journal of Marine Systems* 5: 235-250.
- Vidussi, F., Marty, J. C. y Chiavérini, J. (2000). Phytoplankton pigment variations during the transition from spring bloom to oligotrophy in the northwestern Mediterranean sea. *Deep Sea Research I*. 47: 423-445.
- Volpe, G., Buongiorno Nardelli, B., Cipollini, P., Santoleri, R. y Robinson, I. S. (2012). Seasonal to interannual phytoplankton response to physical processes in the Mediterranean Sea from satellite observations. *Remote Sensing of Environment*. 117: 223-235.
- Waterbury, J. B. y Rippka, R. (1989). The order Chroococcales Wettstein 1924, emend Rippka R. *et al.* (1979). En Kreig, N. R. y Holt, J. B. (Eds.) *Bergey's manual of systematic bacteriology*. Williams & Wilkens. New York. pp: 1728-1746.
- Weiss, R. F. (1970). The solubility of nitrogen, oxygen and argon in seawater. *Deep Sea Research*. 17: 721-735.
- Willen, E. (1976). A simplified method of phytoplankton counting. *British Phycological Journal*. 11 (3): 265-278.
- Winter, A., Jordan, R.W. y Roth, P.H. (1994). Biogeography of living coccolithophores in ocean waters. En Winter, A. y Siesser, W. G. (Eds.). *Coccolithophores*. Cambridge University press. Cambridge. pp: 161-177.
- Zingone, A. y Sarno, D. (2001). Recurrent patterns in coastal phytoplankton from the Gulf of Naples. *Archivio de Oceanografia y Limnologia*. 22: 113-118.
- Ziveri, P., Broerse, A.T.C., van Hinte, J.E., Westbroek, P. y Honjo, S. (2000). The fate of coccoliths at 48° N 21° W, northeastern Atlantic. *Deep-sea Resarch II*. 47: 1853-1875.

VIII. Apéndices



Apéndice 1.

Valores de las variables ambientales y de la concentración de clorofila-*a* en las distintas fechas y profundidades muestreadas. Las abreviaturas y unidades en las que están medidas se muestran en la tabla 2.1.

Fecha	Prof	Temp	Salin	Densid	NO₃	NO₂	PO₄	SiO₂	Chla	Oxig
29-08-00	0	26,523	37,537	24,783	0,04	0,06	0,04	0,48	0,07	103,7
29-08-00	15	26,483	37,555	24,809	0,05	0,02	0,08	0,52	0,07	104,9
29-08-00	25	23,339	37,503	25,734	0,04	0,09	0,09	0,49	0,12	106,5
29-08-00	50	16,911	37,861	27,734	0,00	0,17	0,11	0,79	0,36	100,9
29-08-00	75	14,896	38,030	28,334	0,50	0,37	0,12	1,55	0,35	94,7
07-09-00	0	25,447	37,183	24,854	0,08	0,14	0,06	0,68	0,09	103,1
07-09-00	15	25,451	37,182	24,852	0,11	0,20	0,14	0,61	0,09	103,8
07-09-00	25	21,617	37,082	25,908	0,04	0,11	0,06	0,55	0,19	116,6
07-09-00	50	17,270	37,723	27,540	0,07	0,03	0,05	0,61	0,35	106,0
07-09-00	75	14,581	37,936	28,331	1,62	0,45	0,15	1,38	0,57	89,4
16-09-00	0	25,809	37,271	24,808	0,05	0,26	0,08	0,51	0,1	102,7
16-09-00	15	25,789	37,394	24,907	-	-	-	-	-	104,3
16-09-00	25	25,698	37,405	24,944	0,01	0,42	0,02	0,46	0,13	121,7
16-09-00	50	17,303	37,696	27,511	0,04	0,27	0,00	0,65	0,19	101,6
16-09-00	75	14,327	37,936	28,387	1,99	0,28	0,00	1,48	0,43	91,3
25-09-00	0	24,831	37,543	25,317	0,09	0,21	0,11	0,70	0,13	-
25-09-00	15	24,817	37,545	25,323	0,10	0,02	0,05	0,68	0,15	-
25-09-00	25	24,584	37,501	25,360	0,04	0,08	0,04	0,97	0,2	-
25-09-00	50	17,256	37,449	27,333	0,20	0,32	0,07	0,94	0,26	-
25-09-00	75	14,609	37,820	28,236	1,13	0,25	0,06	1,61	0,21	-
04-10-00	0	23,556	37,602	25,745	0,06	0,03	0,07	0,60	0,08	105,7
04-10-00	15	23,531	37,601	25,752	0,10	0,06	0,12	0,64	0,1	104,4
04-10-00	25	23,072	37,586	25,875	0,05	0,03	0,10	0,61	0,14	109,4
04-10-00	50	17,991	37,507	27,196	0,06	0,03	0,05	0,62	0,37	108,5
04-10-00	75	14,690	37,813	28,212	0,06	0,04	0,06	0,83	0,25	102,3
17-10-00	0	21,026	37,235	26,190	0,08	0,02	0,40	0,64	0,13	102,3
17-10-00	15	21,229	37,393	26,253	0,08	0,02	0,11	0,61	0,11	102,2
17-10-00	25	21,323	37,470	26,286	0,15	0,04	0,23	0,64	0,12	102,8
17-10-00	50	17,134	37,562	27,450	0,08	0,09	0,05	0,89	0,4	104,9
17-10-00	75	14,476	37,880	28,311	3,12	0,32	0,24	2,83	0,18	82,1
26-10-00	0	20,879	37,062	26,098	0,05	0,07	0,44	0,96	0,29	101,0
26-10-00	15	21,044	37,186	26,147	0,08	0,05	0,30	0,98	0,45	102,9
26-10-00	25	20,998	37,205	26,174	0,03	0,06	0,19	0,97	0,43	103,3
26-10-00	50	17,137	36,965	26,990	0,02	0,01	0,14	1,14	0,27	116,2
26-10-00	75	14,482	37,883	28,312	3,35	0,30	0,40	3,64	0,14	80,2
10-11-00	0	17,351	37,633	27,452	0,11	0,01	0,07	1,03	0,17	100,7
10-11-00	15	16,312	37,640	27,707	1,05	0,19	0,09	1,62	0,17	94,5
10-11-00	25	15,918	37,677	27,828	1,03	0,34	0,13	1,62	0,17	92,9
10-11-00	50	15,280	37,754	28,034	2,67	0,25	0,25	2,21	0,32	86,4
10-11-00	75	14,224	38,001	28,460	3,60	0,11	0,24	2,71	0,19	82,4
28-11-00	0	16,628	37,587	27,591	0,15	0,04	0,08	0,74	0,4	99,9
28-11-00	15	16,581	37,690	27,681	0,00	0,01	0,03	0,67	0,46	99,5
28-11-00	25	16,522	37,713	27,713	0,01	0,03	0,02	0,59	0,55	99,5
28-11-00	50	15,758	37,888	28,027	1,24	0,14	0,11	1,15	0,27	92,0
28-11-00	75	14,459	37,981	28,393	3,10	0,12	0,11	2,16	0,15	-

Fecha	Prof	Temp	Salin	Densid	NO₃	NO₂	PO₄	SiO₂	Chla	Oxig
04-12-00	0	16,393	37,525	27,599	0,02	0,00	0,06	0,82	0,38	103,4
04-12-00	15	16,342	37,524	27,611	0,01	0,01	0,02	0,67	0,38	100,4
04-12-00	25	16,357	37,772	27,798	0,51	0,19	0,11	1,00	0,49	95,8
04-12-00	50	14,779	37,846	28,218	3,07	0,13	0,12	2,05	0,28	84,0
04-12-00	75	13,993	38,073	28,566	3,58	0,10	0,19	2,40	0,11	81,8
12-12-00	0	16,241	37,505	27,620	0,08	0,06	0,01	0,69	0,2	86,5
12-12-00	15	16,247	37,505	27,618	0,08	0,05	0,02	0,73	0,19	-
12-12-00	25	16,238	37,509	27,623	0,05	0,04	0,05	0,72	0,6	100,2
12-12-00	50	15,183	37,773	28,071	0,48	0,19	0,01	0,93	0,49	101,7
12-12-00	75	14,105	38,035	28,512	3,01	0,20	0,11	2,07	0,14	87,7
22-12-00	0	15,587	37,606	27,850	0,04	0,04	0,05	0,26	-	100,9
22-12-00	15	15,589	37,608	27,851	0,12	0,04	0,12	0,38	0,47	101,1
22-12-00	25	15,581	37,607	27,852	0,00	0,03	0,02	0,28	0,54	100,8
22-12-00	50	15,186	37,818	28,105	2,60	0,33	0,16	1,79	0,4	84,1
22-12-00	75	14,354	37,977	28,413	3,99	0,11	0,17	2,64	0,15	81,1
11-01-01	0	14,121	38,024	28,500	1,03	0,12	0,05	1,03	1,4	100,4
11-01-01	15	14,003	38,011	28,515	1,06	0,14	0,06	0,93	1,66	101,1
11-01-01	25	13,955	38,000	28,517	1,15	0,18	0,05	0,88	1,79	96,4
11-01-01	50	13,913	37,994	28,522	1,36	0,23	0,07	0,95	1,68	95,3
11-01-01	75	13,857	38,062	28,587	2,92	0,23	0,19	1,88	1,65	88,5
31-01-01	0	13,767	37,988	28,548	1,20	0,23	0,12	1,38	0,67	96,9
31-01-01	15	13,759	37,991	28,553	1,17	0,22	0,09	1,35	0,69	96,9
31-01-01	25	13,760	37,992	28,554	1,21	0,24	0,06	1,36	0,73	96,5
31-01-01	50	13,759	37,996	28,557	1,23	0,22	0,50	1,36	0,58	96,5
31-01-01	75	-	-	-	1,42	0,25	0,09	1,48	0,61	-
12-02-01	0	13,780	37,999	28,554	0,98	0,20	0,09	1,32	0,4	101,1
12-02-01	15	13,749	37,999	28,561	0,89	0,19	0,06	1,29	0,47	100,0
12-02-01	25	13,728	38,002	28,568	0,91	0,21	0,06	1,31	0,42	99,1
12-02-01	50	13,704	38,016	28,584	1,36	0,26	0,04	1,48	0,36	96,1
12-02-01	75	13,699	38,053	28,614	3,26	0,24	0,17	2,57	0,18	86,5
20-02-01	0	13,893	37,593	28,216	0,01	0,02	0,05	1,17	1,41	102,5
20-02-01	15	13,915	37,634	28,243	0,01	0,02	0,09	1,12	1,61	102,7
20-02-01	25	13,900	37,654	28,262	0,02	0,06	0,04	1,17	1,34	102,9
20-02-01	50	13,886	37,677	28,282	0,07	0,02	0,06	1,15	0,87	102,4
20-02-01	75	13,517	38,175	28,747	4,19	0,14	0,24	3,21	0,16	81,9
06-03-01	0	13,981	37,881	28,420	0,69	0,50	0,05	1,57	1,51	100,6
06-03-01	15	13,793	37,978	28,535	2,03	0,17	0,06	2,33	1,13	92,9
06-03-01	25	13,780	37,988	28,546	2,14	0,17	0,05	2,28	1,27	92,9
06-03-01	50	13,612	38,114	28,679	3,42	0,17	0,15	2,70	0,3	85,0
06-03-01	75	13,423	38,209	28,793	4,53	0,55	0,18	3,39	0,08	79,3
15-03-01	0	14,557	37,896	28,306	0,22	0,38	0,05	0,98	0,43	103,4
15-03-01	15	14,479	37,897	28,324	0,20	0,10	0,06	1,02	0,45	103,2
15-03-01	25	14,130	37,928	28,424	1,04	0,24	0,12	1,34	1,62	97,0
15-03-01	50	13,732	38,062	28,614	3,02	1,10	0,09	1,87	1,44	91,6
15-03-01	75	13,651	38,123	28,678	3,37	0,44	0,15	2,68	0,63	81,6

Fecha	Prof	Temp	Salin	Densid	NO₃	NO₂	PO₄	SiO₂	Chla	Oxig
20-03-01	0	14,736	37,872	28,247	-	-	-	-	0,41	102,1
20-03-01	15	14,531	37,880	28,299	-	-	-	-	0,41	-
20-03-01	25	14,140	37,966	28,451	-	-	-	-	0,42	99,7
20-03-01	50	13,655	38,097	28,657	-	-	-	-	0,94	83,7
20-03-01	75	13,581	38,133	28,701	-	-	-	-	0,42	85,0
02-04-01	0	15,040	37,836	28,152	0,01	0,02	0,19	1,22	0,15	98,9
02-04-01	15	14,883	37,890	28,229	0,02	0,02	0,07	1,13	0,47	98,0
02-04-01	25	14,801	37,890	28,249	0,14	0,05	0,92	0,14	0,23	96,7
02-04-01	50	13,799	38,038	28,583	2,10	0,39	0,06	1,60	0,64	85,6
02-04-01	75	13,532	38,129	28,711	3,89	0,39	0,21	2,53	0,27	79,7
24-04-01	0	15,872	37,439	27,655	0,11	0,01	0,06	1,06	0,11	99,4
24-04-01	15	15,447	37,691	27,947	0,13	0,08	0,36	0,73	0,31	99,1
24-04-01	25	15,399	37,831	28,066	0,08	0,09	0,15	0,44	0,27	100,4
24-04-01	50	15,083	37,913	28,201	0,12	0,08	0,15	0,39	0,46	99,6
24-04-01	75	14,156	38,007	28,479	2,13	0,57	0,13	1,74	0,94	86,1
05-05-01	0	16,249	37,818	27,859	0,07	0,03	0,23	0,54	0,15	102,7
05-05-01	15	16,184	37,837	27,889	0,01	0,02	0,07	0,60	0,1	102,7
05-05-01	25	16,152	37,832	27,892	0,01	0,03	0,08	0,56	0,15	102,6
05-05-01	50	15,271	37,881	28,134	0,09	0,10	0,10	0,60	0,61	100,1
05-05-01	75	14,084	38,016	28,502	2,74	0,56	0,15	2,55	0,33	82,4
14-05-01	0	17,789	37,372	27,143	0,01	0,01	0,04	0,90	0,1	-
14-05-01	15	17,663	37,354	27,160	0,03	0,00	0,06	0,90	0,08	-
14-05-01	25	16,977	37,696	27,591	0,02	0,01	0,05	0,81	0,12	-
14-05-01	50	15,126	37,868	28,157	0,01	0,01	0,03	1,21	0,47	-
14-05-01	75	14,124	37,996	28,478	2,46	0,82	0,14	2,99	0,46	-
28-05-01	0	21,113	37,415	26,304	-	-	-	-	0,18	105,2
28-05-01	15	17,850	37,540	-	-	-	-	-	0,09	-
28-05-01	25	16,512	37,664	27,680	-	-	-	-	0,13	108,5
28-05-01	50	14,480	37,972	28,384	-	-	-	-	0,39	101,9
28-05-01	75	13,855	38,078	28,603	-	-	-	-	0,63	86,6
06-06-01	0	21,966	37,477	-	0,07	0,03	0,11	0,78	0,13	-
06-06-01	15	21,966	37,477	26,111	0,09	0,02	0,06	0,79	0,1	102,6
06-06-01	25	17,393	37,677	27,475	0,08	0,02	0,04	0,80	0,12	103,6
06-06-01	50	14,416	37,970	28,394	0,63	0,25	0,07	1,75	1,08	88,4
06-06-01	75	13,554	38,138	28,710	4,46	0,34	0,25	4,02	0,24	75,5
18-06-01	0	22,930	37,445	25,810	0,00	0,07	0,04	0,79	0,04	100,2
18-06-01	15	22,650	37,434	25,882	0,02	0,02	0,03	0,76	0,06	101,1
18-06-01	25	18,934	37,782	27,166	0,01	0,03	0,03	0,72	0,07	106,3
18-06-01	50	14,443	38,010	28,419	0,05	0,33	0,29	1,00	0,45	101,4
18-06-01	75	13,844	38,082	28,605	2,91	0,64	0,14	1,92	0,9	76,6
28-06-01	0	23,697	-	-	0,00	0,10	0,14	0,81	0,06	-
28-06-01	15	23,697	37,583	25,688	0,00	0,04	0,07	0,68	0,06	102,4
28-06-01	25	20,668	37,844	26,753	0,00	0,03	0,04	0,65	0,06	108,2
28-06-01	50	14,646	37,817	28,225	0,00	0,06	0,04	0,76	0,41	96,0
28-06-01	75	13,782	38,088	28,623	2,76	0,55	0,30	1,81	0,26	80,9

Fecha	Prof	Temp	Salin	Densid	NO₃	NO₂	PO₄	SiO₂	Chla	Oxig
09-07-01	0	25,234	37,800	25,387	0,11	0,06	0,18	0,71	0,04	98,4
09-07-01	15	23,551	37,696	25,818	-	-	-	-	-	105,6
09-07-01	25	19,450	37,762	27,017	0,02	0,02	0,06	0,74	0,09	109,1
09-07-01	50	14,813	37,749	28,135	0,11	0,09	0,09	0,92	0,24	94,7
09-07-01	75	14,114	37,993	28,478	1,99	0,56	0,13	2,02	0,47	77,4
15-07-01	0	25,679	37,766	25,223	0,13	0,35	0,14	0,43	0,1	103,5
15-07-01	15	25,329	37,969	25,485	-	-	-	-	-	107,9
15-07-01	25	21,595	37,683	26,373	0,02	0,09	0,03	0,72	0,11	111,3
15-07-01	50	14,603	37,818	28,235	0,08	0,12	0,03	0,94	0,47	100,2
15-07-01	75	14,123	38,015	28,493	2,45	0,28	0,03	1,61	0,72	88,0
24-07-01	0	24,671	37,809	25,567	0,03	0,04	0,03	0,53	0,12	105,1
24-07-01	15	24,441	37,796	25,627	0,05	0,03	0,03	0,52	0,12	105,4
24-07-01	25	22,259	37,710	26,204	0,05	0,01	0,03	0,62	0,14	112,2
24-07-01	50	15,988	37,860	27,952	0,03	0,01	0,04	0,91	0,3	109,4
24-07-01	75	14,026	38,072	28,558	2,67	0,62	0,20	2,72	0,41	83,8
02-08-01	0	25,971	37,634	25,031	0,00	0,01	0,03	0,73	0,08	105,4
02-08-01	15	25,589	37,703	25,203	0,04	0,02	0,03	0,69	0,07	106,3
02-08-01	25	24,378	37,683	25,560	0,04	0,02	0,03	0,66	0,1	107,4
02-08-01	50	15,945	37,788	27,907	0,04	0,02	0,04	0,80	0,12	110,0
02-08-01	75	14,181	38,070	28,523	0,04	0,03	0,06	0,65	0,41	101,0
14-08-01	0	26,619	37,702	24,877	0,03	0,02	0,04	0,77	0,07	107,9
14-08-01	15	26,583	37,692	24,881	0,14	0,02	0,07	0,76	0,06	106,8
14-08-01	25	24,383	37,578	25,479	0,08	0,02	0,01	0,68	0,1	104,4
14-08-01	50	16,051	37,927	27,990	0,08	0,02	0,04	0,79	0,18	111,5
14-08-01	75	14,464	38,016	28,419	0,68	0,46	0,09	1,12	0,68	92,3
21-08-01	0	26,599	37,484	24,719	0,16	0,07	0,06	0,67	0,06	105,7
21-08-01	15	26,565	37,484	24,730	0,11	0,03	0,03	0,85	0,08	104,4
21-08-01	25	26,060	37,450	24,864	0,05	0,04	0,04	0,70	0,09	105,5
21-08-01	50	17,187	37,697	27,540	0,09	0,03	0,07	0,91	0,31	113,5
21-08-01	75	14,820	37,883	28,237	0,02	0,21	0,06	0,84	0,69	96,6
04-09-01	0	26,716	37,530	24,716	0,10	0,10	0,14	0,76	0,1	103,1
04-09-01	15	26,629	37,528	24,742	0,08	0,06	0,08	0,73	0,11	104,9
04-09-01	25	26,581	37,542	24,768	0,11	0,04	0,05	0,71	0,24	104,2
04-09-01	50	17,024	37,545	27,464	0,07	0,06	0,06	0,73	0,59	115,1
04-09-01	75	14,622	37,920	28,310	0,50	0,48	0,09	1,39	0,11	93,9

Apéndice 2.

Valores de radiación visible en superficie, profundidad del Disco de Secchi, índice de estratificación, profundidad de la picnoclina, concentración integrada de clorofila-*a* y biomasa de zooplancton en las distintas fechas muestreadas. Las abreviaturas y unidades en las que están medidas se muestran en la tabla 2.1.

Fecha	radsup	secchi	estrat	picno	Cla- int	zoop
29-08-00	89,3	27	0,048	24	16,9	3,6
07-09-00	92,9	30	0,046	24	21,0	4,0
15-09-00	96,1	36	0,050	31	13,2	7,3
25-09-00	44,9	31	0,039	33	15,5	5,7
04-10-00	57,3	32	0,033	47	16,7	2,7
17-10-00	74,5	31	0,029	30	16,7	5,4
26-10-00	50,8	33	0,030	51	23,8	4,6
10-11-00	46,1	23	0,014	12	16,8	3,6
28-11-00	21,6	18	0,011	45	27,0	3,1
04-12-00	24,3	25	0,013	42	24,6	3,9
13-12-00	25,4	21	0,012	41	28,4	4,2
22-12-00	23,8	20	0,008	54	30,7	6,7
11-01-01	26,6	18	0,001	74	125,6	5,2
31-01-01	43,8	17	0,000	60	48,6	4,1
12-02-01	43,4	27	0,001	70	27,5	8,7
20-02-01	51,2	13	0,007	70	77,9	10,2
06-03-01	38,6	11	0,005	3	56,2	4,6
15-03-01	58,4	24	0,005	22	81,1	10,6
20-03-01	45,1	26	0,006	24	44,4	9,4
02-04-01	67,8	27	0,008	28	30,4	9,5
24-04-01	76,1	17	0,011	5	32,7	8,6
03-05-01	97,0	24	0,009	52	24,4	9,1
14-05-01	89,1	18	0,018	20	21,4	6,4
28-05-01	109,4	28	0,032	19	23,1	6,0
06-06-01	117,0	28	0,035	18	34,3	4,1
18-06-01	115,9	28	0,038	17	24,8	2,3
09-07-01	102,7	28	0,041	13	14,5	3,1
15-07-01	108,3	32	0,046	23	24,8	6,5
24-07-01	91,7	30	0,040	29	17,5	6,7
02-08-01	124,2	25	0,047	30	11,4	3,8
14-08-01	105,3	38	0,050	27	16,0	4,8
21-08-01	90,4	34	0,048	28	19,4	4,8
04-09-01	72,5	28	0,049	29	22,5	3,6

Apéndice 3.

Abundancia total y de los principales grupos de fitoplancton (cél ml⁻¹) en las distintas fechas y profundidades muestreadas. Se usan las siguientes abreviaturas:

Profundidad	Prof
Dinoflagelados	Dinofl
Cocolitoforados	Cocolit
Flagelados indeterminados	Flag ind
Diatomeas	Diato
Criptofíceas	Criptof
Protista <i>incertae sedis</i> (<i>Solenicola setigera</i>)	<i>Sol set</i>
Primnesofíceas*	Primnes
Cianofíceas	Cianof
Dictiocofíceas	Dictio
Abundancia total de fitoplancton	TOTAL

* Sin incluir los cocolitoforados

Fecha	Prof	Dinofl	Cocolit	Flag ind	Diato	Criptof	Sol set	Primnes	Cianof	Dictio	TOTAL
29-08-00	25	17,72	5,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,79
29-08-00	50	28,24	3,34	7,12	0,68	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	39,71
29-08-00	75	8,76	10,33	10,75	5,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34,98
07-09-00	25	55,22	3,99	17,84	0,00	0,50	0,00	6,96	0,00	0,00	84,51
07-09-00	50	23,77	15,03	13,83	2,55	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	55,68
07-09-00	75	4,04	1,01	3,02	20,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,59
15-09-00	25	4,14	2,02	8,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,86
15-09-00	50	7,83	5,91	5,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	20,19
15-09-00	75	6,17	0,49	0,98	8,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,37
25-09-00	25	11,17	1,35	11,45	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,32
25-09-00	50	16,36	19,13	8,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	44,32
25-09-00	75	9,68	11,20	5,01	3,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29,36
04-10-00	25	11,84	0,37	10,11	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	22,99
04-10-00	50	10,13	2,36	11,76	0,34	0,66	0,00	0,00	0,00	0,00	25,25
04-10-00	75	13,97	2,02	20,36	1,10	1,70	0,00	0,00	0,00	0,00	39,14
17-10-00	25	23,01	3,68	19,53	0,01	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	47,91
17-10-00	50	13,55	24,15	16,60	0,56	3,37	0,00	6,96	0,00	0,00	65,18
17-10-00	75	2,40	7,10	7,75	1,42	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	22,07
26-10-00	0	18,59	0,99	13,55	1,71	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39,85
26-10-00	15	26,43	2,16	13,48	0,98	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48,05
26-10-00	25	14,76	5,61	10,41	0,50	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	32,95
26-10-00	50	21,02	5,42	7,62	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	35,08
10-11-00	25	0,54	12,78	7,05	4,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,42
10-11-00	50	7,91	8,82	8,80	6,60	1,70	0,00	0,00	0,00	0,00	33,82
10-11-00	75	0,68	0,66	5,66	3,67	0,00	0,00	0,00	6,67	0,00	17,33
28-11-00	0	13,55	22,81	2,49	3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,87
28-11-00	15	18,57	22,72	16,96	3,24	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	62,48
28-11-00	25	35,87	20,95	16,20	9,20	3,33	0,00	0,00	0,00	0,98	86,53
28-11-00	50	6,04	39,44	7,85	3,19	3,37	0,00	0,00	0,00	0,00	59,89

Fecha	Prof	Dinofl	Cocolit	Flag ind	Diato	Criptof	Sol set	Primnes	Cianof	Dictio	TOTAL
04-12-00	0	40,85	7,44	15,94	41,10	6,80	0,00	0,00	10,20	0,52	122,86
04-12-00	15	14,07	32,47	10,92	3,14	1,67	0,00	0,00	0,00	0,49	62,76
04-12-00	25	22,56	111,47	23,94	9,55	1,69	0,00	0,00	0,00	0,76	169,96
04-12-00	50	8,62	12,33	16,80	3,57	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	42,98
13-12-00	0	6,22	0,64	16,26	1,20	1,70	0,00	0,00	0,00	0,00	26,02
13-12-00	25	10,78	11,13	10,83	1,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34,11
13-12-00	50	8,78	37,52	3,71	0,31	0,00	0,00	0,03	5,06	0,00	55,42
13-12-00	75	4,79	11,50	14,20	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,71
22-12-00	15	25,24	21,25	21,07	22,55	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	90,31
22-12-00	25	32,02	28,52	12,35	28,85	1,70	0,63	1,24	0,00	0,00	105,30
22-12-00	50	7,90	38,49	11,09	25,93	1,67	0,00	0,21	0,00	0,00	85,28
11-01-01	0	8,40	67,33	22,31	27,65	0,00	0,00	0,82	0,00	2,00	128,52
11-01-01	15	38,79	59,28	79,72	78,01	13,50	0,00	0	0,00	2,65	271,95
11-01-01	25	16,94	41,09	20,87	41,49	16,87	0,00	1,24	0,00	0,02	138,53
11-01-01	50	14,19	34,62	16,61	24,31	6,67	0,00	0	0,00	0,66	97,06
31-01-01	0	11,77	16,80	9,50	2,45	1,70	0,00	0,62	0,00	0,50	43,34
31-01-01	15	37,28	10,65	14,49	3,75	10,12	0,00	0	0,00	0,99	77,28
31-01-01	25	20,82	6,15	10,70	9,16	1,70	0,00	0,41	0,00	0,50	49,44
31-01-01	50	8,20	23,29	3,84	3,50	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	39,03
12-02-01	0	7,47	9,73	7,41	0,99	23,62	0,00	29,30	0,00	0,99	79,52
12-02-01	15	6,14	7,46	4,33	3,79	16,67	0,00	8,69	0,00	2,95	50,02
12-02-01	25	17,04	33,24	12,87	0,69	15,30	0,00	11,81	0,00	0,35	91,30
20-02-01	0	35,39	46,65	79,22	1,38	3,33	0,00	3,30	0,00	0,66	169,93
20-02-01	15	83,90	41,88	117,98	14,79	47,23	0,00	2,88	0,00	0,66	309,33
20-02-01	25	47,64	23,69	37,99	0,87	33,35	0,00	0,41	0,00	0,66	144,59
06-03-01	0	24,83	9,21	37,39	3,39	20,40	0,00	1,24	0,00	0,00	96,45
06-03-01	15	16,86	25,61	10,73	3,57	3,37	0,00	0,41	0,00	1,33	61,87
06-03-01	25	4,83	48,96	9,52	9,08	0,00	0,00	11,81	0,00	0,67	84,87

Fecha	Prof	Dinofl	Cocolit	Flag ind	Diato	Criptof	Sol set	Primnes	Cianof	Dictio	TOTAL
15-03-01	25	31,23	3,33	25,20	41,37	10,00	0,00	0,00	0,00	1,97	113,10
15-03-01	50	28,36	8,14	37,22	71,14	0,00	0,00	2,06	0,00	2,00	148,93
15-03-01	75	20,13	7,41	29,58	27,51	1,69	5,63	1,03	0,00	0,66	93,65
20-03-01	25	33,74	0,00	6,99	75,84	11,44	0,00	0,00	0,00	0,00	128,01
20-03-01	50	30,56	0,00	11,36	11,74	0,00	0,00	0,00	7,29	0,02	60,96
20-03-01	75	8,83	0,00	8,68	67,37	1,45	0,22	0,00	0,00	0,02	86,56
02-04-01	15	48,75	0,00	39,78	4,00	23,34	1,74	0,00	0,00	0,00	117,61
02-04-01	25	42,92	8,43	13,42	16,60	30,36	5,38	0,00	0,00	0,00	117,11
02-04-01	50	50,71	29,20	7,01	5,01	6,80	63,63	0,00	0,00	0,50	162,87
02-04-01	75	10,27	3,66	5,80	11,43	0,00	2,94	0,00	0,00	0,01	34,12
24-04-01	25	62,34	17,30	21,86	29,46	10,12	1,32	0,00	0,00	0,00	142,42
24-04-01	50	40,48	27,14	12,14	27,24	5,10	38,20	0,00	0,00	0,00	150,31
24-04-01	75	16,66	8,43	12,11	31,05	6,75	7,07	0,00	0,00	0,00	82,07
03-05-01	25	15,82	2,98	5,65	7,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31,67
03-05-01	50	19,72	11,45	2,67	11,23	3,40	3,03	0,00	0,00	0,00	51,51
03-05-01	75	1,46	9,51	2,71	2,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,90
14-05-01	25	34,30	9,45	2,38	3,08	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	49,54
14-05-01	50	43,66	5,36	3,01	1,36	3,37	0,00	0,00	0,00	0,00	56,77
14-05-01	75	18,62	7,00	6,65	19,90	3,33	0,00	5,79	0,00	0,00	61,30
28-05-01	25	33,27	2,30	18,76	0,05	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	54,70
28-05-01	50	5,30	2,64	8,83	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,14
28-05-01	75	18,48	7,89	7,89	2,89	1,65	0,00	0,00	0,00	0,00	38,80
06-06-01	25	38,28	4,01	9,26	0,10	15,01	0,00	0,00	0,00	0,00	66,66
06-06-01	50	98,82	127,95	12,80	19,54	16,95	75,56	0,83	0,00	0,05	352,50
06-06-01	75	7,76	3,40	4,40	2,86	3,40	0,00	0,00	0,00	0,33	22,15
18-06-01	25	25,54	16,92	3,69	2,43	1,69	0,00	0,00	0,00	1,66	51,91
18-06-01	50	28,44	6,22	3,94	2,95	5,00	0,00	0,00	0,00	3,28	49,83
18-06-01	75	16,70	0,00	10,81	102,82	3,40	84,51	0,75	0,00	1,03	220,01

Fecha	Prof	Dinofl	Cocolit	Flag ind	Diato	Criptof	Sol set	Primnes	Cianof	Dictio	TOTAL
09-07-01	25	45,91	11,21	17,87	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,67	80,66
09-07-01	50	39,79	2,65	6,38	9,00	1,69	1,75	0,00	0,00	0,66	61,91
09-07-01	75	12,34	5,07	2,36	8,84	1,70	0,29	1,24	0,00	1,34	33,18
15-07-01	25	14,02	8,98	4,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,67
15-07-01	50	12,09	2,95	0,02	1,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,37
15-07-01	75	23,79	11,19	6,59	44,32	1,65	0,00	0,37	0,00	1,01	88,90
24-07-01	25	38,07	7,99	4,94	0,35	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	56,36
24-07-01	50	31,85	2,70	2,85	2,81	1,70	19,91	0,00	0,00	0,00	61,82
24-07-01	75	2,43	5,11	1,01	8,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,44
02-08-01	25	13,84	3,34	9,11	1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66	28,06
02-08-01	50	29,71	4,62	10,30	1,66	0,00	37,35	0,00	0,00	2,95	86,58
02-08-01	75	18,15	5,07	2,67	21,79	0,33	87,85	13,36	0,00	1,34	150,56
14-08-01	25	19,02	3,83	5,78	0,33	1,69	0,00	0,00	0,00	0,00	30,65
14-08-01	50	38,65	4,67	8,61	1,35	1,67	0,16	0,00	0,00	0,00	55,10
14-08-01	75	9,87	5,39	11,45	28,98	1,69	0,00	0,57	0,00	0,00	57,95
21-08-01	25	47,15	2,68	7,10	0,73	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	61,06
21-08-01	50	37,92	4,70	6,64	2,01	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	51,60
21-08-01	75	24,44	10,44	0,99	2,45	1,69	1,85	0,19	0,00	0,33	42,38
04-09-01	25	31,96	1,69	7,06	0,67	0,00	0,29	0,00	0,00	0,33	42,01
04-09-01	50	36,31	7,38	14,26	4,34	1,70	0,00	0,00	0,00	0,00	63,99
04-09-01	75	32,55	11,97	1,97	35,01	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	83,16

Apéndice 4.

Relación de los taxones identificados.

DINOFLAGELLATA

Alexandrium cf concavum (Gaarder, 1942) Balech, 1985
Alexandrium spp. Halim, 1960
Amphidoma caudata Halldal, 1953
Amphidoma spp. Stein, 1883
Amphisolenia bidentata Schröder, 1900
Amphisolenia globifera Stein, 1883
Ceratium platycorne Daday, 1888
Ceratocorys armata (Schütt) Kofoid, 1910
Ceratocorys gourretii Paulsen, 1931
Ceratocorys horrida Stein, 1883
Cochlodinium spp. Schütt, 1896
Corythodinium frenguelli (Rampi) Balech
Corythodinium cf milneri Balech, 1988
Corythodinium spp. Loeblich Jr. & Loeblich III, 1966
Corythodinium tessellatum (Stein) Loeblich Jr. & Loeblich III, 1966
Dinoflagelados (cistes)
Dinoflagelado < 20 µm
Dinoflagelado > 20 µm
Dinoflagelado 1
Dinophysis caudata Saville-Kent, 1881
Dinophysis cf mucronata (Kofoid & Skogsberg) Sournia, 1973
Dinophysis cf ovum Schütt, 1895
Dinophysis cf punctata Jörgensen, 1923
Dinophysis cf rotundata Claparède & Lachmann, 1859
Dinophysis spp. Ehrenberg, 1839
Dinophysis tripos Gourret, 1883
Erythroprosidinium spp. Silva, 1960
Goniodoma polyedricum (Pouchet) Jørgensen, 1899
Goniodoma sphaericum Murray & Whitting, 1899
Gonyaulax cf digitalis (Pouchet) Kofoid, 1911
Gonyaulax cf gabriellae Schiller, 1935
Gonyaulax cf monacantha Pavillard, 1916
Gonyaulax polygramma Stein, 1883
Gonyaulax scrippsae Kofoid, 1911
Gonyaulax cf sphaeroidea Kofoid, 1911
Gonyaulax spinifera (Claparède & Lachmann) Diesing, 1866
Gonyaulax spp. Diesing, 1866
Gonyaulax turbynei Murray & Whitting, 1899
O. Gymnodiniales indet. Lemmermann, 1910
Gymnodinium catenatum Graham, 1943
Gymnodinium spp. Stein, 1878
Gyrodinium cf acutum (Schütt) Kofoid & Swezy, 1921
Gyrodinium cf biconicum Kofoid & Swezy, 1921
Gyrodinium crassum (Pouchet) Kofoid & Swezy, 1921
Gyrodinium falcatum Kofoid & Swezy, 1921
Gyrodinium fusus (Meunier) Akselman, 1985
Gyrodinium lachryma (Meunier) Kofoid & Swezy, 1921

Gyrodinium spirale (Bergh) Kofoid & Swezy, 1921
Gyrodinium spp. Kofoid & Swezy, 1921
Histioneis depressa Schiller, 1928
Histioneis inclinata Kofoid & Michener, 1911
Neoceratium belone (Cleve) Gómez, Moreira & López-García, 2001
Neoceratium candelabrum (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-García, 2001
Neoceratium carnegiei (Graham & Bronikowsky) Gómez, Moreira & López, 2010
Neoceratium concilians (Jørgensen) Gómez, Moreira & López-García, 2009
Neoceratium cf contortum (Gourret) Gómez, Moreira & López-García, 2009
Neoceratium extensum (Gourret) Gómez, Moreira & López-García, 2009
Neoceratium cf falcatum (Kofoid) Gómez, Moreira & López-García, 2009
Neoceratium furca (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-García, 2009
Neoceratium fusus (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-García, 2009
Neoceratium gibberum (Gourret) Gómez, Moreira & López-García, 2009
Neoceratium hexacanthum (Gourret) Gómez, Moreira & López-García, 2009
Neoceratium horridum (Gran) Gómez, Moreira & López-García, 2009
Neoceratium limulus (Gourret) Gómez, Moreira & López-García, 2009
Neoceratium longirostrum (Gourret) Gómez, Moreira & López-García, 2009
Neoceratium macroceros (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-García, 2009
Neoceratium massiliense (Gourret) Gómez, Moreira & López-García, 2009
Neoceratium minutum (Jørgensen) Gómez, Moreira & López-García, 2009
Neoceratium pentagonum (Gourret) Gómez, Moreira & López-García, 2009
Neoceratium pulchellum (Schröder) Gómez, Moreira & López-García, 2009
Neoceratium ranipes (Cleve) Gómez, Moreira & López-García, 2009
Neoceratium setaceum (Jørgensen) Gómez, Moreira & López-García, 2009
Neoceratium symmetricum (Pavillard) Gómez, Moreira & López-García, 2009
Neoceratium teres (Kofoid) Gómez, Moreira & López-García, 2009
Neoceratium trichoceros (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-García, 2009
Neoceratium tripos (Müller) Gómez, Moreira & López-García, 2009
Ornithocercus heteroporus Kofoid, 1907
Ornithocercus magnificus Stein, 1883
Oxytoxum cf gladiolus Stein, 1883
Oxytoxum ovale Schiller, 1937
Oxytoxum cf ovum Gaarder, 1954
Oxytoxum cf parvum Schiller, 1937
Oxytoxum longiceps Schiller 1937
Oxytoxum sceptrum (Stein) Schroder, 1906
Oxytoxum scolopax Stein, 1883
Oxytoxum spp. Stein, 1883
Oxytoxum turbo Kofoid, 1907
Phalacroma doryphorum Stein, 1883
Phalacroma cf mitra Schütt, 1895
Phalacroma cf ovatum (Claparède & Lachmann) Jørgensen, 1923
Phalacroma spp. Stein, 1883
Podolampas bipes Stein, 1883
Podolampas palmipes Stein, 1883
Pronoctiluca pelagica Fabre-Domergue, 1889
Prorocentrum balticum (Lohmann) Loeblich, 1970
Prorocentrum compressum (Bailey) Abé ex Dodge, 1975
Prorocentrum dentatum Stein, 1883

Prorocentrum gracile Schütt, 1895
Prorocentrum cf lima (Ehrenberg) Stein, 1878
Prorocentrum micans Ehrenberg, 1834
Prorocentrum cf nanum Schiller, 1918
Prorocentrum spp. Ehrenberg, 1834
Prorocentrum triestinum Chiller, 1918
Protoceratium cf reticulatum (Claparède & Lachmann) Butschli, 1885
Protoceratium spp. Bergh, 1881
Protoperidinium "tipo" conicum
Protoperidinium conicum (Gran) Balech, 1974
Protoperidinium curtipes (Jorgensen) Balech, 1974
Protoperidinium depressum (Bailey) Balech, 1974
Protoperidinium diabolium (Cleve) Balech, 1974
Protoperidinium oblongum (Aurivillius) Parke & Dodge, 1976
Protoperidinium oceanicum (VanHöffen) Balech, 1974
Protoperidinium quarnerense (Schröder) Balech, 1974
Protoperidinium spp. Bergh, 1882
Protoperidinium steinii (Jorgensen) Balech, 1974
Pyrocystis spp. J. Murray ex Haeckel, 1890
Pyrophacus steinii (Schiller) Wall & Dale, 1971
Schuetziella mitra (Schütt) Balech, 1988
"Tipo" Scripsiella
Spatulodinium pseudonoctiluca (Pouchet) Cachon & Cachon ex Loeblich & Loeblich, 1969
Thoracosphaera heimii (Lohmann) Kamptner, 1944
Torodinium robustum Kofoid & Swezy, 1921
 Warnowiaceae indet. Lindemann, 1928

BACILLARIOPHYCEAE

Asterionellopsis glacialis (Castracane) Round, 1990
Asteromphalus heptactis (Brébisson) Ralfs, 1861
Asteromphalus spp. Ehrenberg, 1844
Bacteriastrum delicatulum Cleve, 1897
Bacteriastrum elongatum Cleve, 1897
Bacteriastrum hyalinum Lauder, 1864
Bacteriastrum spp. Shadbolt, 1854
 Céntrica < 20 µm
 Céntrica > 20 µm
 Céntrica sp 1
Cerataulina pelagica (Cleve) Hendey, 1937
Chaetoceros cf affinis Lauder, 1864
Chaetoceros cf atlanticus Cleve, 1873
Chaetoceros costatus Pavillard, 1911
Chaetoceros cf decipiens Cleve, 1873
Chaetoceros messanense Castracane, 1875
Chaetoceros peruvianus Brightwell, 1856
Chaetoceros pseudocurvisetus Mangin, 1910

Chaetoceros rostratus Lauder, 1864
Chaetoceros spp. Ehrenberg, 1844
Ceratoneis closterium Ehrenberg, 1839 - *Nitzschia longissima* (Brébisson) Ralfs, 1861
Dactyliosolen blavyanus (H.Peragallo) Hasle, 1975
Dactyliosolen fragilissimus (Bergon) Hasle, 1996
Detonula pumila (Castracane) Gran, 1900
Diploneis spp. Ehrenberg ex Cleve, 1894
Eucampia zodiacus Ehrenberg, 1839
 "Tipo" *Fragilariopsis*
Guinardia flaccida (Castracane) Peragallo, 1892
Guinardia striata (Stolterfoth) Hasle, 1996
Hemiaulus hauckii Grunow ex Van Heurck, 1882
Hemiaulus sinensis Greville
Lauderia annulata Cleve, 1873
Leptocylindrus danicus Cleve, 1889
Leptocylindrus mediterraneus (Peragallo) Hasle, 1975
Leptocylindrus minimus Gran, 1915
Lioloma elongatum (Grunow) Hasle, 1997
Lioloma pacificum (Cupp) Hasle, 1996
Meuniera membranacea (Cleve) Silva, 1996
Neocalyptrella robusta (Norman ex Ralfs) Hernández-Becerril & Meave del Castillo, 1997
Odontella mobiliensis (Bailey) Grunow, 1884
Paralia sulcata (Ehrenberg) Cleve, 1873
 Pennada < 20 µm
 Pennada > 20 µm
Plagiogrammopsis vanheurckii (Grunow) Hasle, von Stosch & Syvertsen, 1983
Planktoniella sol (Wallich) Schütt, 1892
Pleurosigma spp. Smith, 1852
Proboscia alata (Brightwell) Sundström, 1986
Proboscia indica (Peragallo) Hernández-Becerril, 1995
Pseudo-nitzschia "grupo" *delicatissima* Hasle & Syvertsen, 1996
Pseudo-nitzschia "grupo" *seriata* Hasle & Syvertsen, 1996
Pseudosolenia calcar-avis (Schultze) Sundström, 1986
Rhizosolenia setigera Brightwell, 1858
Rhizosolenia spp. Brightwell, 1858
Skeletonema costatum (Greville) Cleve, 1873
Stephanopyxis palmeriana (Greville) Grunow, 1884
Surirella fastuosa var. *recedens* (A.Schmidt) Cleve 1878
Thalassionema frauenfeldii (Grunow) Tempère & Peragallo, 1910
Thalassionema nitzschioides (Grunow) Mereschkowsky, 1902
Thalassiosira spp. Cleve, 1873
Thalassiothrix longissima Cleve & Grunow, 1880

COCOLITOFORADOS (primnesofíceae portadoras de cocolitos)

- Algirosphaera cf robusta* (Lohmann) Norris, 1984
Calciosolenia brasiliensis (Lohmann) Young, 2003
Calciosolenia murrayi Gran, 1912
Calyptrolithophora cf gracillima (Kamptner) Heimdal, 1980
Calyptosphaera oblonga Lohmann, 1902 - *Daktylethra pirus* (Kamptner) Norris, 1985
Cocolitoforado < 20 µm
Cocolitoforado > 20 µm
Coronosphaera mediterranea (Lohmann) Gaarder, 1977 - *Coronosphaera binodata* (Kamptner) Gaarder, 1977
Helicosphaera carterii (Wallich) Kamptner, 1954
Homozygosphaera cf triarcha Halldal & Markali, 1955
Michaelsarsia elegans Gran, 1912
Rhabdosphaera clavigera Murray & Blackman, 1898
Scyphosphaera apsteinii Lohmann, 1902
Syracosphaera sp Lohmann, 1902
Syracosphaera pulchra Lohmann, 1902
Umblicosphaera sibogae var. *foliosa* (Kamptner, 1963) Okada & McIntyre, 1977
Umblicosphaera sibogae var. *sibogae* (Weber-van Bosse, 1901) Gaarder, 1970

DICTYOCHOPHYCEAE

- Dictyocha fibula* Ehrenberg, 1839
Dictyocha speculum Ehrenberg, 1839
Octactis octonaria (Ehrenberg) Hovasse, 1946

PRYMNESIOPHYCEAE

- Chrysochromulina* spp. Lackey, 1939
Corymbellus aureus J.C.Green, 1976
Phaeocystis cf. globosa Scherffel, 1899
Prymnesiophyceae indet. Hibberd

OTROS

- Cyanophyceae indet. Schaffner, 1909
Cryptophyceae indet Fritsch, 1927
Flagelado indet. < 20 µm
Flagelado indet. > 20 µm
Solenicola setigera Pavillard, 1916

Apéndice 5.

Abundancia (cél ml⁻¹) de los taxones identificados en las fechas y profundidades muestreadas.

	Fecha	29-08-00	29-08-00	29-08-00	07-09-00	07-09-00	07-09-00	15-09-00	15-09-00	15-09-00	25-09-00	25-09-00
	Profundidad	25 m	50 m	75 m	25 m	50 m	75 m	25 m	50 m	75 m	25 m	50 m
<i>Neoceratium extensum</i>		0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium cf falcatum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium furca</i>		0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium fusus</i>		0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
<i>Neoceratium gibberum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium hexacanthum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium horridum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium limulus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium longirostrum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium macroceros</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium massiliense</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium minutum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium pentagonum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium pulchellum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium ranipes</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium setaceum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium symmetricum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium teres</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium trichoceros</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium tripos</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Ornithocercus heteroporus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Ornithocercus magnificus</i>		0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Oxytoxum cf gladiolus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Oxytoxum ovale</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.50	0.00	0.00	0.00
<i>Oxytoxum cf ovum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Oxytoxum cf parvum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Oxytoxum longiceps</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Oxytoxum sceptrum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Oxytoxum scolopax</i>		0.01	0.33	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00

	Fecha	25-09-00	04-10-00	04-10-00	04-10-00	17-10-00	17-10-00	17-10-00	26-10-00	26-10-00	26-10-00	26-10-00
	Profundidad	75 m	25 m	50 m	75 m	25 m	50 m	75 m	0 m	15 m	25 m	50 m
<i>Goniodoma polyedricum</i>		0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
<i>Goniodoma sphaericum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax cf digitalis</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax cf gabriellae</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax cf monacantha</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax polygramma</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax scrippsae</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax cf sphaeroidea</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax spinifera</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax</i> spp.		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax turbynei</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
O. Gymnodiniales indet.		0.00	0.00	0.00	1.01	0.00	0.03	0.00	0.02	0.00	1.97	0.00
<i>Gymnodinium catenatum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gymnodinium</i> spp.		0.00	0.07	0.01	0.36	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.53	0.02
<i>Gyrodinium cf acutum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gyrodinium cf biconicum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gyrodinium crassum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gyrodinium falcatum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gyrodinium fusus</i>		0.03	0.33	0.00	0.01	0.00	0.05	0.01	0.01	0.00	0.02	0.02
<i>Gyrodinium lachryma</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gyrodinium spirale</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
<i>Gyrodinium</i> spp.		0.49	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.33	0.00	0.00	0.50	0.00
<i>Histioneis depressa</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
<i>Histioneis inclinata</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium belone</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
<i>Neoceratium candelabrum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium carnegiei</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium concilians</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium cf contortum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium extensum</i>		0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00

	Fecha	25-09-00	04-10-00	04-10-00	04-10-00	17-10-00	17-10-00	17-10-00	26-10-00	26-10-00	26-10-00	26-10-00
	Profundidad	75 m	25 m	50 m	75 m	25 m	50 m	75 m	0 m	15 m	25 m	50 m
<i>Phalacroma doryphorum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Phalacroma cf mitra</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Phalacroma cf ovatum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Phalacroma spp.</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
<i>Podolampas bipes</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Podolampas palmipes</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
<i>Pronoctiluca pelagica</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Prorocentrum balticum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Prorocentrum compressum</i>		0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
<i>Prorocentrum dentatum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
<i>Prorocentrum gracile</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00
<i>Prorocentrum cf lima</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Prorocentrum micans</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Prorocentrum cf nanum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Prorocentrum spp.</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Prorocentrum triestinum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Protoceratium cf reticulatum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Protoceratium spp.</i>		0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
<i>Protopteridinium "tipo" conicum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Protopteridinium conicum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Protopteridinium curtipes</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Protopteridinium depressum</i>		0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Protopteridinium diabolum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Protopteridinium oblongum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Protopteridinium oceanicum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Protopteridinium cf ovatum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Protopteridinium spp.</i>		0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00
<i>Protopteridinium steinii</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Pyrocystis spp.</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Pyrophacus steinii</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00

Fecha	25-09-00	04-10-00	04-10-00	04-10-00	17-10-00	17-10-00	17-10-00	26-10-00	26-10-00	26-10-00	26-10-00
Profundidad	75 m	25 m	50 m	75 m	25 m	50 m	75 m	0 m	15 m	25 m	50 m
<i>Schuettiella mitra</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
"Tipo" <i>Scripsiella</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00	0.00
<i>Spatulodinium pseudonociluca</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Thoracosphaera heimii</i>	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.99	1.34	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Torodinium robustum</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Warnowiaceae indet.	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01

BACILLARIOPHYCEAE

<i>Asterionellopsis glacialis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Asteromphalus heptactis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
<i>Asteromphalus spp.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Bacteriastrum delicatulum</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Bacteriastrum elongatum</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Bacteriastrum spp.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Céntrica < 20 µm	1.47	0.00	0.00	0.33	0.00	0.02	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
Céntrica > 20 µm	0.03	0.33	0.00	0.33	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Céntrica sp 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Cerataulina pelagica</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros cf affinis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros cf atlanticus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros costatus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros cf decipiens</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros messanense</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros cf pseudocurvisetus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros rostratus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros spp.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00

	Fecha	10-11-00	10-11-00	10-11-00	28-11-00	28-11-00	28-11-00	28-11-00	04-12-00	04-12-00	04-12-00	04-12-00
	Profundidad	25 m	50 m	75 m	0 m	15 m	25 m	50 m	0 m	15 m	25 m	50 m
<i>Goniodoma polyedricum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Goniodoma sphaericum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax cf digitalis</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax cf gabriellae</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax cf monacantha</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax polygramma</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
<i>Gonyaulax scrippsae</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax cf sphaeroidea</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax spinifera</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax spp.</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
<i>Gonyaulax turbynei</i>		0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
O. Gymnodiniales indet.		0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	2.98	0.50	0.00	0.02	0.98
<i>Gymnodinium catenatum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gymnodinium spp.</i>		0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.02	0.50	0.00	0.00
<i>Gyrodinium cf acutum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gyrodinium cf biconicum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gyrodinium crassum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gyrodinium falcatum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gyrodinium fusus</i>		0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
<i>Gyrodinium lachryma</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gyrodinium spirale</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
<i>Gyrodinium spp.</i>		0.00	1.50	0.00	0.01	1.00	0.67	0.01	0.01	0.49	0.25	0.00
<i>Histioneis depressa</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Histioneis inclinata</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium belone</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
<i>Neoceratium candelabrum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium carnegiei</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium concilians</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium cf contortum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium extensum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fecha	10-11-00	10-11-00	10-11-00	28-11-00	28-11-00	28-11-00	28-11-00	04-12-00	04-12-00	04-12-00	04-12-00
Profundidad	25 m	50 m	75 m	0 m	15 m	25 m	50 m	0 m	15 m	25 m	50 m
<i>Pseudo-nitzschia "grupo" seriata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.01	0.01	0.00
<i>Rhizosolenia setigera</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Rhizosolenia spp.</i>	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	1.97	0.02	0.50	0.19	1.74	0.00
<i>Skeletonema costatum</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Stephanopyxis palmeriana</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Surirella fastuosa var. recedens</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.02	0.50	0.02	0.00	0.00
<i>Thalassiosira spp.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Thalassiothrix longissima</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

COCOLITOFORADOS

<i>Algirosphaera cf robusta</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.49	8.20	2.46
<i>Calciosolenia brasiliensis</i>	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00
<i>Calciosolenia murrayi</i>	1.99	1.00	0.00	0.03	0.50	0.00	0.99	0.00	0.00	0.99	0.00
<i>Calyptrolithophora cf gracillima</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Calyptosphaera oblonga</i> + <i>Daktylethra pirus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cocolitoforado < 20 µm	10.23	7.80	0.33	21.24	19.70	18.61	37.91	3.90	30.50	99.53	9.81
Cocolitoforado > 20 µm	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
<i>Coronosphaera mediterranea</i> + <i>C. bidonata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Helicosphaera carterii</i>	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.33	0.00	0.50	0.00	0.25	0.00
<i>Homozygosphaera cf triarcha</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Michaelsarsia elegans</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Rhabdosphaera clavigera</i>	0.00	0.00	0.00	0.99	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Scyphosphaera apsteinii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00

Fecha	13-12-00	13-12-00	13-12-00	13-12-00	22-12-00	22-12-00	22-12-00	11-01-01	11-01-01	11-01-01	11-01-01
Profundidad	0 m	25 m	50 m	75 m	15 m	25 m	50 m	0 m	15 m	25 m	50 m
<i>Schuetziella mitra</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
"Tipo" <i>Scripsiella</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Spatulodinium pseudonociluca</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
<i>Thoracosphaera heimii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.02	0.67	1.99	0.99	0.00
<i>Torodinium robustum</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Warnowiaceae indet.	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

BACILLARIOPHYCEAE

<i>Asterionellopsis glacialis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Asteromphalus heptactis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Asteromphalus spp.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Bacteriastrum delicatulum</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Bacteriastrum elongatum</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Bacteriastrum spp.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Céntrica < 20 µm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.49	0.67	0.66	1.99	2.62
Céntrica > 20 µm	0.06	0.01	0.06	0.10	0.51	0.02	0.08	0.09	0.00	1.99	0.02
Céntrica sp 1	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.02	0.66	1.99	0.00
<i>Cerataulina pelagica</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.97	0.00	1.33	0.00	0.00
<i>Chaetoceros cf affinis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros cf atlanticus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros costatus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros cf decipiens</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros messanense</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00
<i>Chaetoceros cf pseudocurvisetus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros rostratus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros spp.</i>	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.33	5.97	0.00

	Fecha	13-12-00	13-12-00	13-12-00	13-12-00	22-12-00	22-12-00	22-12-00	11-01-01	11-01-01	11-01-01	11-01-01
	Profundidad	0 m	25 m	50 m	75 m	15 m	25 m	50 m	0 m	15 m	25 m	50 m
<i>Ceratoneis closterium</i>												
+ <i>Nitzschia longissima</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	1.00	0.00	0.00	1.33	0.99	0.00
<i>Dactyliosolen blavyanus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>		0.17	0.01	0.00	0.00	1.99	2.51	1.57	4.68	3.31	0.09	0.00
<i>Detonula pumila</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Diploneis</i> spp.		0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Eucampia zodiacus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.02	0.00
"Tipo" <i>Fragilariopsis</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Guinardia flaccida</i>		0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00
<i>Guinardia striata</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	2.49	0.00	1.47	0.00	0.00	0.00	2.62
<i>Hemiaulus hauckii</i>		0.00	0.00	0.06	0.00	1.49	1.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.66
<i>Hemiaulus sinensis</i>		0.01	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00
<i>Lauderia annulata</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49	0.00	23.87	9.94	1.31
<i>Leptocylindrus danicus</i>		0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	9.52	0.49	0.00	15.91	0.00	3.28
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Leptocylindrus minimus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	4.51	0.00	4.68	0.00	0.05	0.00
<i>Lioloma elongatum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Lioloma pacificum</i>		0.29	0.06	0.05	0.00	0.16	0.17	0.14	0.12	0.16	0.23	0.00
<i>Meuniera membranacea</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neocalyptrella robusta</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Odontella mobiliensis</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	1.31
<i>Paralia sulcata</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00
Pennada < 20 µm		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49	2.67	0.00	0.00	0.00
Pennada > 20 µm		0.29	0.62	0.12	0.01	3.48	1.00	5.41	0.00	1.37	4.00	3.28
<i>Plagiogrammopsis vanheurckii</i>		0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Planktoniella sol</i>		0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.49	0.02	0.00	0.00	0.00
<i>Pleurosigma</i> spp		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Proboscia alata</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	2.49	4.51	0.49	0.00	0.00	0.02	0.00
<i>Proboscia indica</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Pseudo-nitzschia</i> "grupo" <i>delicatissima</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.97	0.00	0.00	0.00	0.00

	Fecha	13-12-00	13-12-00	13-12-00	13-12-00	22-12-00	22-12-00	22-12-00	11-01-01	11-01-01	11-01-01	11-01-01
	Profundidad	0 m	25 m	50 m	75 m	15 m	25 m	50 m	0 m	15 m	25 m	50 m
<i>Syracosphaera</i> sp.		0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Syracosphaera pulchra</i>		0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.34	1.33	1.99	0.02
<i>Umbilicosphaera sibogae</i> var. <i>foliosa</i>		0.02	0.05	1.49	0.00	0.01	0.00	0.01	0.78	1.33	0.00	1.31
<i>Umbilicosphaera sibogae</i> var. <i>sibogae</i>		0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	1.31
<u>DICTYOCHOPHYCEAE</u>												
<i>Dictyocha fibula</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	2.65	0.00	0.66
<i>Dictyocha speculum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
<i>Octactis octonaria</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<u>PRYMNESIOPHYCEAE</u>												
<i>Chrysochromulina</i> spp		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Corymbellus aureus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Phaeocystis</i> cf. <i>globosa</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	1.24	0.21	0.82	0.00	1.24	0.00
Prymnesiophyceae indet		0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<u>OTROS</u>												
Cyanophyceae indet.		0.00	0.00	5.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cryptophyceae indet.		1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.70	1.67	0.00	13.50	16.87	6.67
Flagelado indet. < 20 µm		16.00	10.66	3.68	14.15	19.57	10.81	9.62	22.28	71.76	19.85	16.61
Flagelado indet. > 20 µm		0.51	0.35	0.07	0.09	3.01	3.08	2.95	0.05	15.91	2.04	0.00
<i>Solenicola setigera</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	Fecha	31-01-01	31-01-01	31-01-01	31-01-01	12-02-01	12-02-01	12-02-01	20-02-01	20-02-01	20-02-01	06-03-01	06-03-01
	Profundidad	0m	15m	25 m	50m	0m	15 m	25 m	0 m	15m	25 m	0 m	15 m
<i>Ceratoneis closterium</i>													
+ <i>Nitzschia longissima</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Dactyliosolen blavyanus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Detonula pumila</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	2.00	0.00
<i>Diploneis</i> spp.		0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66
<i>Eucampia zodiacus</i>		0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
"Tipo" <i>Fragilariopsis</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Guinardia flaccida</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Guinardia striata</i>		1.00	0.06	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Hemiaulus hauckii</i>		0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.00	0.00	0.00
<i>Hemiaulus sinensis</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Lauderia annulata</i>		0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
<i>Leptocylindrus danicus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Leptocylindrus minimus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Lioloma elongatum</i>		0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Lioloma pacificum</i>		0.00	0.02	0.10	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Meuniera membranacea</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neocalyptrella robusta</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Odontella mobiliensis</i>		0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
<i>Paralia sulcata</i>		0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pennada < 20 µm		0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.33	1.31	1.99	0.66	0.67	0.66
Pennada > 20 µm		0.51	1.51	1.00	0.00	0.99	0.49	0.00	0.02	1.40	0.00	0.02	1.33
<i>Plagiogrammopsis vanheurckii</i>		0.19	0.00	0.00	2.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
<i>Planktoniella sol</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Pleurosigma</i> spp		0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Proboscia alata</i>		0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.00	0.00	0.00
<i>Proboscia indica</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Pseudo-nitzschia</i> "grupo" <i>delicatissima</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.30	0.00	0.00	0.00

	Fecha	31-01-01	31-01-01	31-01-01	31-01-01	12-02-01	12-02-01	12-02-01	20-02-01	20-02-01	20-02-01	06-03-01	06-03-01
Profundidad	0m	15m	25 m	50m	0m	15 m	25 m	0 m	15m	25 m	0 m	15 m	
<i>Pseudo-nitzschia "grupo" seriata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	0.00	0.00	3.51	0.00	0.00	0.98	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Rhizosolenia setigera</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Rhizosolenia spp.</i>	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.98	0.01	0.05	2.08	0.12	0.00	0.05	
<i>Skeletonema costatum</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Stephanopyxis palmeriana</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Surirella fastuosa</i> var. <i>recedens</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	0.02	0.50	1.00	0.00	0.00	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66
<i>Thalassiosira spp.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Thalassiothrix longissima</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

COCOLITOFORADOS

<i>Algirosphaera cf robusta</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00
<i>Calciosolenia brasiliensis</i>	0.00	0.00	0.00	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Calciosolenia murrayi</i>	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Calyptrolithophora cf gracillima</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Calyptosphaera oblonga</i> + <i>Daktylethra pirus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cocolitoforado < 20 µm	15.80	10.62	5.10	22.17	7.41	5.00	27.53	45.32	41.15	22.99	8.50	23.62
Cocolitoforado > 20 µm	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Coronosphaera mediterranea</i> + <i>C. bidonata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Helicosphaera carterii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.49	2.34	0.00	0.66	0.05	0.00	1.99
<i>Homozygosphaera cf triarcha</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Michaelsarsia elegans</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Rhabdosphaera clavigera</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Scyphosphaera apsteinii</i>	0.50	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.67	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00

	Fecha	06-03-01	15-03-01	15-03-01	15-03-01	20-03-01	20-03-01	20-03-01	02-04-01	02-04-01	02-04-01	02-04-01
	Profundidad	25m	25m	50m	75m	25m	50m	75m	15m	25m	50m	75m
<i>Goniodoma polyedricum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Goniodoma sphaericum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax cf digitalis</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax cf gabriellae</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax cf monacantha</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax polygramma</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax scrippsae</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax cf sphaeroidea</i>		0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax spinifera</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax</i> spp.		0.00	0.02	0.00	0.33	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax turbynei</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
O. Gymnodiniales indet.		0.00	0.98	3.34	0.01	0.01	1.15	0.00	2.95	0.35	1.50	0.49
<i>Gymnodinium catenatum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gymnodinium</i> spp.		0.00	3.20	0.05	0.00	0.00	0.04	0.00	0.02	0.66	1.50	0.00
<i>Gyrodinium cf acutum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gyrodinium cf biconicum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gyrodinium crassum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gyrodinium falcatum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gyrodinium fusus</i>		0.00	0.02	1.34	0.00	0.01	0.00	0.00	0.07	0.08	0.06	0.00
<i>Gyrodinium lachryma</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gyrodinium spirale</i>		0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
<i>Gyrodinium</i> spp.		0.00	0.00	0.00	0.33	0.01	0.02	0.01	0.98	0.00	0.00	0.00
<i>Histioneis depressa</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Histioneis inclinata</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium belone</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium candelabrum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium carnegiei</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
<i>Neoceratium concilians</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium cf contortum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium extensum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00

	Fecha	06-03-01	15-03-01	15-03-01	15-03-01	20-03-01	20-03-01	20-03-01	02-04-01	02-04-01	02-04-01	02-04-01
	Profundidad	25m	25m	50m	75m	25m	50m	75m	15m	25m	50m	75m
<i>Neoceratium cf falcatum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium furca</i>		0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05	0.03	0.00	0.00
<i>Neoceratium fusus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.02	0.00
<i>Neoceratium gibberum</i>		0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium hexacanthum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
<i>Neoceratium horridum</i>		0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium limulus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium longirostrum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium macroceros</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium massiliense</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00
<i>Neoceratium minutum</i>		0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium pentagonum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
<i>Neoceratium pulchellum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium ranipes</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium setaceum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium symmetricum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium teres</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium trichoceros</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium tripos</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Ornithocercus heteroporus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Ornithocercus magnificus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Oxytoxum cf gladiolus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Oxytoxum ovale</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Oxytoxum cf ovum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Oxytoxum cf parvum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Oxytoxum longiceps</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Oxytoxum sceptrum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Oxytoxum scolopax</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
<i>Oxytoxum spp.</i>		0.67	0.98	3.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.97	3.37	8.50	0.01
<i>Oxytoxum turbo</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00

	Fecha	06-03-01	15-03-01	15-03-01	15-03-01	20-03-01	20-03-01	20-03-01	02-04-01	02-04-01	02-04-01	02-04-01
	Profundidad	25m	25m	50m	75m	25m	50m	75m	15m	25m	50m	75m
<i>Ceratoneis closterium</i>												
+ <i>Nitzschia longissima</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	1.69	8.75	2.99	0.00	0.00	0.50	0.00
<i>Dactyliosolen blavyanus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>		0.00	0.00	0.67	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
<i>Detonula pumila</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Diploneis</i> spp.		0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Eucampia zodiacus</i>		0.00	0.98	2.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
"Tipo" <i>Fragilariopsis</i>		0.00	0.00	0.00	0.33	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Guinardia flaccida</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.84	0.00	2.13	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Guinardia striata</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.42	0.00	2.56	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Hemiaulus hauckii</i>		0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98
<i>Hemiaulus sinensis</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Lauderia annulata</i>		0.00	0.98	5.34	0.66	0.00	0.00	1.71	0.00	0.00	1.00	1.47
<i>Leptocylindrus danicus</i>		0.00	0.00	0.00	0.99	5.90	0.00	5.12	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.84	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Leptocylindrus minimus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.13	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Lioloma elongatum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Lioloma pacificum</i>		0.00	0.02	0.07	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
<i>Meuniera membranacea</i>		0.00	0.02	3.34	2.98	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.01
<i>Neocalyptrella robusta</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Odontella mobiliensis</i>		0.00	1.97	1.34	0.99	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Paralia sulcata</i>		1.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pennada < 20 µm		0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.00	0.00
Pennada > 20 µm		4.68	0.00	5.39	5.97	4.64	2.29	3.42	0.07	5.30	1.00	3.45
<i>Plagiogrammopsis vanheurckii</i>		0.26	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Planktoniella sol</i>		0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Pleurosigma</i> spp		0.00	0.00	0.02	0.07	0.00	0.00	0.85	0.00	0.00	0.00	0.01
<i>Proboscia alata</i>		0.00	0.00	0.67	0.00	0.42	0.00	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Proboscia indica</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Pseudo-nitzschia</i> "grupo" <i>delicatissima</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	42.59	0.00	7.68	0.00	1.66	0.00	0.00

	Fecha	06-03-01	15-03-01	15-03-01	15-03-01	20-03-01	20-03-01	20-03-01	02-04-01	02-04-01	02-04-01	02-04-01
	Profundidad	25m	25m	50m	75m	25m	50m	75m	15m	25m	50m	75m
<i>Syracosphaera</i> sp.		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Syracosphaera pulchra</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Umbilicosphaera sibogae</i> var. <i>foliosa</i>		0.02	0.00	1.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
<i>Umbilicosphaera sibogae</i> var. <i>sibogae</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
<u>DICTYOCHOPHYCEAE</u>												
<i>Dictyocha fibula</i>		0.67	1.97	2.00	0.66	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.50	0.01
<i>Dictyocha speculum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Octactis octonaria</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<u>PRYMNESIOPHYCEAE</u>												
<i>Chrysochromulina</i> spp		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Corymbellus aureus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Phaeocystis</i> cf. <i>globosa</i>		11.81	0.00	2.06	1.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Prymnesiophyceae indet		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<u>OTROS</u>												
Cyanophyceae indet.		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cryptophyceae indet.		0.00	10.00	0.00	1.69	11.44	0.00	1.45	23.34	30.36	6.80	0.00
Flagelado indet. < 20 µm		8.14	22.18	35.88	28.59	6.14	11.36	8.68	37.77	12.41	5.01	4.81
Flagelado indet. > 20 µm		2.77	6.04	2.67	1.99	1.69	0.00	0.00	4.02	2.01	4.01	1.99
<i>Solenicola setigera</i>		0.00	0.00	0.00	5.63	0.00	0.00	0.22	1.74	5.38	63.63	2.94

Fecha	24-04-01	24-04-01	24-04-01	03-05-01	03-05-01	03-05-01	14-05-01	14-05-01	14-05-01	28-05-01	28-05-01
Profundidad	25 m	50 m	75 m	25m	50m	75m	25m	50m	75m	25 m	50m
<i>Schuetziella mitra</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
"Tipo" <i>Scripsiella</i>	0.99	0.33	0.00	1.31	0.00	0.00	3.34	0.66	0.33	1.30	0.32
<i>Spatulodinium pseudonociluca</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Thoracosphaera heimii</i>	0.50	0.00	0.66	0.00	0.00	0.66	0.00	0.00	0.33	0.00	0.32
<i>Torodinium robustum</i>	0.09	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	0.02	0.05	0.00	0.00	0.00
Warnowiaceae indet.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00

BACILLARIOPHYCEAE

<i>Asterionellopsis glacialis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Asteromphalus heptactis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Asteromphalus spp.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Bacteriastrum delicatulum</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
<i>Bacteriastrum elongatum</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Bacteriastrum spp.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Céntrica < 20 µm	0.00	0.67	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Céntrica > 20 µm	0.09	0.33	1.99	0.00	0.36	1.31	0.01	0.33	1.31	0.03	0.00
Céntrica sp 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Cerataulina pelagica</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros cf affinis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros cf atlanticus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros costatus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros cf decipiens</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros messanense</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros cf pseudocurvisetus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros rostratus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros spp.</i>	0.00	7.35	0.02	0.00	1.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00

	Fecha	24-04-01	24-04-01	24-04-01	03-05-01	03-05-01	03-05-01	14-05-01	14-05-01	14-05-01	28-05-01	28-05-01
	Profundidad	25 m	50 m	75 m	25m	50m	75m	25m	50m	75m	25 m	50m
<i>Ceratoneis closterium</i>												
+ <i>Nitzschia longissima</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Dactyliosolen blavyanus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Detonula pumila</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Diploneis</i> spp.		0.00	0.00	0.66	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.66	0.00	0.00
<i>Eucampia zodiacus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.31	0.00	0.00
"Tipo" <i>Fragilariopsis</i>		0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00
<i>Guinardia flaccida</i>		0.00	0.00	0.07	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00
<i>Guinardia striata</i>		0.99	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Hemiaulus hauckii</i>		0.00	0.00	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Hemiaulus sinensis</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Lauderia annulata</i>		0.00	0.09	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Leptocylindrus danicus</i>		0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Leptocylindrus minimus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Lioloma elongatum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Lioloma pacificum</i>		0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Meuniera membranacea</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
<i>Neocalyptrella robusta</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Odontella mobiliensis</i>		0.00	0.00	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Paralia sulcata</i>		0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00
Pennada < 20 µm		0.50	0.00	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pennada > 20 µm		6.96	1.34	6.63	0.98	1.36	0.03	1.00	0.37	1.66	0.01	0.01
<i>Plagiogrammopsis vanheurckii</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Planktoniella sol</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Pleurosigma</i> spp		0.02	0.01	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
<i>Proboscia alata</i>		0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.03	0.67	0.00	0.33	0.00	0.00
<i>Proboscia indica</i>		0.00	0.05	0.14	0.00	0.03	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Pseudo-nitzschia</i> "grupo" <i>delicatissima</i>		0.00	0.00	0.66	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00

Fecha	28-05-01	06-06-01	06-06-01	06-06-01	18-06-01	18-06-01	18-06-01	09-07-01	09-07-01	09-07-01
Profundidad	75m	25m	50m	75m	25m	50m	75m	25m	50m	75m
<u>DINOFLAGELLATA</u>										
<i>Alexandrium cf concavum</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Alexandrium spp</i>	0.00	0.00	0.02	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Amphidoma caudata</i>	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Amphidoma spp.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Amphisolenia bidentata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Amphisolenia globifera</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Ceratium platycorne</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Ceratocorys armata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Ceratocorys gourretii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Ceratocorys horrida</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Cochlodinium spp.</i>	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01
<i>Corythodinium frenguelli</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00
<i>Corythodinium cf milneri</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Corythodinium spp.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Corythodinium tessellatum</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dinoflagelados (cistes)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
Dinoflagelado < 20 µm	14.47	32.73	87.99	5.37	17.99	23.62	16.61	36.48	32.93	8.74
Dinoflagelado > 20 µm	1.30	0.66	1.07	0.00	1.01	1.64	0.00	3.66	1.68	0.67
Dinoflagelado 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Dinophysis caudata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Dinophysis cf mucronata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Dinophysis cf ovum</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Dinophysis cf punctata</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Dinophysis cf rotundata</i>	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.02
<i>Dinophysis spp.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00
<i>Dinophysis tripos</i>	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Erythroapsidinium spp.</i>	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00

	Fecha	28-05-01	06-06-01	06-06-01	06-06-01	18-06-01	18-06-01	18-06-01	09-07-01	09-07-01	09-07-01
	Profundidad	75m	25m	50m	75m	25m	50m	75m	25m	50m	75m
<i>Syracosphaera</i> sp.		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Syracosphaera pulchra</i>		0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Umbilicosphaera sibogae</i> var. <i>foliosa</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Umbilicosphaera sibogae</i> var. <i>sibogae</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<u>DICTYOCHOPHYCEAE</u>											
<i>Dictyocha fibula</i>		0.00	0.00	0.05	0.33	1.66	3.28	1.00	0.67	0.66	1.00
<i>Dictyocha speculum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.33
<i>Octactis octonaria</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<u>PRYMNESIOPHYCEAE</u>											
<i>Chrysochromulina</i> spp		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Corymbellus aureus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Phaeocystis</i> cf. <i>globosa</i>		0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	1.24
Prymnesiophyceae indet		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<u>OTROS</u>											
Cyanophyceae indet.		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cryptophyceae indet.		1.65	15.01	16.95	3.40	1.69	5.00	3.40	5.00	1.69	1.70
Flagelado indet. < 20 µm		7.89	8.93	11.77	4.40	3.68	2.62	9.81	17.18	5.69	1.67
Flagelado indet. > 20 µm		0.00	0.66	2.04	0.00	0.02	2.64	2.00	1.38	1.37	1.38
<i>Solenicola setigera</i>		0.00	0.00	75.56	0.00	0.00	0.00	84.51	0.00	1.75	0.29

Fecha	15-07-01	15-07-01	15-07-01	24-07-01	24-07-01	24-07-01	02-08-01	02-08-01	02-08-01
Profundidad	25m	50m	75m	25m	50m	75m	25m	50m	75m
<i>Schuetziella mitra</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
"Tipo" <i>Scripsiella</i>	0.99	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.01	0.00	0.33
<i>Spatulodinium pseudonociluca</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Thoracosphaera heimii</i>	0.00	0.33	0.32	0.00	0.00	0.33	0.00	0.66	0.01
<i>Torodinium robustum</i>	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Warnowiaceae indet.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

BACILLARIOPHYCEAE

<i>Asterionellopsis glacialis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Asteromphalus heptactis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Asteromphalus spp.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
<i>Bacteriastrum delicatulum</i>	0.00	0.00	7.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Bacteriastrum elongatum</i>	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Bacteriastrum spp.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Céntrica < 20 µm	0.00	0.33	0.97	0.33	0.33	0.33	0.01	0.01	0.00
Céntrica > 20 µm	0.01	0.66	0.32	0.01	0.00	1.34	0.00	0.00	0.01
Céntrica sp 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Cerataulina pelagica</i>	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros cf affinis</i>	0.00	0.00	1.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros cf atlanticus</i>	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros costatus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros cf decipiens</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
<i>Chaetoceros messanense</i>	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.67
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros cf pseudocurvisetus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros rostratus</i>	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros spp.</i>	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.67

	Fecha	15-07-01	15-07-01	15-07-01	24-07-01	24-07-01	24-07-01	02-08-01	02-08-01	02-08-01
	Profundidad	25m	50m	75m	25m	50m	75m	25m	50m	75m
<i>Syracosphaera</i> sp.		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Syracosphaera pulchra</i>		0.99	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33
<i>Umbilicosphaera sibogae</i> var. <i>foliosa</i>		0.00	0.00	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Umbilicosphaera sibogae</i> var. <i>sibogae</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00
<u>DICTYOCHOPHYCEAE</u>										
<i>Dictyocha fibula</i>		0.00	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.66	2.95	1.34
<i>Dictyocha speculum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Octactis octonaria</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<u>PRYMNESIOPHYCEAE</u>										
<i>Chrysochromulina</i> spp		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Corymbellus aureus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Phaeocystis</i> cf. <i>globosa</i>		0.00	0.00	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.36
Prymnesiophyceae indet		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<u>OTROS</u>										
Cyanophyceae indet.		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cryptophyceae indet.		0.00	0.00	1.65	5.00	1.70	0.00	0.00	0.00	0.33
Flagelado indet. < 20 µm		3.31	0.00	6.26	4.62	1.00	0.67	9.07	10.27	0.33
Flagelado indet. > 20 µm		1.37	0.05	0.65	0.66	3.69	0.69	0.09	0.05	4.68
<i>Solenicola setigera</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	19.91	0.00	0.00	37.35	87.85

	Fecha	14-08-01	14-08-01	14-08-01	21-08-01	21-08-01	21-08-01	04-09-01	04-09-01	04-09-01
	Profundidad	25m	50m	75 m	25m	50m	75m	25m	50m	75m
<u>DINOFLAGELLATA</u>										
<i>Alexandrium cf concavum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Alexandrium spp</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Amphidoma caudata</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Amphidoma spp.</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Amphisolenia bidentata</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Amphisolenia globifera</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Ceratium platycorne</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Ceratocorys armata</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Ceratocorys gourretii</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Ceratocorys horrida</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Cochlodinium spp.</i>		0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.06
<i>Corythodinium frenguelli</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Corythodinium cf milneri</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Corythodinium spp.</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
<i>Corythodinium tessellatum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dinoflagelados (cistes)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dinoflagelado < 20 µm		17.96	30.02	7.41	40.32	32.76	21.51	26.81	28.48	24.54
Dinoflagelado > 20 µm		0.99	5.57	0.66	2.34	1.68	0.74	3.66	2.00	4.26
Dinoflagelado 1		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Dinophysis caudata</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01
<i>Dinophysis cf mucronata</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Dinophysis cf ovum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Dinophysis cf punctata</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Dinophysis cf rotundata</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Dinophysis spp.</i>		0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01
<i>Dinophysis tripos</i>		0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Erythroapsidinium spp.</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00

	Fecha	14-08-01	14-08-01	14-08-01	21-08-01	21-08-01	21-08-01	04-09-01	04-09-01	04-09-01
	Profundidad	25m	50m	75 m	25m	50m	75m	25m	50m	75m
<i>Goniodoma polyedricum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Goniodoma sphaericum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax cf digitalis</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax cf gabriellae</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax cf monacantha</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax polygramma</i>		0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax scrippsae</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax cf sphaeroidea</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax spinifera</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax</i> spp.		0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.33	0.00	0.00	0.01
<i>Gonyaulax turbynei</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
O. Gymnodiniales indet.		0.00	0.67	0.02	0.35	0.99	1.01	0.01	0.67	0.67
<i>Gymnodinium catenatum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gymnodinium</i> spp.		0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	1.34	0.00
<i>Gyrodinium cf acutum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gyrodinium cf biconicum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gyrodinium crassum</i>		0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00
<i>Gyrodinium falcatum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gyrodinium fusus</i>		0.00	0.01	0.33	0.33	0.00	0.03	0.33	2.34	1.64
<i>Gyrodinium lachryma</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gyrodinium spirale</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gyrodinium</i> spp.		0.00	0.00	0.66	0.01	0.03	0.00	0.01	0.01	0.01
<i>Histioneis depressa</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Histioneis inclinata</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium belone</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium candelabrum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium carnegiei</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium concilians</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium cf contortum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Neoceratium extensum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00

	Fecha	14-08-01	14-08-01	14-08-01	21-08-01	21-08-01	21-08-01	04-09-01	04-09-01	04-09-01
	Profundidad	25m	50m	75 m	25m	50m	75m	25m	50m	75m
<i>Schuettiella mitra</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
"Tipo" <i>Scripsiella</i>		0.00	0.00	0.00	0.33	0.33	0.00	0.00	0.00	0.66
<i>Spatulodinium pseudonociluca</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Thoracosphaera heimii</i>		0.00	0.66	0.02	0.01	0.33	0.33	0.33	0.00	0.33
<i>Torodinium robustum</i>		0.01	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00
Warnowiaceae indet.		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

BACILLARIOPHYCEAE

<i>Asterionellopsis glacialis</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Asteromphalus heptactis</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Asteromphalus spp.</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Bacteriastrum delicatulum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Bacteriastrum elongatum</i>		0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Bacteriastrum spp.</i>		0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Céntrica < 20 µm		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00
Céntrica > 20 µm		0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.66
Céntrica sp 1		0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Cerataulina pelagica</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros cf affinis</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
<i>Chaetoceros cf atlanticus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros costatus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros cf decipiens</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros messanense</i>		0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros peruvianus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros cf pseudocurvisetus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros rostratus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Chaetoceros spp.</i>		0.00	0.00	1.66	0.00	0.00	0.67	0.00	2.00	0.00

Fecha	14-08-01	14-08-01	14-08-01	21-08-01	21-08-01	21-08-01	04-09-01	04-09-01	04-09-01
Profundidad	25m	50m	75 m	25m	50m	75m	25m	50m	75m
<i>Pseudo-nitzschia "grupo" seriata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00
<i>Rhizosolenia setigera</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Rhizosolenia spp.</i>	0.00	0.00	2.32	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
<i>Skeletonema costatum</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Stephanopyxis palmeriana</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Surirella fastuosa var. recedens</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	0.00	0.02	6.96	0.00	0.98	0.33	0.00	0.00	9.50
<i>Thalassiosira spp.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Thalassiothrix longissima</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

COCOLITOFORADOS

<i>Algirosphaera cf robusta</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00
<i>Calciosolenia brasiliensis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.33	0.00	0.67	0.00
<i>Calciosolenia murrayi</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.31
<i>Calyptrolithophora cf gracillima</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Calyptosphaera oblonga</i> + <i>Daktylethra pirus</i>	1.66	0.66	0.00	1.67	0.06	0.00	0.01	1.67	0.00
Cocolitoforado < 20 µm	1.84	3.66	5.06	1.00	4.32	8.43	1.33	5.04	10.00
Cocolitoforado > 20 µm	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00
<i>Coronosphaera mediterranea</i> + <i>C. bidonata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Helicosphaera carterii</i>	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.33	0.01	0.00	0.66
<i>Homozygosphaera cf triarcha</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Michaelsarsia elegans</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Rhabdosphaera clavigera</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Scyphosphaera apsteinii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00

	Fecha	14-08-01	14-08-01	14-08-01	21-08-01	21-08-01	21-08-01	04-09-01	04-09-01	04-09-01
	Profundidad	25m	50m	75 m	25m	50m	75m	25m	50m	75m
<i>Syracosphaera</i> sp.		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Syracosphaera pulchra</i>		0.00	0.35	0.00	0.00	0.33	0.00	0.01	0.00	0.00
<i>Umbilicosphaera sibogae</i> var. <i>foliosa</i>		0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Umbilicosphaera sibogae</i> var. <i>sibogae</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<u>DICTYOCOPHYCEAE</u>										
<i>Dictyocha fibula</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.33	0.00	0.00
<i>Dictyocha speculum</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Octactis octonaria</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<u>PRYMNESIOPHYCEAE</u>										
<i>Chrysochromulina</i> spp		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Corymbellus aureus</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Phaeocystis</i> cf. <i>globosa</i>		0.00	0.00	0.57	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00
Prymnesiophyceae indet		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<u>OTROS</u>										
Cyanophyceae indet.		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cryptophyceae indet.		1.69	1.67	1.69	3.40	0.33	1.69	0.00	1.70	1.67
Flagelado indet. < 20 µm		5.72	7.30	10.45	6.77	6.31	0.66	6.39	13.57	0.33
Flagelado indet. > 20 µm		0.12	2.62	1.99	0.67	0.66	0.66	1.35	1.38	3.28
<i>Solenicola setigera</i>		0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	1.85	0.29	0.00	0.00

