

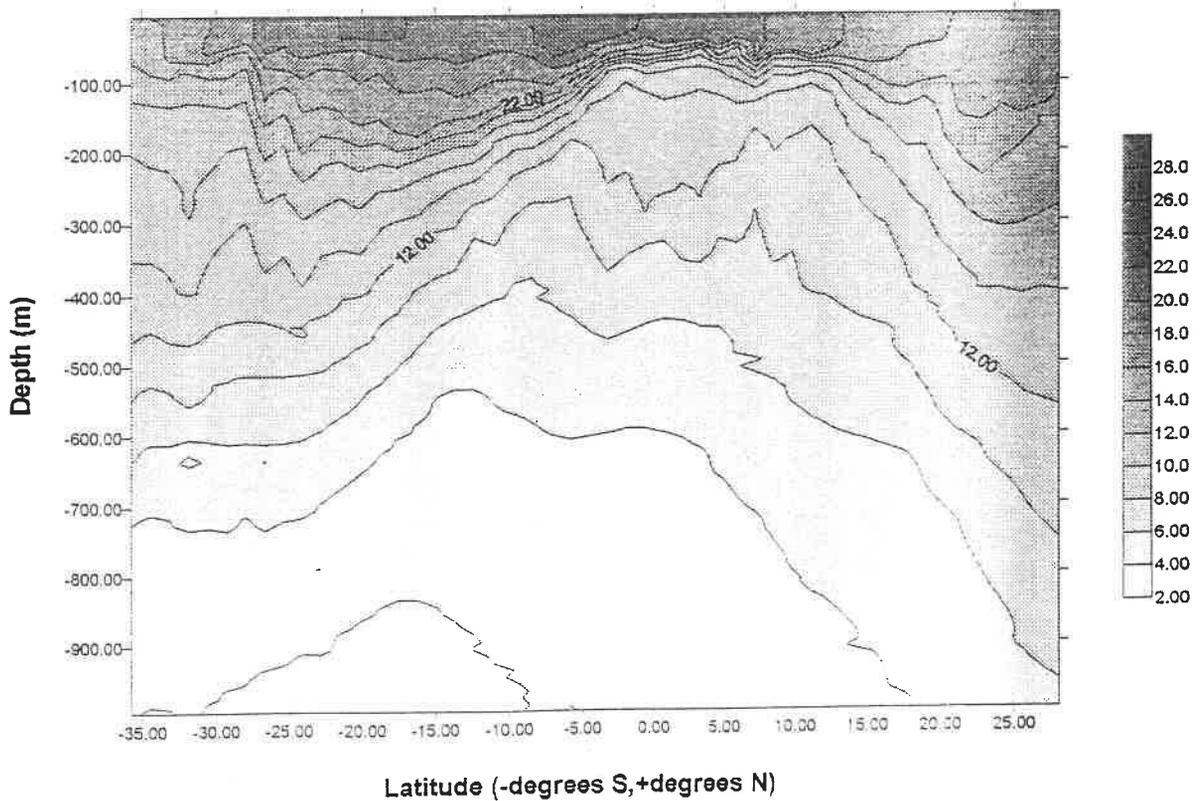
Informe

Campaña Oceanográfica LATITUD-I

5 de Marzo - 15 de Abril de 1995

BIO Hespérides

LATITUDE Temperature (C)



OBJETIVOS

La campaña LATITUD-I, ha sido la primera de las dos campañas del proyecto PATRONES LATITUDINALES EN LA REGULACION DE LA PRODUCCION PLANCTONICA OCEANICA, proyecto financiado por la CICYT, con el nº de referencia AMB94-0739. Se ha realizado en el tránsito de vuelta de la Antártida del BIO-Hespérides , y tuvo su inicio en Punta Arenas el 5 de Marzo y finalizó en Santa Cruz de Tenerife, el 15 de Abril.

El objetivo fundamental del proyecto es **comprobar la hipótesis de que los balances metabólico y de fotones de la capa fótica del océano varían sistemáticamente con la latitud.**

Este objetivo principal representa, de hecho, el resultado conjunto de una serie de objetivos concretos. Estos objetivos se resumen globalmente en los siguientes:

1. Desarrollo y validación de modelos predictivos que permitan modelar la relación entre respiración, producción neta, y propiedades de absorción de luz de la comunidad planctónica y su producción primaria, y describir su variación latitudinal.
2. Desarrollo y validación de modelos bioópticos que describan la relación entre el color del océano y respiración y producción nueva de la comunidad planctónica.
3. Dilucidación de la importancia de la disponibilidad de recursos (nutrientes, carbono, y luz) frente a consumo (hervivorismo) en la regulación de la producción planctónica a lo largo de un gradiente de latitud, con la variación en producción asociada.

CALENDARIO.

El 5 de Marzo de 1995 a las 12:00 partimos de Punta Arenas (Chile) acompañados de un oficial de la armada argentina (Teniente de Navío Rubén Fragitte) designado por las autoridades Argentinas como supervisor del muestreo planeado en la plataforma continental de este país. El muestreo comenzó a las 01:00 del 6 de Marzo, hora a la que llegamos a la primera estación de la campaña tras salir del canal de Magallanes y alejarnos de la zona de fuertes corrientes cercana a la entrada del canal. Después de realizar 21 estaciones localizadas en la plataforma continental argentina, y sin ningún contratiempo, atracamos en la darsena norte de Buenos Aires el 12 de Marzo a las 10:00 horas. El 15 de Marzo a las 10:00 de la mañana dejamos el puerto de Buenos Aires y nos dirigimos hacia la estación 22, localizada a 200 millas de la costa Uruguaya. Al comenzar el muestreo en la estación 22 se observó el mal funcionamiento de los sensores de conductividad, temperatura y fluorescencia del CTD. Los técnicos de mantenimiento (Mario Manriquez y Pedro Jornet) procedieron a la limpieza de estos sensores, y los sensores de fluorescencia y temperatura volvieron a funcionar normalmente, pero no el de conductividad. Dado que la salinidad es un dato fundamental para el estudio, al finalizar la estación 22 se procedió a cambiar el CTD MarkV, que se estaba utilizando, por el de reserva (Mark III). Los sensores de este CTD funcionaban correctamente y fue el que se siguió utilizando durante el resto de la campaña. La mañana del 21 de Marzo, 19 horas después de haber finalizado la estación 35, localizada a 200 millas de la costa brasileña, entramos en la bahía de Guanabara, y atracamos en el puerto de Río de Janeiro a las 10:00. Después de disfrutar de la parada en puerto, el 24 de Marzo a las 10:00 abandonamos Río de Janeiro y nos dirigimos hacia la estación 36, alejada más de 200 millas de la costa brasileña. Ya a bordo, repasamos con el oficial de derrota la correcta posición de las estaciones próximas a las costas brasileñas, para cerciorarnos de que no estaban dentro de sus aguas jurisdiccionales. La línea de estaciones del Meridiano 30 Oeste incluía algunas cercanas a las islas brasileñas Fernando de Noronha, habitadas permanentemente. Por esta razón y para evitar nuestra posible intrusión en las aguas jurisdiccionales de Brasil, cambiamos la línea de estaciones a otro meridiano, al 29 Oeste. El 28 de Marzo, con la realización de la estación 47, entramos en la línea de estaciones del Meridiano 29. Al realizar la estación 50, tuvimos un incidente al medir el espectro de luz submarina con el espectroradiómetro. Una mala maniobra y la fuerte corriente provocaron la rotura del cable de comunicaciones. Con la ayuda del Cabo Guillermo y del Contramaestre conseguimos recuperar el sensor sin ningún daño, así como parte del cable (perteneciente éste último al Dr. Markager de la Universidad de Copenhague), la otra parte se enredó en la hélice de popa del buque. Al finalizar la estación 54, pasamos el ecuador del muestreo de la campaña con gran alegría. El

ecuador geográfico lo cruzamos el 3 de Abril, en la estación 70, al finalizarla recibimos a bordo la visita del rey Neptuno. Debido a que nuestro balance de tiempo era muy positivo, modificamos la posición de las últimas 8 estaciones: las situamos en la línea del meridiano 29 Oeste, mas acorde con la continuidad del estudio latitudinal. Finalizamos la estación número 108, el 11 de Abril, a las 16:00, con ella acabamos el muestreo de la campaña LATITUD-I. El 14 de Abril a las 00:15 llegamos al puerto de Santa Cruz de Tenerife para que el buque tuviera tiempo de repostar y descargar el material científico de algunos participantes. A las 15:00 salimos a la mar. El 15 de Abril de 1995 a las 9:00, en Santa Cruz de Tenerife, los participantes de la campaña LATITUD desembarcamos del BIO Hespérides.

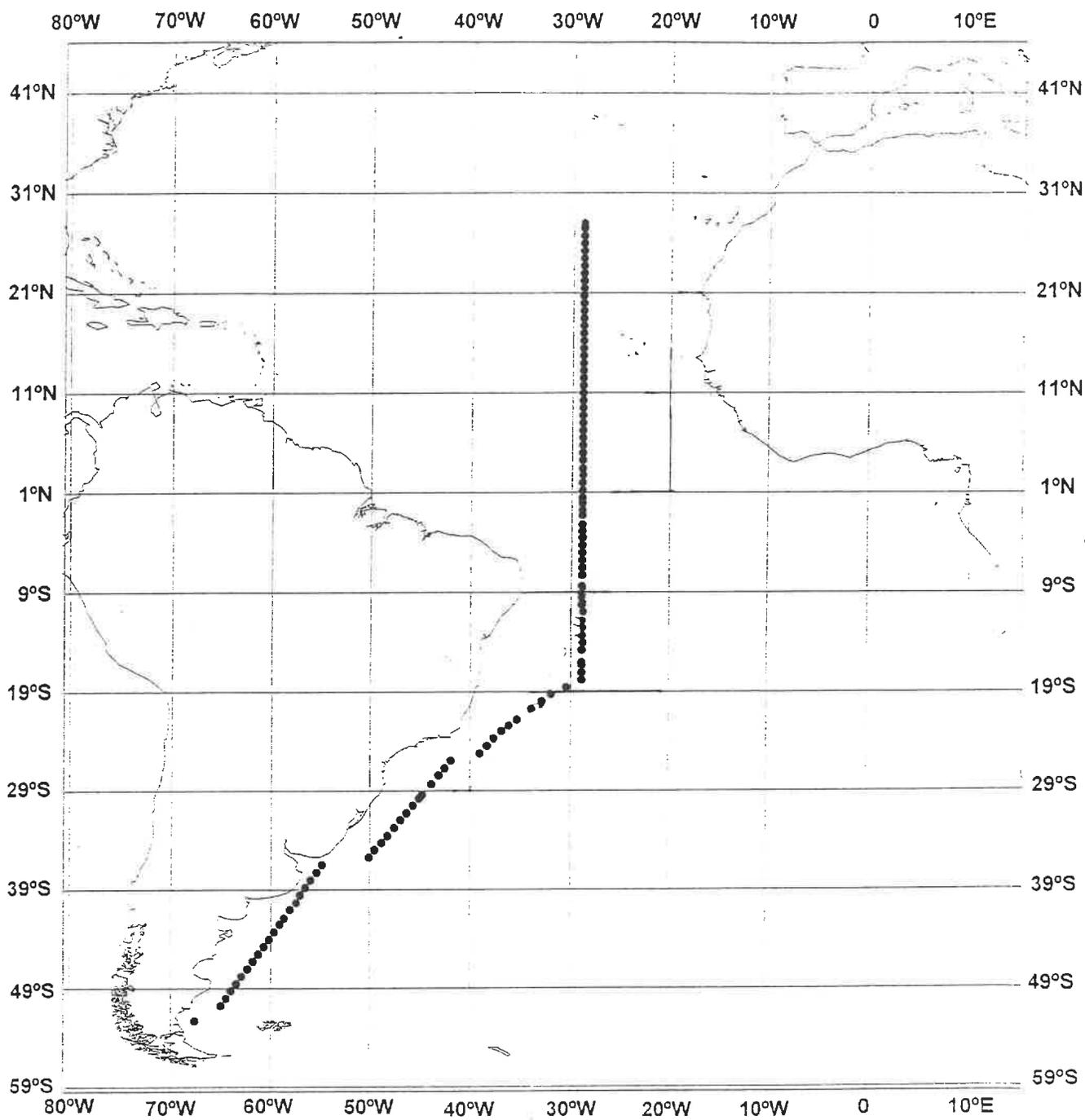
TRAYECTO Y ESTACIONES.

La variación latitudinal estudiada comprendió 80° en total, desde la latitud 52° Sur hasta los 28° Norte (Fig. 1). Se realizaron un total de 108 estaciones, cuya fecha, hora de inicio y posición se detallan en la tabla contigua.

Station	Month	Day	Hour:Min GMT	Hour:Min Local	Latitude South	Longitude Western
1	3	5	01:30	20:30	52° 16'	67° 38'
2	3	6	12:13	08:13	50° 45'	65° 1'
3	3	6	17:51	13:51	49° 59'	64° 29'
4	3	6	22:40	18:40	49° 14'	63° 57'
5	3	6	03:06	23:06	48° 30'	63° 26'
6	3	7	07:45	03:45	47° 45'	62° 54'
7	3	7	12:07	08:07	46° 59'	62° 22'
8	3	7	17:30	13:30	46° 14'	61° 49'
9	3	7	22:22	18:22	45° 30'	61° 18'
10	3	7	02:59	22:58	44° 45'	60° 46'
11	3	8	07:20	03:19	43° 59'	60° 13'
12	3	8	11:57	07:57	43° 14'	59° 41'
13	3	8	17:10	13:10	42° 29'	59° 9'
14	3	8	22:16	18:16	41° 51'	58° 42'
15	3	8	03:45	23:45	41° 0'	58° 6'
16	3	9	08:18	04:18	40° 15'	57° 24'
17	3	9	12:41	08:40	39° 29'	57° 2'
18	3	9	17:19	13:19	38° 44'	56° 30'
19	3	9	22:28	18:28	38° 0'	55° 58'
20	3	9	03:57	23:57	37° 15'	55° 26'
21	3	10	08:04	04:04	36° 29'	54° 53'
22	3	17	04:14	01:13	35° 44'	50° 8'
23	3	17	08:55	05:55	34° 59'	49° 35'
24	3	17	14:15	11:15	34° 14'	48° 52'
25	3	17	21:12	18:12	33° 34'	48° 18'
26	3	17	03:36	00:36	32° 45'	47° 35'
27	3	18	10:41	07:40	31° 56'	46° 57'
28	3	18	17:50	14:49	31° 15'	46° 20'
29	3	18	01:12	22:12	30° 29'	45° 42'
30	3	19	07:40	04:40	29° 45'	45° 5'
31	3	19	11:03	08:03	29° 21'	44° 46'

Station	Month	Day	Hour:Min GMT	Hour:Min Local	Latitude South	Longitude Western
32	3	19	19:50	16:49	28° 22'	43° 53'
33	3	19	02:21	23:21	27° 29'	43° 12'
34	3	20	08:16	05:16	26° 45'	42° 36'
35	3	20	13:38	10:37	25° 59'	42° 0'
36	3	25	09:40	06:40	25° 14'	39° 7'
37	3	25	16:28	13:28	24° 30'	38° 26'
38	3	25	23:43	20:43	23° 44'	37° 46'
39	3	26	06:37	04:37	22° 59'	37° 0'
40	3	26	12:03	10:03	22° 26'	36° 15'
41	3	26	20:45	18:45	21° 50'	35° 26'
42	3	27	06:45	04:45	20° 45'	34° 0'
43	3	27	14:05	12:04	19° 59'	33° 0'
44	3	27	23:01	21:01	19° 13'	32° 0'
45	3	28	09:15	07:15	18° 30'	30° 29'
46	3	28	20:13	18:13	17° 45'	29° 0'
47	3	28	01:20	23:19	17° 0'	29° 0'
48	3	29	06:54	04:54	16° 14'	29° 0'
49	3	29	11:38	09:37	15° 59'	29° 0'
50	3	29	17:10	15:10	14° 45'	29° 0'
51	3	29	23:25	21:25	14° 0'	28° 54'
52	3	30	05:20	03:19	13° 15'	29° 0'
53	3	30	12:07	10:07	12° 30'	28° 59'
54	3	30	18:51	16:51	11° 49'	29° 0'
55	3	30	23:35	21:34	10° 59'	28° 29'
56	3	31	04:30	02:30	10° 14'	28° 59'
57	3	31	09:20	07:19	9° 30'	28° 59'
58	3	31	13:51	11:51	9° 7'	29° 0'
59	3	31	19:35	17:34	8° 21'	28° 59'
60	4	31	01:45	23:45	7° 14'	28° 59'
61	4	1	10:00	08:00	6° 29'	29° 0'
62	4	1	16:30	14:30	5° 44'	29° 1'
63	4	1	21:56	19:55	5° 0'	29° 0'
64	4	2	02:53	00:53	4° 15'	29° 0'
65	4	2	07:45	05:45	3° 30'	29° 0'
66	4	2	13:20	11:19	2° 50'	29° 1'
67	4	2	19:42	17:42	2° 11'	29° 1'
68	4	2	01:50	23:49	1° 15'	28° 59'
69	4	3	05:05	03:04	0° 45'	28° 59'

Station	Month	Day	Hour:Min GMT	Hour:Min Local	Latitude North	Longitude Western
70	4	3	09:17	07:16	0° 4' N	29° 0'
71	4	3	14:08	12:07	0° 30'	29° 0'
72	4	3	20:38	18:37	1° 14'	28° 59'
73	4	3	01:14	23:13	1° 59'	29° 0'
74	4	4	06:16	04:16	2° 45'	28° 58'
75	4	4	11:47	09:46	3° 24'	29° 0'
76	4	4	19:35	17:34	4° 14'	29° 0'
77	4	4	00:20	22:19	4° 58'	29° 0'
78	4	5	05:25	03:25	5° 44'	29° 0'
79	4	5	11:25	09:25	6° 29'	28° 59'
80	4	5	18:34	16:34	7° 14'	29° 0'
81	4	5	23:37	21:37	7° 59'	29° 0'
82	4	6	04:22	02:22	8° 45'	29° 0'
83	4	6	10:37	08:37	8° 30'	29° 0'
84	4	6	16:30	14:30	10° 14'	29° 0'
85	4	6	21:15	19:15	11° 0'	29° 0'
86	4	6	01:46	23:46	11° 45'	29° 0'
87	4	7	06:16	04:16	12° 30'	29° 0'
88	4	7	10:39	08:39	13° 14'	29° 0'
89	4	7	18:18	16:17	13° 58'	29° 0'
90	4	7	23:00	21:00	14° 44'	29° 0'
91	4	8	03:40	01:40	15° 29'	29° 0'
92	4	8	08:14	06:13	16° 15'	29° 0'
93	4	8	14:26	12:25	17° 0'	29° 0'
94	4	8	21:01	19:01	17° 44'	29° 0'
95	4	8	01:20	23:19	18° 30'	29° 0'
96	4	9	05:47	03:46	19° 15'	28° 59'
97	4	9	10:00	08:00	20° 0'	29° 0'
98	4	9	17:20	15:19	20° 44'	29° 1'
99	4	9	21:45	19:45	21° 29'	29° 0'
100	4	9	01:52	23:52	22° 15'	28° 59'
101	4	10	06:15	04:15	23° 0'	29° 0'
102	4	10	10:45	08:45	23° 45'	29° 0'
103	4	10	17:35	15:34	24° 29'	29° 1'
104	4	10	22:08	20:07	25° 14'	29° 0'
105	4	11	02:05	00:05	26° 0'	29° 0'
106	4	11	06:10	04:10	26° 44'	29° 0'
107	4	11	10:05	08:04	27° 30'	29° 0'
108	4	11	16:00	14:00	27° 59'	29° 1'



Las estaciones se diferenciaron en dos tipos, largas y cortas, dependiendo de las actividades de muestreo que se realizaban en cada una.

Estaciones largas:

Se realizaron un total de 52 estaciones largas. Dado que eran las estaciones en las que se hacían medidas submarinas de luz, las estaciones largas fueron siempre de día. En ellas se realizaba:

- Perfil de CTD. hasta 1000 m máximo de profundidad.
- Muestreo de agua a distintas profundidades con botellas Niskin conectadas a la rosette..
- Pescas verticales de zooplancton con red WP2
- 2 medidas de luz con espectralradiómetro, para registro del espectro de la luz submarina descendente y ascendente.

Estaciones cortas:

Se realizaron un total de 56 estaciones cortas, que al no incluir medidas de luz se realizaban generalmente de noche. En ellas el muestreo consistió en la realización de:

- Perfil de CTD hasta un máximo de 1000 m de profundidad.
- Muestreo de agua a distintas profundidades con botellas Niskin conectadas a la rosette.
- En algunas estaciones se incluyeron pescas verticales de zooplancton con red WP2.

Durante toda la travesía de la campaña, del circuito de toma de agua superficial continuo se tomaron registros de salinidad y temperatura con el termosalinógrafo y de fluorescencia en vivo con el fluorímetro Turner Designs.

PARTICIPANTES

**Susana Agustí
Teresa Cámara
Gustavo Carreras
Just Cebrían
Marian Claramunt
Carlos Duarte
Timothy Granata
Paola Mura
Paola Satta**

Centro de Estudios Avanzados de
Blanes (CSIC)
Camí de Sta Bàrbara s/n
17300 Blanes, Girona
Spain
Phone: 34-72-336101
Fax: 34-72-337806
sagusti@ceab.es
duarte@ceab.es
paola@ceab.es
tim@ceab.es

**Pedro Jornet
Mario Manríquez
Juan Carlos Martínez
(BIO Hesperides Technical Assistance)**

**Albert Calbet
Pep Gassol
Dolors Vaqué
Evaristo Vazquez**

Institut de Ciències del Mar (CSIC)
Pg Joan de Borbó s/n
08039 Barcelona
Spain
Phone: 34 3 2216416
Fax: 34 3 2217340
pepgasol@cucafera.icm.csic.es,
dolors@cucafera.icm.csic.es,
evaz@cucafera.icm.csic.es,
acalbet@cucafera.icm.csic.es

Martín Merino

Marine Science and Limnology Institute
Universidad Nacional Autónoma de
Mexico. Mexico DF
Mexico
Phone:
Fax: 52 5 659 8088
mmerino@redvax1.dgsca.unam.mx

Margarita E. Gallegos Martínez Maria Aime Rodriguez

Departamento de Hidrobiología CBS
Universidad Autónoma Metropolitana-
Iztapalapa
A. Postal 55-535
Mexico DF 09340
Phone: 52 5 7244737
Fax: 52 5 6128083
Laboratorio de Ecosistemas Costeros
Phone: 52 5 7244745
Fax: 52 5 6128083

**Mette Hein
Birgit Kjoller
Stiig Markager**

The Freshwater Biological Laboratory
University of Copenhagen
Helsingorsade 51
DK-3400 Hillerod
Denmark
Phone: 45 42 267600
Fax: 45 48 241476
(Mette) mhfb1@inet.uni-c.dk
(Stiig) flabms@inet.uni-c.dk

**Roxanne Maranger
Dolors Planas**

Departament des Sciences Biologiques
Université de Québec á Montreal
Casse Postale 8888, succursale A
Montreal, Quebec
Canada H3C 3P8
Phone:
Fax: 1-514-9873635
planas.dolores@uqam.ca.
d365350@er.uqam.ca

Monserrat Vidal

Departamento de Ecología
Facultat de Biología
Universitat de Barcelona
Diagonal 645
Barcelona 08028
Spain
Phone: 34 93 4021507
Fax: 34-93- 4111438
mvidal@porthos.bio.ub.es

Ramiro A. Varela

Facultade de Ciencias
Depto. Fisica Aplicada
Universidade de Vigo
Lagoas-Marcosende s/n
Aptdo. 874 36200 Vigo
Phone 34 86 812640
Fax: 34 86 812556
rvarela@uvigo.es

Javier Gilabert

Plymouth Marine Laboratory
Prospect Place
Plymouth, PL1 3DH
UK
Phone: 44 01 752 222772
FAX: 44 01 752 670637
jgi@pml.ac.uk

Mark Dowel

Institute for Remote Sensing Applications
Ispra, Italy

Hydrografía y Dinámica General

por Tim Granata y Carlos M. Duarte

Objetivos:

Aportar el marco dinámico necesario para explicar las limitaciones físicas a la producción biológica en el transecto meridional desarrollado, así como enriquecer el conocimiento existente sobre la dinámica oceanográfica general en el Sur y Centro del Atlántico occidental, un área relativamente poco estudiada del océano.

Aproximación y Métodos:

El estudio se realizó en base a dos tipos de aproximaciones:

(1) Adquisición de datos en estaciones, con énfasis en la variabilidad vertical de propiedades que pueden ser examinadas con sensores. El muestreo se distribuyó verticalmente de forma a obtener una mejor resolución en la capa fótica y las aguas inmediatamente inferiores (i.e. desde 0 a 200 m), extendiéndose el muestreo, pero con menor resolución a las aguas hasta 400 m o (aprox. 1/3 de las estaciones) 1000 m, siempre que la profundidad lo permitiera (Tabla 1). Los registros de sensores, sin embargo, aprovecharon la gran resolución del CTD usado, obteniéndose una resolución de cada metro dentro de la columna de agua muestreada. Esto permite abordar con éxito los cálculos necesarios para alcanzar los objetivos planteados.

y,

(2) Registros continuos de propiedades oceanográficas durante la navegación del buque, con énfasis en aspectos de la dinámica de la capa superficial. Estos registros aprovecharon la toma de agua de profundidad (-5 m) del BIO Hespérides, para obtener medidas de temperatura, salinidad, y fluorescencia (un índice de la biomasa de fitoplancton) cada minuto, que fueron posteriormente asociados a los registros de

meteorología y de navegación del buque. La disponibilidad de un ADCP en el buque permitió el seguimiento continuo de la estructura vertical de corrientes durante el trayecto.

Los perfiles verticales de propiedades oceanográficas se obtuvieron en cada estación (Tabla 1) mediante un CTD marca MARK-V (estaciones 1 a 21) y, por avería del anterior, MARK -III (estaciones 22 a 108), equipados con sensores de conductividad, presión, temperatura, fluorescencia, y transmisómetro. Aunque los CTD's contaban con sensor de oxígeno, estos datos no se utilizaron debido a problemas de resolución, y las medidas disponibles de esta variable corresponden a titulaciones por el método Winkler.

La velocidad de descenso del CTD se ajustó de forma a alcanzar una resolución vertical de 0.1 m, para promediar posteriormente el registro obtenido, una vez purgado de errores, cada 1-m de profundidad. Los datos obtenidos de los sensores de conductividad (salinidad en ppt) y de temperatura (en ° C) se calibraron mediante la medida, con un salinómetro "Minisal 2-100" de 0.005 ppt de precisión, y un termómetro de inversión de alta precisión (precisión 0.001 ° C), de muestras obtenidas en la profundidad a la que se recogió la muestra más profunda en cada estación (Tabla 1). El transmisómetro se calibró mediante la inserción, con el sensor en el aire y en oscuridad, de filtros de densidad conocida, permitiendo la conversión de la señal (voltaje) a unidades de coeficiente de atenuación de luz direccional. La fluorescencia no se calibró debido a que, al transitar por distintas masas de agua a lo largo del transecto, la relación fluorescencia / clorofila variaba frecuentemente. Los datos de fluorescencia tienen, por tanto, un valor relativo (voltaje).

Las velocidades horizontales (u, v) se obtuvieron con un sensor ADCP (perfilador de corrientes por el efecto acústico Doppler, RD Instruments) de 150 Hz. Las medidas se obtuvieron cada 1.23 segundos, y fueron promediadas cada 5 minutos. Los datos de transectos, obtenidos en el tránsito entre estaciones, se obtuvieron siempre que el buque tuviera una velocidad constante superior a 9.0 nudos. En las estaciones se restringió la obtención de datos a situaciones en que la velocidad del buque fuera inferior a 1.5 nudos. Los datos de ADCP se corrigieron para el sesgo del ángulo de los 4 transductores acústicos, con una precisión resultante de 1 cm/s.

Cálculos

Para hacer más manejable la información, algunos datos fueron promediados, reduciendo así el error que pudieran contener. Así, por ejemplo, los datos derivados de los sensores en continuo fueron promediados en pasos de 10 minutos, correspondiente, durante el desplazamiento del buque, a unos 3.3. Km, en cualquier caso inferior a la

dimensión de la escala de deformación interna de Rossby, que fija la escala de procesos de mesoescala.

Los datos de (densidad y presión) del CTD se usaron para calcular la frecuencia de Brunt-Vaisala a partir de la pendiente, normalizada para la densidad promedio, entre la densidad y la presión:

La frecuencia de Brunt-Väisälä (N^2) se calculó a partir de estimas de densidad según la expresión: $\frac{-g}{\rho_0} \frac{\Delta\rho}{\Delta z}$, donde g es la aceleración de la gravedad, $\frac{\Delta\rho}{\Delta z}$ es el gradiente vertical de densidad, y ρ_0 es la densidad promedio entre las profundidades consideradas Δz . A partir de los datos de corrientes obtenidos con el ADCP se calculó la diferencia de velocidad entre capas de agua contiguas ("shear"). El "shear" vertical se calculó

como: $\sqrt{\left(\frac{\Delta u}{\Delta z}\right)^2 + \left(\frac{\Delta v}{\Delta z}\right)^2}$. y junto con la frecuencia de Brunt-Vaisala, permitió aproximar el número de Richardson para el gradiente a través de la expresión:

$$Ri = N^2 \left(\sqrt{\left(\frac{\Delta u}{\Delta z}\right)^2 + \left(\frac{\Delta v}{\Delta z}\right)^2} \right)^{-2}$$

Las anomalías de densidad (σ_t) se usaron para elaborar cálculos geostroficados, con referencia a una profundidad común, que permiten calcular el flujo geostrofico E-O. La combinación de la estimación de Ri se usará para acotar, mediante la aplicación de un modelo, el valor del parámetro de difusividad de eddy, que, junto, con el gradiente en propiedades escalares se usará para calcular el transporte vertical de las mismas.

Resultados

Debido las características contrastadas entre el trayecto por la plataforma de la Patagonia (Canal de Magallanes a Buenos Aires), con profundidades siempre inferiores a los 200 m, y el resto del transecto, con profundidades siempre superiores a 1500 m, estos dos trayectos se han separado para su análisis, al reflejar procesos totalmente distintos.

Plataforma de la Patagonia:

La salinidad aumentó progresivamente de S a N a lo largo del transecto, reflejando la mezcla entre el agua proveniente de la corriente de Brasil, al

Norte, y el agua subantártica, al Sur (check). La masa de agua ocupaba, en cada estación, toda la columna de agua (Fig. 1). El examen del patrón de variación en temperatura revela un calentamiento progresivo del agua hacia el Norte (unos 5 °C en el trayecto), con aguas mezcladas hasta 50 o S, y una fuerte termoclina extendiéndose desde esta posición hasta 38 o S (Figs. 2 y 3 [hacer 3 perfiles verticales como figura 2]). El perfil de la termoclina a lo largo del trayecto revela la presencia de lo que parece ser una onda interna de largo período atrapada en la plataforma continental (Fig. 3), y que asciende con una inclinación de aprox. 20 m entre 50 y 38 o S, que refleja la variación latitudinal en calentamiento. Existe también, en un examen detallado de los datos, evidencia de una intrusión de agua de la termoclina hacia la superficie en, al menos, una par de zonas (44 o y 40 o S, Fig. 3), lo que sugiere un papel importante de la turbulencia en el transporte vertical del agua en estas zonas. La mayor variación en temperatura que en salinidad implica que las variaciones en densidad sean debidas sobre todo a los patrones observados en la temperatura, como puede inferirse de la similitud entre ambas propiedades (Figs. 3 y 4).

La distribución de fluorescencia muestra que las poblaciones de fitoplancton deben estar limitadas a la capa más superficial, y que la extensión de la capa de agua que ocupan disminuye, siguiendo la pendiente de la termoclina, de Sur a Norte (Fig. 5). Las intrusiones de agua de la termoclina observadas en 44 o y 40 o S (Fig. 3) se corresponden con áreas de elevada densidad de fitoplancton (Fig. 5), lo que sugiere que el transporte de nutrientes asociado a estos episodios de intrusión es fundamental para el mantenimiento de una alta biomasa al fin del verano austral, cuando los nutrientes de la capa de mezcla, particularmente el nitrato (ver más abajo), están prácticamente agotados.

Los patrones extraídos del examen de los datos adquirido en las estaciones, se confirman a través del estudio de los registros obtenidos en continuo (Fig. 6) que demuestran: (1) el progresivo calentamiento de S a N, con la intrusión de aguas más frías, que proceden de la termoclina (Fig. 3), a 44 o y 40 o S, y (2) la asociación entre estos episodios de intrusión de agua fría y la proliferación de fitoplancton en la capa de mezcla. La circulación sobre la plataforma se caracteriza por un dominio del transporte en la dirección N-S, y un transporte neto para toda la zona en la dirección E-W próxima 0 (Fig. 7). Un examen más detallado refleja un cambio en la dirección y magnitud dominante del flujo de flujo elevados E-W al sur, a flujos N-S en el Norte de la plataforma (Fig. 7). Estas oscilaciones se podrían deber a la onda identificada sobre la plataforma, lo que requiere cálculos más detallados.

Las corrientes en la plataforma de Patagonia cambiaron periódicamente de dirección y velocidad durante el transecto (Fig. 8A). Además la velocidad en el componente v (norte- sur) fue mayor, en promedio, que el componente u (este-oeste). Hay evidencia de un ola interna justo debajo de

la pycnoclina, como muestran los cambios en la magnitud de las velocidades u y v (Fig. 8B). La ola produce "shear" de la velocidad vertical (Fig. 9) que es más fuerte cuando la profundidad de la plataforma disminuye a menos de 100 m sobre 41 S de latitud. La frecuencia de Brunt-Väisälä (B-V) fue máxima en la pycnoclina y disminuyó bruscamente justo debajo de ella (Fig. 10). El alto "shear" bajo la pycnoclina supone la reducción del número de Richardson (Ri) a un valor < 0 (Fig. 11), que suggests la posibilidad de turbulencia y mezcla vertical.

Los fenómenos descritos se reflejan claramente en los datos obtenidos por el sistema de medida en continuo (Fig. 12), que reflejan claramente intrusiones de aguas más frías, dentro del patrón de calentamiento de S a N, asociadas a la turbulencia aparentemente generada por la interacción entre la topografía y la ola interna hacia 45 S y 41 S. Estos procesos tienen una respuesta en la comunidad de fitoplancton, reflejada en el aumento de fluorescencia en superficies en esas zonas (Fig. 12).

Transecto Meridional (38 S a 28 N).

El transecto meridional muestra claramente el progresivo calentamiento del agua superficial hacia el Ecuador (Fig. 13), con aguas más calientes para la misma latitud en el hemisferio S que en el hemisferio N, debido a la situación estacional (i.e. primavera en el hemisferio N, y Otoño en el S). El hecho más destacado y que tiene importantes consecuencias biogeoquímicas, es la ascensión de agua intermedia formada en la Antártida hacia el Ecuador, produciendo un fenómeno de surgencia que se aprecia claramente en el registro de temperatura (Fig. 13), pero que no es detectable en superficie y permanece, por tanto, oculto a sensores a bordo de satélites. Como consecuencia de este ascenso de agua intermedia, se produce un gradiente en el grosor de la capa de mezcla, la intensidad de la estratificación, y la proximidad de las aguas frías, ricas en nutrientes a la capa iluminada (Fig. 13), que sin duda tienen un papel dominante en el control de la producción biológica (ver capítulos relevantes del informe).

La distribución de salinidad en el transecto (Fig.14) confirma el ascenso de agua intermedia reflejado en el de temperatura. Es destacable, así mismo, la intrusión de una masa de agua más salina desde el N hacia el Ecuador, que probablemente tiene un origen Mediterráneo, y que puede tener una cierta importancia en las comunidades oceánicas como inóculo de organismos transportados con esa capa de agua. Más aún, la intrusión de agua salada indica un flujo superficial de N a S, mientras que el flujo de agua profundo es de S hacia N, transportando el agua intermedia Antártica que llega, en el Ecuador a la proximidad de la capa iluminada (Figs. 13,14).

A pesa de la variación en salinidad en el transecto, las diferencias en densidad apreciadas (Fig. 15) son claramente atribuibles a las diferencias

en temperatura, mientras que la salinidad juega un papel muy limitado en el control de la estratificación vertical en el Atlántico Oeste.

Las consecuencias de la dinámica de las masas de agua a lo largo del transecto se reflejan claramente en la distribución de fluorescencia (Fig. 11), que refleja la presencia, entre 35 S y 15 N, de un máximo profundo de fluorescencia (indicativo de una densidad máxima de pigmentos fotosintéticos en profundidad, Fig 16). La profundidad a la que se sitúa este máximo asciende desde 35 S hacia el Ecuador, donde se apoya en la termoclina, y refleja un equilibrio entre la disponibilidad de luz y el flujo de nutrientes de capas profundas para sustentar una producción mayor (ver más adelante).

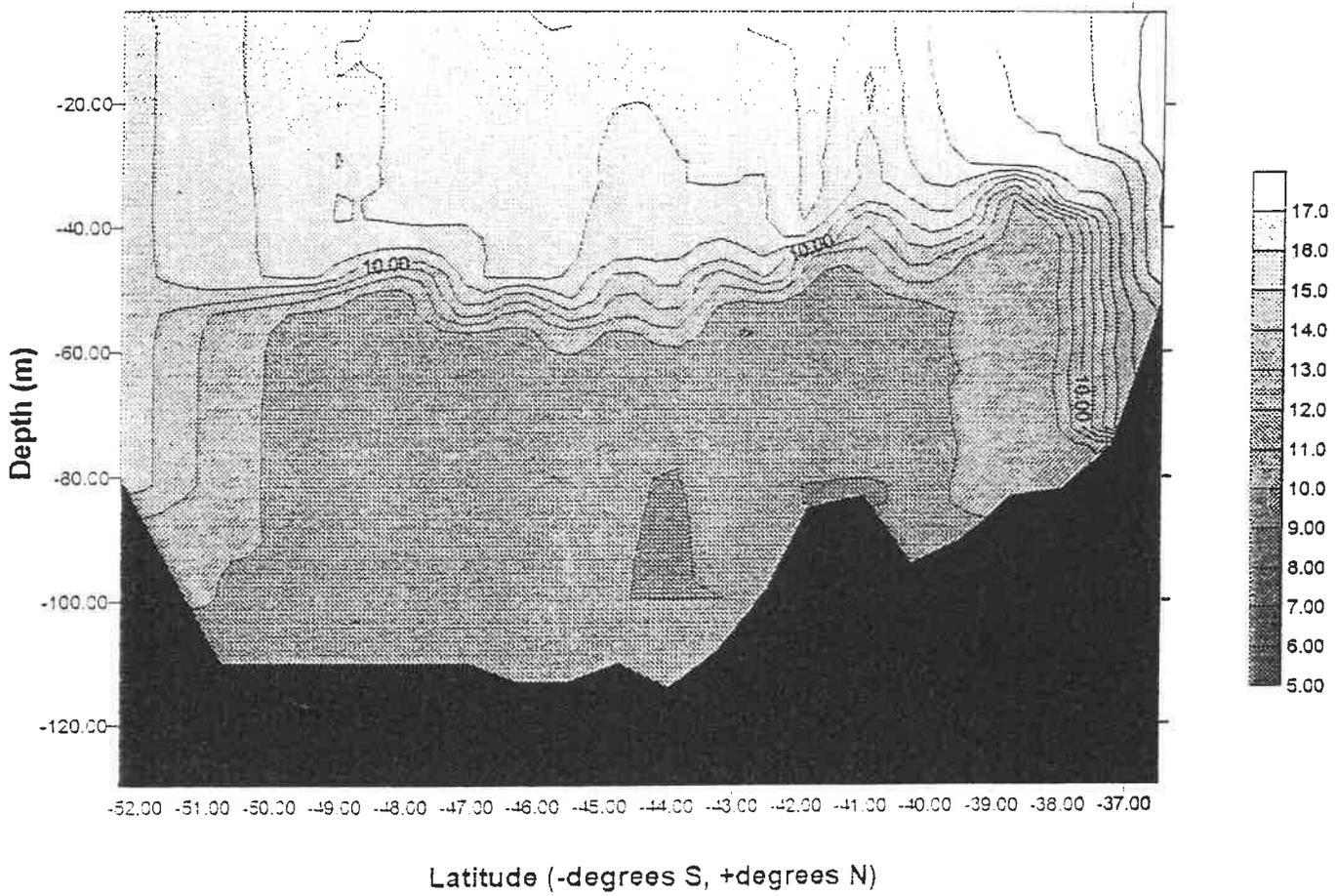
Los resultados descritos se están procesando para calcular los parámetros descriptivos de la dinámica física que confirmen las interpretaciones apuntadas en base a los parámetros derivados directamente del CTD.

Los registros continuos de propiedades (T,S, y Fluorescencia) demuestran el patrón de rápido calentamiento del agua superficial hacia el Ecuador, si bien se observa una disminución relativa de la temperatura entre aprox. 20 y 10 S (Fig. 17). Esta disminución refleja muy probablemente el aumento en el grosor de la capa de mezcla en esta latitud, con una termoclina débil que supone que el calor recibido se ha de distribuir en una masa de agua de mayor volumen que en, por ejemplo, el Ecuador, donde la capa de mezcla es de tan sólo unos 50 m, con lo que el calor recibido calienta una masa de agua de menor espesor. Así, las diferencias de temperatura en esta zona estarían fuertemente influidas por la distribución de la termoclina, y no tanto por el calor total recibido.

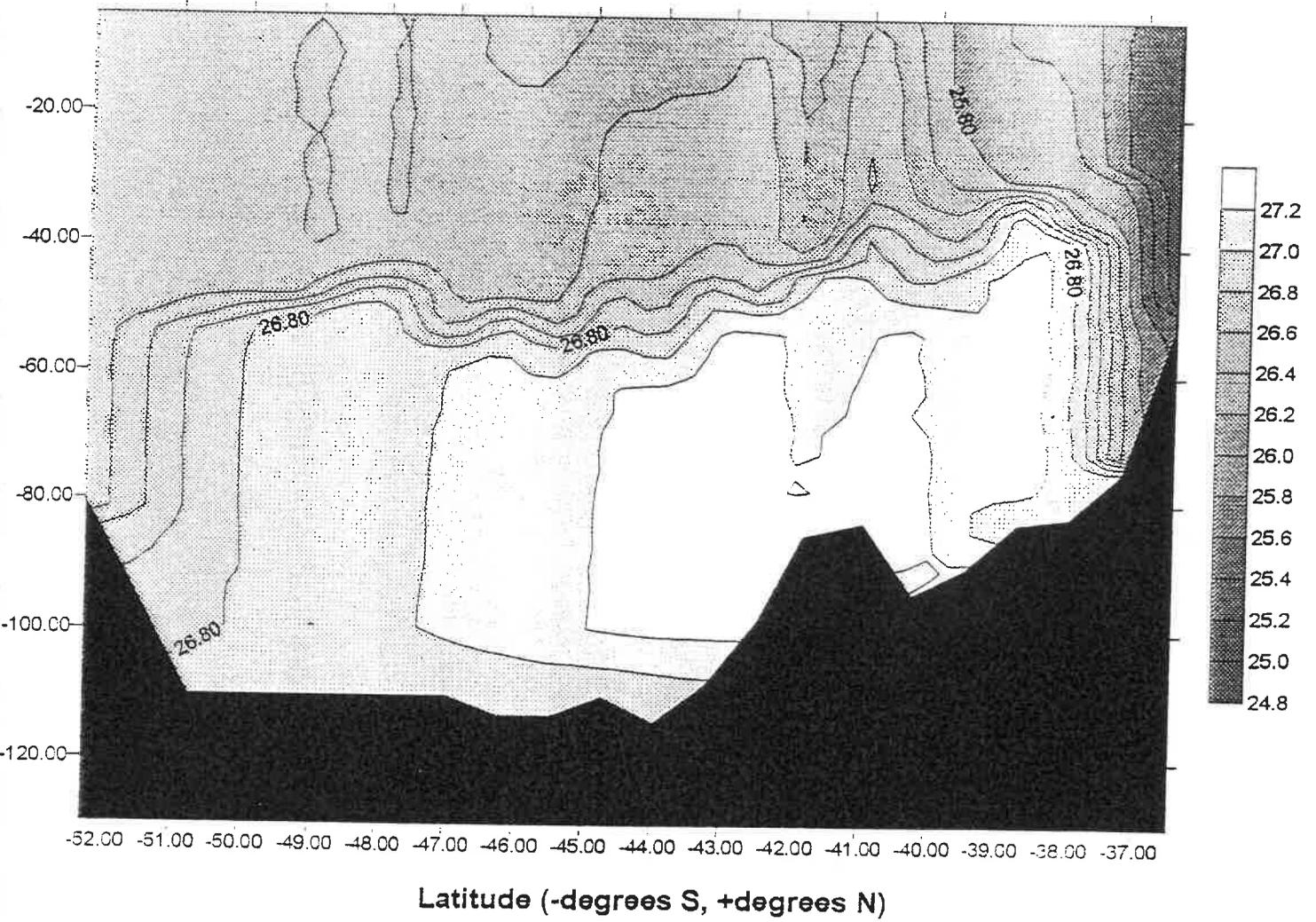
La salinidad superficial en el transecto es máxima en los trópicos (ca. 37.5 ppt, Fig. 17), disminuyendo hacia el Ecuador para formar un máximo secundario a unos 3 S. Estos patrones deben reflejar el balance entre evaporación y precipitación, que típicamente muestra una mayor evaporación en el trópico, y mayores lluvias hacia el Ecuador.

Lamentablemente, el fluorómetro no operó debidamente entre 20 S y el Ecuador (unos 3 días), por lo que los registros disponibles se refieren a una parte del transecto. Así, los registros continuos no permiten caracterizar el patrón en abundancia de fitoplancton en el transecto, que se habrá de inferir a partir de los datos recogidos en las estaciones (Fig. 16 y análisis de concentración de clorofila a, ver más adelante).

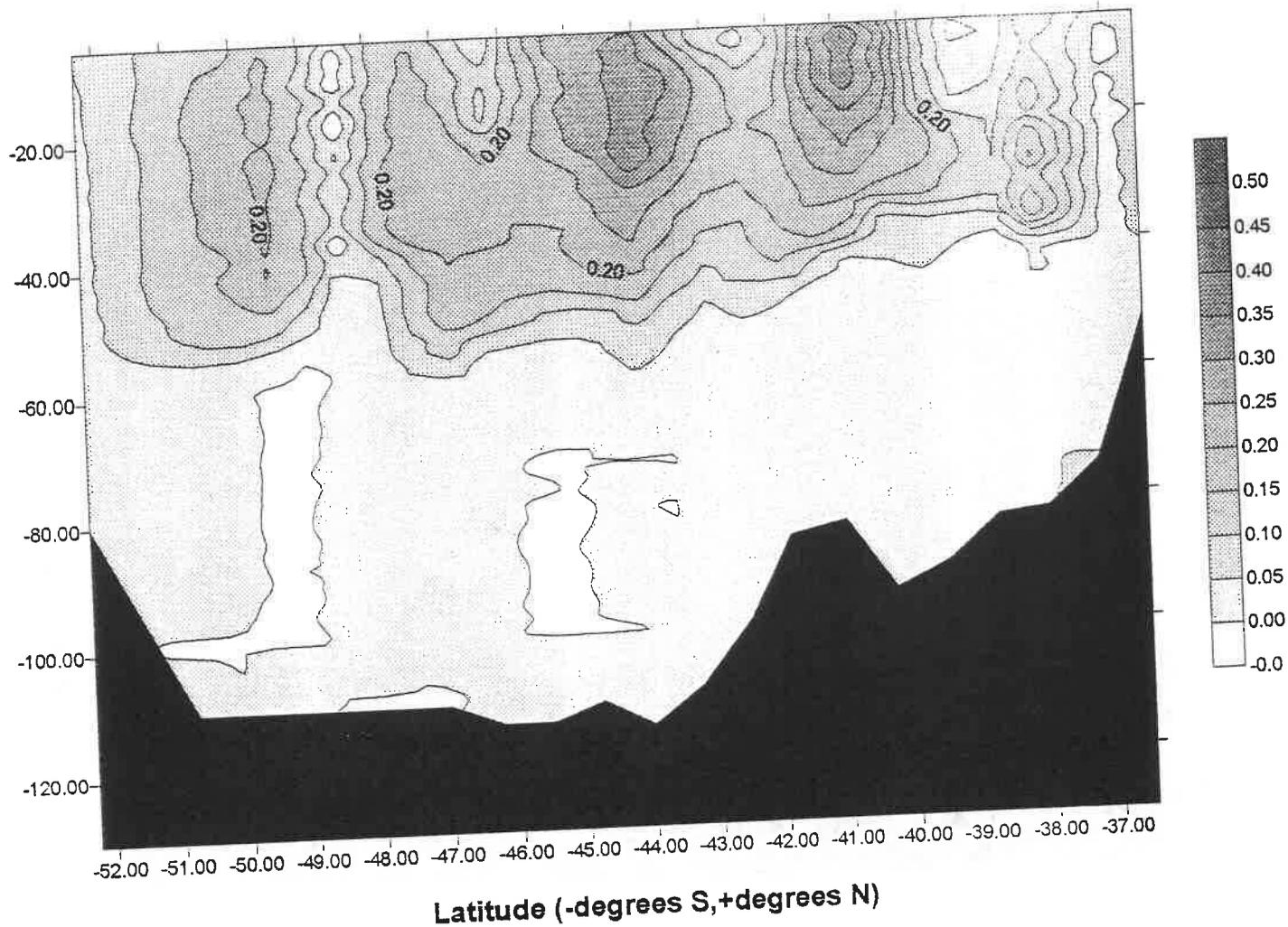
PATAGONIA Temperature (C)



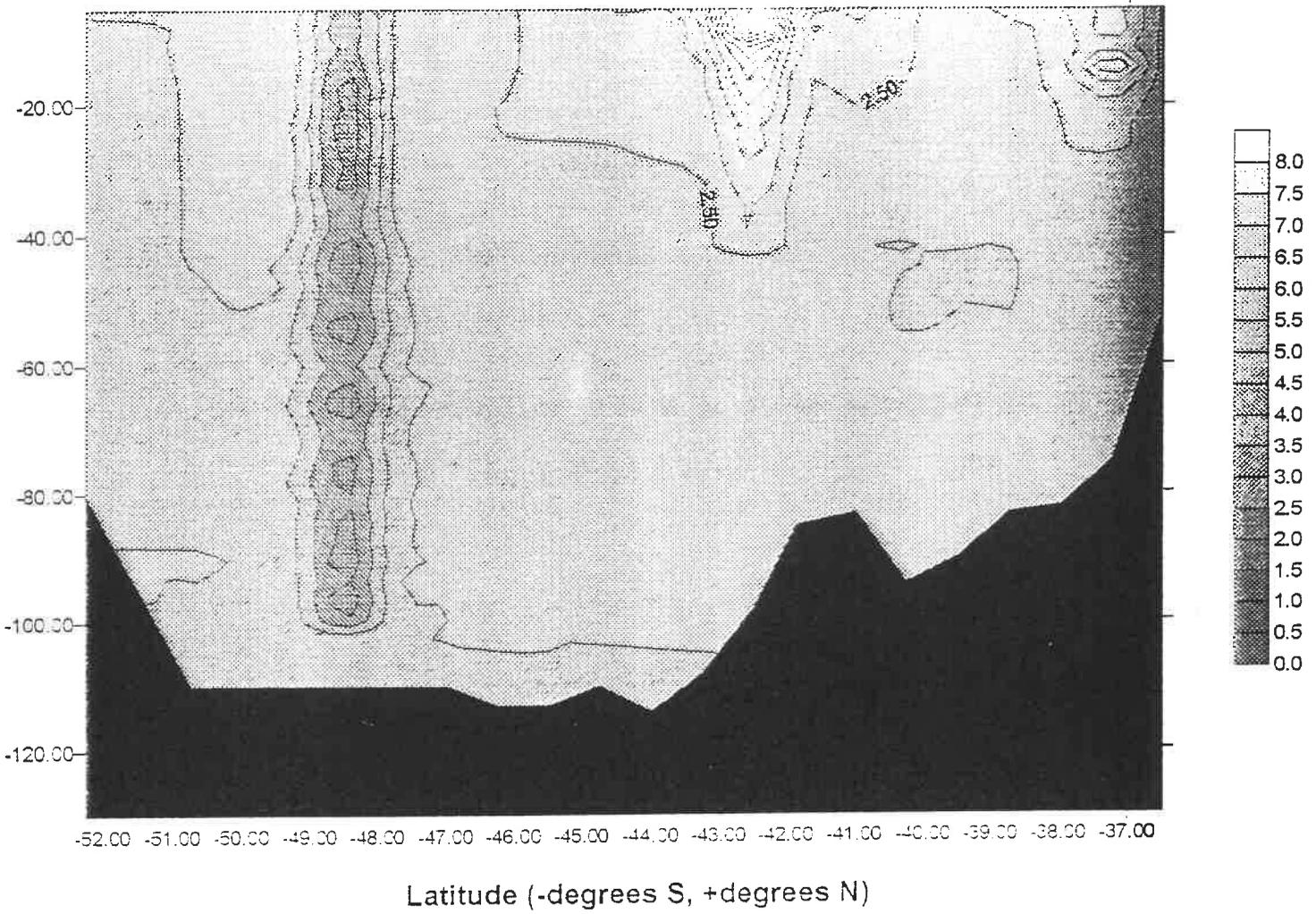
PATAGONIA Sigma-t (Kg/m)



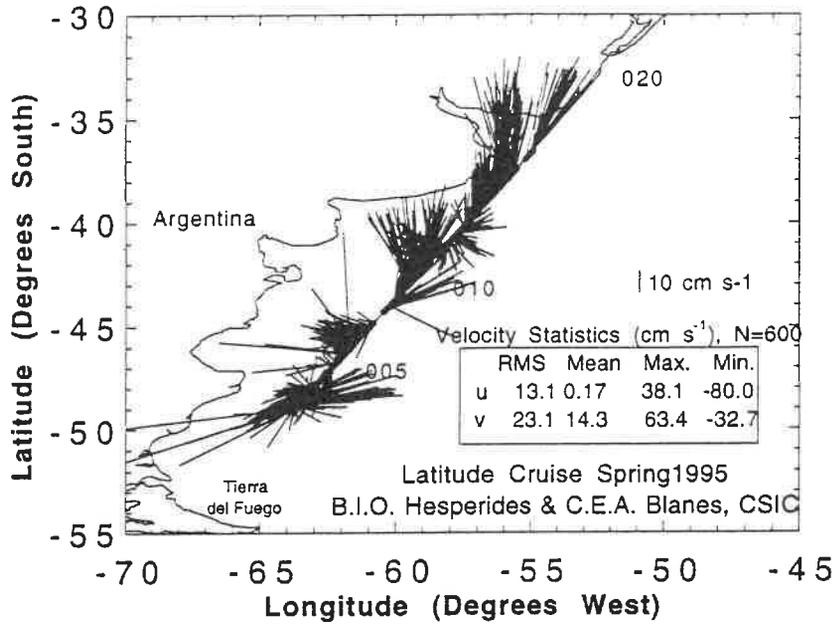
PATAGONIA Fluorescence (rel.units)



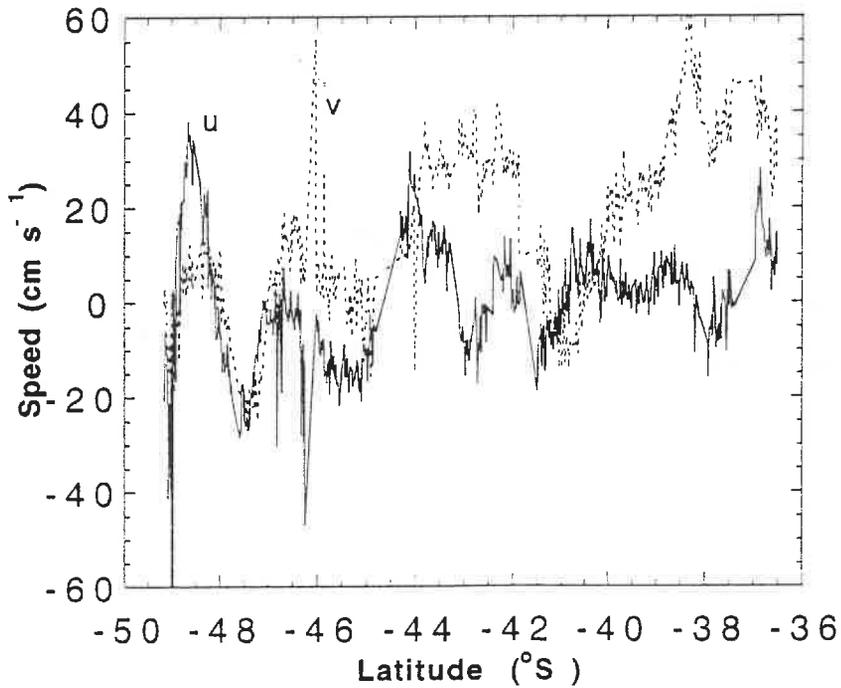
PATAGONIA Beam C (1/m)



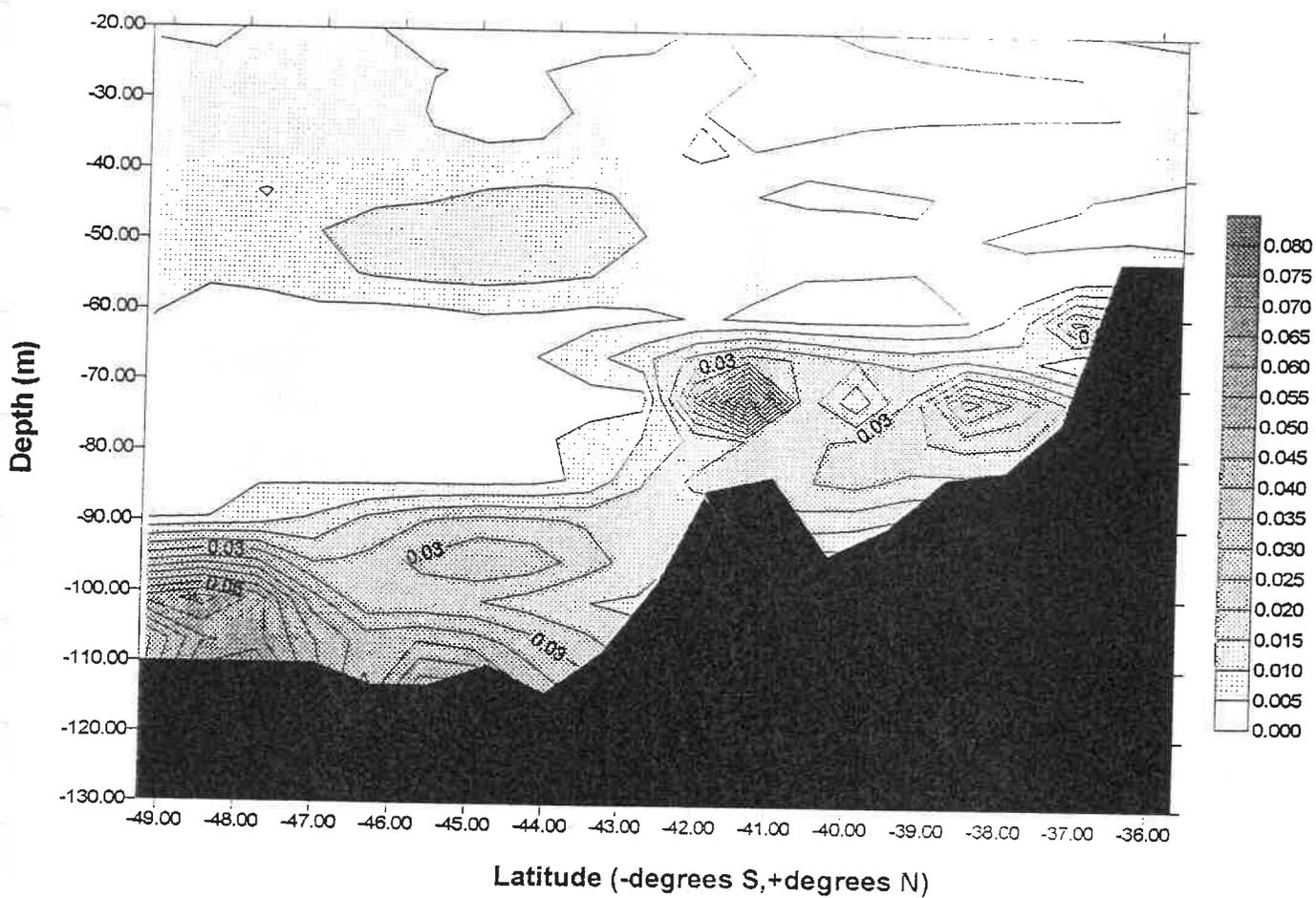
A. PATAGONIA 48 m current vectors (ADCP)



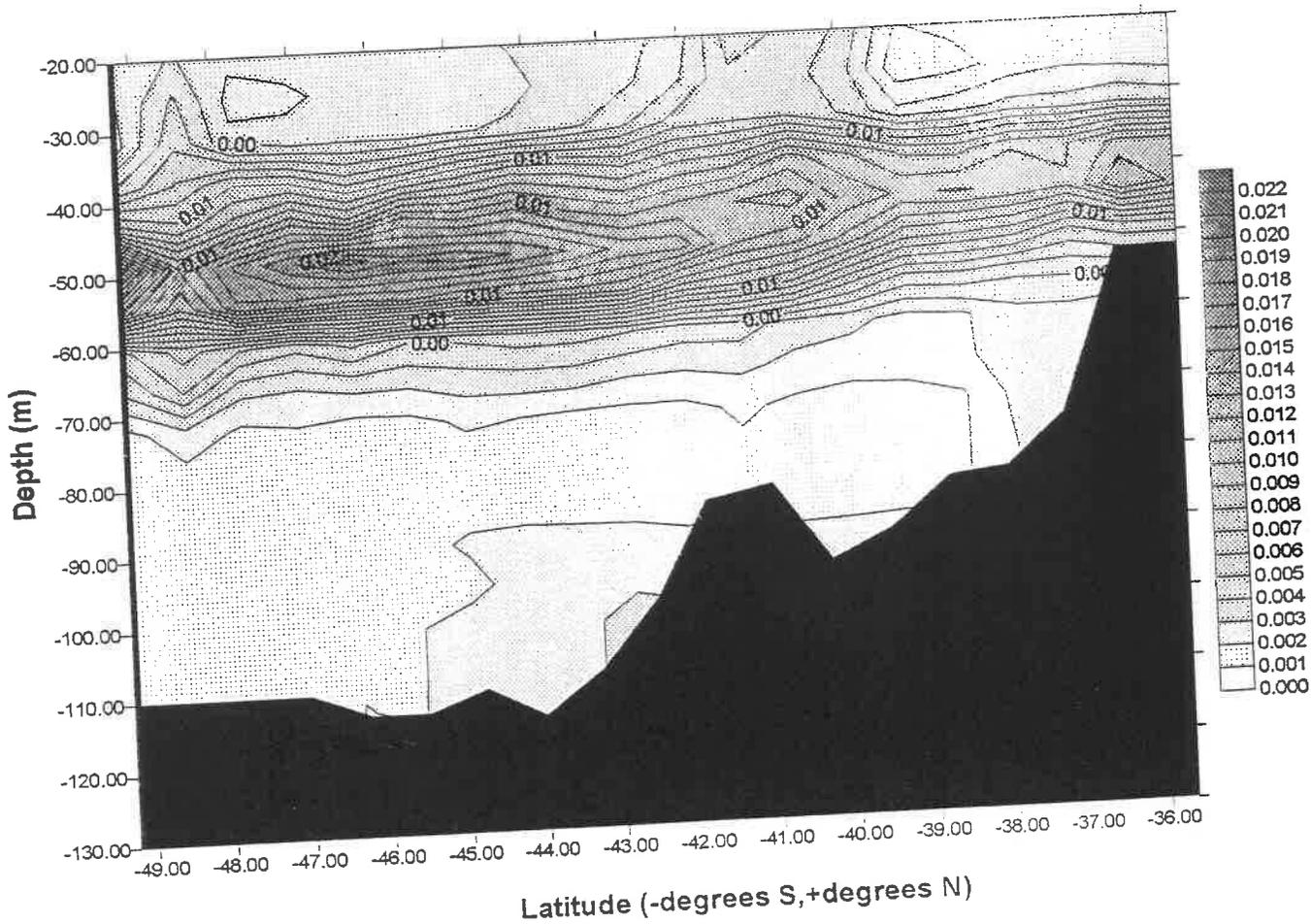
B. PATAGONIA 48 m u and v currents (ADCP)



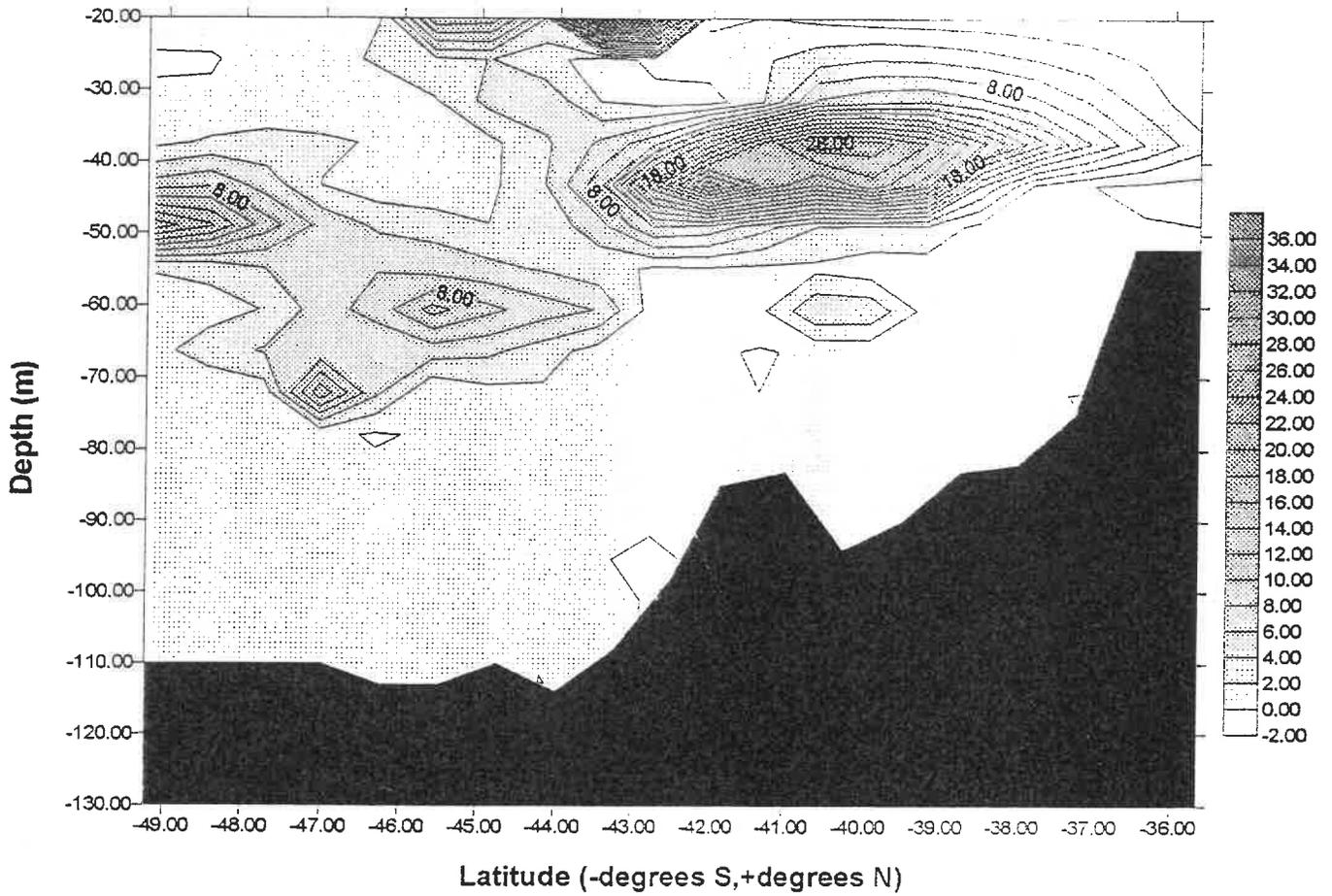
PATAGONIA Shear (1/s)



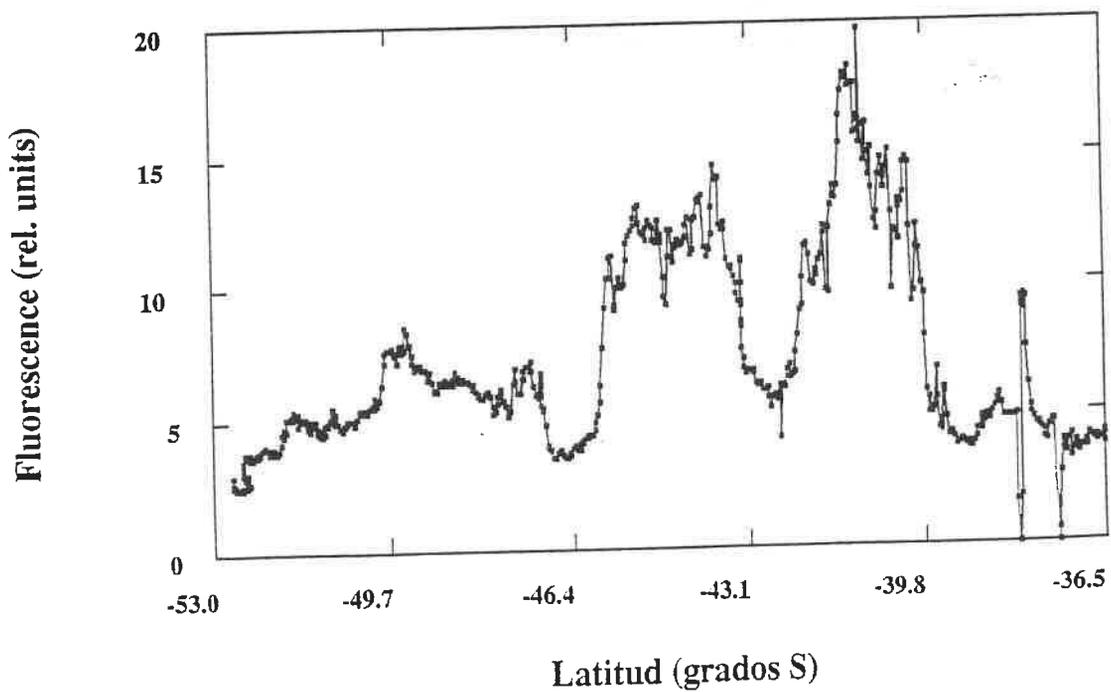
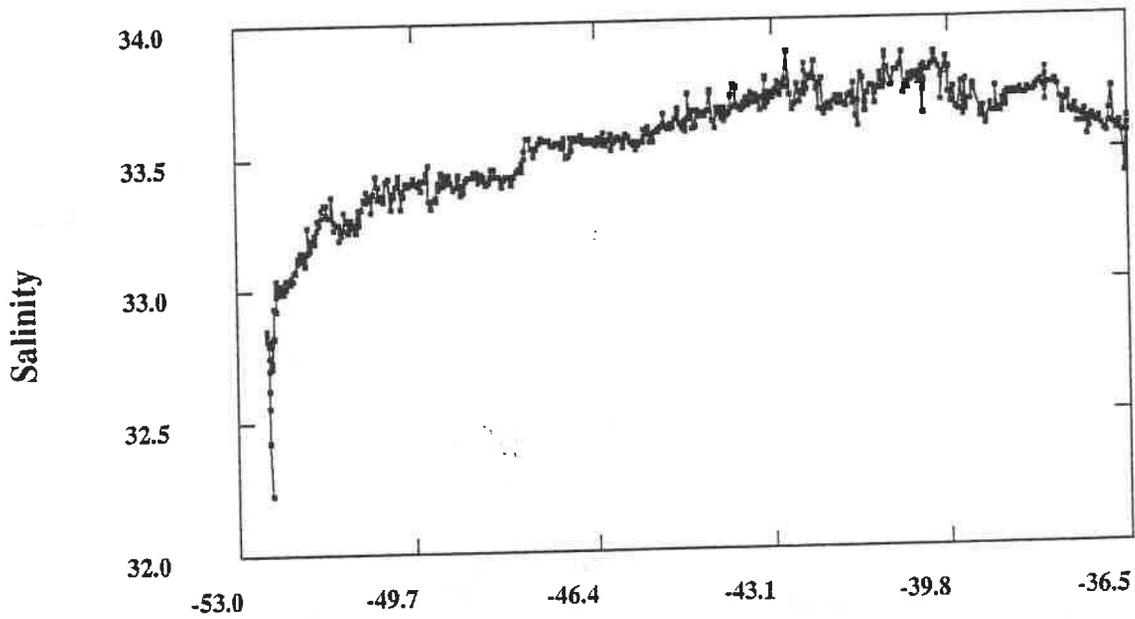
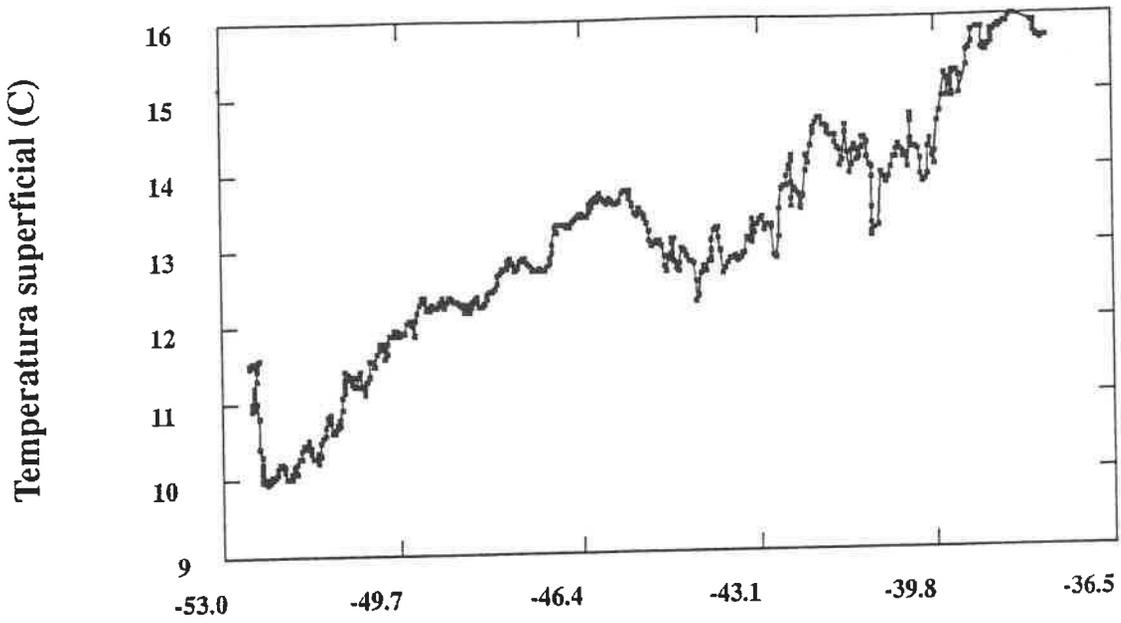
PATAGONIA B-V



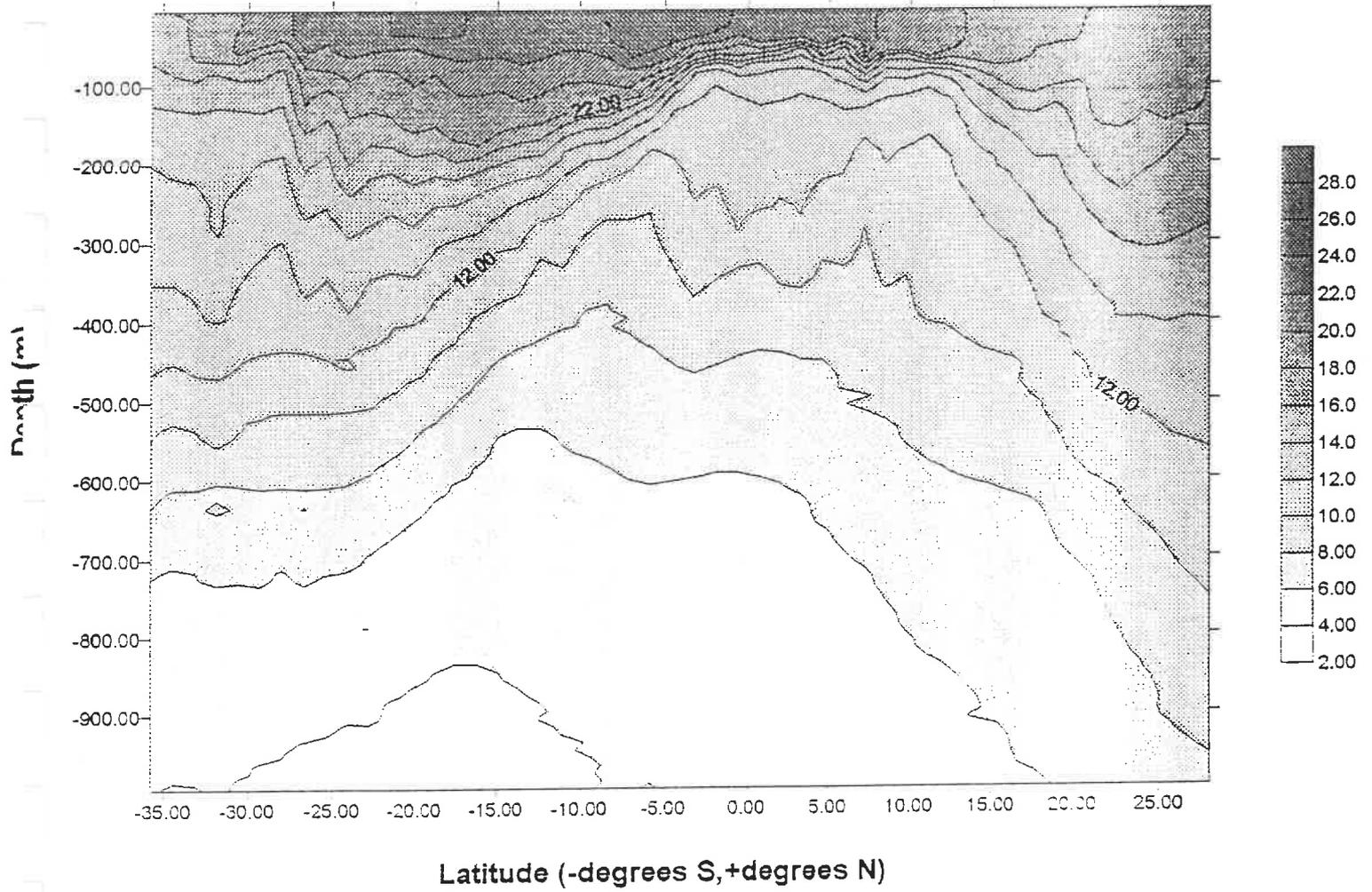
PATAGONIA Ri



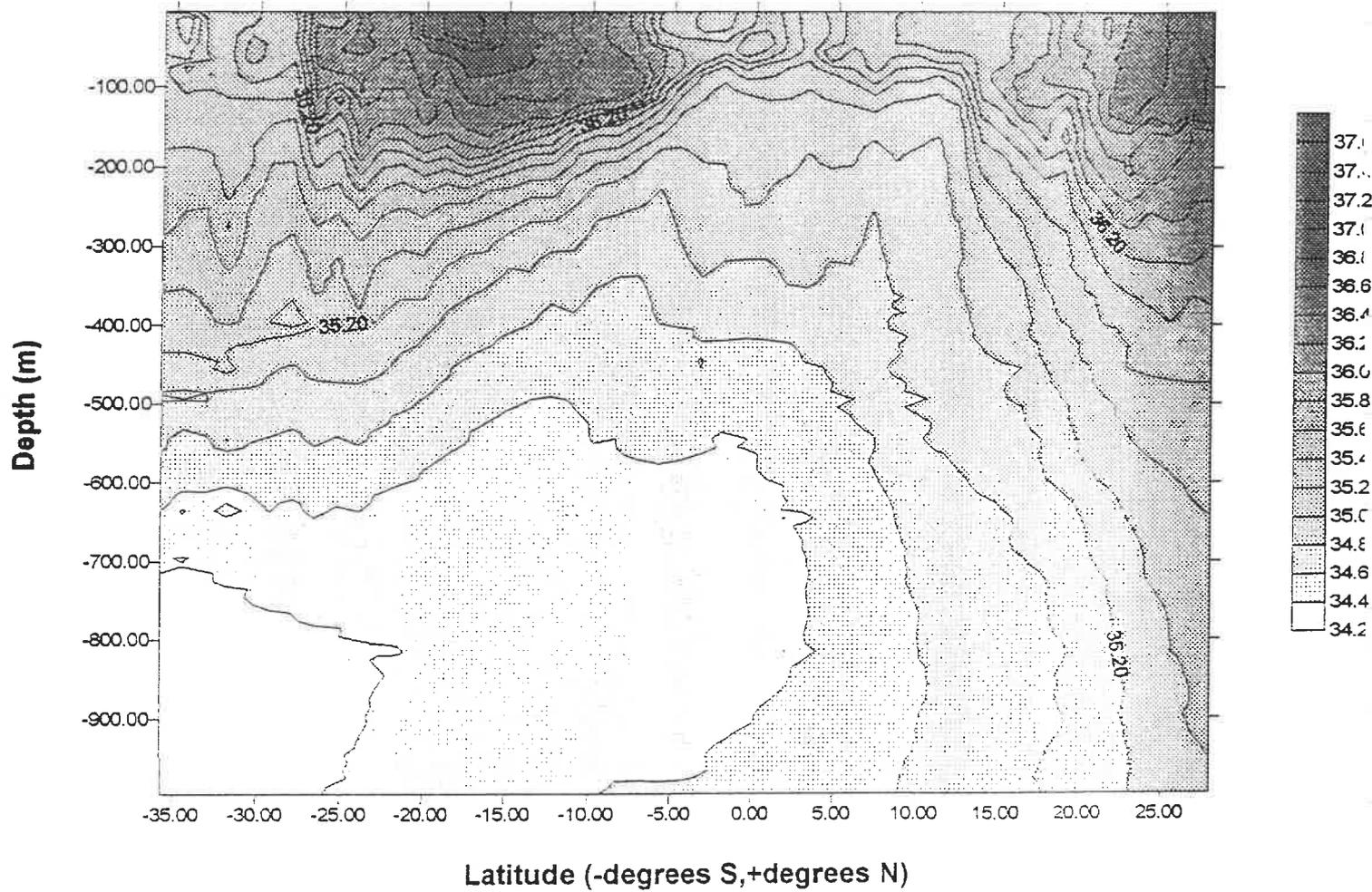
Plataforma de la Patagonia



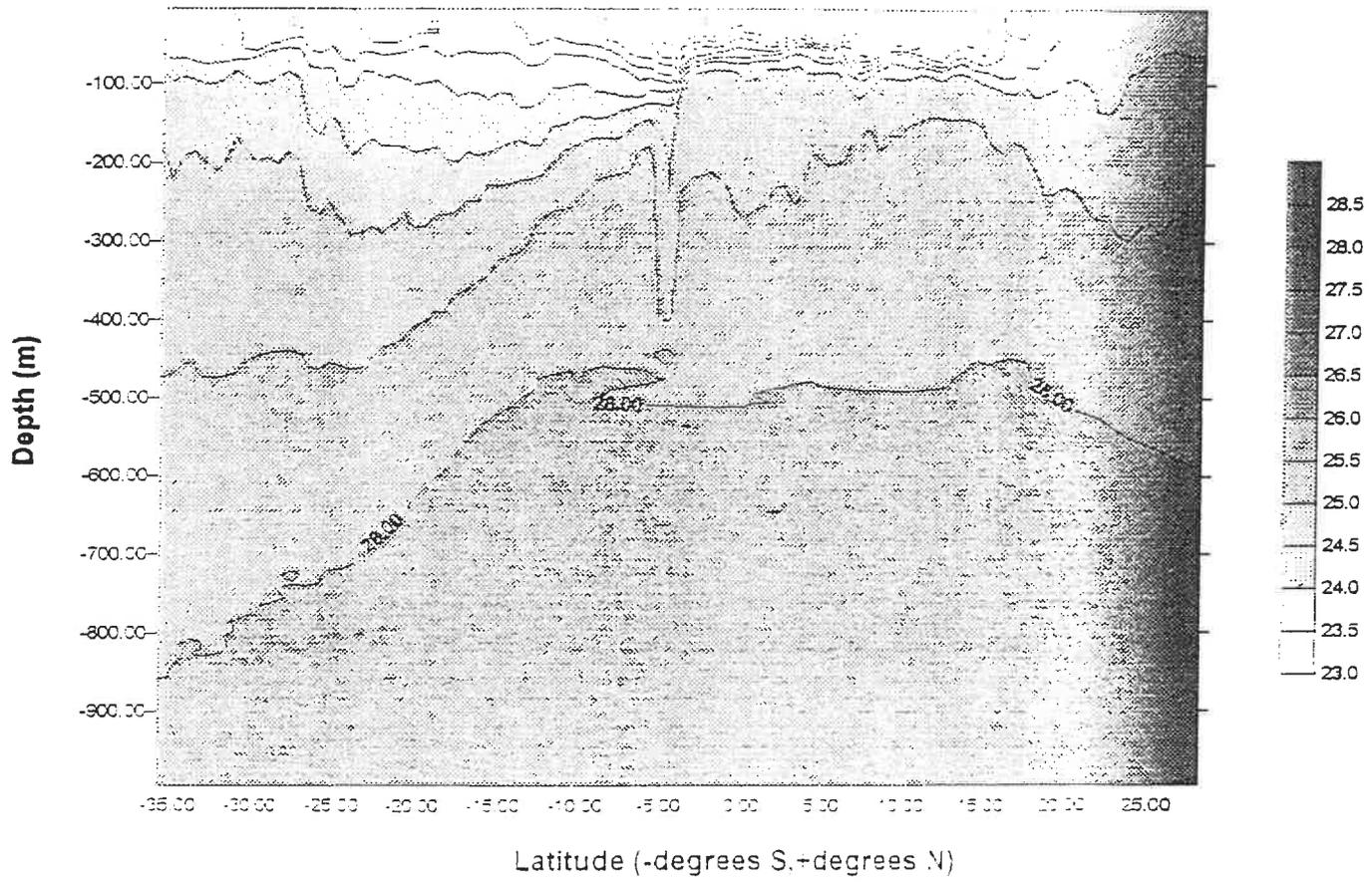
LATITUDE Temperature (C)



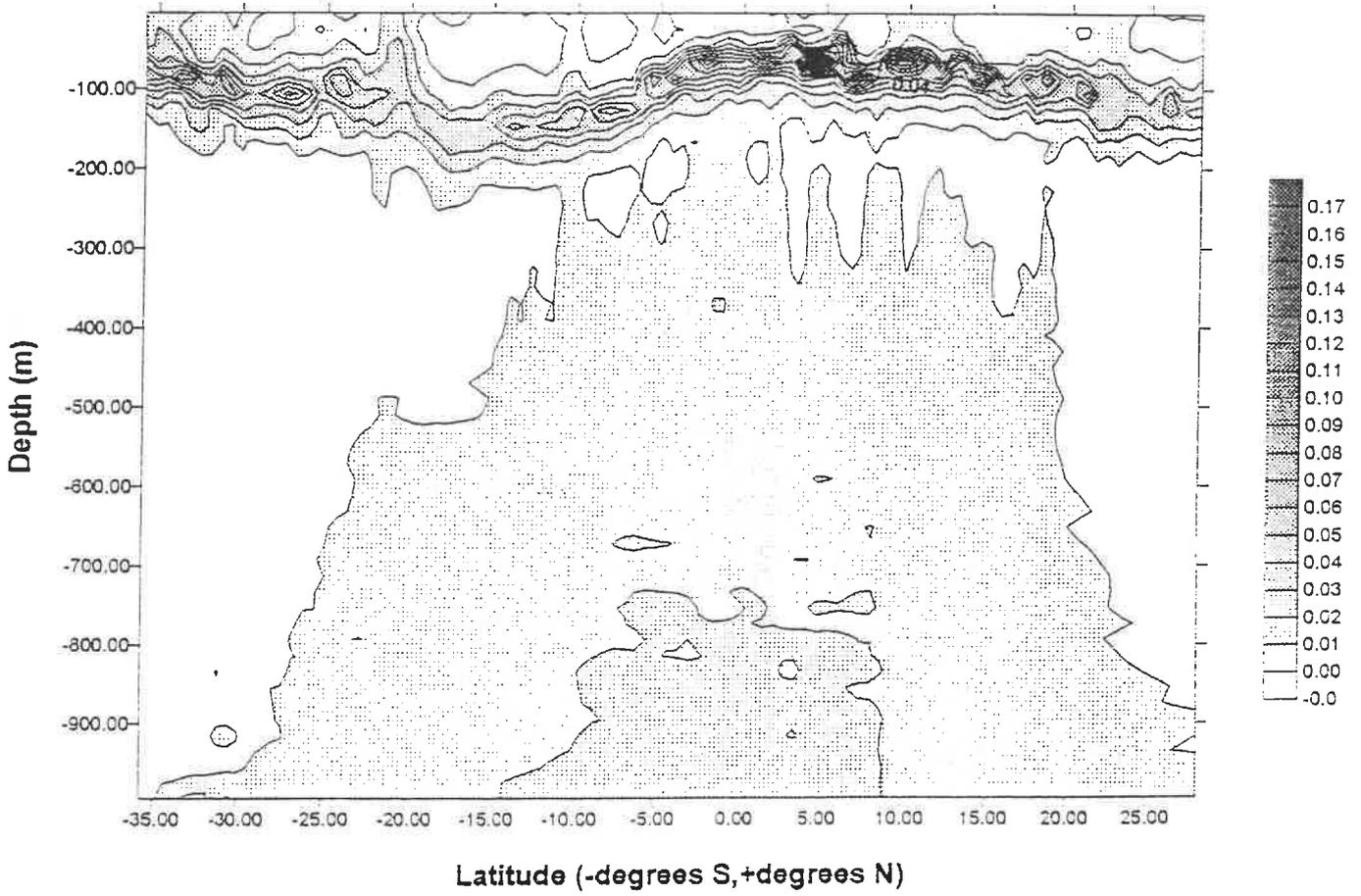
LATITUDE 1: Salinity (ppt)

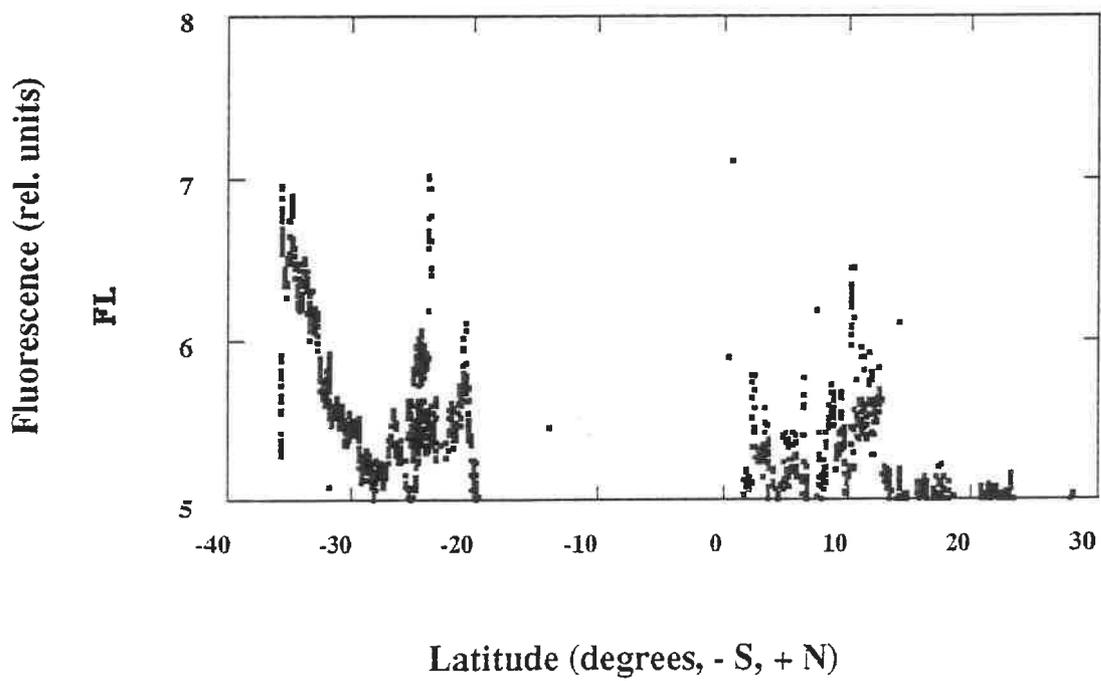
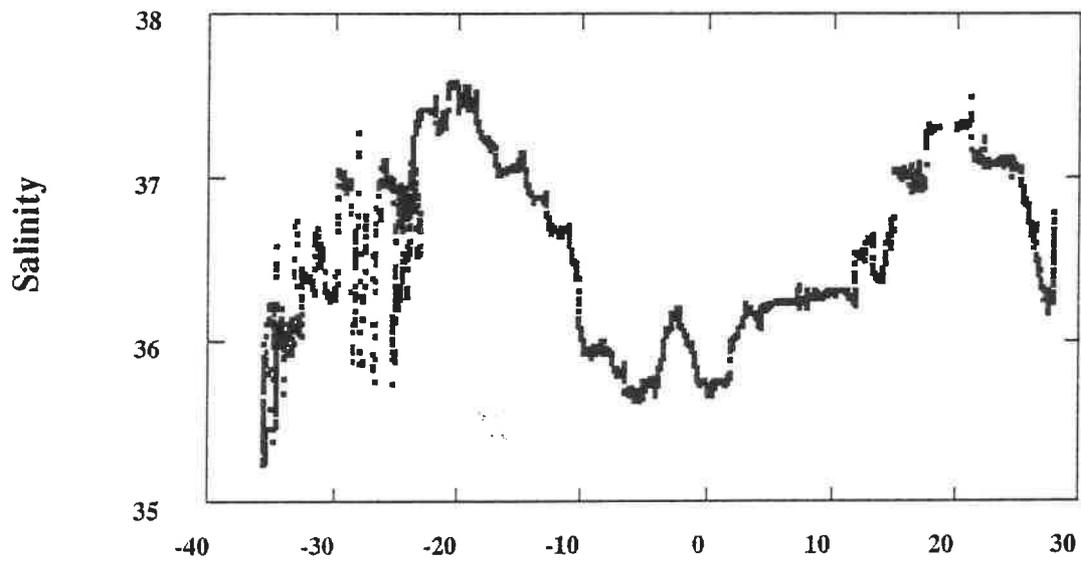
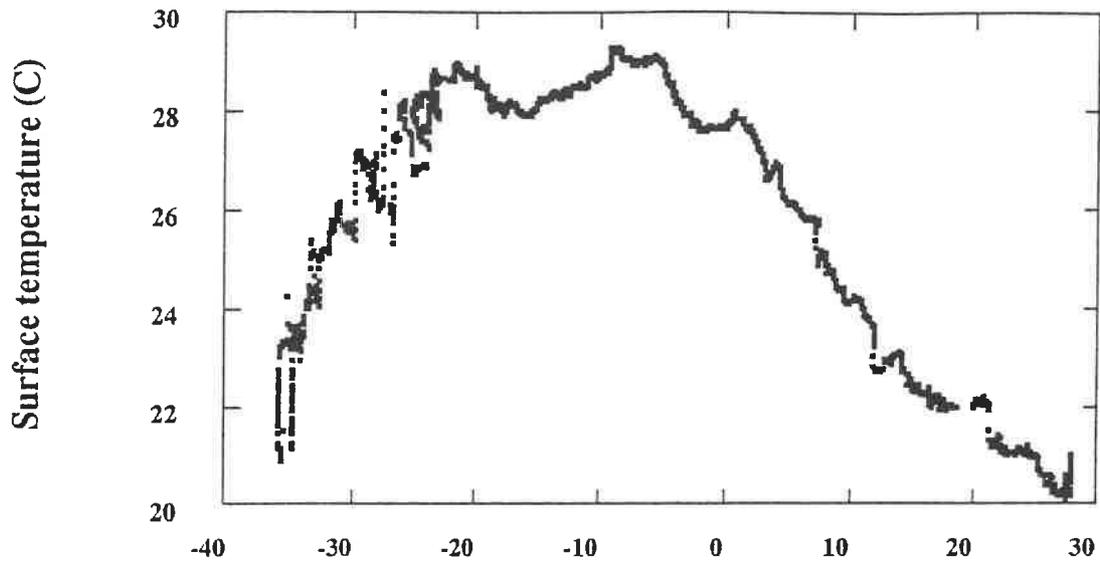


LATITUDE 1: Sigma-t (Kg/m)



LATITUDE 1: Fluorescence (rel. units)





Esta- cion	Mes	Dia	Hora:Min		Dia	Hora:Min		Latit Grados	Latit Min	Latit Seg	Lon, Grados	Lon Min	Lon Seg	Profundidad maxima del CTD (m)
			GMT	Local		GMT	Local							
1	3	6	1:30	20:30	5	52 S	16 S	10 S	67 OE	38 OE	59 OE	80		
2	3	6	12:13	8:13	6	50	45	0	65	1	0	126		
3	3	6	17:51	13:51	6	49	59	57	64	29	47	124		
4	3	6	22:40	18:40	6	49	14	55	63	57	54	120		
5	3	7	3:06	23:06	6	48	30	1	63	26	2	119		
6	3	7	7:45	3:45	7	47	45	0	62	54	54	116		
7	3	7	12:07	8:07	7	46	59	55	62	22	9	120		
8	3	7	17:30	13:30	7	46	14	56	61	49	58	113		
9	3	7	22:22	18:22	7	45	30	19	61	18	12	113		
10	3	8	2:59	22:58	7	44	45	3	60	46	1	116		
11	3	8	7:20	3:19	8	43	59	54	60	13	54	114		
12	3	8	11:57	7:57	8	43	14	50	59	41	59	108		
13	3	8	17:10	13:10	8	42	29	56	59	9	55	98		
14	3	8	22:16	18:16	8	41	51	51	58	42	8	85		
15	3	9	3:45	23:45	8	41	0	0	58	6	4	83		
16	3	9	8:18	4:18	9	40	15	35	57	24	36	94		
17	3	9	12:41	8:40	9	39	29	45	57	2	5	90		
18	3	9	17:19	13:19	9	38	44	50	56	30	59	83		
19	3	9	22:28	18:28	9	38	0	3	55	58	57	82		
20	3	10	3:57	23:57	9	37	15	0	55	26	0	75		
21	3	10	8:04	4:04	10	36	29	57	54	53	55	52		
22	3	17	4:14	1:13	17	35	44	55	50	8	38	418		
23	3	17	8:55	5:55	17	34	59	52	49	35	1	1000		
24	3	17	14:15	11:15	17	34	14	54	48	52	23	1000		
25	3	17	21:12	18:12	17	33	34	32	48	18	33	1000		
26	3	18	3:36	0:36	17	32	45	5	47	35	3	1000		
27	3	18	10:41	7:40	18	31	56	51	46	57	39	1000		
28	3	18	17:50	14:49	18	31	15	1	46	20	24	1000		
29	3	19	1:12	22:12	18	30	29	54	45	42	56	1000		
30	3	19	7:40	4:40	19	29	45	1	45	5	59	1000		
31	3	19	11:03	8:03	19	29	21	58	44	46	0	1000		
32	3	19	19:50	16:49	19	28	22	1	43	53	54	1000		
33	3	20	2:21	23:21	19	27	29	56	43	12	3	1000		
34	3	20	8:16	5:16	20	26	45	2	42	36	6	1000		
35	3	20	13:38	10:37	20	25	59	5	42	0	5	1000		
36	3	25	9:40	6:40	25	25	14	37	39	7	52	408		
37	3	25	16:28	13:28	25	24	30	0	38	26	5	1000		
38	3	25	23:43	20:43	25	23	44	6	37	46	16	409		

39	3	26	6:37	26	4:37	22	59	59	37	0	6	1000
40	3	26	12:03	26	10:03	22	26	28	36	15	5	1000
41	3	26	20:45	26	18:45	21	50	32	35	26	44	1000
42	3	27	6:45	27	4:45	20	45	10	34	0	8	1000
43	3	27	14:05	27	12:04	19	59	59	33	0	1	1000
44	3	27	23:01	27	21:01	19	13	58	32	0	4	1000
45	3	28	9:15	28	7:15	18	30	15	30	29	12	1000
46	3	28	20:13	28	18:13	17	45	2	29	0	2	1000
47	3	29	1:20	28	23:19	17	0	35	29	0	1	1000
48	3	29	6:54	29	4:54	16	14	51	29	0	1	407
49	3	29	11:38	29	9:37	15	59	58	29	0	58	1000
50	3	29	17:10	29	15:10	14	45	2	29	0	0	1000
51	3	29	23:25	29	21:25	14	0	9	28	54	53	1000
52	3	30	5:20	30	3:19	13	15	0	29	0	0	405
53	3	30	12:07	30	10:07	12	30	40	28	59	46	1000
54	3	30	18:51	30	16:51	11	49	5	29	0	50	514
55	3	30	23:35	30	21:34	10	59	50	28	29	58	514
56	3	31	4:30	31	2:30	10	14	48	28	59	59	506
570	3	31	10:55	31	8:55	10	14	48	28	59	59	200
57	3	31	9:20	31	7:19	9	30	12	28	59	55	1000
58	3	31	13:51	31	11:51	9	7	45	29	0	1	1000
59	3	31	19:35	31	17:34	8	21	52	28	59	57	1000
60	4	1	1:45	31	23:45	7	14	39	28	59	55	1000
610	4	1	11:00	1	9:00	6	29	59	29	0	1	200
61	4	1	10:00	1	8:00	6	29	59	29	0	1	1000
620	4	1	14:54	1	12:54	5	45	0	29	0	3	200
62	4	1	16:30	1	14:30	5	44	53	29	1	13	1000
63	4	1	21:56	1	19:55	5	0	0	29	0	20	515
64	4	2	2:53	2	0:53	4	15	2	29	0	3	505
65	4	2	7:45	2	5:45	3	30	5	29	0	5	1000
660	4	2	11:20	2	9:20	2	50	30	29	0	6	160
66	4	2	13:20	2	11:19	2	50	27	29	1	15	1000
67	4	2	19:42	2	17:42	2	11	15	29	1	13	1000
68	4	3	1:50	2	23:49	1	15	0	28	59	59	411
69	4	3	5:05	3	3:04	0	45	19	28	59	53	512
70	4	3	9:17	3	7:16	0N	4N	12N	29	0	5	715
71	4	3	14:08	3	12:07	0	30	2	29	0	2	1000
72	4	3	20:38	3	18:37	1	14	50	28	59	56	516
73	4	4	1:14	3	23:13	1	59	58	29	0	5	1000
74	4	4	6:16	4	4:16	2	45	4	28	58	58	721
750	4	4	10:38	4	8:38	3	24	5	29	0	5.7	50

75	4	4	11:47	4	9:46	3	24	32	29	0	29	1000
760	4	4	18:23	4	16:23	4	14	19.6	29	0	57.8	200
76	4	4	19:35	4	17:34	4	14	29	29	0	35	1000
77	4	5	0:20	4	22:19	4	58	8	29	0	9	511
78	4	5	5:25	5	3:25	5	44	55	29	0	1	1000
79	4	5	11:25	5	9:25	6	29	54	28	59	57	1000
80	4	5	18:34	5	16:34	7	14	57	29	0	0	518
81	4	5	23:37	5	21:37	7	59	53	29	0	7	1000
82	4	6	4:22	6	2:22	8	45	0	29	0	1	514
830	4	6	9:25	6	7:25	9	30	0	28	59	56	200
83	4	6	10:37	6	8:37	8	30	42	29	0	1	521
84	4	6	16:30	6	14:30	10	14	50	29	0	9	1000
85	4	6	21:15	6	19:15	11	0	0	29	0	0	512
86	4	7	1:46	6	23:46	11	45	1	29	0	4	512
87	4	7	6:16	7	4:16	12	30	0	29	0	3	512
88	4	7	10:39	7	8:39	13	14	54	29	0	0	518
89	4	7	18:18	7	16:17	13	58	54	29	0	0	1000
90	4	7	23:00	7	21:00	14	44	53	29	0	2	518
91	4	8	3:40	8	1:40	15	29	50	29	0	1	512
92	4	8	8:14	8	6:13	16	15	3	29	0	2	519
93	4	8	14:26	8	12:25	17	0	0	29	0	1	1000
94	4	8	21:01	8	19:01	17	44	57	29	0	2	519
95	4	9	1:20	8	23:19	18	30	0	29	0	0	519
96	4	9	5:47	9	3:46	19	15	1	28	59	57	519
97	4	9	10:00	9	8:00	20	0	26	29	0	0	518
98	4	9	17:20	9	15:19	20	44	49	29	1	47	1000
99	4	9	21:45	9	19:45	21	29	58	29	0	1	516
100	4	10	1:52	9	23:52	22	15	59	28	59	59	512
101	4	10	6:15	10	4:15	23	0	0	29	0	0	499
102	4	10	10:45	10	8:45	23	45	0	29	0	3	519
103	4	10	17:35	10	15:34	24	29	14	29	1	1	1000
104	4	10	22:08	10	20:07	25	14	57	29	0	1	506
105	4	10	2:05	11	0:05	26	0	0	29	0	0	455
106	4	11	6:10	11	4:10	26	44	59	29	0	0	518
107	4	11	10:05	11	8:04	27	30	5	29	0	0	512
108	4	11	16:00	11	14:00	27	59	14	29	1	6	1000

NUTRIENTES INORGÁNICOS DISUELTOS

por Martín Merino

La concentración de nutrientes inorgánicos disueltos (nitrato+nitrito, amonio, y fosfato) se midió en un autoanalizador SKALAR usando métodos estandar. Los objetivos de estas medidas fueron, por un lado aportar información básica para describir la disponibilidad de nutrientes para la actividad biológica, así como para obtener elementos necesarios para calcular, junto a medidas físicas y de incorporación de isótopos estables de nitrógeno, el aporte de nutrientes inorgánicos disueltos a la capa fótica y la producción nueva y regenerada.

Los resultados obtenidos se pueden describir en dos tramos: Plataforma de patagonia y el transecto meridional desde Buenos Aires a Las Palmas.

Plataforma de Patagonia

La concentración de nutrientes fue en general muy baja para estas aguas, debido sin duda a que el momento de muestreo se situó al fin del verano austral cuando la fuerte termoclina que se instala en estas aguas someras impide el flujo de nutrientes que son agotados en la capa superior por la actividad biológica. Las concentraciones de nutrientes observadas en la capa superior se pueden considerar limitantes para el crecimiento de fitoplancton (Fig. 1), mientras que las concentraciones en la capa en contacto con el fondo son relativamente altas (aprox. 5 μM). Se observan claramente dos fenómenos importantes, el primero es la evidencia de un flujo vertical de nutrientes hacia la capa superior cuando la plataforma se hace más somera hacia 42 S y que se puede explicar por el aumento de turbulencia y mezcla vertical inducido por la interacción entre una onda interna atrapada en la plataforma y la topografía de la plataforma. Este aporte de nutrientes y en particular de nitrato, que parece el compuesto que limita la producción primaria en esta época del año, permite un aumento de la producción primaria y de la biomasa de fitoplancton en esta zona.

La concentración de fosfato en la plataforma de Patagonia fue mucho más elevada, relativamente que la de nitrato (Fig. 2), mostrando claramente la naturaleza limitante del nitrógeno en esta zona, y siguió una pauta similar a la de la concentración de nitrato. La razón entre fosfato y nitrato es relativamente baja en toda la zona estudiada (Fig. 3), apoyando la hipótesis de que el elemento deficitario para la producción primaria fue el nitrógeno.

Transecto Meridional

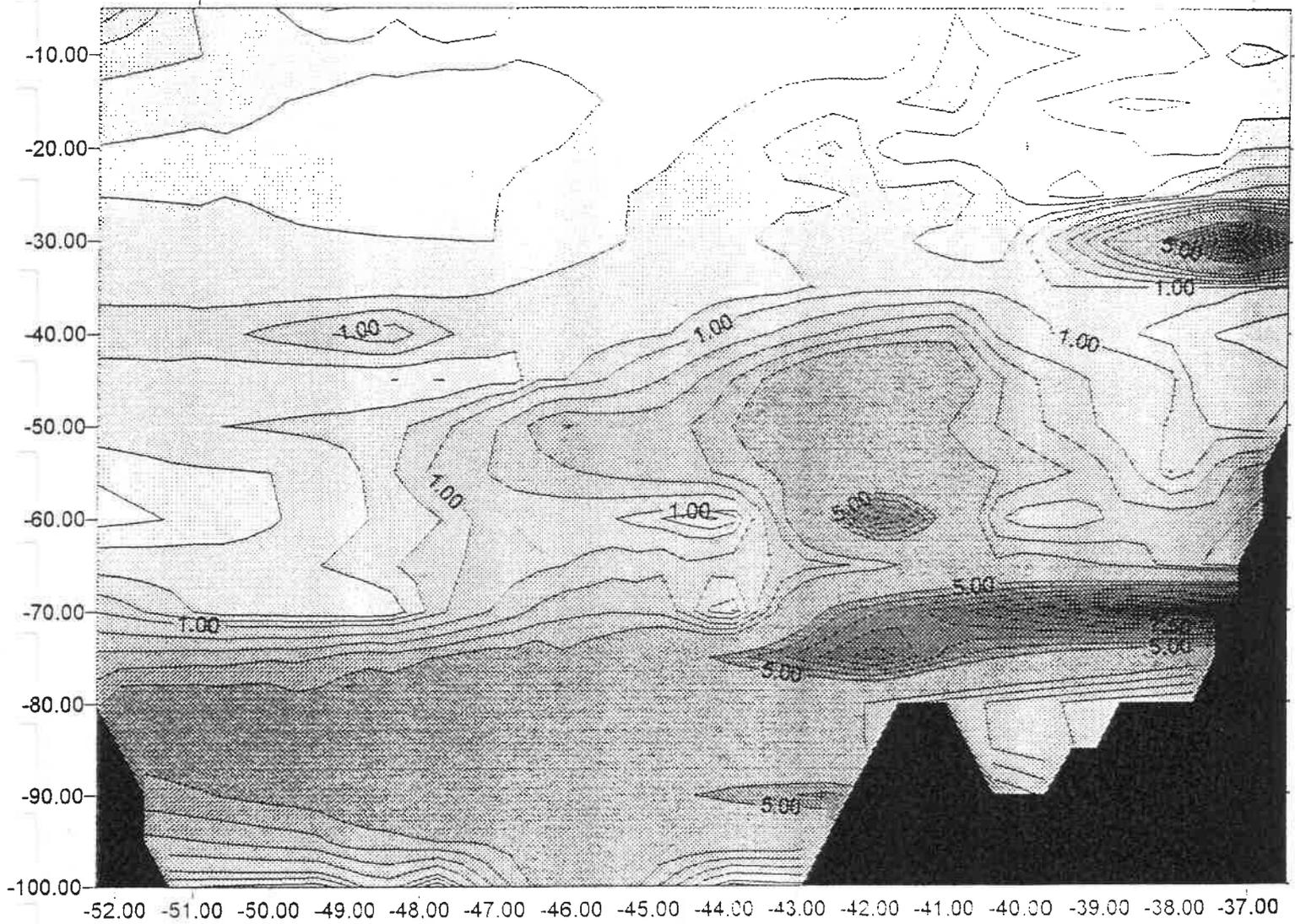
La concentración de nitrato en el transecto meridional (Fig. 4) mostró concentraciones por debajo del límite de detección ($< 0.05 \mu\text{M}$) en la capa

superior entre 30 S y 5 S, con concentraciones mucho más altas en las aguas profundas ($> 2 \mu\text{M}$). El ascenso de agua intermedia antártica hacia el Ecuador conlleva un ascenso de la nitraclina hasta situarse a tan sólo 50 m de profundidad en el Ecuador, permitiendo, por la pequeña distancia, un aporte por difusión turbulenta probablemente capaz de explicar la elevada producción biológica constatada en el Ecuador. La concentración de nitrato en el transecto meridional se mantuvo relativamente alta en superficie hacia el hemisferio Norte debido a que allá se daba la situación estacional opuesta, es decir una situación de primavera donde la proliferación de fitoplancton no ha sido aún capaz de agotar los nutrientes disponibles como se hubiera previsiblemente observado de haberse realizado la campaña en el Otoño del Hemisferio Norte.

La concentración de fosfato mostró un patrón similar (Fig. 5), aunque con concentraciones relativamente mayores en el trópico, sugiriendo, de nuevo el carácter limitante del nitrógeno en esta zona. Así, por ejemplo la concentración de fosfato no muestra el gradiente tan acusado en profundidad que muestra la de nitrato, con una termoclina marcada, sugiriendo una menor demanda de fósforo relativo a nitrógeno. Sin embargo, la concentración de fosfato fue muy baja, inferior al límite de detección, a unos 30 S, sugiriendo un cambio en la naturaleza del elemento limitante, que sería el fósforo entre 35 y 25 S, y el nitrógeno en los trópicos, sin que haya evidencia de que los nutrientes sean limitantes para la producción biológica, en el momento muestrado, al N del Ecuador. La razón entre fosfato y nitrato muestra igualmente valores bajos para la mayor parte del transecto, especialmente entre 20 S y el Ecuador, mientras que los valores son relativamente altos, indicativos de una deficiencia de fosfato entre los 35 y 25 grados S. La zona de deficiencia en nitrógeno queda perfectamente delimitada por la termoclina, aportando evidencia de que esta deficiencia se debe a la actividad biológica en la zona iluminada del trópico.

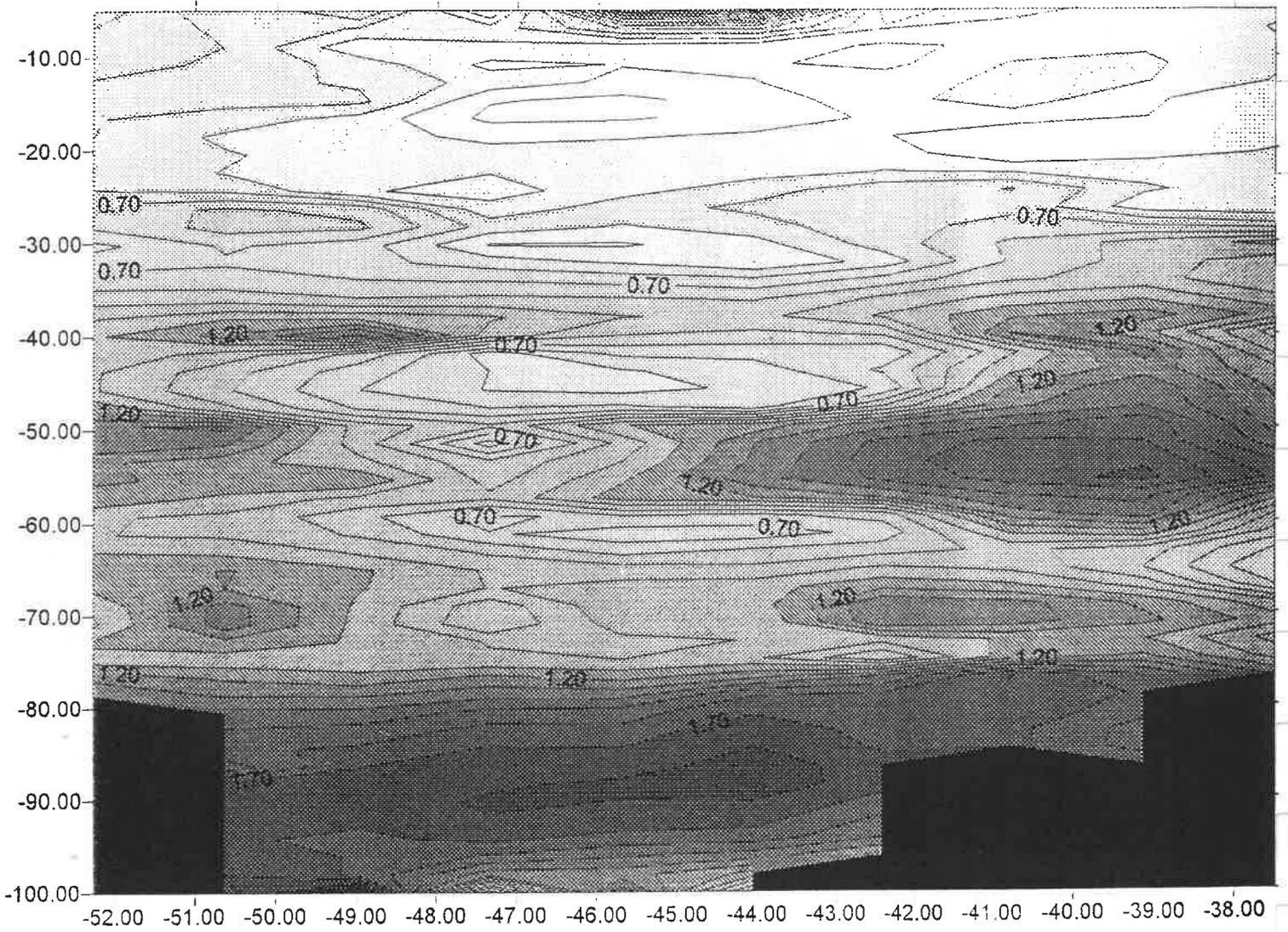
Los resultados descritos se encuentran en fase de procesamiento para comprobar las hipótesis apuntadas y describir tanto la magnitud del aporte de nutrientes en relación a los requisitos para mantener la actividad biológica observada, como el aparente cambio en la naturaleza del elemento limitante que se aprecia en el trópico.

Patagonian shelf: Nitrate concentration (mmol/m³)



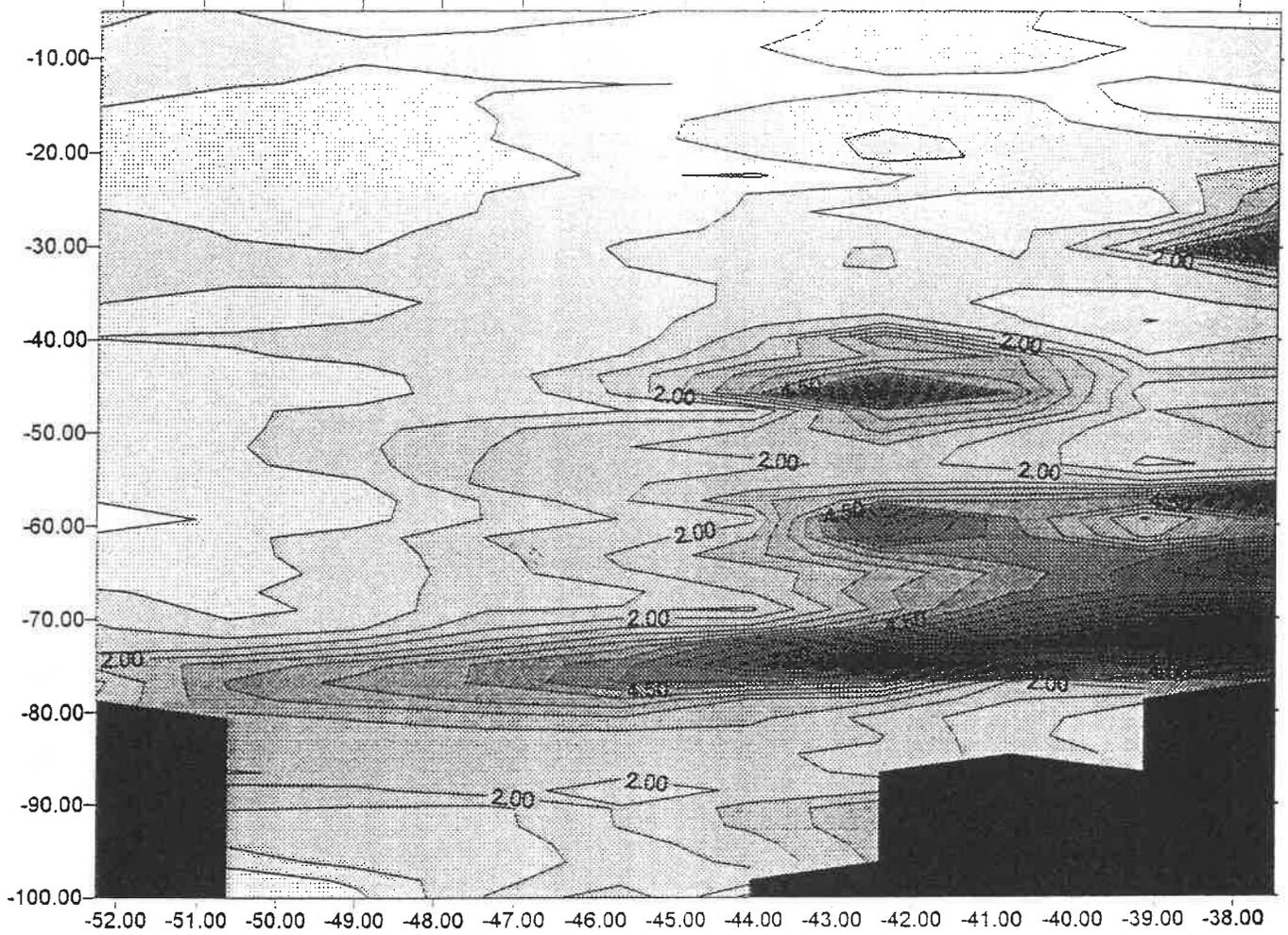
Latitude (degrees S)

Patagonian shelf: Phosphate concentration (mmol/m³)



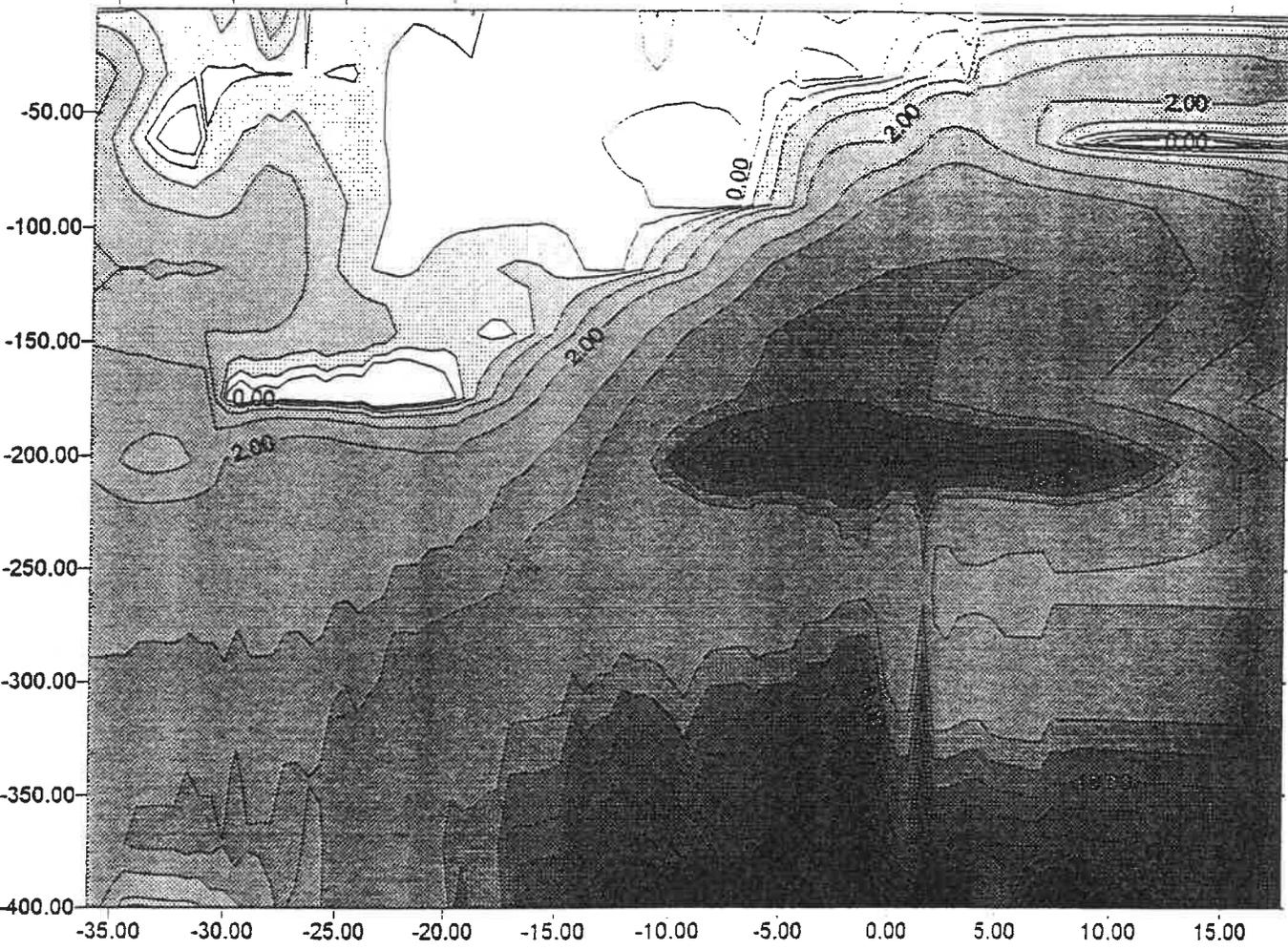
Latitude (degrees S)

Patagonian shelf: Nitrate to Phosphate molar ratio



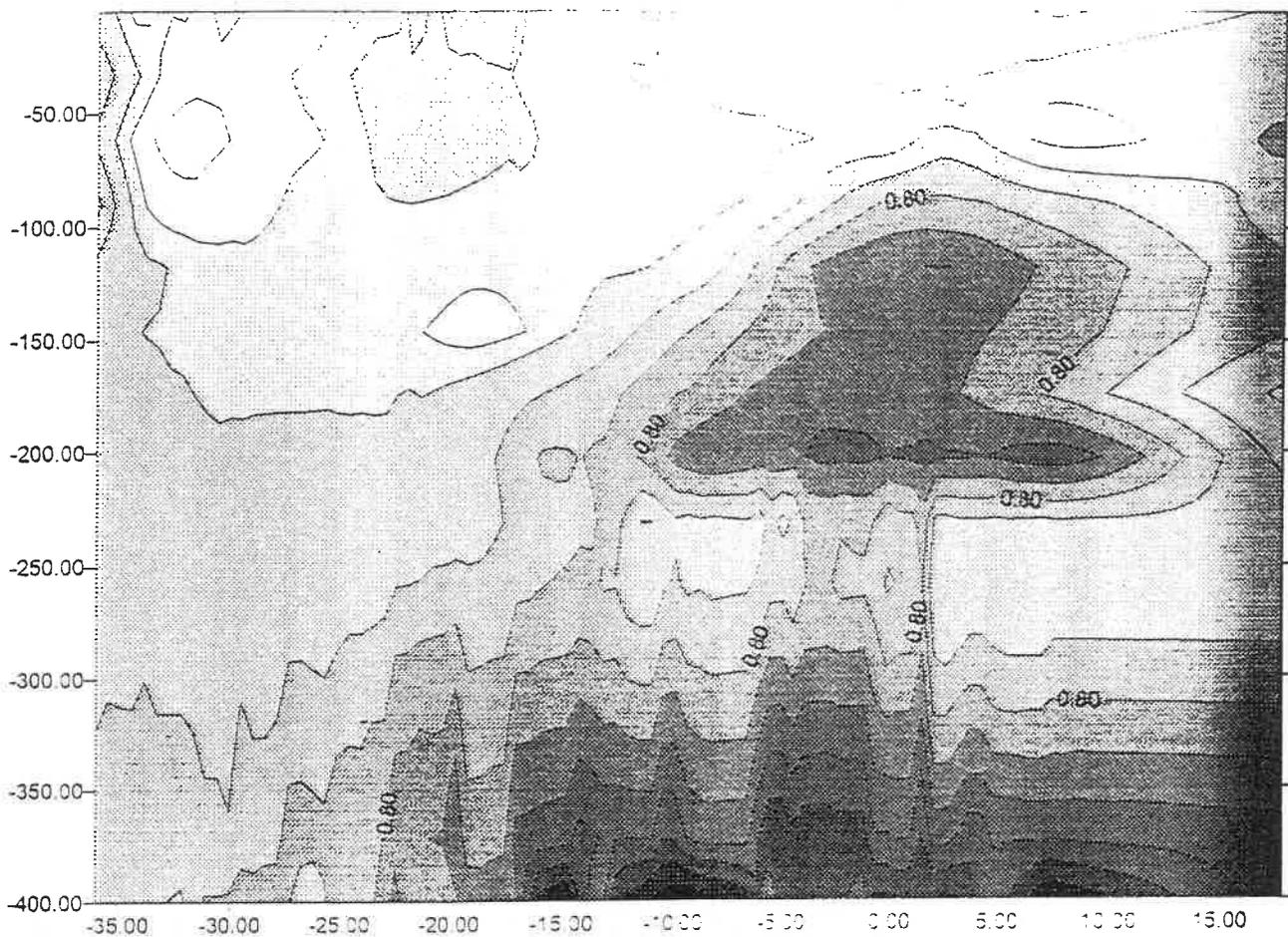
Latitud (degrees S)

Meridional transect: Nitrate concentration (mmol/m³)



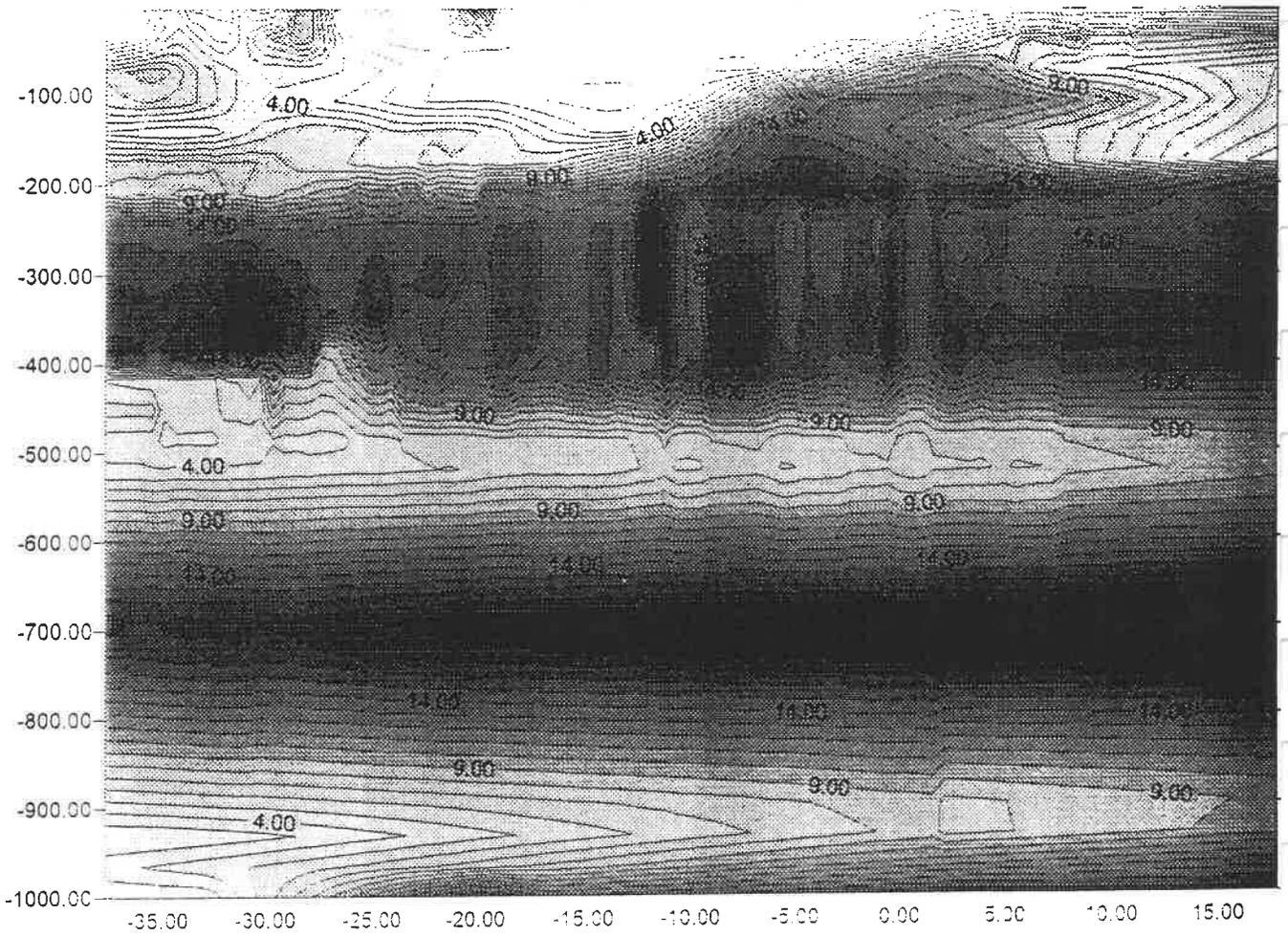
Latitude (- degrees S, + degrees N)

Meridional transect: Phosphate concentration (mmol/m³)



Latitude (- degrees S. + degrees N)

Latitud I: Nitrate to Phosphate molar ratio



Latitude (- degrees S, + degrees N)

NUTRIENT PARTITIONING, AVAILABILITY AND THE NUTRITIONAL STATUS OF PHYTOPLANKTON POPULATIONS ALONG A LATITUDINAL GRADIENT IN THE ATLANTIC OCEAN.

Montserrat Vidal

General objectives:

I) Nutrient partitioning and availability along a latitudinal gradient in the Atlantic Ocean. Comparison between high productive and low productive oceanic regions, with reference to water stability/turbulence and the characteristics of phytoplankton populations.

II) Assessment of the nutritional status of phytoplankton populations. Comparisons between composition ratios (C:N:P, C:ATP, C:Chlorophyll a) and metabolic indicators (alkaline phosphatase activity).

Material y Métodos

El muestreo se efectuó en todas las estaciones del estudio y a distintas profundidades. Las muestras se prefiltraban con malla de 200 μ . Se recogieron muestras de agua para la determinación de los siguientes parámetros: 1) concentración de nutrientes inorgánicos disueltos (DIN): nitratos + nitritos, fosfatos y amonio (a partir de la estación). 2) concentración de nitrógeno y fósforo total (TN). Concentración de carbono, nitrógeno y fósforo en las partículas de tamaño superior a 0.45 μ . Medida de la actividad fosfatasa alcalina (APA).

Determinación de nutrientes

La concentración de nutrientes inorgánicos disueltos se determinó mediante un autoanalizador marca Skalar siguiendo los protocolos recomendados en Grasshoff et al., 1983. Las muestras se analizaban inmediatamente después del muestreo. Cuando esto no era posible se mantenían en refrigeración hasta su análisis. El nitrógeno y fósforo total se analizó después de la oxidación de las muestras con una solución de persulfato potásico en medio alcalino y ácido, respectivamente, a partir del método de Koroleff (en Grasshoff et al., 1983). Las muestras se disponían en tubos de policarbonato, previamente digeridos con la solución oxidante y lavados repetidas veces con agua desionizada, y se mantenían en un autoclave a 120° C durante 30 minutos. Una vez enfriadas se analizaba la concentración de nitrato y fosfato con la metodología descrita anteriormente. Las muestras destinadas a la determinación del carbono, nitrógeno y fósforo particulados se filtraban a través de filtros de fibra de vidrio Whatman GF/F. Se recogieron dos filtros de cada una de las muestras: uno para el análisis de la concentración de C y N, y el otro para el análisis de la concentración de P. Los filtros se guardaron congelados hasta su posterior análisis. Las determinaciones de C y N se efectuaron mediante un analizador Carlo Erba, en filtros previamente tratados con vapores de HCl para la eliminación de los carbonatos. La concentración de P en los filtros se determinó después de su digestión en persulfato potásico, con la misma metodología empleada en la determinación del fósforo total.

Actividad del enzima fosfatasa alcalina

Las fosfatasa son enzimas que promueven la degradación de las moléculas orgánicas que contienen fósforo, liberando el ortofosfato que puede ser nuevamente asimilado por los productores primarios. La actividad del enzima se relaciona con la disponibilidad de fosfato inorgánico disuelto, de manera que resulta inhibida cuando este es abundante. Debido a ello, la actividad del enzima fosfatasa es considerada un indicador de la deficiencia de ortofosfato en el medio.

Los ensayos para la determinación de la actividad fosfatasa alcalina (APA) se llevaron a cabo en muestras de agua recogidas en las regiones oceánicas donde se localizan los mínimos de la concentración de fosfato (p.e., en la zona tropical del hemisferio norte). Se analizaron muestras naturales y filtradas (0.45 y 0.2 μm de poro). Las muestras se inoculaban con un sustrato artificial (3-o-methyl-fluorescein phosphate, MFP). La actividad enzimática descompone la molécula MFP en una parte orgánica (MF) que es fluorescente y fosfato. El aumento de la fluorescencia en el tiempo proporciona una medida de la actividad del enzima. Las muestras con el inóculo se incubaron en un baño de agua a 35°C y condiciones de luz difusa durante 90 minutos (Perry, 1972). La emisión de fluorescencia se medía, en un espectrofluorímetro, a intervalos regulares, de 10-15 minutos. Estos ensayos miden la actividad enzimática máxima, en condiciones de saturación del sustrato.

Diseño del muestreo

Las distintas regiones visitadas determinaron estrategias de muestreo diferenciadas en tres zonas, que se relatan a continuación:

1. Primera zona, entre Punta Arenas y Buenos Aires:

DIN en todas las estaciones y profundidades. C, N y P particulados en todas las estaciones (con excepción de las estaciones 1, 4 y 6) a 4 profundidades: superficie, máximo profundo de clorofila (DCM), termoclina y profundidad máxima. TN en las profundidades anteriores y en las estaciones 2, 3, 5, 7, 9, 13, 15, 18 y 20.

2. Segunda zona, entre Buenos Aires y Río de Janeiro:

DIN en todas las estaciones y profundidades. C, N, P particulados y TN en la muestra superficial de todas las estaciones y un perfil de 4 profundidades al día.

3. Tercera zona, entre Río de Janeiro y Tenerife:

DIN en todas las estaciones y profundidades. C, N, P particulados y TN en la muestra superficial de todas las estaciones y un perfil de 8 profundidades al día. En las estaciones en las que se recogió agua de 24 profundidades se determinó la concentración de DIN y TN.

Los ensayos para la determinación de la actividad fosfatasa (APA) se llevaron a cabo en las estaciones 37, 41, 53, 57, 75, 98, 101, 102, 103, 104, 107 y 108.

Resultados preliminares

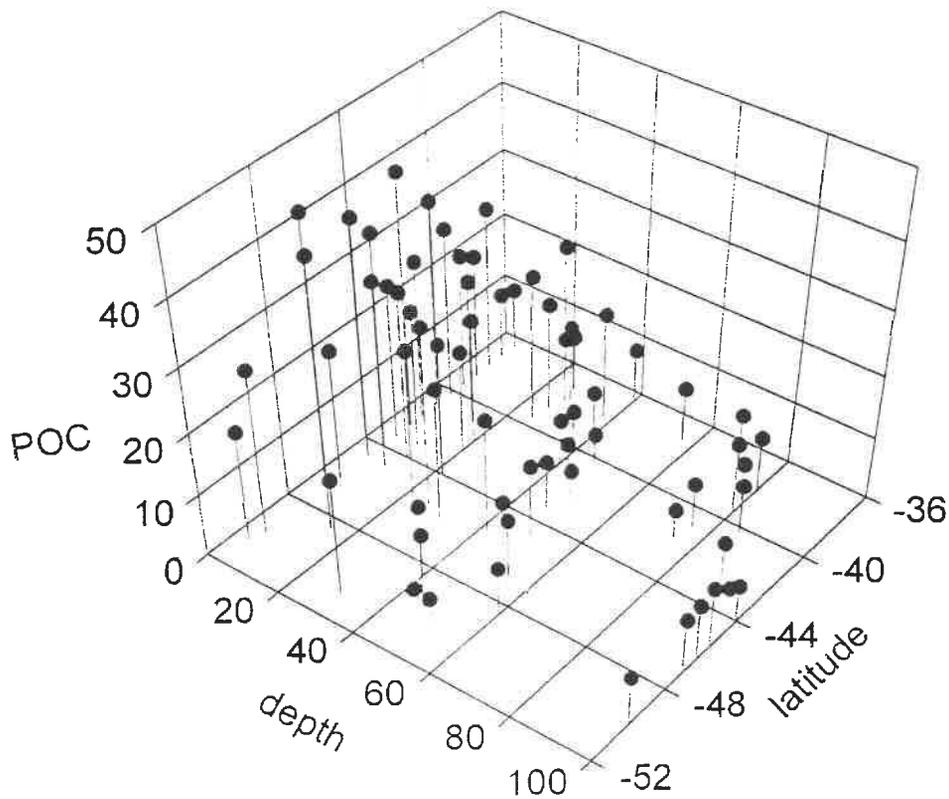
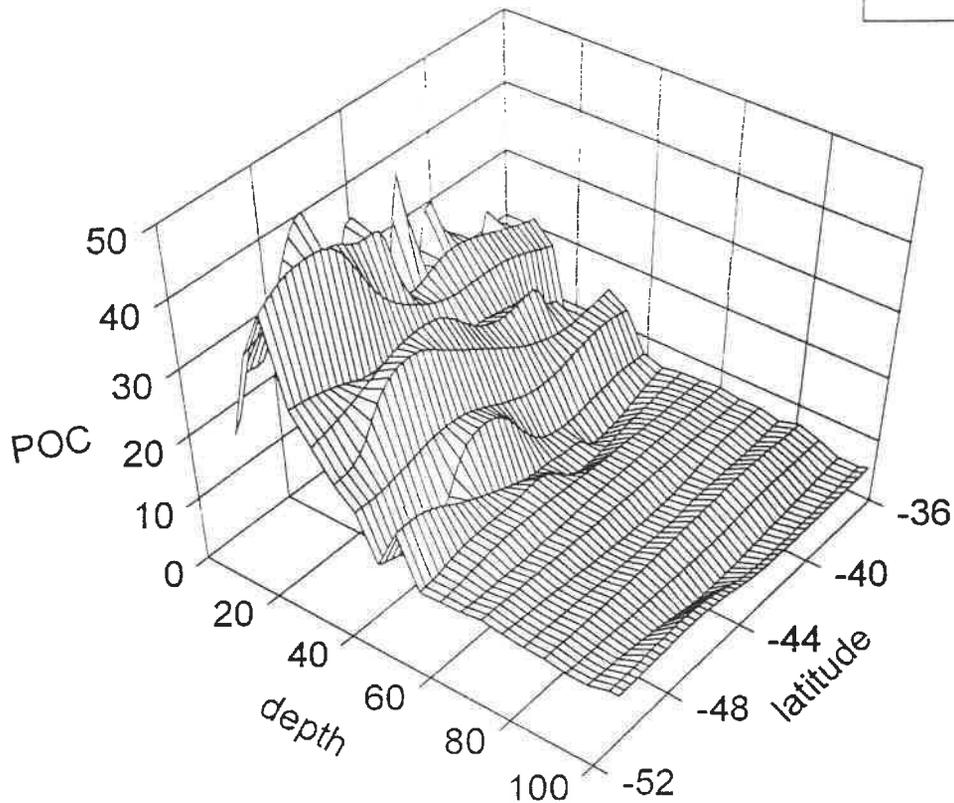
Los ensayos de actividad fosfatasa han dado resultados significativos en las muestras tomadas en la zona comprendida entre las latitudes 23° N y 28°N (estaciones 101 a 108), y en la estación n° 41, localizada a 22° S. Una parte importante de la actividad enzimática corresponde a la fracción de tamaño menor de 0.45 μm , por lo que presumiblemente se relaciona con actividad bacteriana. Estos resultados sugieren que la disponibilidad de fosfato puede ejercer un papel importante en la producción primaria de las zonas indicadas.

Las figuras contiguas muestran la distribución de POC con la latitud y con la profundidad en las tres zonas estudiadas.

latitude spring 1995

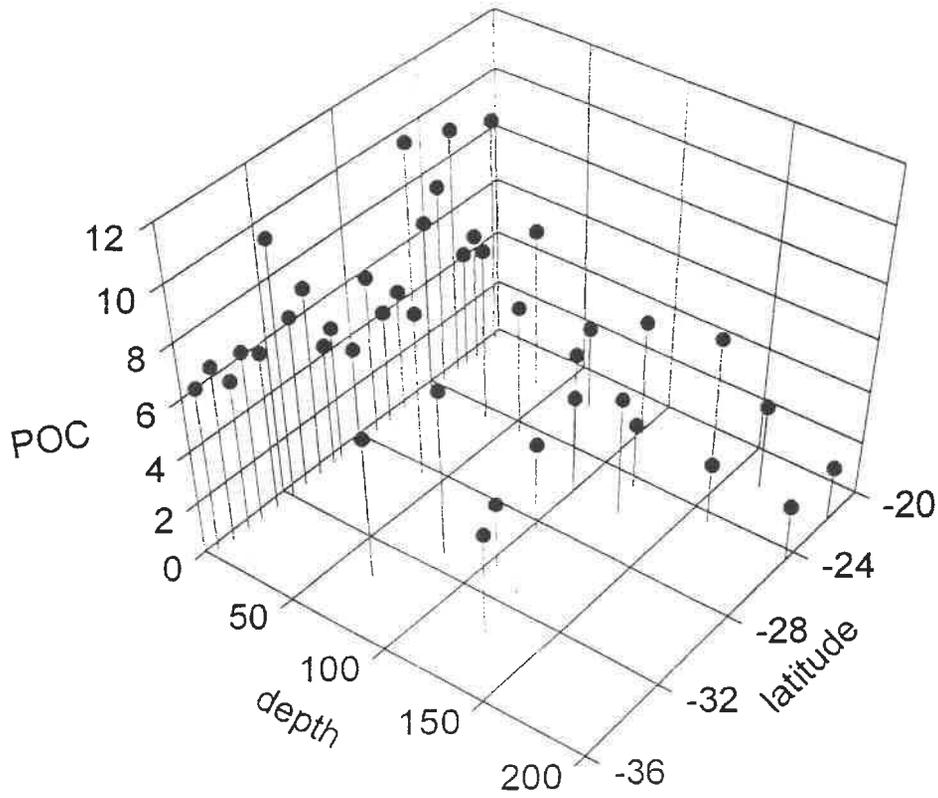
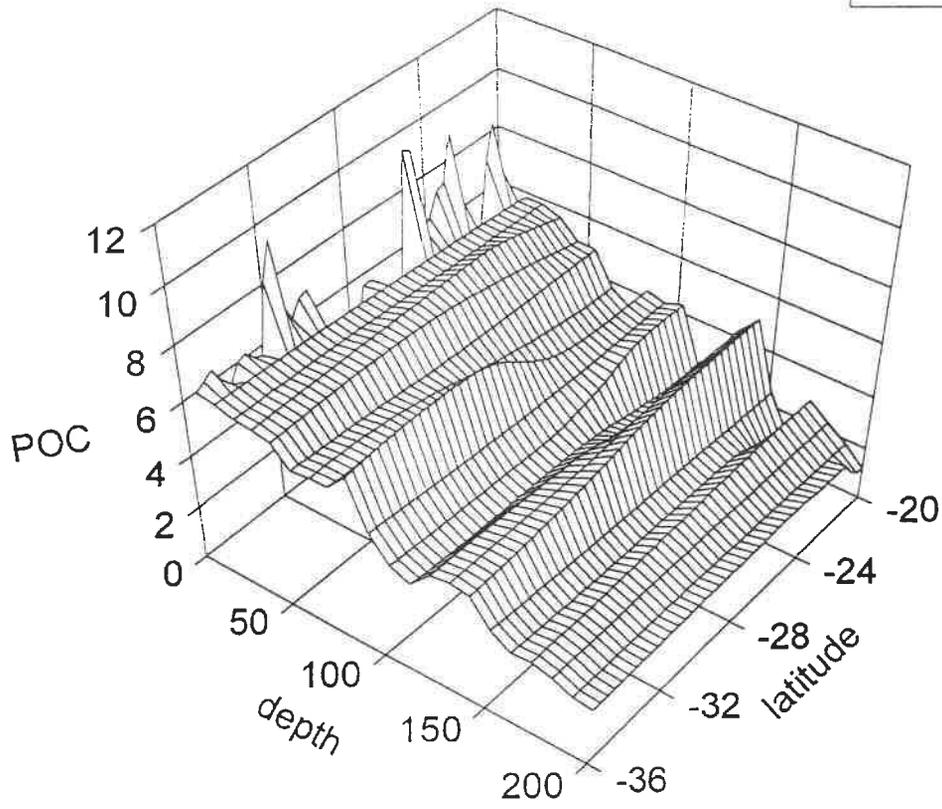
POC (st. 1-21)

POC (μM)



latitude spring 1995
POC (st. 22-45)

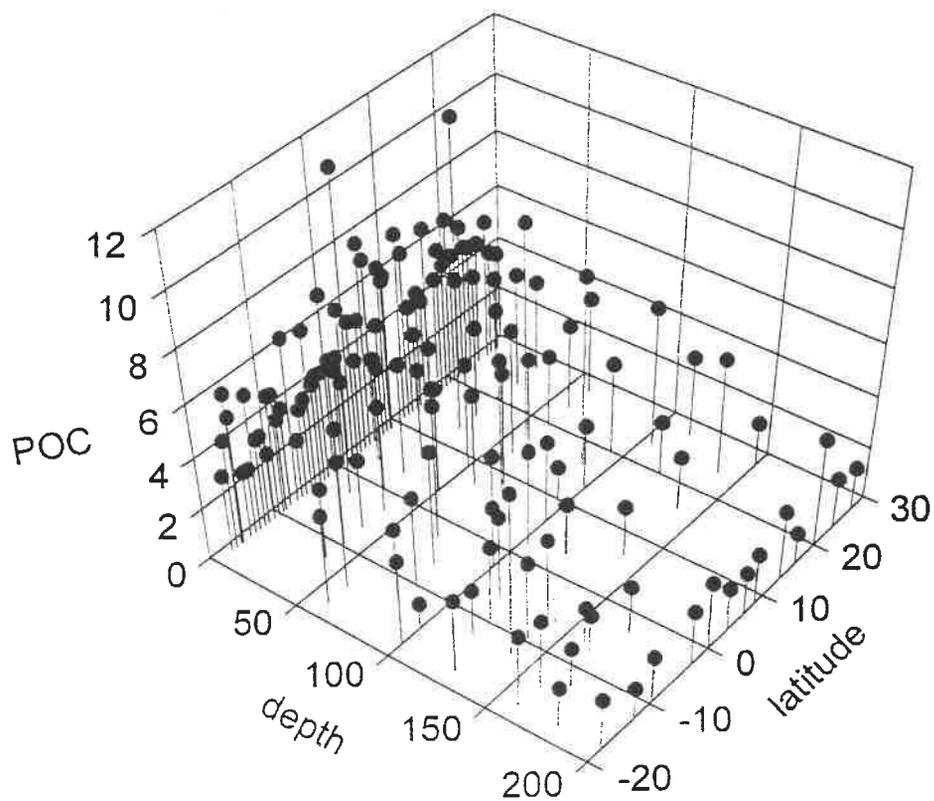
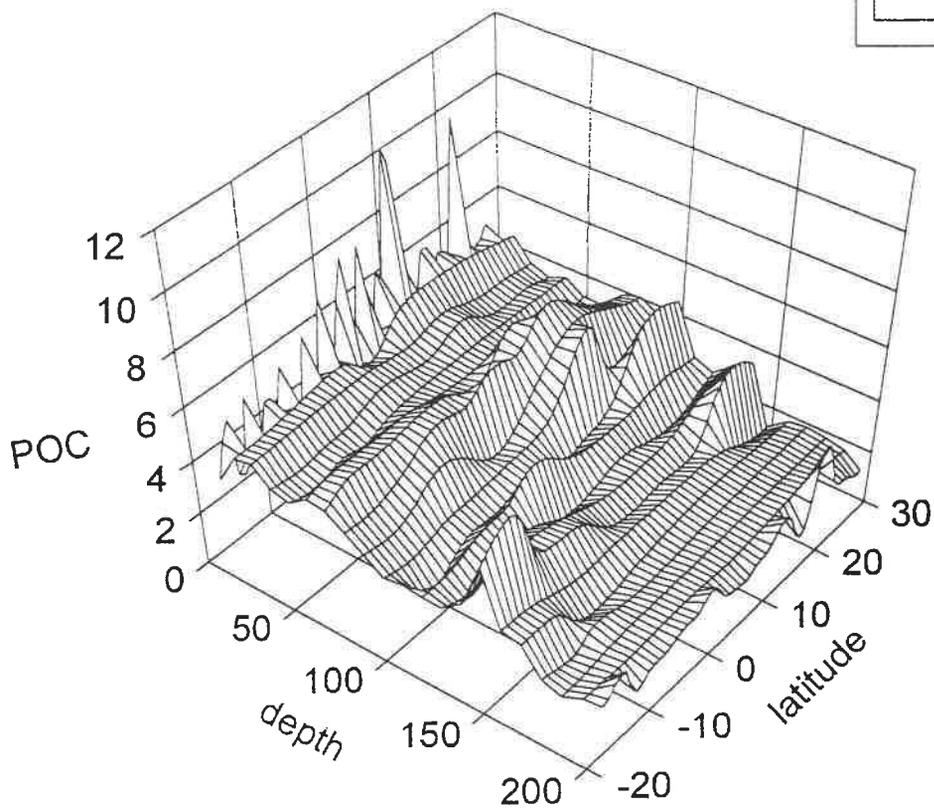
POC (μM)



latitude spring 1995

POC (st. 46-108)

POC (μM)



PROPIEDADES OPTICAS

Susana Agustí, Javier Gilabert, Ramiro Varela

Espectros de Irradiancia submarina

En las estaciones largas (diurnas) se realizaron medidas de espectros de Irradiancia submarina con un Espectrorradiómetro Licor LI1800UW. El espectrorradiómetro fue arriado a diferentes profundidades según las características del día (soleado, nublado), del estado de la mar y de la transparencia del agua. Se midió el espectro de radiación entre 300 y 800 nm cada 2 nm, en la subsuperficie (0 m) y a 5, 10 y cada 10 m. de profundidad (hasta 80 m) con el sensor del espectrorradiómetro en su posición hacia arriba para medir la luz incidente en el mar (downwelling). A continuación se recoge el aparato y se vuelve a arriar con el sensor en posición invertida (hacia abajo, upwelling), midiendo el espectro a profundidades de subsuperficie (0 m), 5, 10, 20, y 30 m y en el mismo rango de longitudes de onda. De esta manera se puede obtener también un espectro de la luz reflejada por el mar.

Si bien la mayoría de las estaciones fueron realizadas con la ayuda de un cable conductor que se arriaba conjuntamente con el cable del chigre, las últimas 15-20 estaciones fueron realizadas operando el espectrorradiómetro en forma remota, lo que permitía la medida a mayores profundidades (hasta 120 m).

Los datos obtenidos se utilizaron para calcular la Irradiancia en la banda del PAR y calcular coeficientes de extinción en el PAR, mediante la suma de los valores obtenidos entre 400 y 700 nm. En la tabla 1, se adjunta la información sobre las estaciones en las que se realizaron medidas de espectros de Irradiación submarina, indicando la hora del día y la Intensidad en Superficie en la banda del PAR.

En las áreas tropicales, la frecuencia de nubosidad variable fué alta, lo que afectó la calidad de algunas de las medidas. La alternancia de nubes y claros durante las medidas ocasionó que algunos perfiles no puedan utilizarse en el cálculo del coeficiente de extinción y de reflectancia de algunas estaciones (Tabla 1). En general, y en especial a lo largo del meridiano 29, las medidas realizadas después del mediodía comprendían mayor dificultad que las realizadas en la mañana, ya que el cambio en la posición solar (de este a oeste) al avanzar el día creaba dificultades entre el correcto posicionamiento del barco con respecto al sol y con respecto a la dirección de las corrientes. Este problema se resolvió realizando las medidas superficiales (hasta 30 m) de los perfiles downwelling y upwelling con el barco posicionado con respecto a la

posición del sol, y las medidas mas profundas con el barco posicionado según lo requería el estado del mar. De esta manera se consiguió la verticalidad del cable requerida en las medidas y la mejor maniobrabilidad del buque.

Tanto los espectros de Irradiancia (Fig. 1) como los coeficientes de extincion (Tabla 1) obtenidos en las distintas estaciones, indican la clara separacion entre las aguas mas turbias de las estaciones muestreadas en la plataforma Argentina de las aguas oligotoficas de las areas tropicales (Fig. 1, Tabla 1). Los valores de los coeficientes de extincion obtenidos en el tropico sur son similares a los reportados para el Mar de los Sargazos (e.g. Kirk 1983).

Bibliografía.

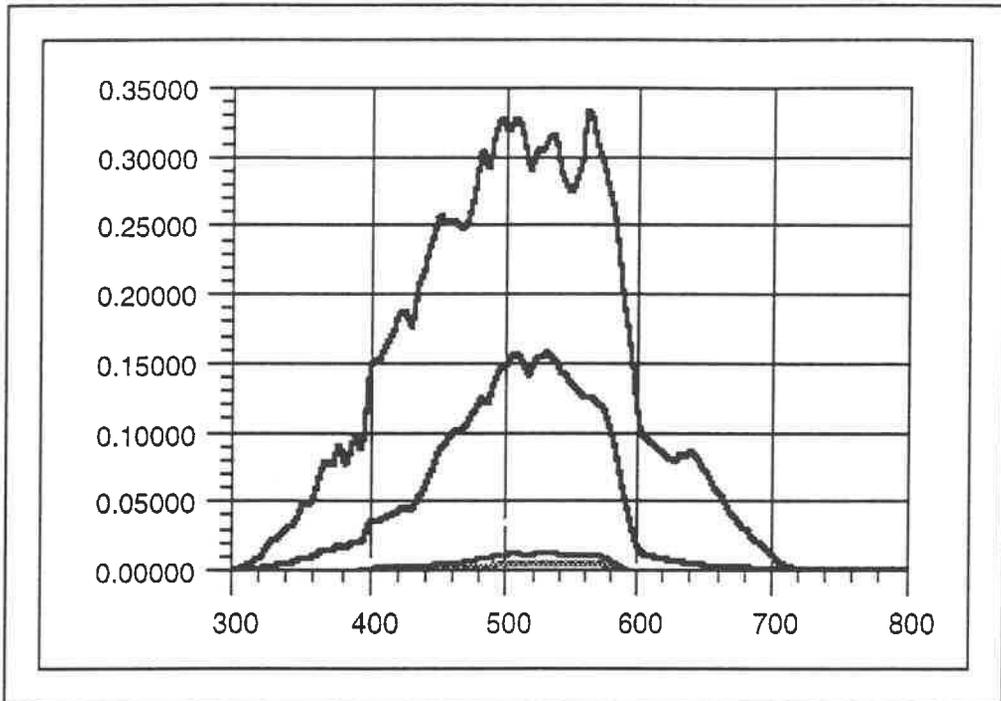
KIRK, J.T.O. 1983. Light and photosynthesis in aquatic ecosystems. Cambridge University Press. 401 pp.

Table 1. Estimates of underwater light during Latitud-I cruise. "Light" represent the PAR (400-700 nm) Irradiance ($\mu\text{mol Photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$) at the surface (below water surface). Time (GMT) indicate the time of the measurement. Extinction coefficients (m^{-1}) for each station were calculated from PAR integrated spectral profiles. * = Cloudy (or sunny) during deep measurements.

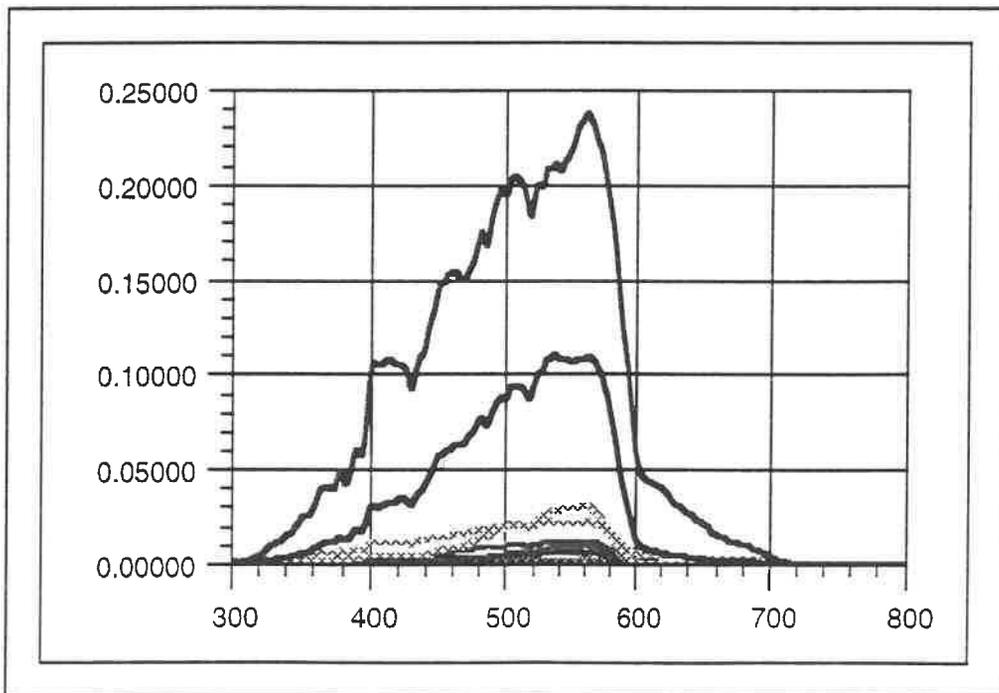
Station	Month-Day	Light	Time GMT	Extinction coeff.
2	3-6	140	13:40	0.146
3	3-7	193	18:20	0.119
7	3-7	175	13:00	0.167
8	3-7	234	18:02	0.126
12	3-8	711	12:40	0.162
13	3-8	1108	18:43	0.149
14	3-8	7	22:09	0.125
17	3-9	1099	13:11	0.130
18	3-9	1150	18:12	0.128
24	3-17	1323	15:36	0.061
25	3-17	41	22:00	0.066
27	3-18	1084	12:23	0.039
28	3-18	725	18:59	0.050
31	3-19	353	12:34	*
32	3-19	305	19:12	0.034
35	3-20	713	14:54	0.037
36	3-25	571	11:02	0.045
37	3-25	514	17:56	0.050
40	3-26	-	14:01	-
41	3-26	109	19:06	*
43	3-27	807	15:10	0.041
45	3-28	848	11:25	*
49	3-29	848	12:50	*
50	3-29	458	18:18	-
53	3-30	1777	13:16	*
54	3-30	674	18:02	*
57	3-31	1089	11:20	*
58	3-31	1910	14:56	*
61	4-1	887	10:43	0.042
62	4-1	1447	15:48	*
66	4-2	272	14:28	0.035
67	4-2	63	18:51	0.043
71	4-3	492	15:20	0.030
75	4-4	1210	12:47	0.061
76	4-4	718	17:50	0.053
79	4-5	1695	12:28	0.032
80	4-5	753	17:49	0.039
83	4-6	1307	11:21	0.050
84	4-6	819	15:40	0.046
92	4-8	523	09:53	0.033
93	4-8	1237	15:37	0.044
97	4-9	960	11:30	0.035
98	4-9	1370	16:21	0.052
102	4-10	340	12:50	0.043
103	4-10	1080	16:37	0.040
107	4-11	1333	12:10	*
108	4-11	1520	15:01	*

Figure 1. Spectral downwelling Irradiance between 300 and 800 nm at different depths (surface, 5 m, 10, 20, 30, 40, 50, etc.) obtained in some of the stations studied.

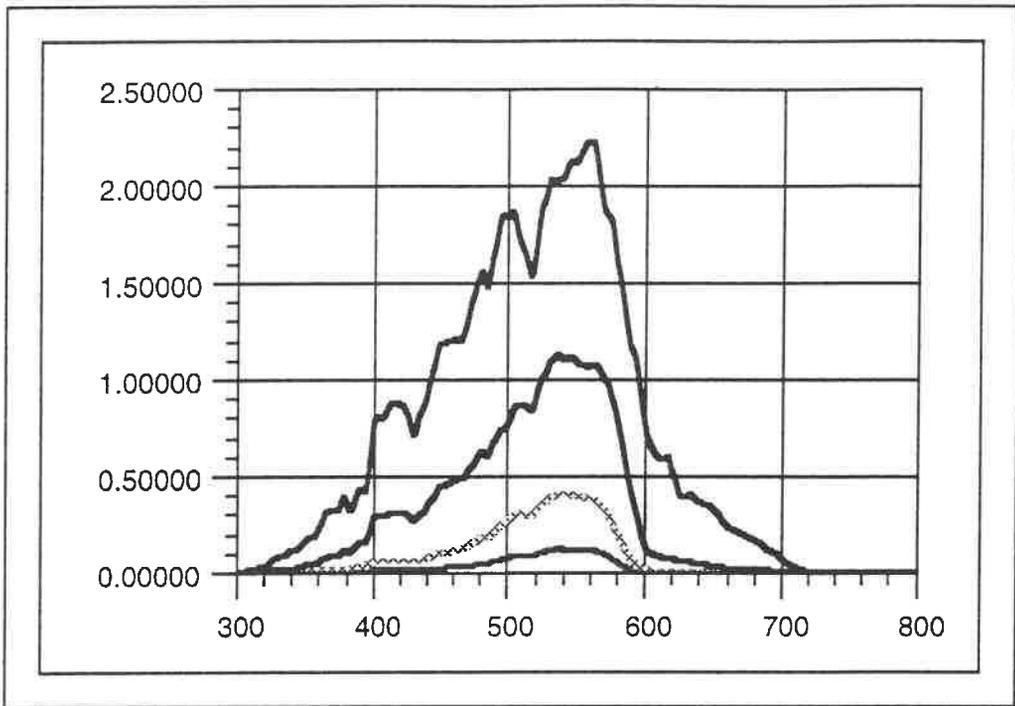
Station 2 ($\mu\text{molPh m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{nm}^{-1}$)



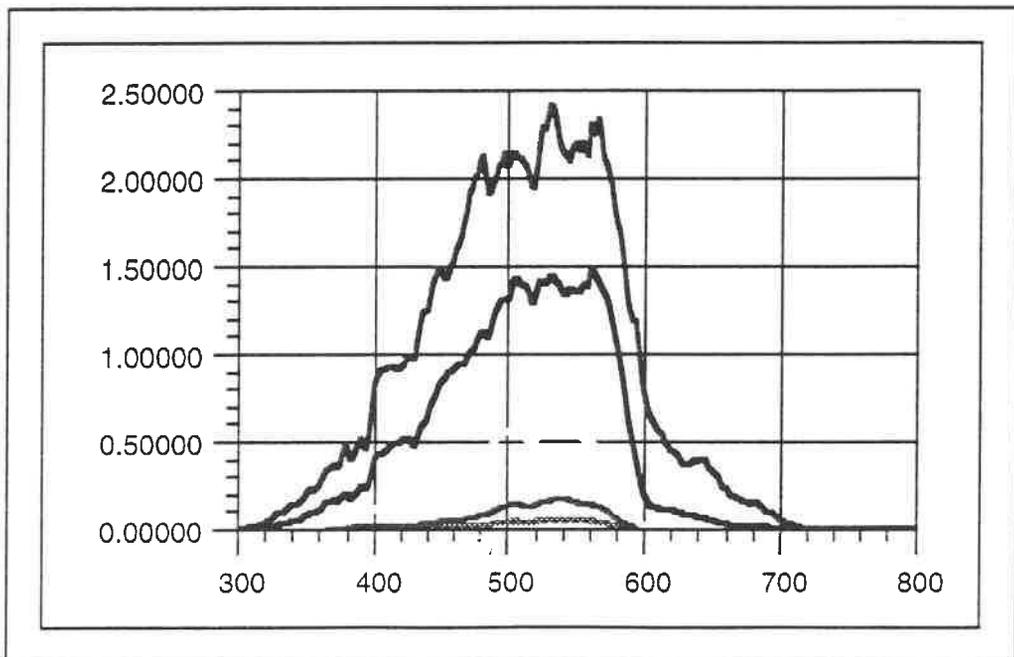
Station 7 ($\mu\text{molPh m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{nm}^{-1}$)



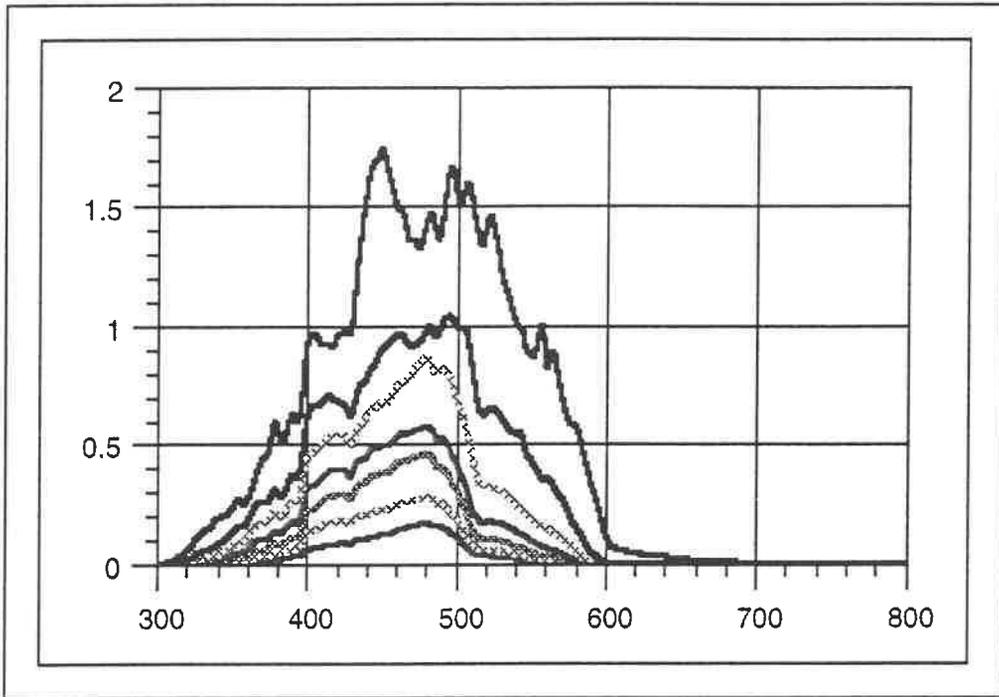
Station 13 ($\mu\text{molPh m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{nm}^{-1}$)



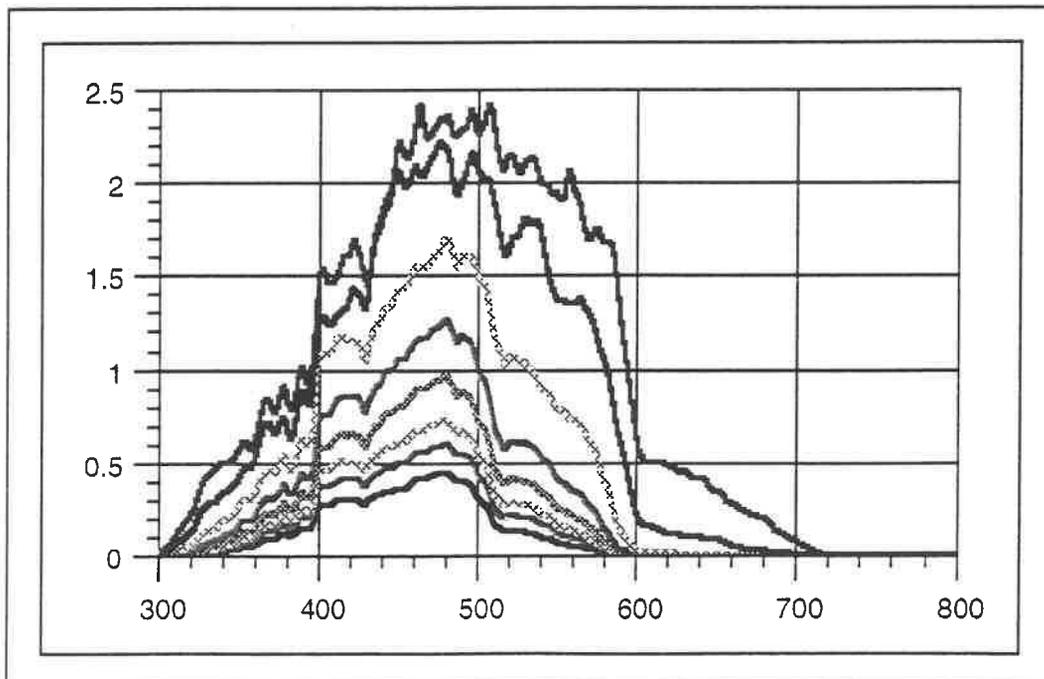
Station 17 ($\mu\text{molPh m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{nm}^{-1}$)



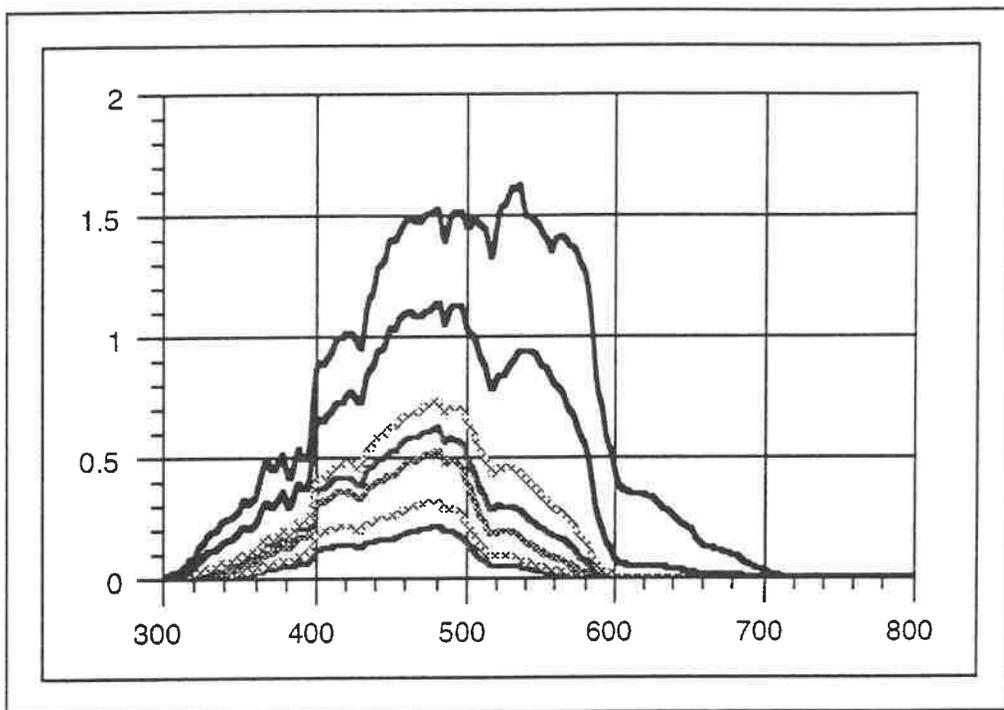
Station 28 ($\mu\text{molPh m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{nm}^{-1}$)



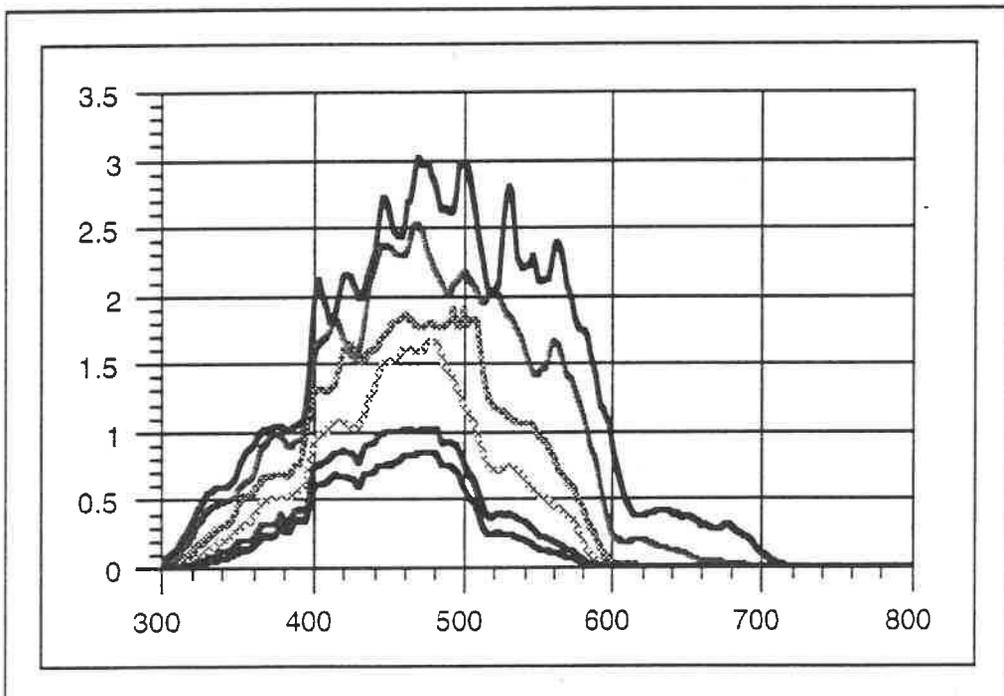
Station 35 ($\mu\text{mPh m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{nm}^{-1}$)



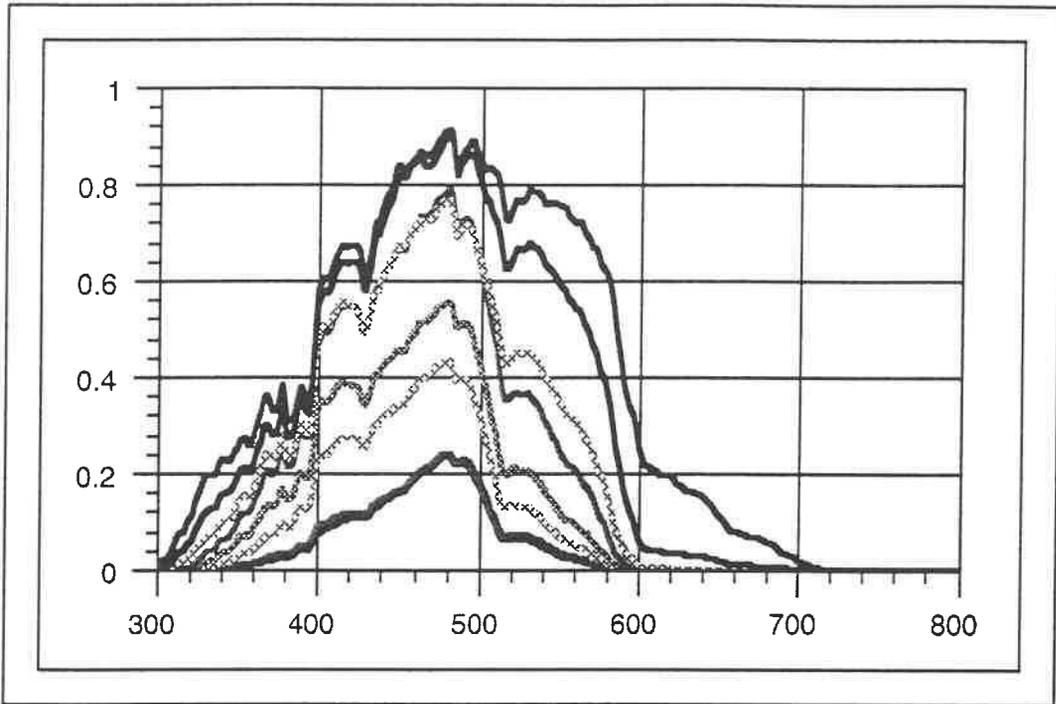
Station 37 ($\mu\text{molPh m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{nm}^{-1}$)



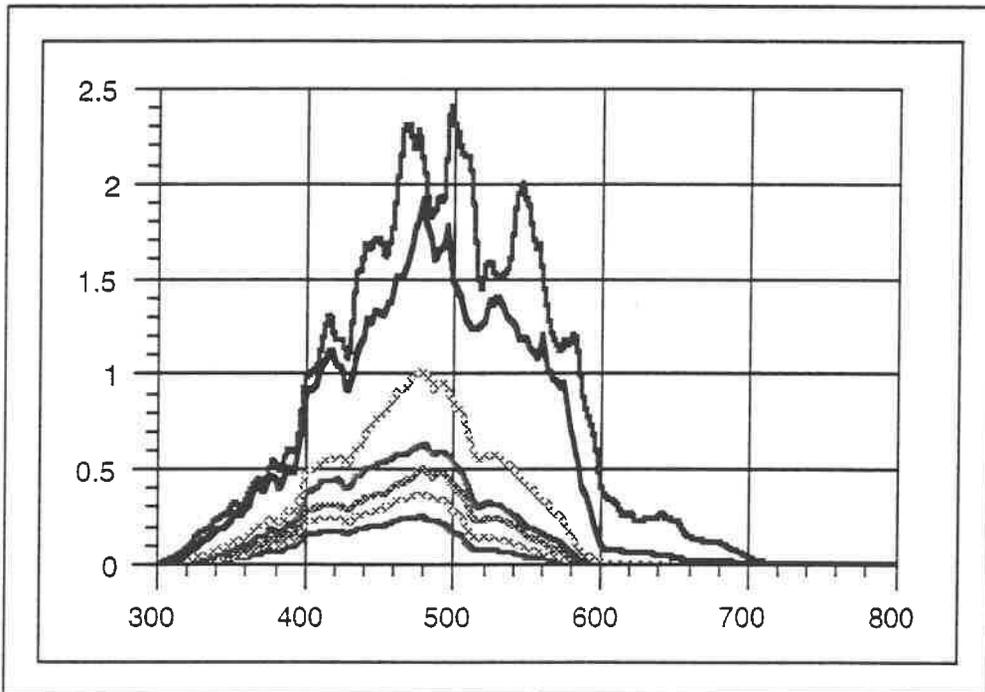
Station 43 ($\mu\text{molPh m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{nm}^{-1}$)



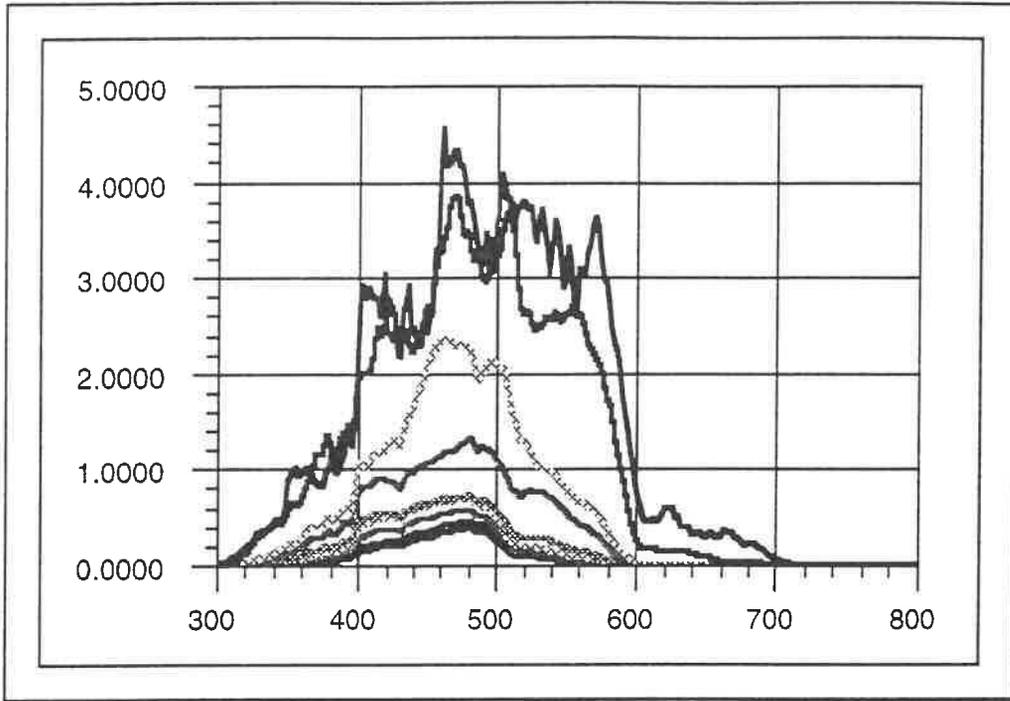
Station 66 ($\mu\text{molPh m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{nm}^{-1}$)



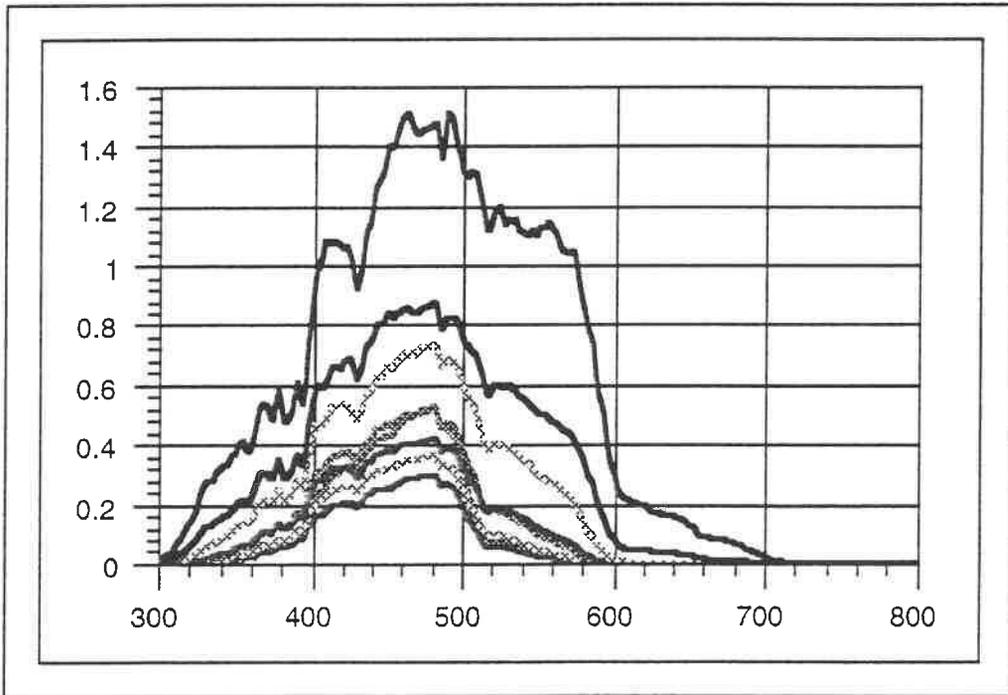
Station 76 ($\mu\text{mPh m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{nm}^{-1}$)



Station 93 ($\mu\text{molPh m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{nm}^{-1}$)



Station102 ($\mu\text{molPh m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{nm}^{-1}$)



MEDIDAS DE ABSORCIÓN DE LUZ DURANTE LA CAMPAÑA LATITUD 95 PRIMAVERA

Objetivos

- 1) Estudiar la variabilidad latitudinal y en la columna de agua de los espectros totales de absorción, y de las fracciones correspondiente a algas y no-algas. Con ello se pretende contribuir a uno de los objetivos fundamentales de la campaña, el de la determinación de zonas o provincias biogeográficas que serán posteriormente utilizadas en conjunto con los datos provenientes de satélites.
- 2) Estudiar las relaciones entre los espectros de absorción total y de las fracciones algal y no-algal con la distribución y atenuación de luz en profundidad. Analizar las diferencias de atenuación de la luz en las bandas correspondientes al satélite SEAWIFS y a los pigmentos en las diferentes zonas geográficas donde tuvo lugar la campaña.
- 3) Analizar las relaciones entre los espectros de absorción total, y los correspondientes a algas y a material no-algal- con los datos de espectros obtenidos por otros participantes para sustancias amarillas y distribución por tamaños.
- 4) Estudiar las posibles relaciones entre la producción primaria y clorofila con los datos obtenidos de los espectros de absorción. Integrar estos valores con los de los ítem 2) y 3) y los datos de luz reflejada en las bandas de operatividad del futuro satélite SEAWIFS.
- 5) Modelizar la profundidad y magnitud del máximo de clorofila utilizando, por una parte, la irradiación en superficie y la extinción de luz en las diferentes longitudes de onda y, por otra, los datos de flujo de nitrato hacia la capa superficial. Para ello es necesario calcular el coeficiente de difusión turbulenta mediante los perfiles TS correspondientes, y emplear datos meteorológicos (velocidad y dirección del viento, temperatura del aire y del agua en superficie). De esta manera será posible, en un paso posterior, modelizar la producción primaria en toda la columna de agua, agregando las zonas "no vistas" por el satélite.
- 6) Desarrollar una mejor estimación del componente no-algal y algal de la absorción total, utilizando técnicas empíricas a partir del modelo de Bricaud & Stramski (1990). El amplio gradiente de producción y los datos provenientes de este proyecto facilita enormemente la verificación del mecanismo a proponer.

Para la consecución de todos estos objetivos es necesario un prolongado período de estudio de los resultados obtenidos en este apartado y de los correspondientes a la mayoría de los participantes en el proyecto. En particular se describen aquí los materiales y técnicas utilizados para obtener los resultados de absorción total y de las fracciones correspondientes al material algal y no algal, y se presentan los resultados obtenidos para una serie de zonas representativas de la campaña. Se adjunta igualmente una versión preliminar de un trabajo que corresponde al ítem 6) de los objetivos y que será enviado a la brevedad para su arbitraje en una revista internacional.

Materiales y métodos.

Obtención del coeficiente de absorción de la materia particulada total

Los análisis de absorción total *in vivo* de filtrados se realizaron en cada una de las estaciones diurnas. El procedimiento seguido para medir la absorbancia total consistió en filtrar un volumen variable de agua de mar (1 a 4 litros) a través de filtros GF/F de 0.4 micras de diámetro de poro. Se recoge el filtrado, se colocan 2-3 gotas de agua de mar filtrada y el filtro en un portaobjetos y se mide la absorbancia en el rango de 350 a 750 nm corrigiendo los resultados con un filtro blanco humedecido de la misma forma en agua de mar filtrada y también colocado en un portaobjetos. Cada portaobjetos se fija al instrumento (un espectrofotómetro UVIKON 941) utilizando un par de imanes. Con el fin de estimar los posibles errores del método se realizaron 3 pruebas diferentes:

- a) Medición de ruido propio del instrumento, luego de efectuada la línea de base, sin colocar ningún filtro, y midiendo en el mismo rango de 350 a 750 nm.

- b) Análisis de la influencia que puede tener el grado de humedad de los filtros en el resultado final del espectro
- c) Comparación de diferentes blancos entre sí, para estudiar la influencia que puede tener el uso de diferentes blancos en los resultados del espectro

a) *Medición del ruido de fondo del instrumento*

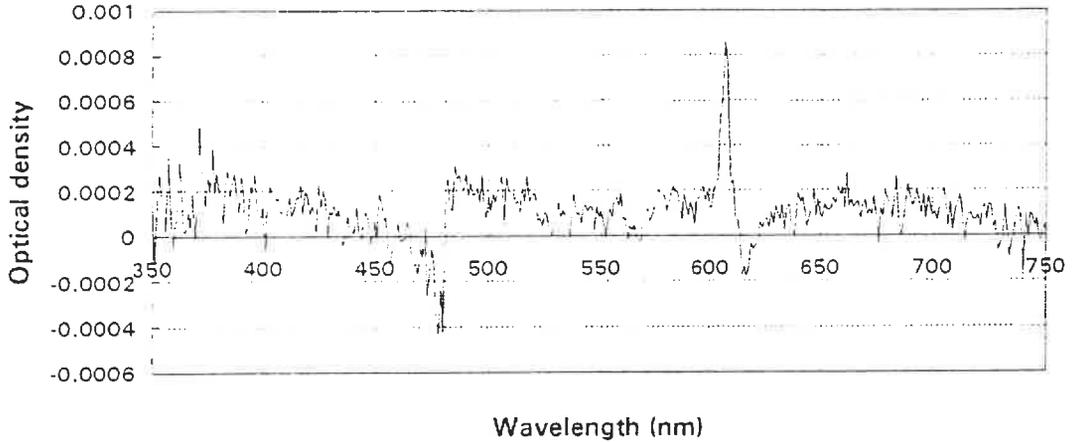


Fig. 1. Ruido de fondo típico del espectrofotómetro UVIKON 940 luego de efectuada la línea de base, medido en el rango de 350 a 750 nm.

Un resultado típico de medición del ruido propio del instrumento se presenta en la Fig. 1, donde se observa que los rangos máximos de variación en la densidad óptica fluctúan entre aproximadamente -0.001 m^{-1} y $+0.001 \text{ m}^{-1}$, con dos picos más intensos hacia 605-610 nm (positivo) y 475 nm (negativo). Dado que los valores promediados de densidad óptica de las muestras son $\geq 0.1 \text{ m}^{-1}$, la influencia de este ruido de fondo es como máximo de un 1% del valor de la medida, y se considera por tanto insignificante. Sin embargo, para cada estación este fichero de ruido de fondo fue guardado para eventuales correcciones.

b) *Medición del efecto del grado de humedad en los filtros*

Las diferencias en la cantidad de agua que ha absorbido un filtro en un momento dado pueden tener influencia en los resultados del espectro de absorción total. Se procedió por tanto a medir la absorbancia de un filtro blanco, inmediatamente luego de extraído de una caja de Petri con agua de mar filtrada, y a los 2, 5 y 8 minutos de estar secándose, donde la temperatura ambiente era de alrededor de 26-27 °C. Los resultados comparativos se muestran en la Fig. 2:

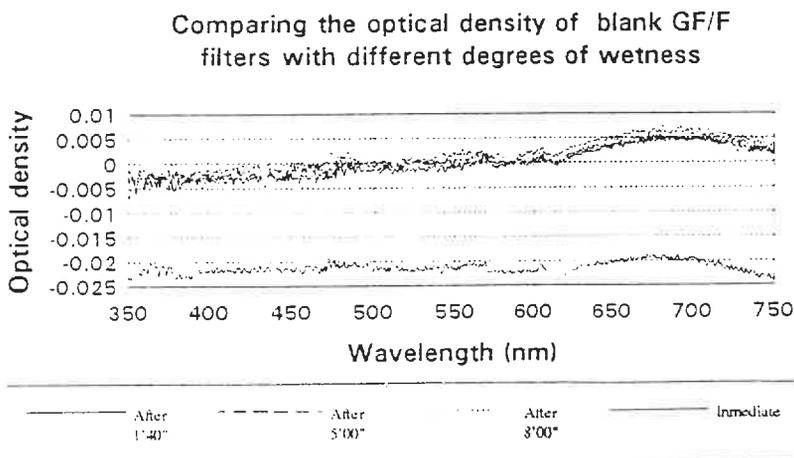


Fig. 2. Comparación de la absorbancia de un mismo filtro blanco con diferentes grados de humedad, en el rango de 350 a 750 nm.

Se puede observar que la diferencia en la absorbancia de un filtro recién humedecido y luego de un cierto tiempo de secado es significativa para la precisión de los resultados. Sin embargo, las diferencias luego de aproximadamente 2 minutos de secado, de 5 o de 8 minutos son menores (de -0.005 a +0.005) para los objetivos planteados. Se recomienda por tanto esperar un tiempo prudencial luego de agregar el agua y poner el filtro sobre el porta antes de efectuar la medida. A efectos prácticos se procedió a colocar la muestra siguiente sobre el portaobjetos mientras la medición de la actual tenía lugar, dado que el tiempo que tarda un espectro completo es de unos 2,5 minutos (la velocidad de lectura del espectrofotómetro se fijó a 200 nm por minuto). Si las medidas se efectúan siempre con la misma cadencia, no parece absolutamente necesario, de acuerdo a los resultados observados, aplicar una corrección sistemática a las medidas. Este efecto, sin embargo, es por término medio unas 5 veces más importante que el correspondiente al ruido de fondo del espectrofotómetro y puede alcanzar como máximo alrededor 5% de la medida total en longitudes de onda cercanas a 670-700 nm o menores a 400 nm.

c) Medición del efecto de utilizar diferentes filtros blancos

En este apartado se aprecia en forma preliminar la variación en las medidas que puede tener lugar al usar diferentes filtros blancos procedentes de una misma caja o serie. El uso de diferentes filtros blancos a lo largo de una campaña se hace necesario debido al deterioro que éstos sufren por la manipulación y su conservación en agua de mar filtrada. Este apartado proporciona únicamente una idea muy aproximada de estos efectos, ya que un análisis riguroso requeriría de muchos más filtros de los que estaban disponibles para ello. La Fig. 3 muestra los resultados obtenidos utilizando 4 filtros diferentes:

Possible error among different blank filters

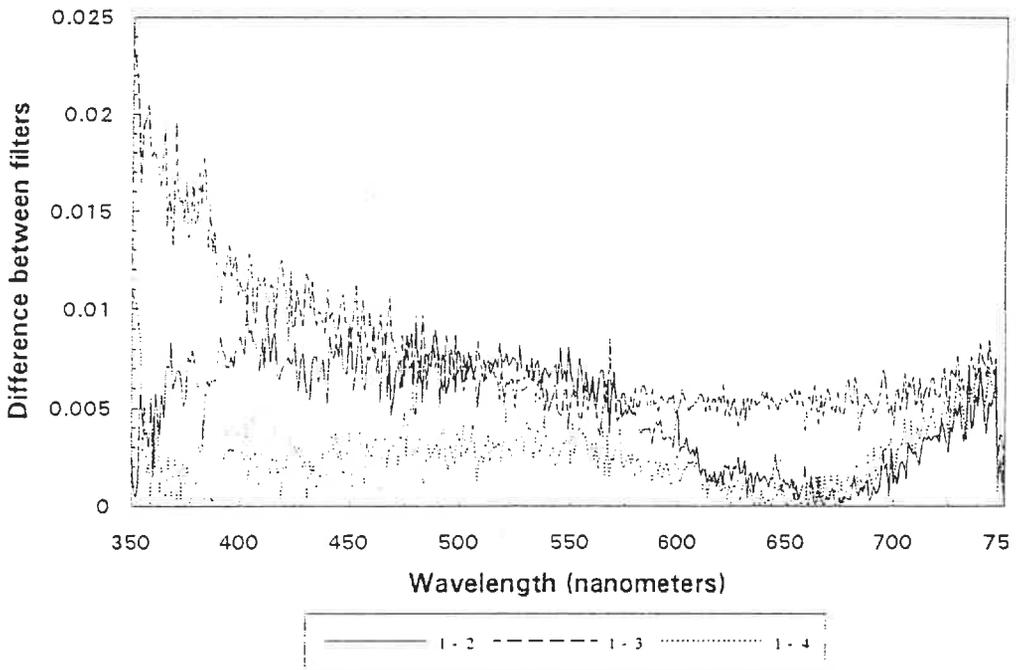


Fig. 3. Comparación de la absorbancia de 4 filtros blancos con el mismo grado de humedad, en el rango de 350 a 750 nm. Los valores fueron corregidos a 750 nm y se grafican las diferencias absolutas entre uno de ellos (1) con los restantes 3 filtros.

Es notorio que en este caso las diferencias obtenidas entre los diferentes filtros son significativas, mostrando el gráfico los resultados obtenidas de comparar el filtro número 1 y los 3 restantes. La diferencia entre la curva 1-3 con las restantes podría estar debida a impurezas del agua de mar que se incorporaron al humedecer el filtro 3. Los resultados, de ser ciertos, requerirían corrección

de los resultados, pero en este caso no se efectuó ninguna ya que este análisis preliminar debe continuarse con un volumen mucho mayor de filtros para tener validez.

Una vez obtenidos los valores de absorbancia *en bruto*, se procedió a corregirlos por el valor a 750 nm siguiendo el procedimiento habitual (Cleveland and Weidemann, 1993). A cada longitud onda le fue restado el valor correspondiente a 750 nm y el coeficiente de absorción total fue estimado de acuerdo con:

$$a_p = \frac{2.3 OD(\lambda)s}{V\beta(\lambda)} \quad (1)$$

donde V es el volumen de agua filtrada, s la superficie efectiva de filtración del filtro GF/F y el factor $\beta(\lambda)$ fue estimado de acuerdo con Mitchell and Kiefer (1984):

$$\beta(\lambda) = 1.63 OD(\lambda)^{-0.22} \quad (2)$$

Table I. Lista de símbolos utilizados y su significado

Nombre	Símbolo
Longitud de onda (nm)	λ
Densidad óptica	$OD(\lambda)$
Coefficiente de absorción de materia particulada total	$a_p(\lambda)$
Coefficiente de absorción del material no algal	$a_d(\lambda)$
Coefficiente de absorción del material algal	$a_{ph}(\lambda)$
<i>Kishino method (Kishino et al., 1985)</i>	
Coefficiente de absorción del material no algal	$ak_d(\lambda)$
<i>Bricaud and Stramski method (Bricaud and Stramski, 1990)</i>	
Coefficiente de absorción del material no algal	$ab_d(\lambda)$
Parámetro	S
Parámetro	A

Obtención de la absorción correspondiente al material algal y no algal

Una vez obtenido el coeficiente de absorción de materia particulada total, se procedió a estimar la porción correspondiente al material no algal y, por diferencia con respecto al total, del material algal (Ec. 3). Esto fue realizado de dos formas diferentes: a) un procedimiento experimental (Kishino *et al.*, 1985) y b) utilizando un procedimiento empírico (Bricaud y Stramski, 1990)

Determinación experimental de la absorción correspondiente al material no algal

La absorción correspondiente al material no algal fue determinada de acuerdo al método de Kishino *et al.* (1985), sumergiendo el mismo filtro utilizado en la determinación de la absorción total de la materia particulada en metanol durante ± 30 minutos. Los resultados de esta extracción fueron medidos en el espectrofotómetro, en el mismo rango de 350 a 750 nm y se le aplicó a los resultados el mismo procedimiento de descontar el valor de absorción a 750 nm e idéntica corrección por el volumen de agua filtrada, la superficie del filtro y el factor beta para obtener finalmente el valor de absorción correspondiente al material no algal. Por diferencia se obtiene la absorción correspondiente al material algal:

$$a_{ph}(\lambda) = a_p(\lambda) - a_d(\lambda) \quad (3)$$

Determinación empírica por el método de Bricaud y Stramski (1990) de la absorción correspondiente al material no algal

Bricaud y Stramski (1990) desarrollaron un método razonablemente preciso y simple para diferenciar a partir del espectro total de absorción total la porción correspondiente al material algal y no algal. Su

algoritmo está basado en la forma exponencial de la curva de detritus y en su propuesta de que los cocientes violeta:verde y amarillo:rojo son relativamente constantes y próximos a 1 en el espectro del material algal. Luego de ciertas manipulaciones matemáticas llegan a un sistema de dos ecuaciones que puede ser simplificado y resuelto iterativamente para sus dos parámetros S y A .

$$0.99Ae^{-380S} - Ae^{-505S} = 0.99a_{p(380)} - a_{p(505)} \quad (4)$$

$$Ae^{-580S} - 0.92Ae^{-692.5S} = a_{p(580)} - 0.92a_{p(692.5)} \quad (5)$$

Simplificando por A en el lado izquierdo de la ecuación y dividiendo la Ec.4 por la Ec. 5 llegamos a:

$$\frac{(0.99e^{-380S} - e^{-505S})}{(e^{-580S} - 0.92e^{-692.5S})} - \frac{0.99a_{p(380)} - a_{p(505)}}{a_{p(580)} - 0.92a_{p(692.5)}} = 0 \quad (6)$$

donde S puede ser estimada con facilidad empleando un algoritmo de aproximación iterativo. Luego de obtener S , A puede ser calculada empleando indiferentemente la Ec. 4 o la Ec. 5. Finalmente el coeficiente de absorción del material no algal es determinado a través de la Ec. (7), que es idéntica a la Ec. (6A) de Bricaud and Stramski (1990):

$$a_d(\lambda) = Ae^{-S\lambda} + a_p(750) - Ae^{-750S} \quad (7)$$

Nuevamente en este caso $a_{ph}(\lambda)$ es obtenido por diferencia con el espectro total utilizando la Ec. (3).

Resultados

En 50 de las 108 estaciones de la campaña Latitud 95 Primavera (todas las realizadas durante el día) se midieron espectros de absorción de luz por la materia particulada. En cada una de estas 50 estaciones se muestrearon diferentes profundidades, obteniéndose un total de 440 espectros diferentes, que a su vez fueron separados en absorción total, absorción correspondiente al material algal y absorción correspondiente al material no algal en el rango de 350 a 750 nm. A esto se deben agregar 4 espectros realizados con agua de superficie en el Río de la Plata. Como el volumen de datos hace imposible su presentación total en un informe de este tipo, se presentarán espectros que se consideran típicos o interesantes de determinadas regiones, tales como la plataforma continental argentina, el Río de Plata, zonas de confluencia, zonas próximas al ecuador, etc. La tabla II resume para cada estación las profundidades muestreadas.

Tabla II. Profundidades muestreadas en cada una de las estaciones realizadas en la campaña Latitud 95 Primavera

Estación	Profundidades muestreadas (m)
2	(5), 30, 50, 60, 70
3	(5), 30, 50, 65, 100
7	(5), 15, 30, 50, 70, 100
8	(5), 20, 33, 42, 50, 70
9	(5), 26, 42, 70, 100
12	(5), 11, 32, 47, 70, 95
13	1, (5), 20, 31, 42, 50, 70, 90
14	(5), 10, 20, 41, 46, 60, 75
17	(5), 25, 35, 42, 60, 80
18	(5), 15, 26, 32, 50, 79
24	(5), 30, 50, 64, 73, 97, 160, 399
25	(5), 40, 61, 68, 89, 127, 201, 400
27	(5), 40, 80, 100, 110, 150, 200, 400
28	(5), 30, 50, 70, 82, 110, 140, 200
31	5, 40, 60, 82, (108), 134, 160, 200, 400
32	1, 5, 40, 60, 90, (103), 130, 160, 200, 400
35	1, 5, 40, 60, 80, (100), 125, 160, 199
36	5, 40, 70, (93), 120, 160, 200
37	5, 37, 55, (87), 120, 160, 200
40	1, 5, 40, 75, (108), 140, 160, 200
41	5, 40, 70, (100), 140, 165, 200
43	5, 40, 70, (112), 140, 160, 200
45	5, 40, 80, 110, (131), 160, 200
49	5, 50, 100, 131, (160), 172, 200
50	5, 60, 100, (132), 162, 200
53	5, 40, 80, 120, (140), 170, 200
54	1, 5, 40, 70, 90, 114, (130), 170, 200
57	5, 40, 80, 120, (139), 170, 200
58	1, 5, 30, 80, 100, (123), 151, 200
61	5, 40, 80, (115), 140, 159, 200
62	1, 5, 20, 40, 68, (90), 120, 160, 200
66	1, 5, 20, 40, (70), 100, 170, 200
67	5, 20, 40, (60), 110, 200
70	1, 5, 30, (60), 110, 200
71	5, 25, 43, (+7), 87, 200
76	1, 5, 25, 40, (50), 81, 200
79	1, 5, 30, 60, (75), 100, 140, 200
80	1, 5, (60), 73, 94, 110, 200
83	1, 5, 30, 50, (70), 100, 200
84	5, 21, (41), 59, 90, 140, 200
88	1, 5, 30, (60), 68, 100, 200
89	5, 20, 40, (60), 80, 100, 140, 200
92	5, 30, (60), 90, 140, 200
93	1, 5, 15, 30, (65), 88, 100, 140, 200

Estación	Profundidades muestreadas (m)
97	1, 5, 30, (60), 94, 120, 200
98	1, 6, 20, 40, (60), 91, 110, 140, 200
102	1, 5, 30, (60), 105, 140, 200
103	1, 5, 15, 30, 50, (80), 127, 160, 200
107	1, 5, 30, (60), 115, 150, 200
108	5, 15, 30, 50, (80), 115, 140, 160, 200
Río de la Plata (1)	1
Río de la Plata (2)	1
Río de la Plata (3)	1
Río de la Plata (4)	1

NOTA: Las profundidades indicadas entre paréntesis fueron muestreadas por duplicado para obtener la absorción de luz del material no algal según el método de Kishino *et al.* (1985).

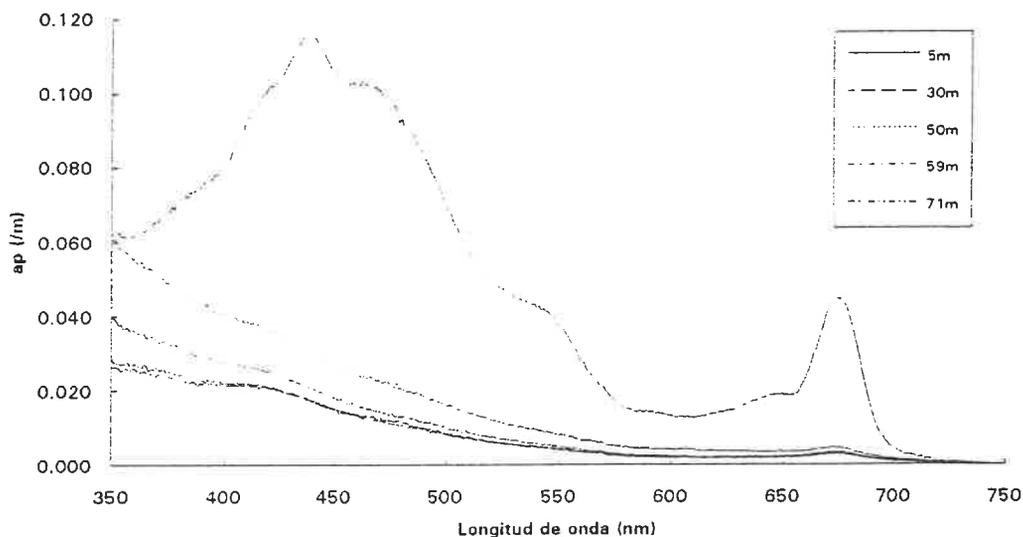


Figura 4a. Espectros obtenidos (coeficientes de absorción para materia particulada total) en la estación 2 a varias profundidades (plataforma continental argentina).

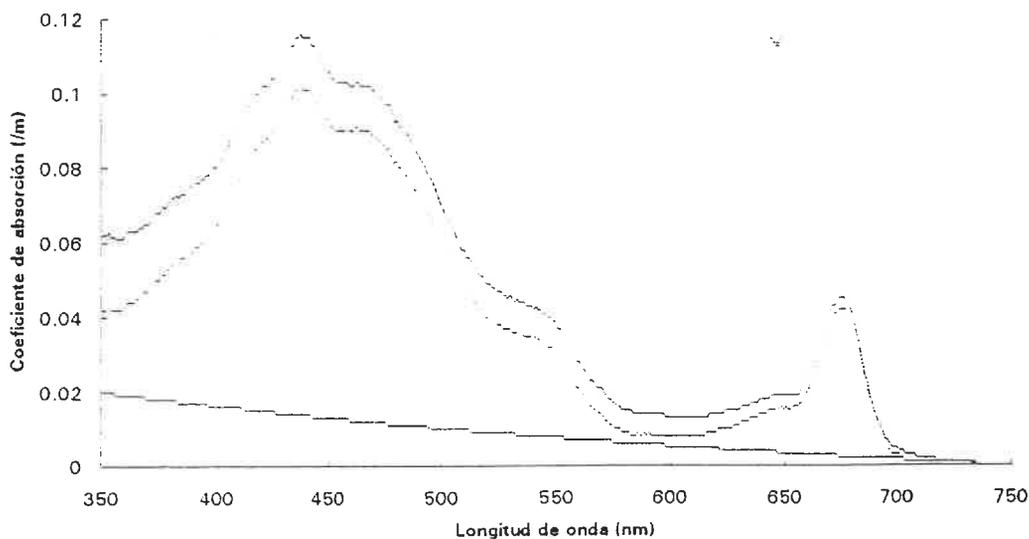


Figura 4b. Espectros obtenidos (coeficientes de absorción para materia particulada total, absorción del material algal y no algal) en la estación 2 a 5m (plataforma continental argentina). Las estimaciones de la absorción debida al material algal y no algal fueron realizadas según el método de Bricaud y Stramski (1990).

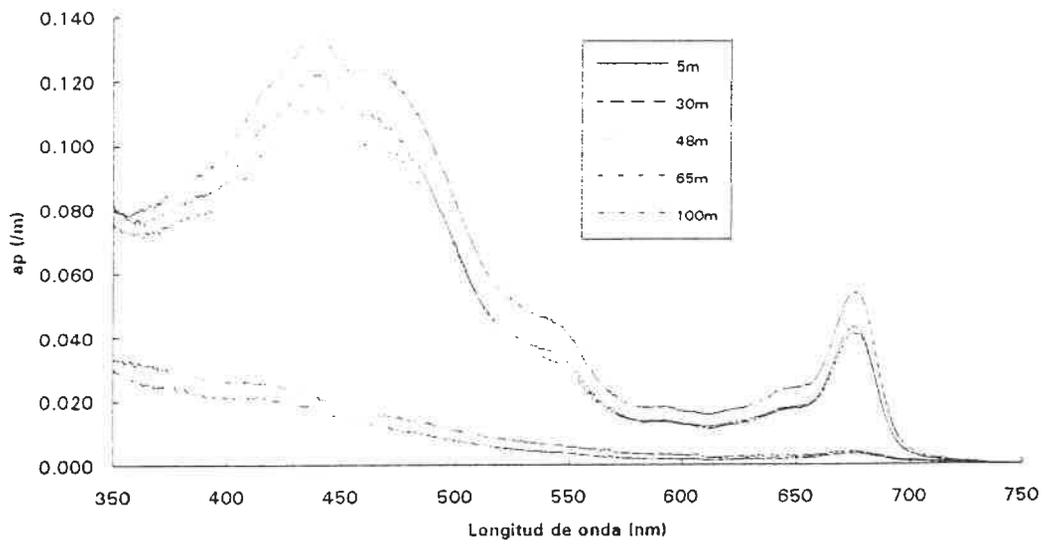


Figura 5a. Espectros obtenidos (coeficientes de absorción para materia particulada total) en la estación 3 a varias profundidades (plataforma continental argentina).

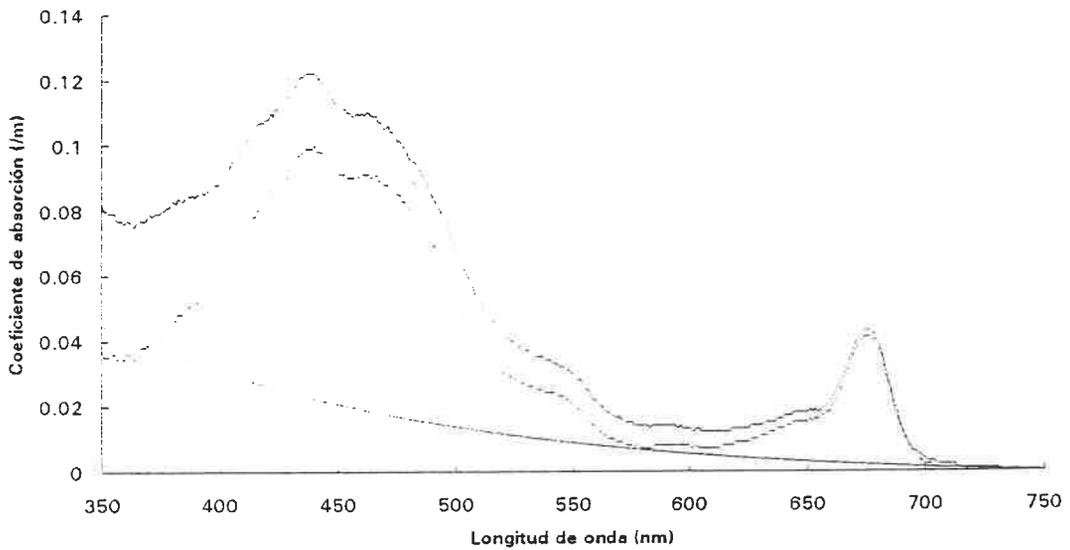


Figura 5b. Espectros obtenidos (coeficientes de absorción para materia particulada total, absorción del material algal y no algal) en la estación 3 a 5m (plataforma continental argentina). Las estimaciones de la absorción debida al material algal y no algal fueron realizadas según el método de Bricaud y Stramski (1990).

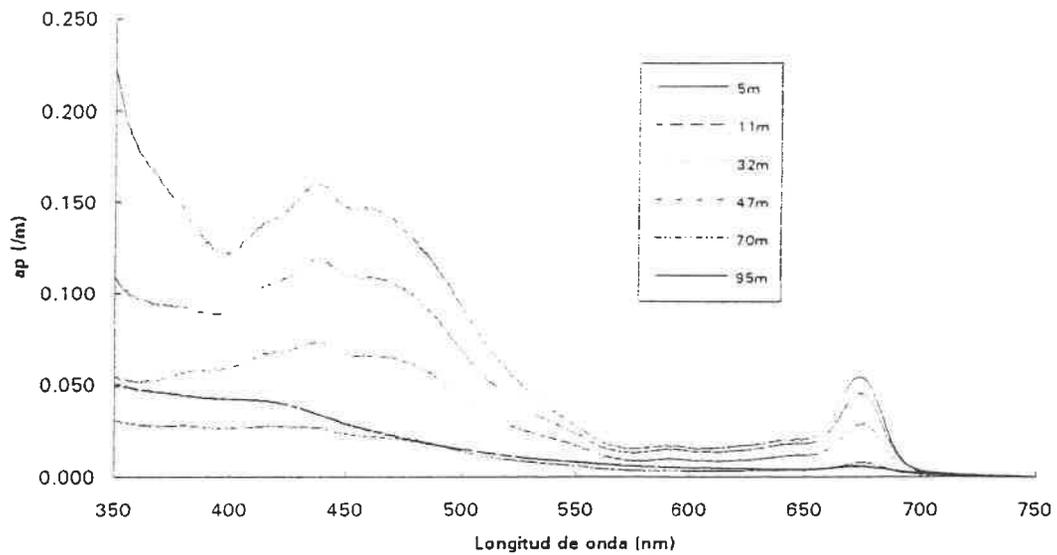


Figura 6a. Espectros obtenidos (coeficientes de absorción para materia particulada total) en la estación 12 a varias profundidades (plataforma continental argentina)

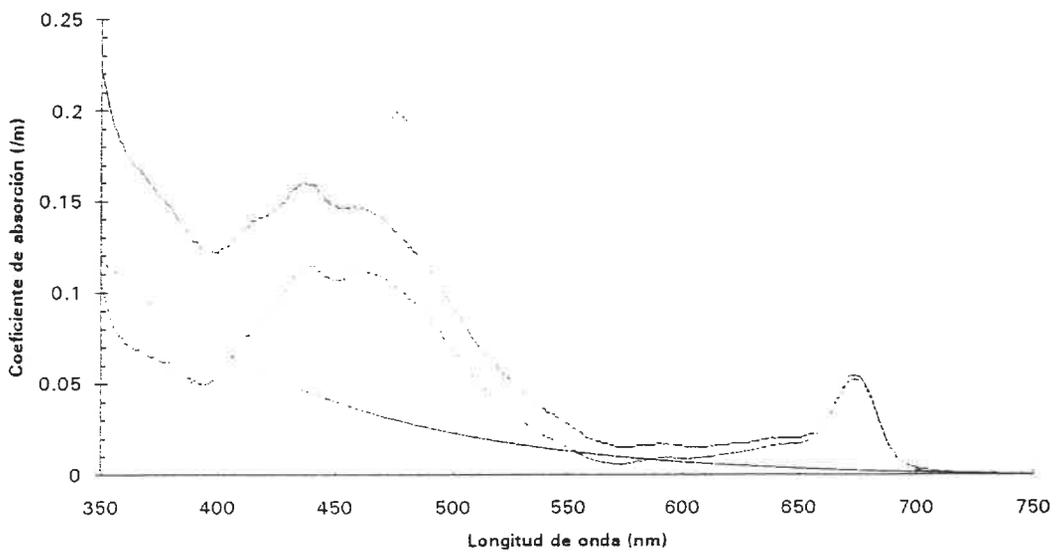


Figura 6b. Espectros obtenidos (coeficientes de absorción para materia particulada total, absorción del material algal y no algal) en la estación 12 a 5m (plataforma continental argentina). Las estimaciones de la absorción debida al material algal y no algal fueron realizadas según el método de Bricaud y Stramski (1990).

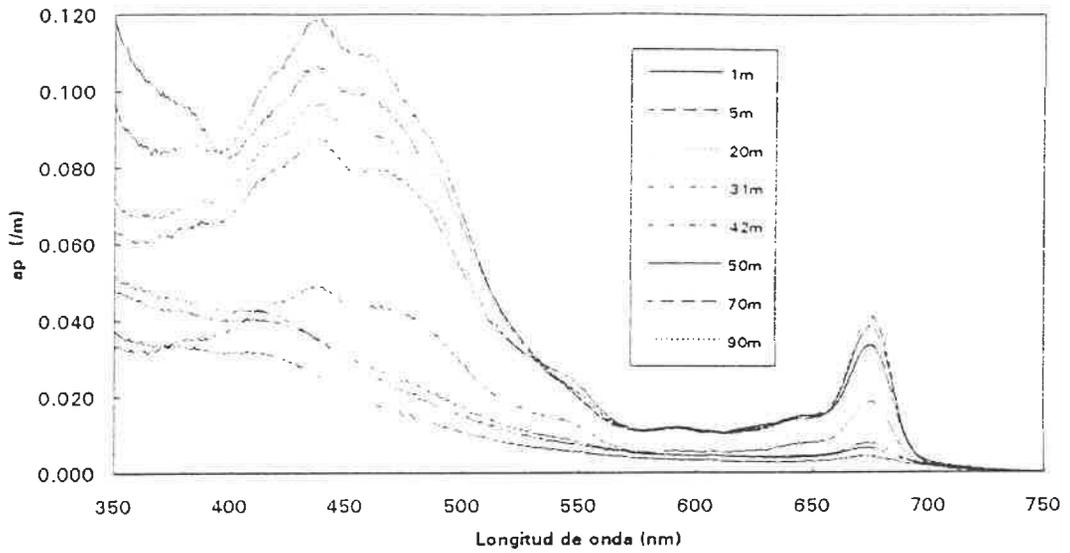


Figura 7a. Espectros obtenidos (coeficientes de absorción para materia particulada total) en la estación 13 a varias profundidades (plataforma continental argentina)

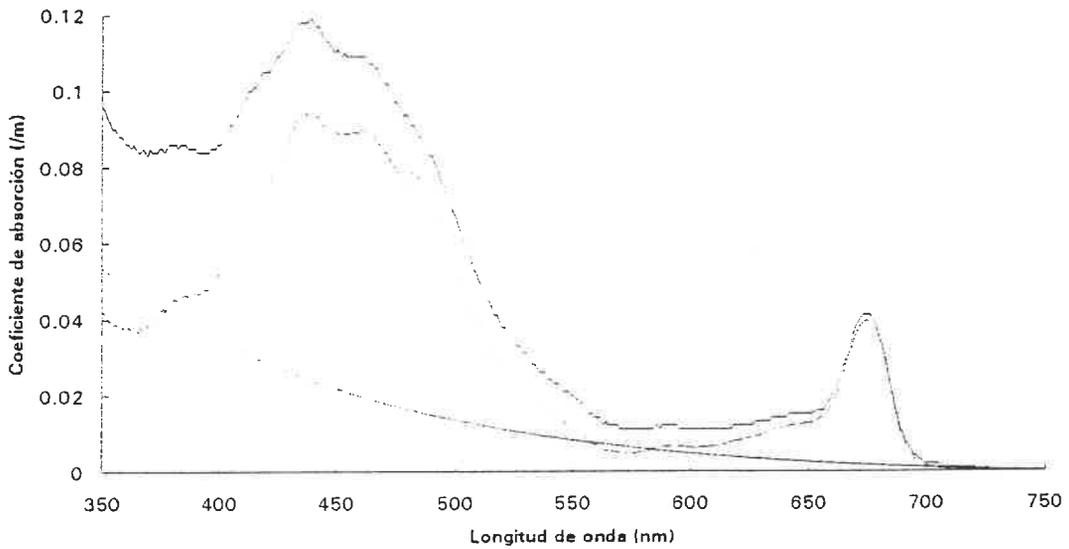


Figura 7b. Espectros obtenidos (coeficientes de absorción para materia particulada total, absorción del material algal y no algal) en la estación 13 a 5m (plataforma continental argentina). Las estimaciones de la absorción debida al material algal y no algal fueron realizadas según el método de Bricaud y Stramski (1990).

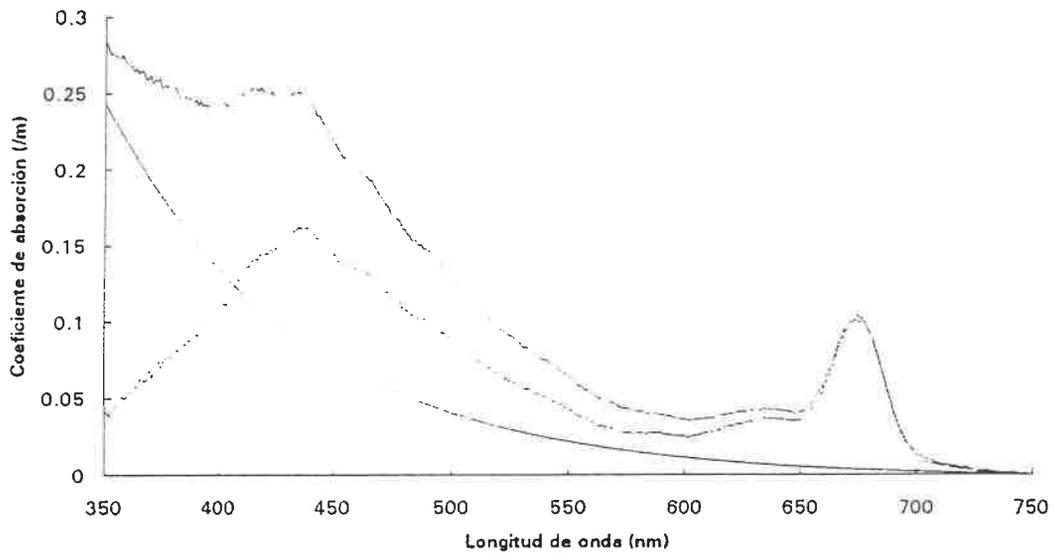


Figura 8. Espectros obtenidos (coeficientes de absorción para materia particulada total, absorción del material algal y no algal) en la estación RP1 en superficie (Río de la Plata). Las estimaciones de la absorción debida al material algal y no algal fueron realizadas según el método de Bricaud y Stramski (1990).

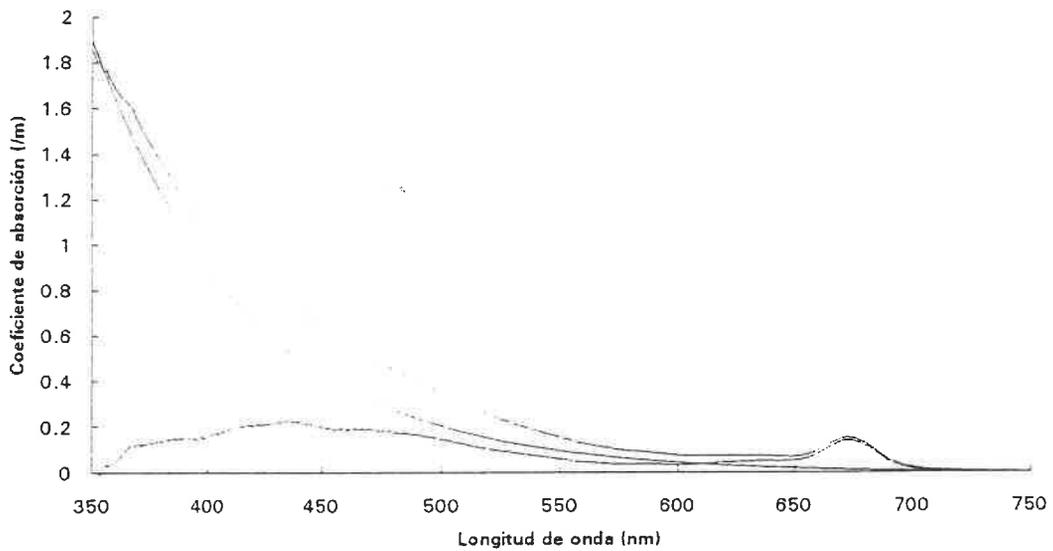


Figura 9. Espectros obtenidos (coeficientes de absorción para materia particulada total, absorción del material algal y no algal) en la estación RP2 en superficie. La ubicación de esta estación es más interna en el Río de la Plata que la estación RP1, y se observan valores de absorción muy elevados para el material particulado total y no algal. Las estimaciones de la absorción debida al material algal y no algal fueron realizadas según el método de Bricaud y Stramski (1990).

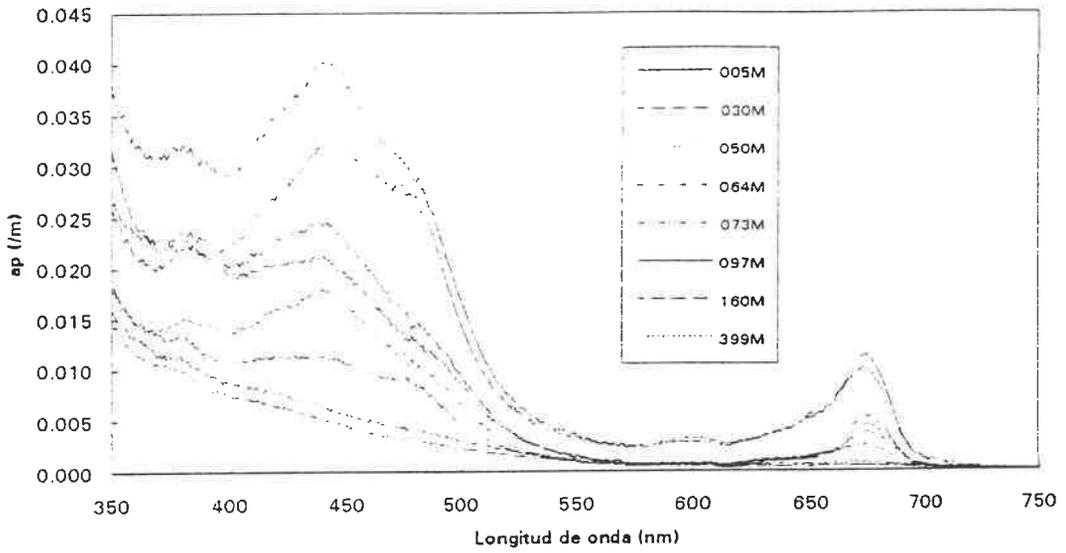


Figura 10a. Espectros obtenidos (coeficientes de absorción para materia particulada total) en la estación 24 a varias profundidades (34°S, 48°W, transecto de Buenos Aires a Río de Janeiro)

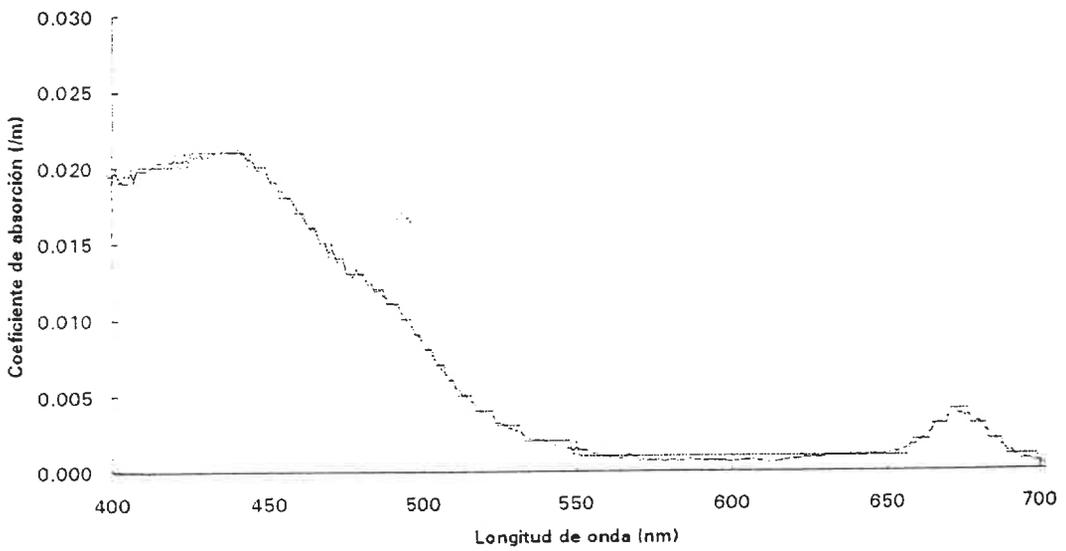


Figura 10b. Espectros obtenidos (coeficientes de absorción para materia particulada total, absorción del material algal y no algal) en la estación 24 a 5m (34°S, 48°W, transecto de Buenos Aires a Río de Janeiro). Se puede observar la práctica inexistencia de detritus en la muestra. Las estimaciones de la absorción debida al material algal y no algal fueron realizadas según el método de Bricaud y Stramski (1990).

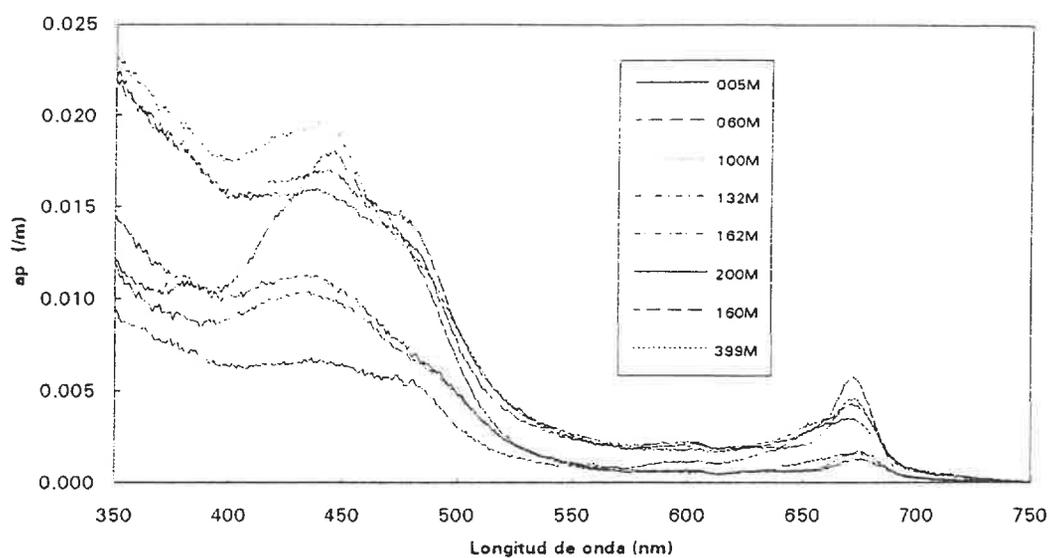


Figura 11a. Espectros obtenidos (coeficientes de absorción para materia particulada total) en la estación 50 a varias profundidades (14°S, 29°W, transecto a 29°W de Río de Janeiro a Tenerife)

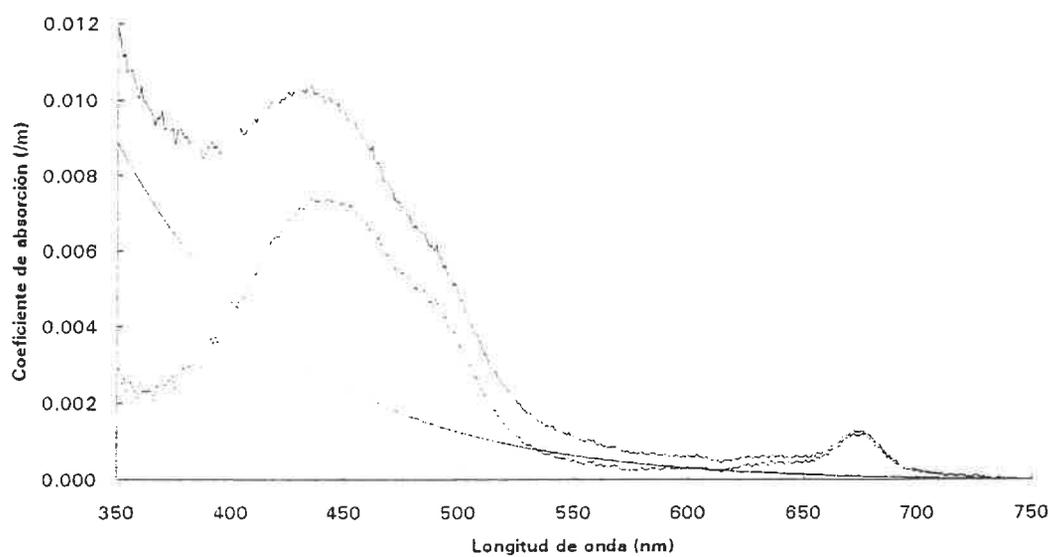


Figura 11b. Espectros obtenidos (coeficientes de absorción para materia particulada total, absorción del material algal y no algal) en la estación 50 a 5m (14°S, 29°W, transecto a 29°W de Río de Janeiro a Tenerife). Las estimaciones de la absorción debida al material algal y no algal fueron realizadas según el método de Bricaud y Stramski (1990).

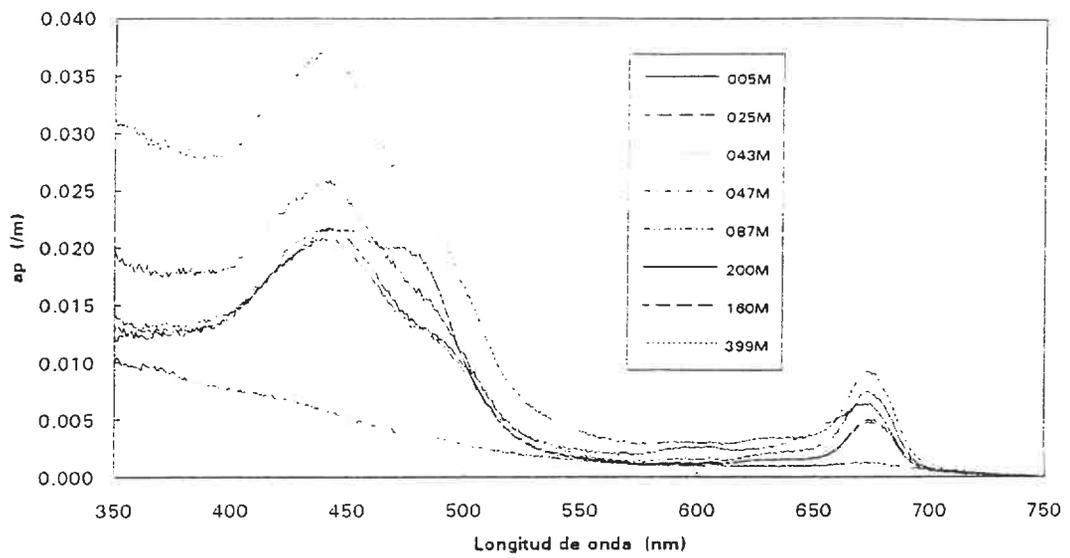


Figura 12a. Espectros obtenidos (coeficientes de absorción para materia particulada total) en la estación 71 a varias profundidades (0°, 29°W, transecto a 29°W de Río de Janeiro a Tenerife)

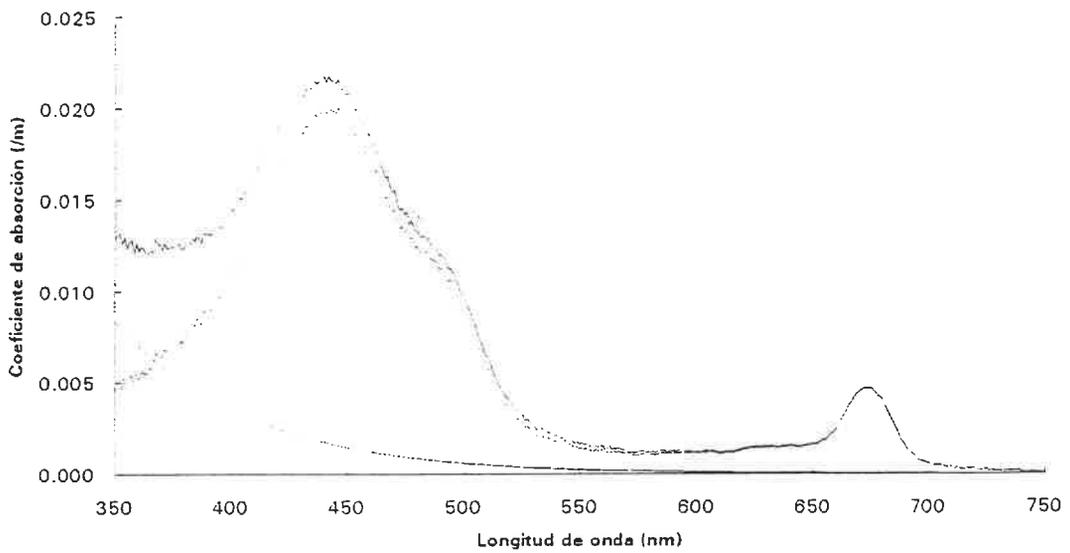


Figura 12b. Espectros obtenidos (coeficientes de absorción para materia particulada total, absorción del material algal y no algal) en la estación 71 a 5m (0°, 29°W, transecto a 29°W de Río de Janeiro a Tenerife). Las estimaciones de la absorción debida al material algal y no algal fueron realizadas según el método de Bricaud y Stramski (1990).

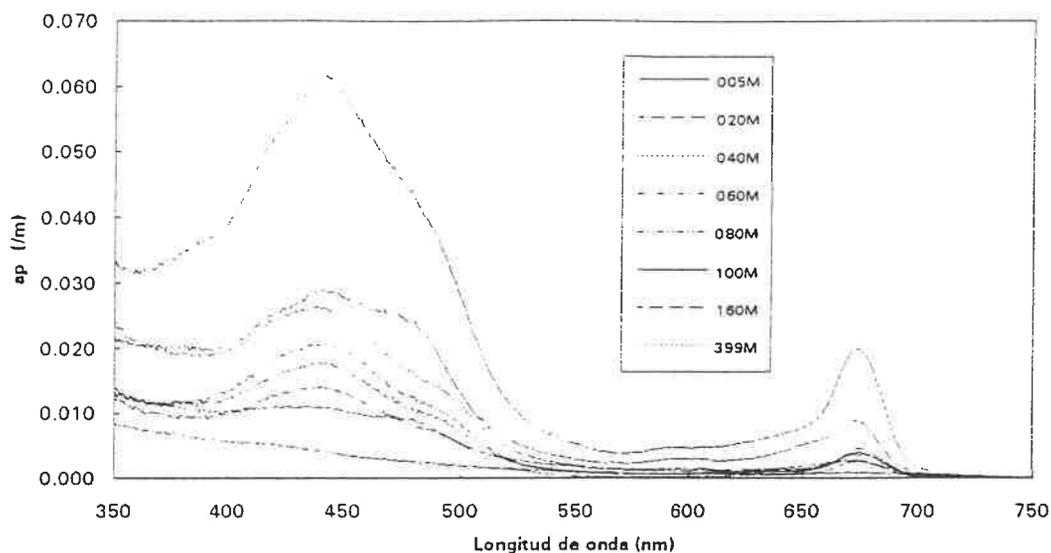


Figura 13a. Espectros obtenidos (coeficientes de absorción para materia particulada total) en la estación 89 a varias profundidades (14°N, 29°W, transecto a 29°W de Río de Janeiro a Tenerife)

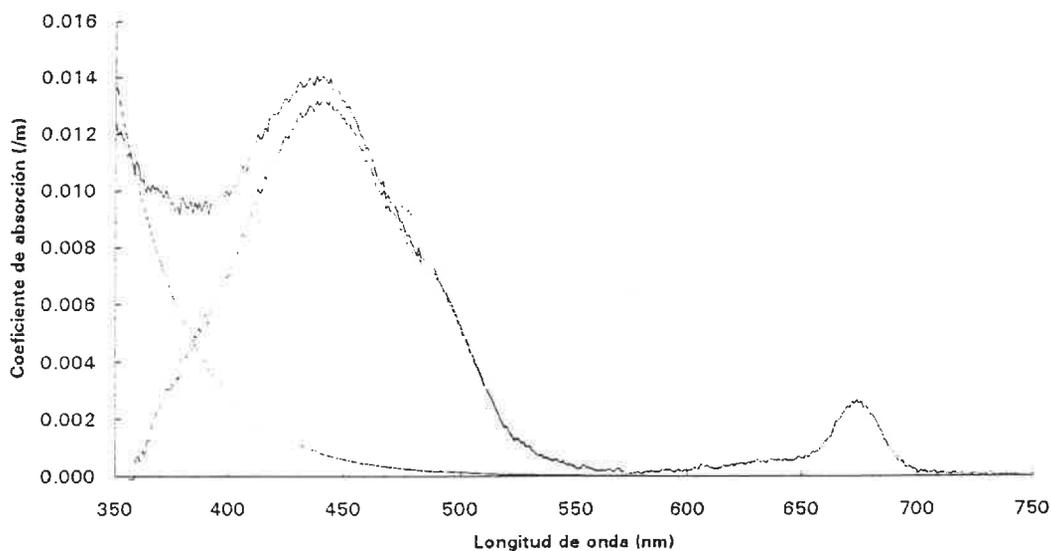


Figura 13b. Espectros obtenidos (coeficientes de absorción para materia particulada total, absorción del material algal y no algal) en la estación 89 a 5m (14°N, 29°W, transecto a 29°W de Río de Janeiro a Tenerife). Las estimaciones de la absorción debida al material algal y no algal fueron realizadas según el método de Bricaud y Stramski (1990).

Bibliografía

BRICAUD, A., y D., STRAMSKI. 1990. Spectral absorption coefficients of living phytoplankton and nonalgal biogenous matter: A comparison between the Peru upwelling area and the Sargasso Sea. *Limnol. Oceanogr.* 35: 562-582.

CLEVELAND, J.S., AND A.D., WEIDEMAN. 1993. Quantifying absorption by aquatic particles: A multiple scattering correction for glass-fiber filters. *Limnol. Oceanogr.* 38(6): 1321-1327.

KISHINO, M., N., TAKAHASHI, N., OKAMI, y S., ICHIMURA. 1985. Estimation of the spectral absorption coefficients of phytoplankton in the sea. *Bull. Mar.Sci.* 37: 634-642.

Resultados preliminares de los experimentos de producción primaria y absorción de luz fraccionadas.

Introducción

El principal objetivo del proyecto LATITUD 95 es comprobar la hipótesis de que los balances metabólicos y de fotones de la capa fótica del océano varían sistemáticamente con la latitud. Entre los objetivos particulares se establecen: 1.1.3 Estudio de la producción primaria oceánica. comparación entre diferentes aproximaciones, **importancia de la distribución de tallas de fitoplancton**. 2.2 Desarrollos de modelos para predecir la **producción neta** integrada en la capa fótica.

Con la descripción de las primeras distribuciones de tamaño en el océano (Sheldon et al. 1972) se trazo una línea de investigación que 23 años después todavía mantiene unas grandes perspectivas de desarrollo.

Una vez probada experimentalmente la validez de los modelos teóricos de distribuciones de tamaño (Paltt & Denman, 1977, 1978; Rodríguez y Mullin, 1986 a y b) el estudio de las redes tróicas ha adquirido una herramienta que le proporciona una mayor simplificación en el estudio del ciclo del carbono (Fasham, 1985; Moloney, 1991).

Gran parte de la información sobre distribuciones de tamaño hace referencia a la biomasa expresada mediante diferentes descriptores. La complejidad metodológica para obtener este tipo de información de procesos metabólicos hace que se disponga actualmente de una menor cantidad de información al respecto. Medidas de la producción primaria fraccionada se han obtenido en diferentes regiones oceánicas (Joint y Pomroy, 1988) y también se han obtenido medidas de respiración potencial en función del tamaño (Quiñones, 1992). En la campaña de primavera Latitud 95 se han obtenido por primera vez medidas de absorción de luz fraccionada por tamaño para determinar la importancia de la eficiencia fotosintética de cada fracción. Este tipo de medidas resultan también especialmente interesantes para determinar parte la varianza observada entre los datos de producción primaria medida in situ y la predicha por los satélites (Banse y Yong, 1990).

Objetivos

Obtener un modelo de variación latitudinal en la contribución de las diferentes fracciones de tamaño a la cantidad total de clorofila, producción primaria y absorción de luz del fitoplancton.

Desarrollar un modelo alométrico de la eficiencia fotosintética y su variación latitudinal.

Metodología

Los experimentos se realizaron a dos profundidades, subsuperficial (5m de profundidad) y en el máximo de fluorescencia en un total de 23 estaciones que suponen 42 muestras (en las 4 primeras estaciones solo se tomaron muestras de superficie).

Los diferentes tipos de experimentos y medidas realizados se detallan a continuación:

1. Obtención de las distribuciones de tamaños de partículas mediante contador automático de partículas.
2. Medida fraccionada de pigmentos fotosintéticos mediante espectrofotometría
3. Absorción de luz fraccionada mediante espectrofotometría sobre filtro.
4. Producción primaria fraccionada mediante incorporación de $^{14}\text{CO}_2$

1. Distribuciones de tamaños de partículas mediante contador automático.

Una alícuota de las muestras de agua obtenidas con la roseta era medida con el Coulter Counter Multisizer II. No se dio ningún tratamiento previo a estas muestra. Hay que hacer notar que la puesta a punto del contador fue laboriosa por el mal estado previo en que se encontraba el aparato y que en una revisión posterior realizada por los técnicos se detectaron algunas irregularidades cuya influencia sobre los datos obtenidos desconocemos por el momento. En el presente informe no se adjuntan estos datos.

- 2 y 3. Medida fraccionada de pigmentos fotosintéticos y absorción de luz mediante espectrofotometría.

Una vez tomada la muestra de la roseta se filtraron aproximadamente 2 L de agua por cada uno de los filtros Nuclepore de 0.8, 3, 5 y 10 μm de diámetro de poro. El filtrado resultante era entonces de nuevo filtrado por filtros de fibra de vidrio GF/F. Los filtros GF/F con el contenido de cada fracción fueron leídos en el espectrofotómetro en un rango de longitudes de onda de 350 a 750 μm con un intervalo de 1 nm. En algunas muestras donde la concentración de células retenida en el filtro era baja se disminuyó la velocidad de lectura del espectrofotómetro con el fin de obtener unos valores promediados.

Una vez medida la absorción de los filtros eran homogeneizados con acetona 90% permitiendo un tiempo de extracción de 24 horas aproximadamente a 5°C en obscuridad. El método utilizado para la determinación de los pigmentos (clorofilas a, b, c, carotenoides y feopigmentos) y las ecuaciones utilizadas fueron las descritas por Parsons et al. (1984) a excepción de la ecuación tricrométrica para la clorofila a que fue la de Jeffrey y Humprey (1975). Con este método se obtuvo la concentración de clorofila a desde 0.6 μm hasta el tamaño de poro utilizado. Por diferencia de estas cantidades entre los filtros se obtuvo el valor de pigmentos para cada fracción.

4. Producción primaria fraccionada mediante incorporación de $^{14}\text{CO}_2$.

Dos botellas de 1200 mL conteniendo agua de la muestra de 5 m de profundidad y otra 2 botellas de 580 mL conteniendo agua del máximo de fluorescencia fueron inoculadas con $^{14}\text{CO}_3\text{HNa}$ e incubadas durante 4 horas en un incubador en cubierta refrigerado con agua de superficie. Las botellas con la muestra de 5 m de profundidad fueron cubiertas con una malla negra para atenuar la luz incidente en un 50%. Las botellas con la muestra del máximo de fluorescencia fueron cubiertas con malla metálica que dejaba pasar únicamente el 10% de la luz incidente.

El sistema de filtración empleado en esta ocasión fue una filtración diferencial donde el contenido de cada botella era filtrado por un filtro Nuclepore de $10\ \mu\text{m}$ de diámetro de poro, el filtrado resultante era de nuevo filtrado por $5\ \mu\text{m}$ y así sucesivamente. En los filtros de 3 , 0.8 y $0.2\ \mu\text{m}$ los volúmenes de agua a filtrar fueron ajustados en función de la cantidad de partículas presentes en la muestra.

Los filtros eran dejados secar en obscuridad y en presencia de sílica gel por una noche y posteriormente eran introducidos en viales con contador de centelleo líquido para contar su actividad.

Los valores resultantes corresponden a la producción primaria debida a cada rango de tamaño comprendido entre el valor nominal del diámetro de poro entre los filtros utilizados.

Resultados preliminares.

1. Clorofila a

La figura 1 muestra la distribución de la clorofila a de cada una de las fracciones a lo largo del transecto de las muestras de superficie. La contribución de cada fracción al total se expresa en los histogramas de la fig. 2. De forma similar las figuras 3 y 4 muestran los valores para el máximo de fluorescencia. Hay que indicar que los valores correspondientes a la fracción entre 0.6 y $0.8\ \mu\text{m}$ solo se obtuvo a partir de los 20° de latitud Sur aproximadamente y en los histogramas comprendidos entre los 49° y los 20° Sur no se incluye esta fracción.

Conviene recordar que aquí únicamente se presentan resultados preliminares y por tanto están todavía sujetos a una revisión mas detallada que puede propiciar algunos ligeros cambios, pero esto adquiere mayor relieve en los datos de clorofila puesto las concentraciones obtenidas se encuentran en el limite inferior del rango de detección de la técnica. En este rango resulta especialmente delicado el uso de las ecuaciones tricométricas puesto que estas asumen unos coeficientes de absorción específicos para poblaciones cuya composición puede ser muy diferente de las que nosotros estudiamos. Por otro lado la variabilidad debida al operador entre las muestras de clorofila total y las de cada una de las fracciones resultan en una varianza que en estos rangos puede ser critica para algunas

muestras, especialmente en los rangos de mayores de 5 μm donde el número de células retenidas en el filtro era muy escaso. Estas razones explican que en algunas de las fracciones se obtengan valores negativos. Con un posterior tratamiento más detallado de los datos se espera reducir estos recursos potenciales de error.

2. Producción primaria

La figura 5 muestra la distribución de la producción primaria de cada una de las fracciones de tamaño para las muestras de superficie a lo largo del transecto. La contribución de cada fracción al total se expresa en la figura 6. Las figuras 7 y 8 muestran los valores para el máximo de fluorescencia.

3. Absorción de luz

Los espectros de absorción de luz de cada una de las fracciones de tamaño para las muestras de superficie se muestran en las figuras 9 a 13. Las figuras 14 a 18 lo hacen para el máximo de fluorescencia.

De una forma más sintética la figura 19 muestra la absorción de cada una de las fracciones de la muestra tomada a 49° 59' de latitud Sur en superficie. La figura 20 la absorción de cada fracción de tamaño entre las muestras de superficie y del máximo de fluorescencia en la zona ecuatorial y la fig. 21 lo hace para la muestra tomada a 20° de latitud Norte.

Bibliografía

- Banase, K. y Yong, M. 1990. Sources of variability in satellite derived estimated of phytoplankton production in the Eastern tropical Pacific. *J. Geophys. Res.* 95(C5):7201-7215.
- Fasham, M.J.R. 1985. Flow analysis of materials in the marine eutrophic zone. En: Ulanowicz, R.E. y Platt, T. (eds.) *Ecosystem theory for biological oceanography*. *Can. Bull. Fish. Aquat. Sci.* n.213. 139-162.
- Jeffrey, S.W. y Humphrey, G.F. 1975. New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c1 and c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton. *Biochem. Physiol. Pflanz.* 167:191-194.
- Joint, I.R. y Pomroy, A.J. 1988. Allometric estimation of the productivity of phytoplankton assemblages. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 47:161-168.
- Moloney, C.L. y Field, J.G. 1991. The size-based dynamics of plankton food webs. Y. A simulation model of carbon and nitrogen flows. *J. Plankton Res.* 13(5):1003-1038.
- Parsons, T.R., Maita, Y. y Lalli, C.M. 1984. An manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergamon Press.

Platt, T. y Denman, K. 1977. Organization in the pelagic ecosystem. *Helgol. Wiss. Meeresunters.* 30:575-581.

Platt, T y Denman, K. 1978. The structure of pelagic marine ecosystems. *Rapp. P.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer.* 173:60-65.

Quiñones, R.A. 1992. Size-distribution of planktonic biomass and metabolism activity in the pelagic system. Ph. D. Thesis, Dalhousie University, Halifax, Canada.

Rodríguez, J. y Mullin, M.M. 1986 a. Relation between biomass and body weight of plankton in a steady state oceanic ecosystem. *Limnol. Oceanogr.* 31(2):361-370.

Rodríguez, J. y Mullin, M.M. 1986 b. Diel and interannual variation of size distribution of oceanic zooplankton biomass. *Ecology.* 67:215-222.

Sheldon, R.W., Prakash, A. y Sutcliffe, W.H.Jr. 1972. The size distribution of particles in the ocean. *Limnol. Oceanogr.* 17(3):327-340.

Pie de figuras.

Fig. 1. Distribución de la concentración de clorofila a correspondiente a cada fracción de tamaño de las muestras de superficie.

Fig. 2. Contribución de cada fracción de tamaño al total de la concentración de clorofila a de las muestras de superficie.

Fig. 3. Distribución de la concentración de clorofila a correspondiente a cada fracción de tamaño de las muestras del máximo de fluorescencia.

Fig. 4. Contribución de cada fracción de tamaño al total de la concentración de clorofila a de las muestras del máximo de fluorescencia.

Fig. 5. Distribución de la producción primaria correspondiente a cada fracción de tamaño de las muestras de superficie.

Fig. 6. Contribución de cada fracción de tamaño al total de la producción primaria de las muestras de superficie.

Fig. 7. Distribución de la producción primaria correspondiente a cada fracción de tamaño de las muestras del máximo de fluorescencia.

Fig. 8. Contribución de cada fracción de tamaño al total de la producción primaria de las muestras del máximo de fluorescencia.

Fig. 9. Espectros de absorción de luz de la fracción de tamaño entre 0.6 y 0.8 μm a lo largo del transecto para las muestras de superficie.

Fig. 10. Espectros de absorción de luz de la fracción de tamaño entre 0.8 y 3 μm a lo largo del transecto para las muestras de superficie.

Fig. 11. Espectros de absorción de luz de la fracción de tamaño entre 3 y 5 μm a lo largo del transecto para las muestras de superficie.

Fig. 12. Espectros de absorción de luz de la fracción de tamaño entre 5 y 10 μm a lo largo del transecto para las muestras de superficie.

Fig. 13. Espectros de absorción de luz de la fracción de tamaño mayor de 10 μm a lo largo del transecto para las muestras de superficie.

Fig. 14. Espectros de absorción de luz de la fracción de tamaño entre 0.6 y 0.8 μm a lo largo del transecto para las muestras del máximo de fluorescencia.

Fig. 15. Espectros de absorción de luz de la fracción de tamaño entre 0.8 y 3 μm a lo largo del transecto para las muestras del máximo de fluorescencia.

Fig. 16. Espectros de absorción de luz de la fracción de tamaño entre 3 y 5 μm a lo largo del transecto para las muestras del máximo de fluorescencia.

Fig. 17. Espectros de absorción de luz de la fracción de tamaño entre 5 y 10 μm a lo largo del transecto para las muestras del máximo de fluorescencia.

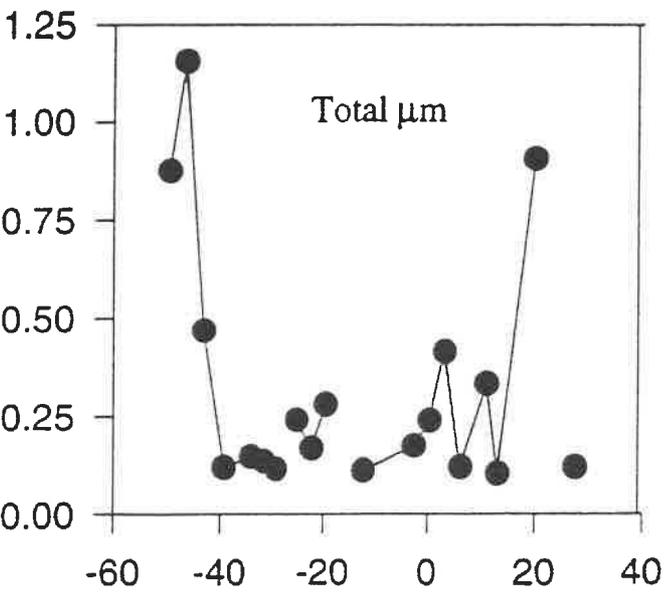
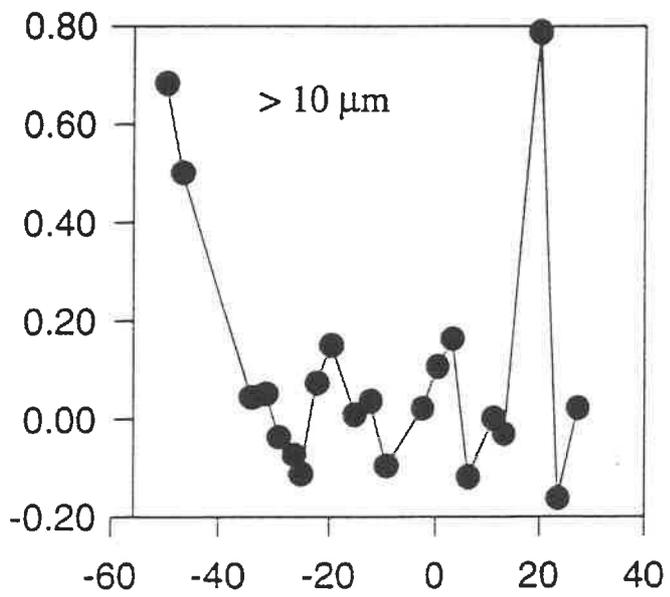
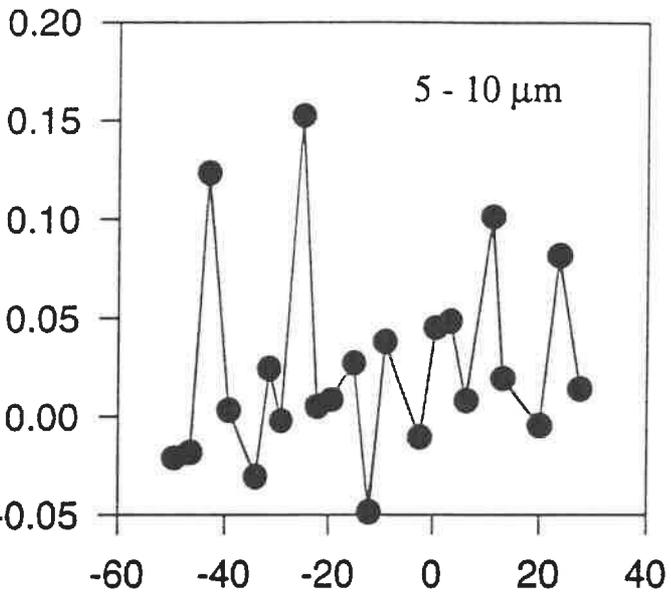
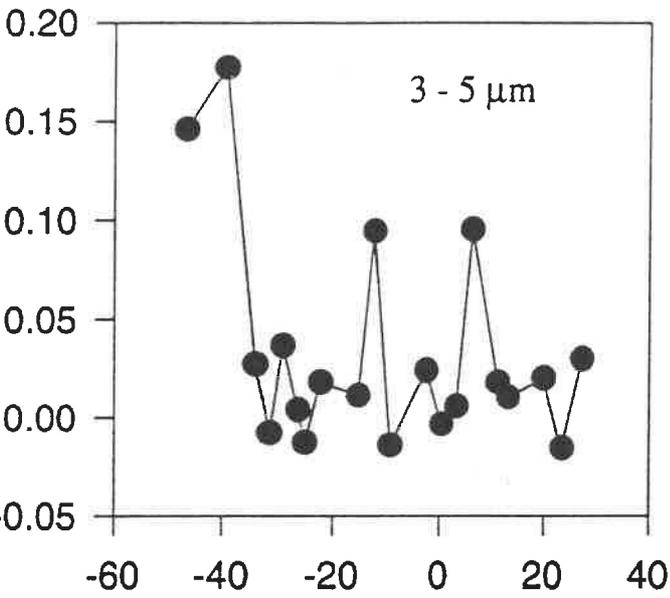
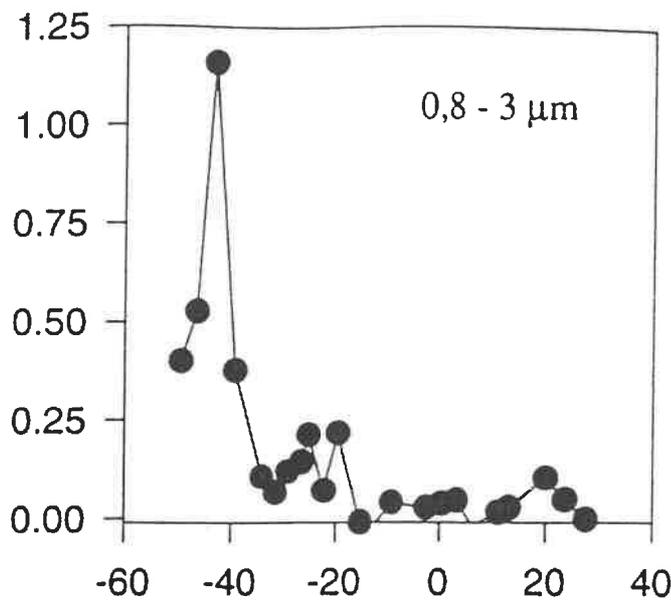
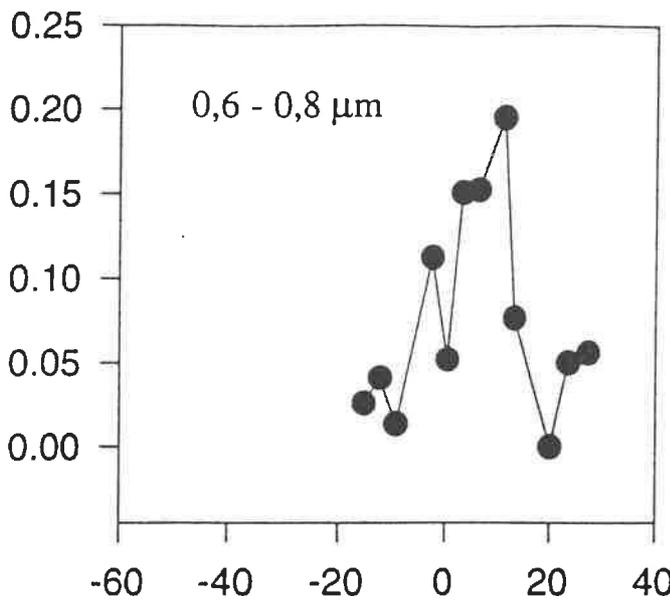
Fig. 18. Espectros de absorción de luz de la fracción de tamaño mayor de 10 μm a lo largo del transecto para las muestras del máximo de fluorescencia.

Fig. 19. Espectro de absorción de cada una de las fracciones de tamaño para la muestra de superficie a 49° 59' de latitud Sur.

Fig. 20. Espectro de absorción de cada una de las fracciones de tamaño para la muestra de superficie y máximo de fluorescencia a 2° 50' de latitud Sur.

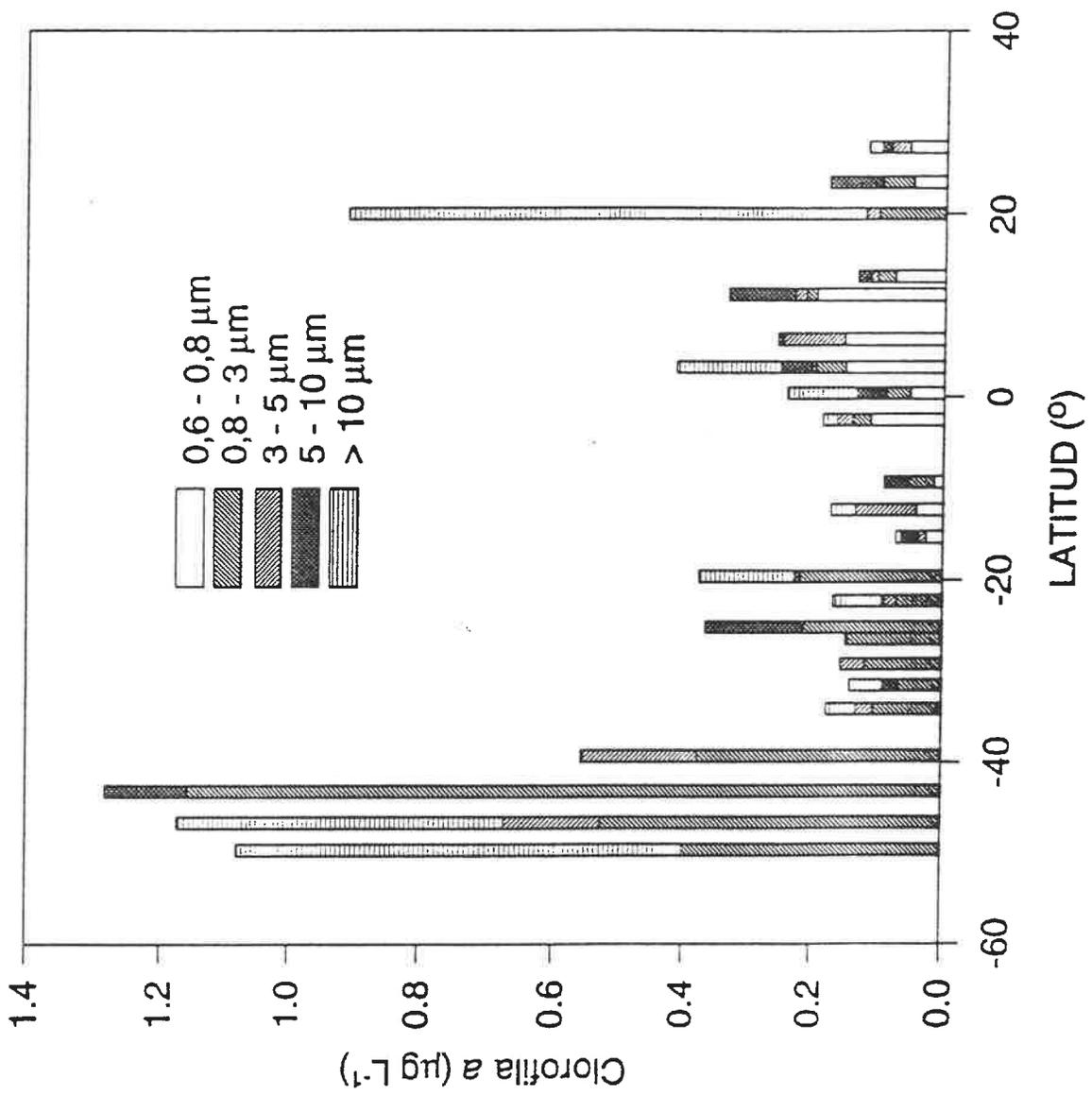
Fig. 21. Espectro de absorción de cada una de las fracciones de tamaño para la muestra de superficie y máximo de fluorescencia a 20° 0' de latitud Norte.

CLOROFILA a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)

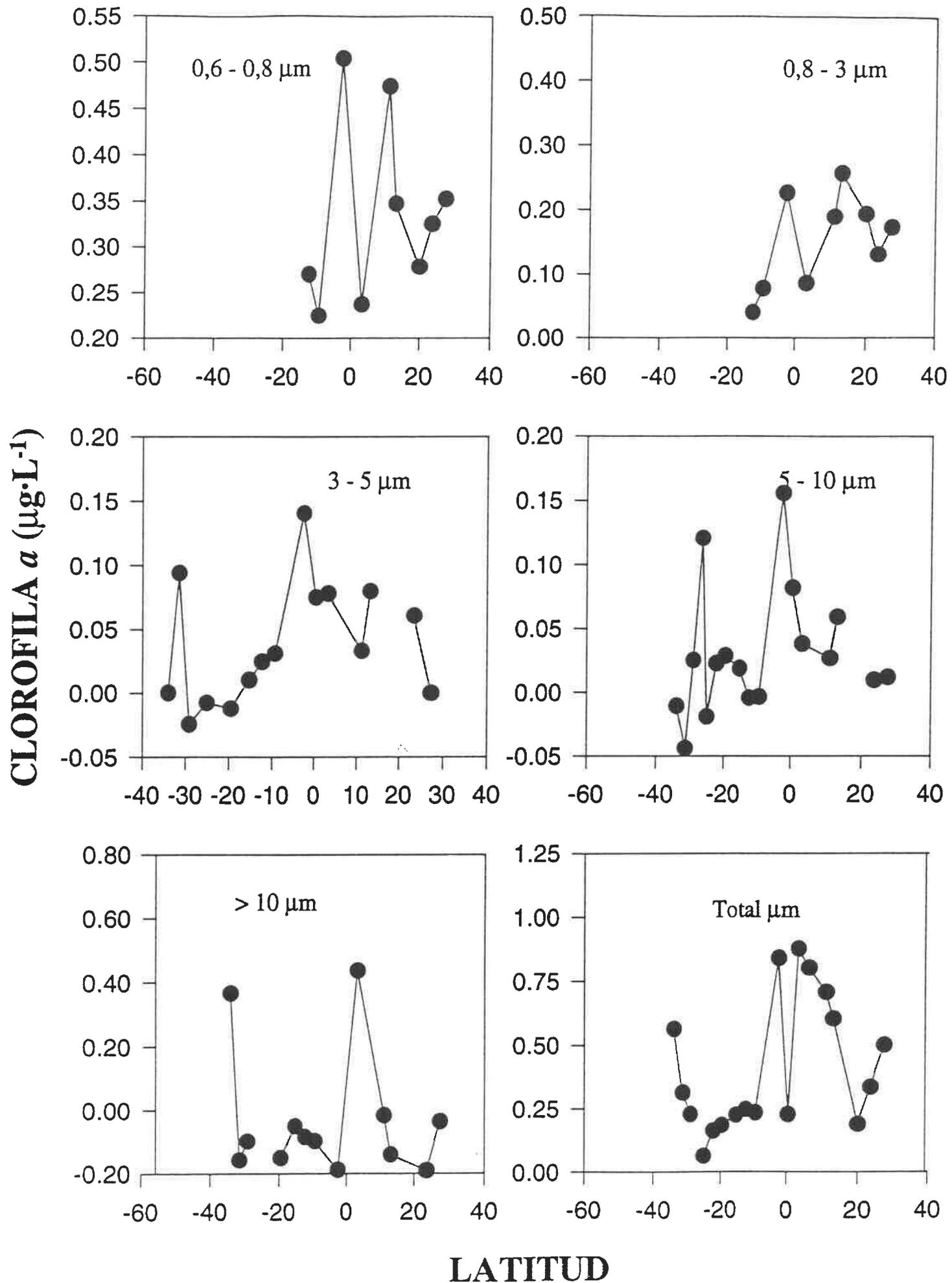


LATITUD

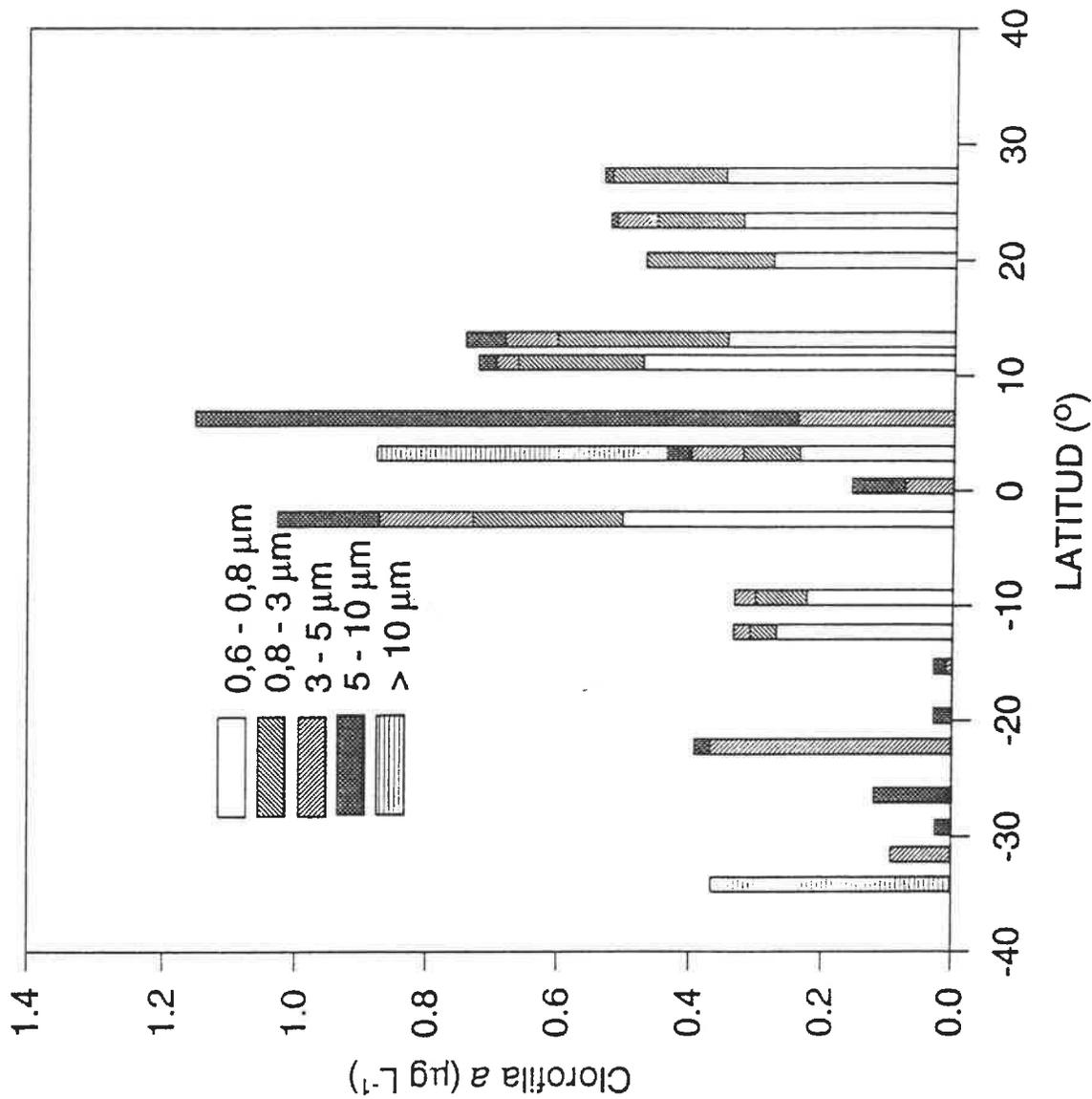
Distribución de la concentración de clorofila en fracciones de tamaño .



Contribución de cada fracción de tamaño al total de la concentración de clorofila a las muestras de superficie.

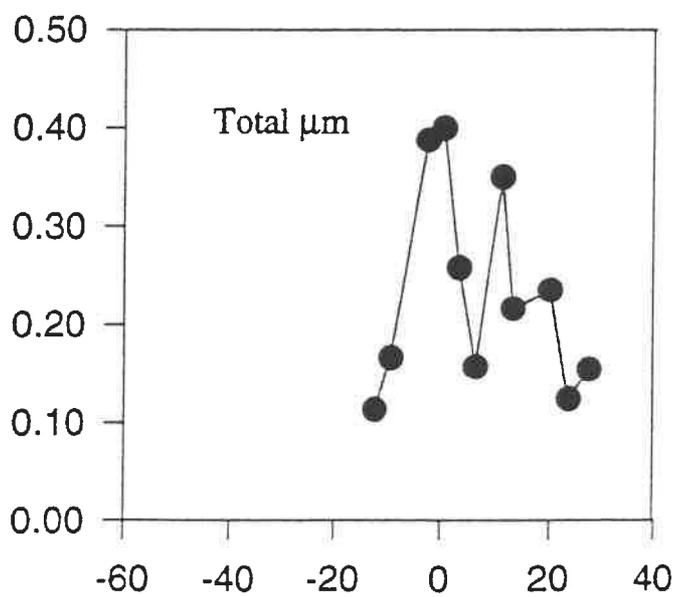
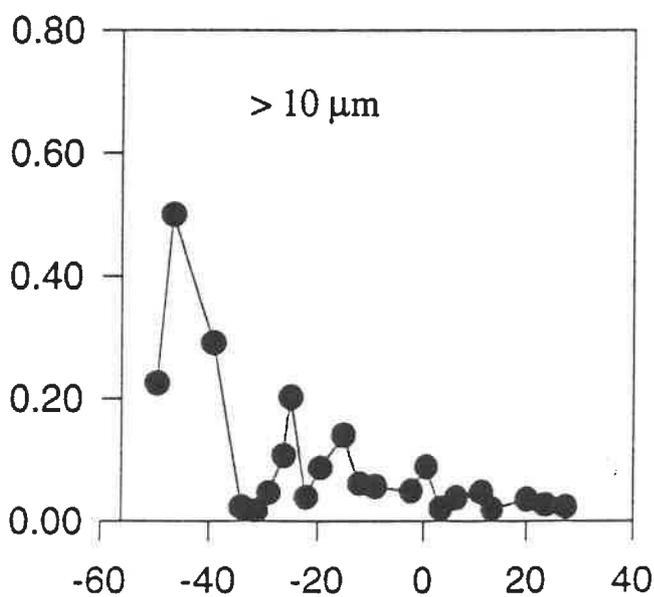
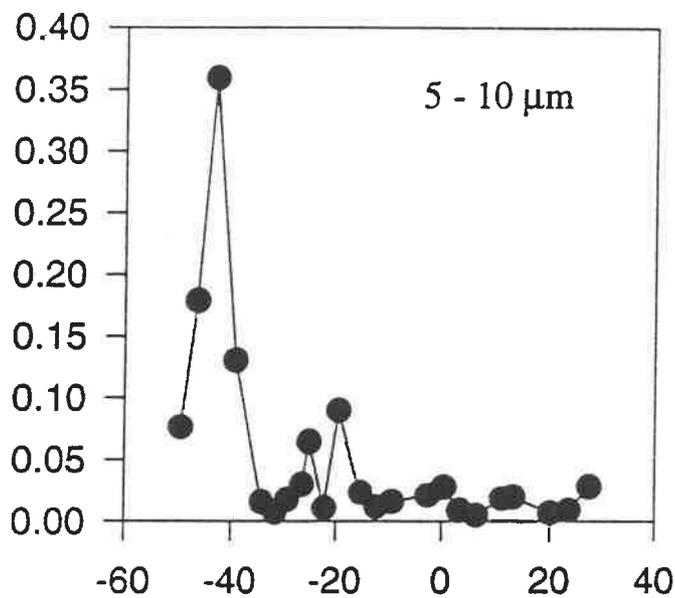
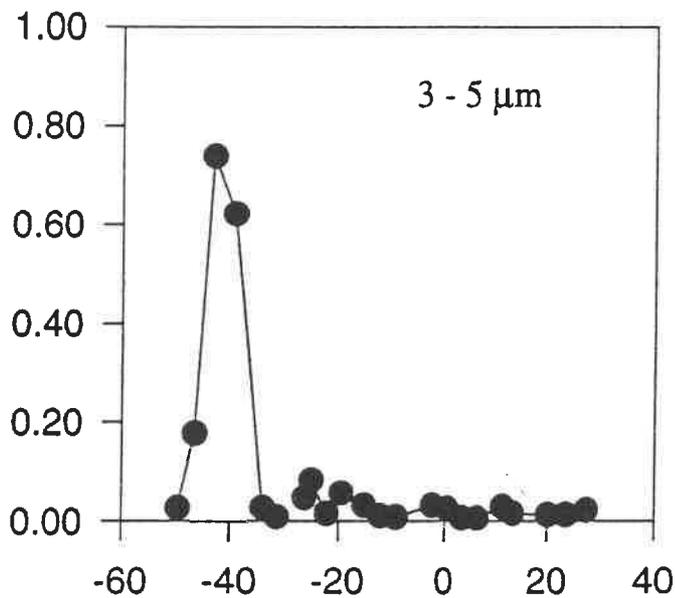
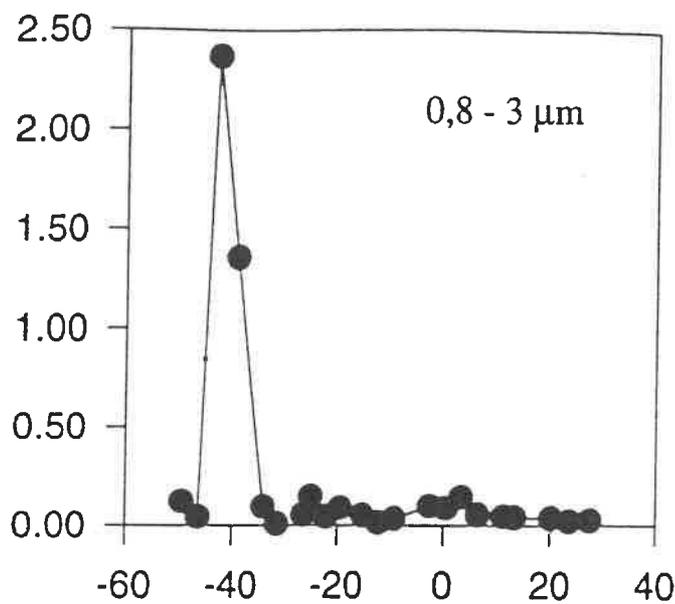
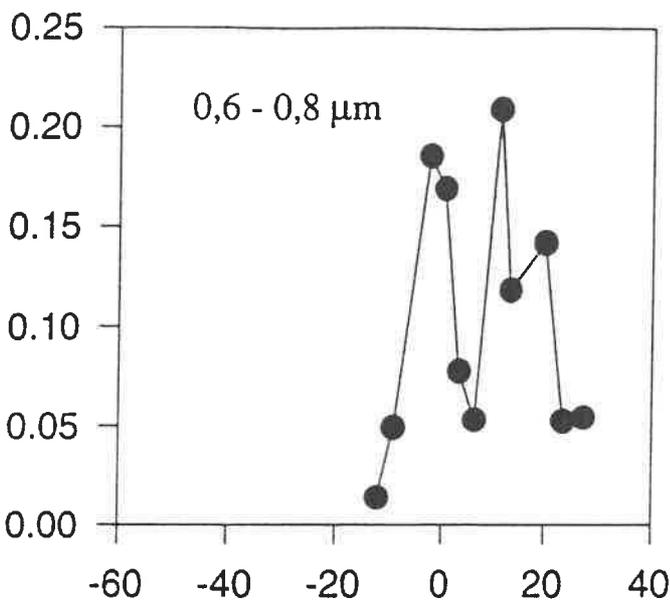


Distribución de la concentración de clorofila a correspondiente a cada fracción de tamaño de las muestras del máximo de fluorescencia.



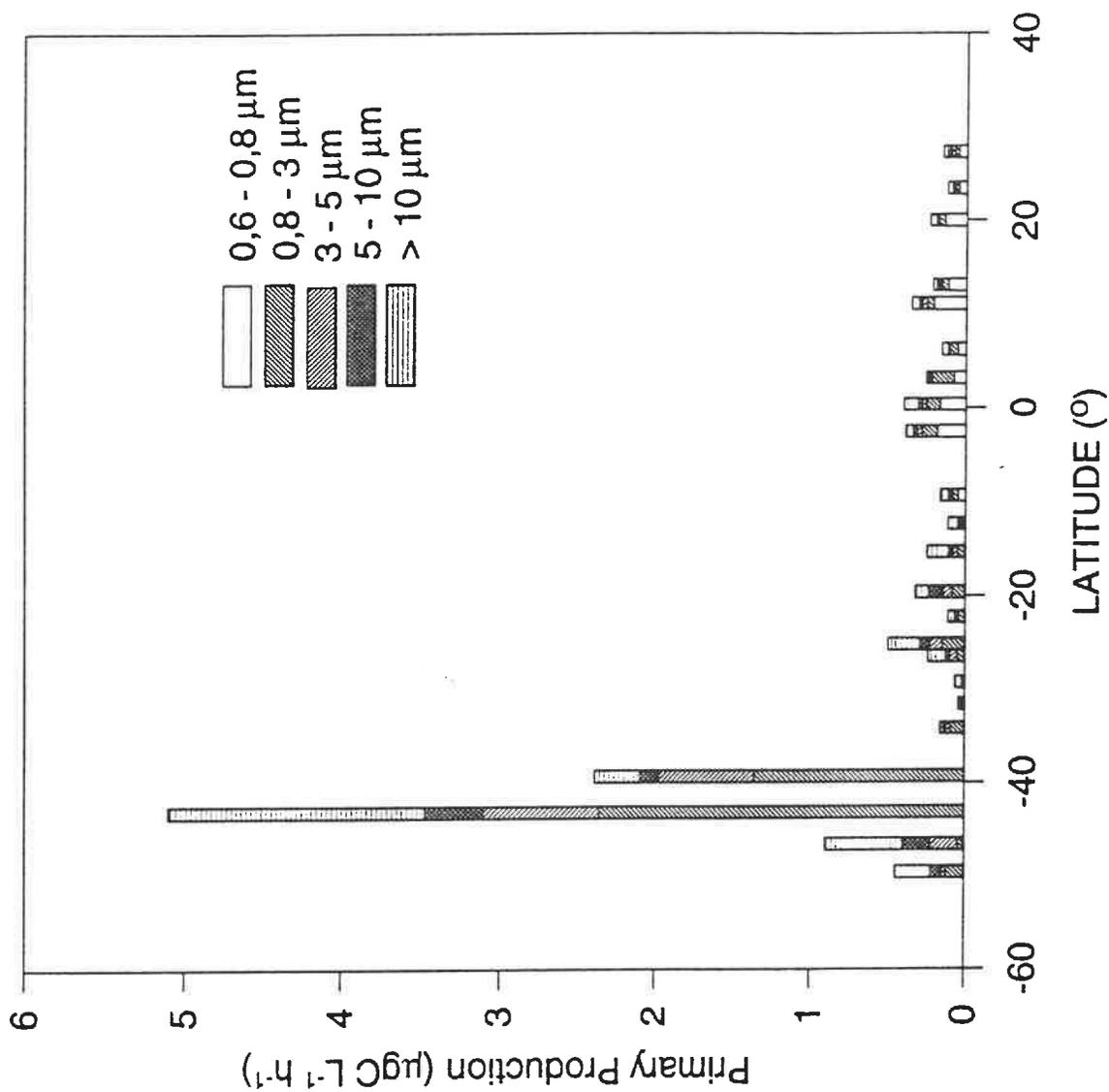
Contribución de cada fracción de tamaño al total de la concentración de clorofila a de las muestras del máximo de fluorescencia.

PRODUCCION PRIMARIA ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)



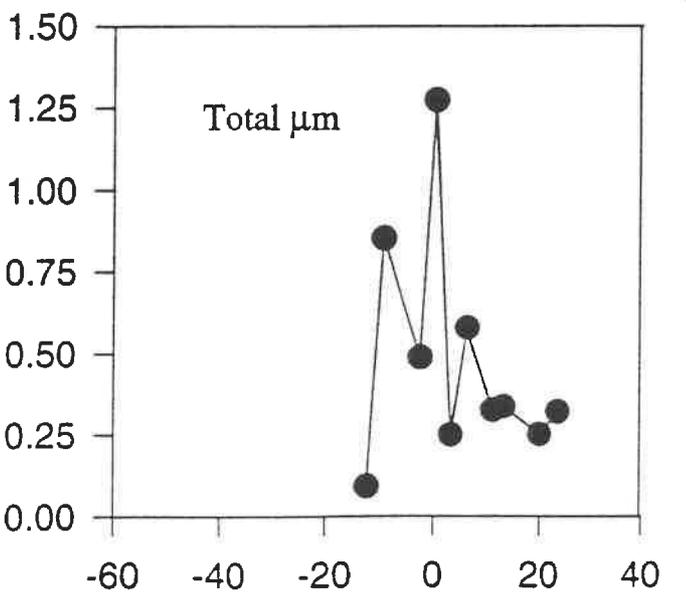
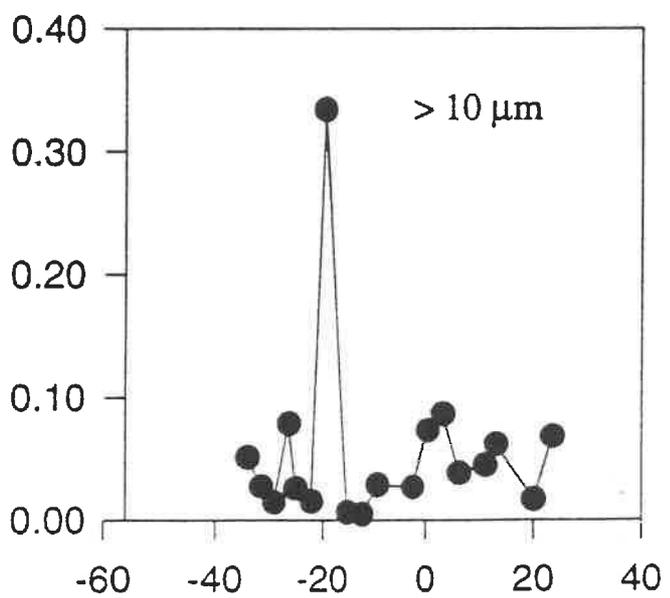
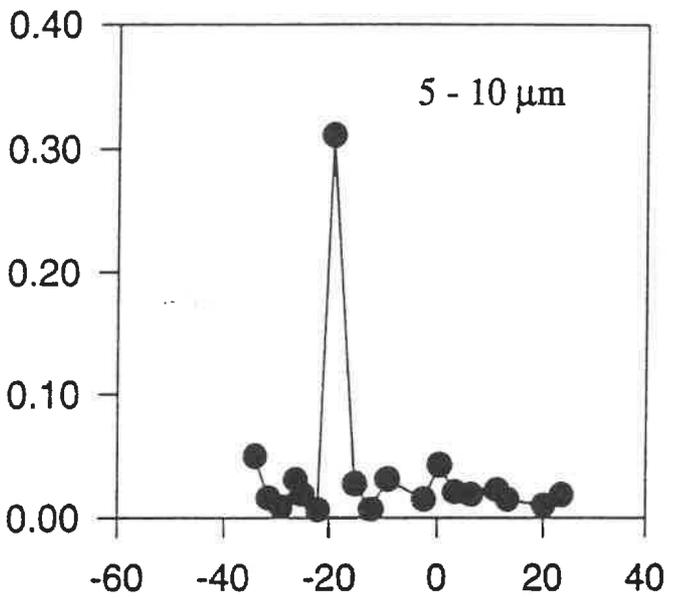
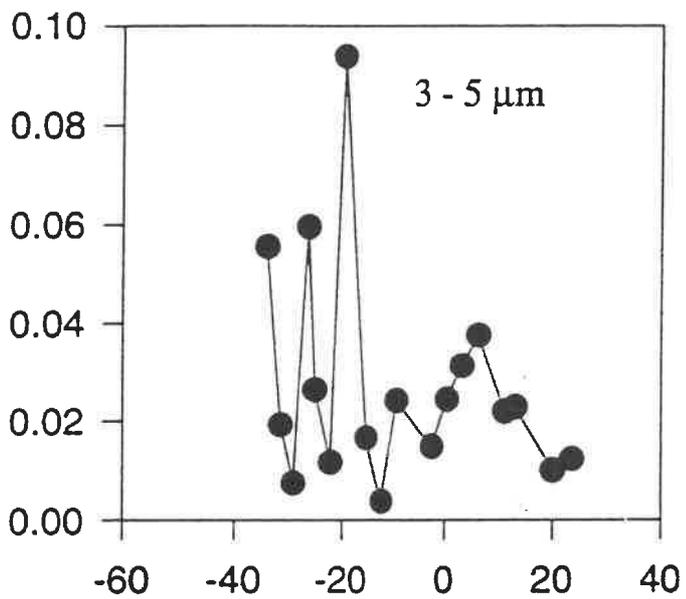
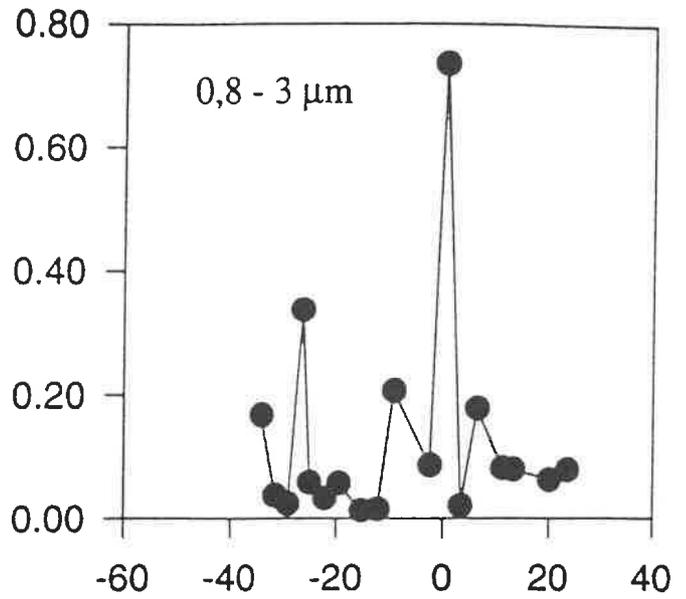
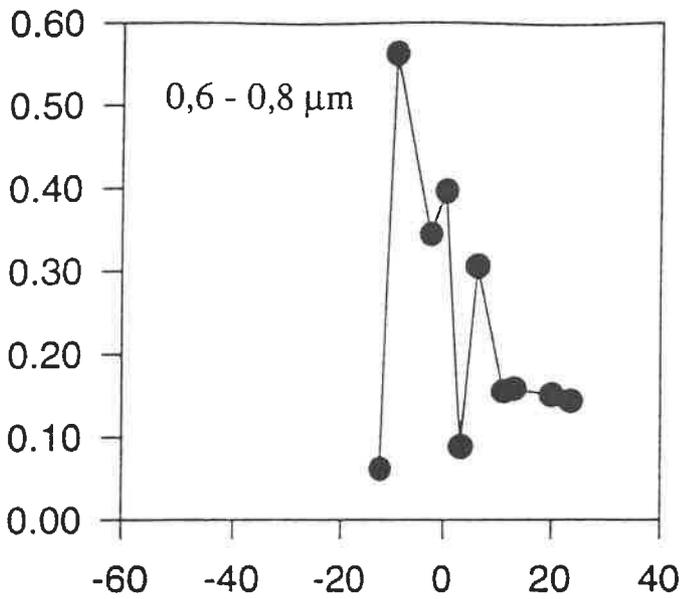
LATITUD

Distribución de la producción primaria correspondiente a cada fracción de tamaño de las muestras de superficie.



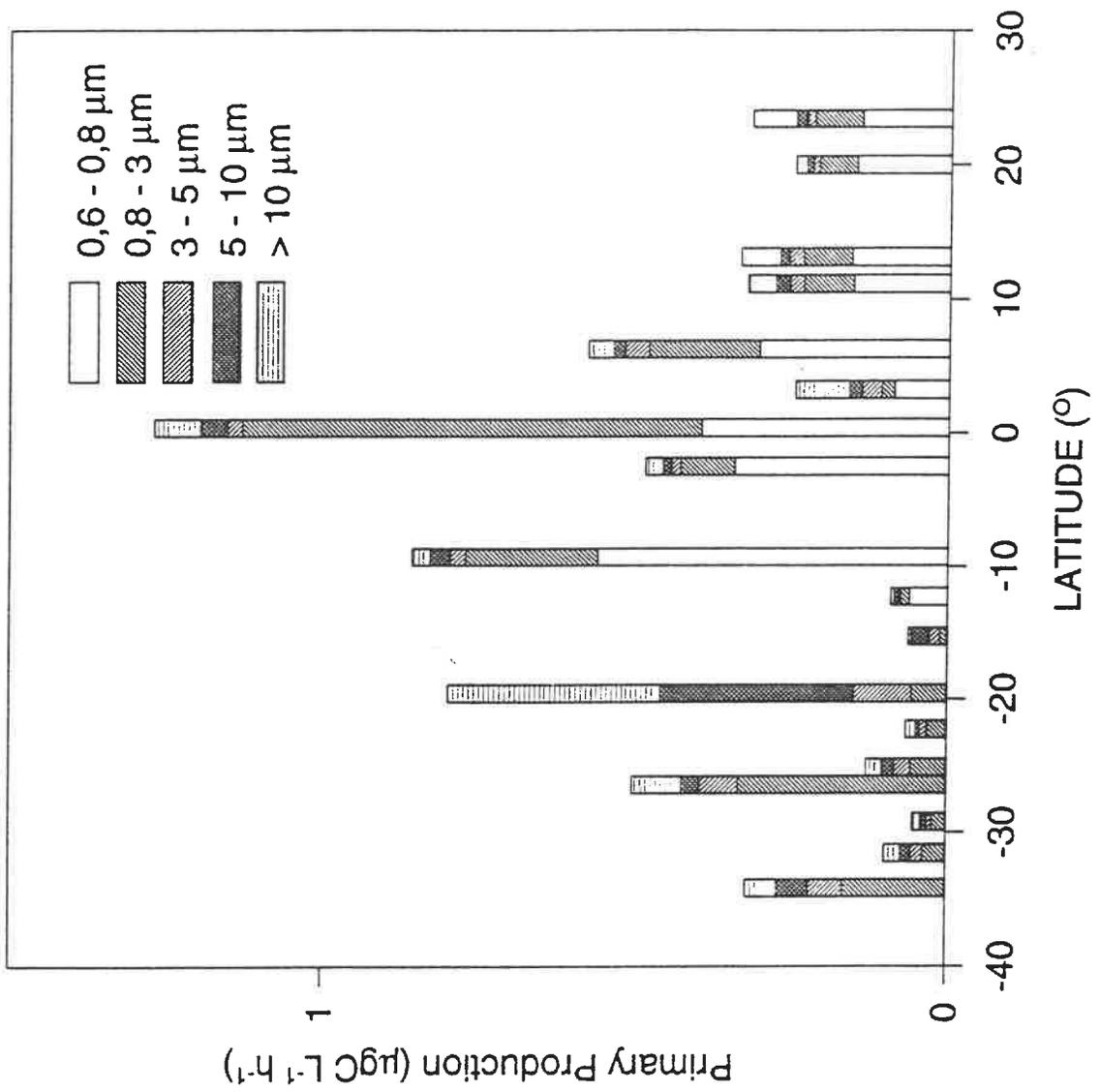
Contribución de cada fracción de tamaño al total de la producción primaria de las muestras de superficie.

PRODUCCION PRIMARIA ($\mu\text{gC}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)

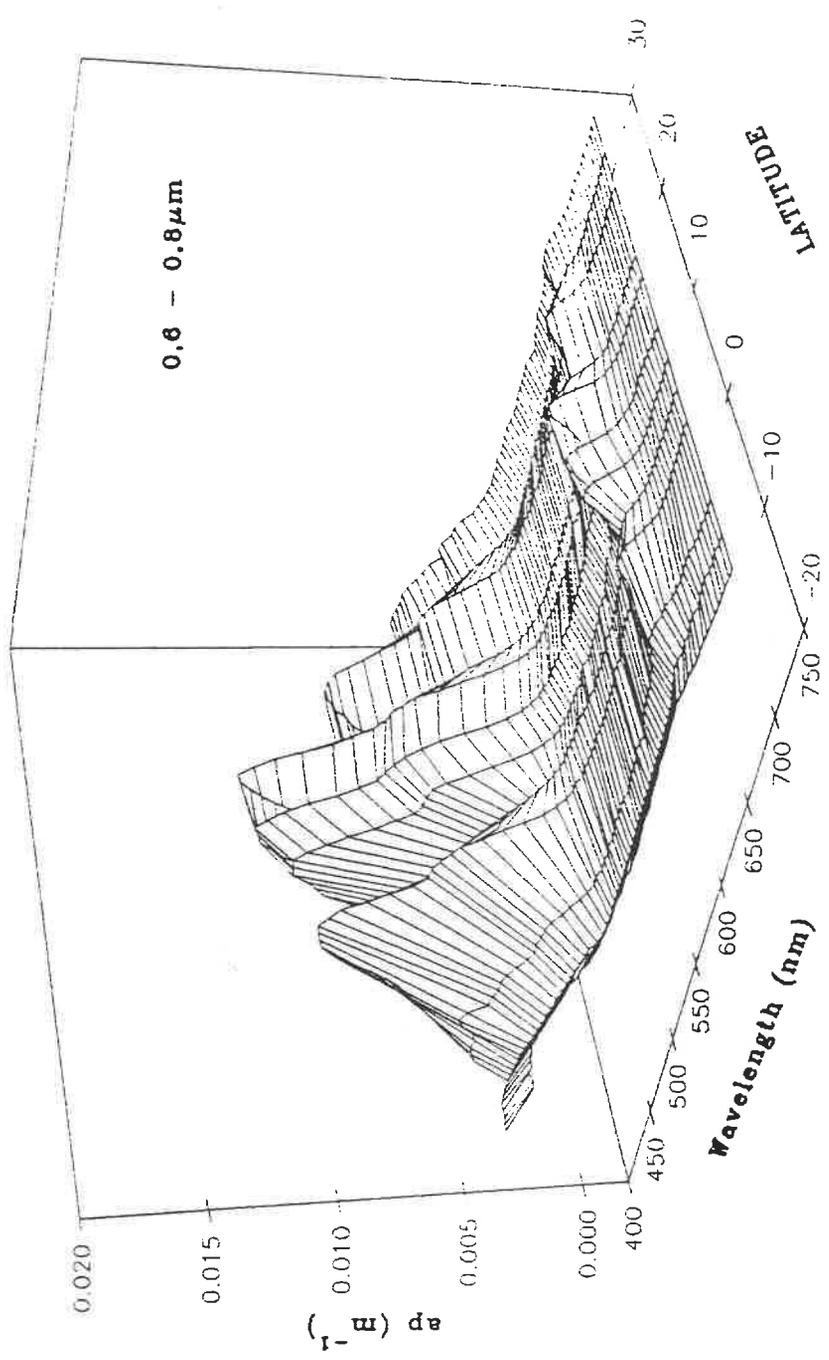


LATITUD

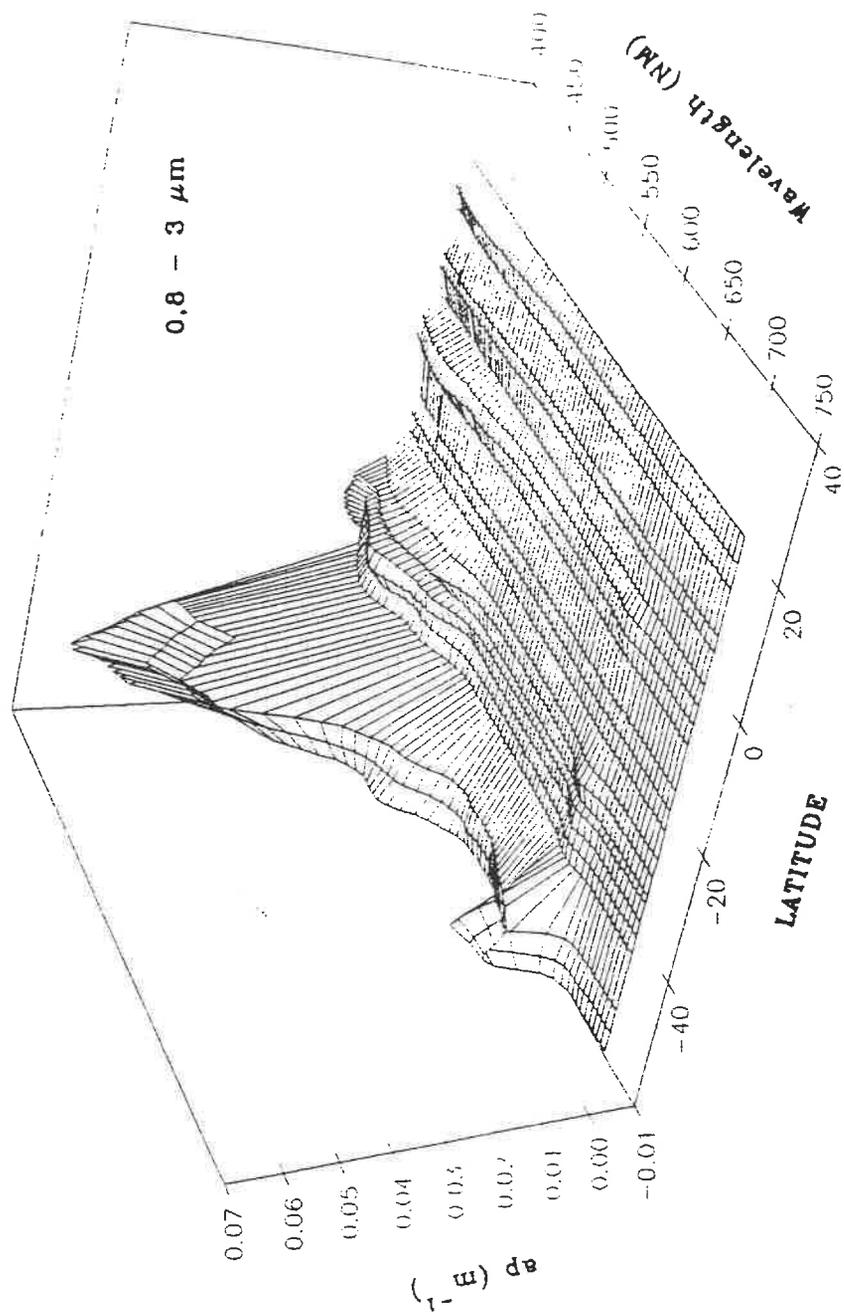
Distribución de la producción primaria correspondiente a cada fracción de las muestras del máximo de fluorescencia.



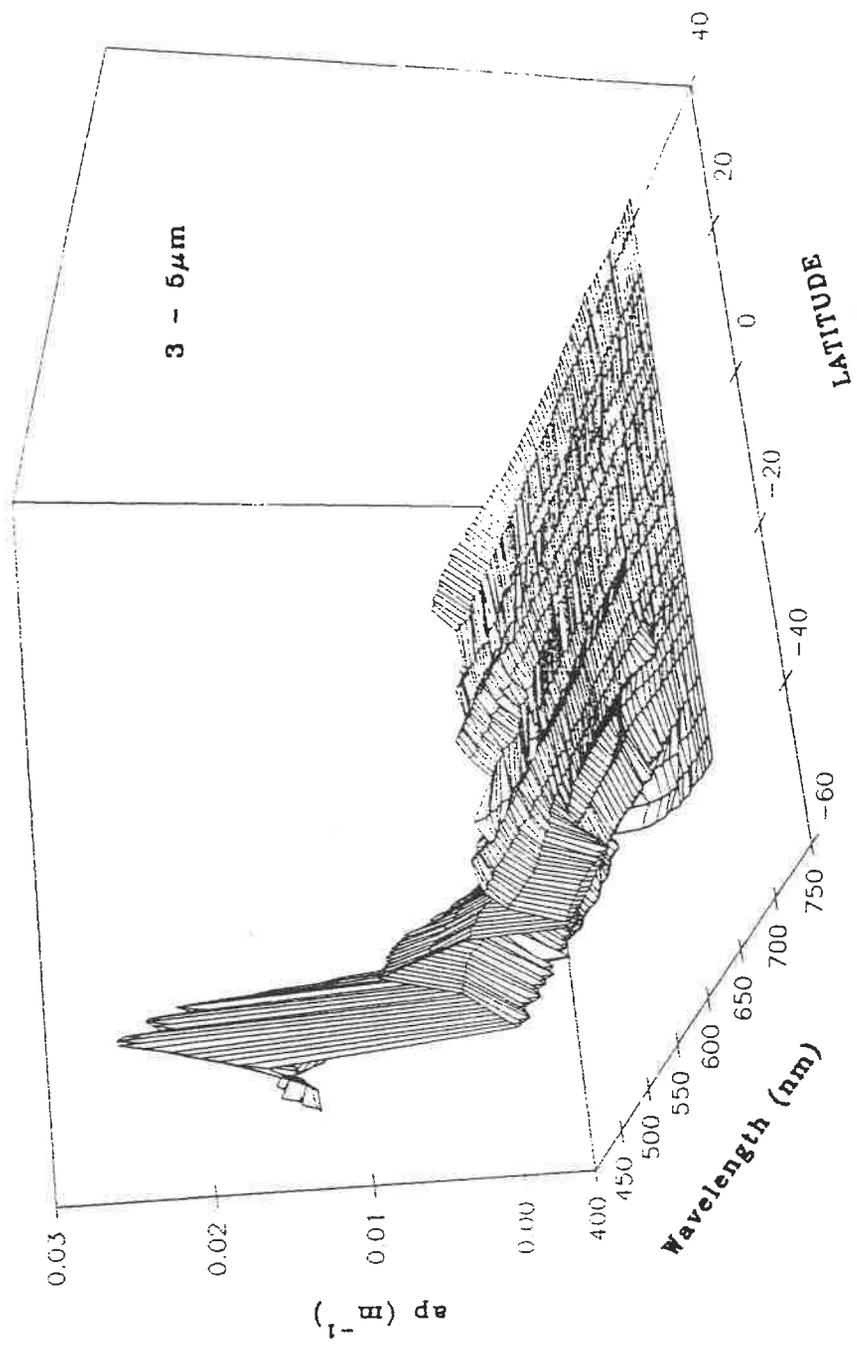
Contribución de cada fracción de tamaño al total de la producción primaria de las muestras del máximo de fluorescencia.



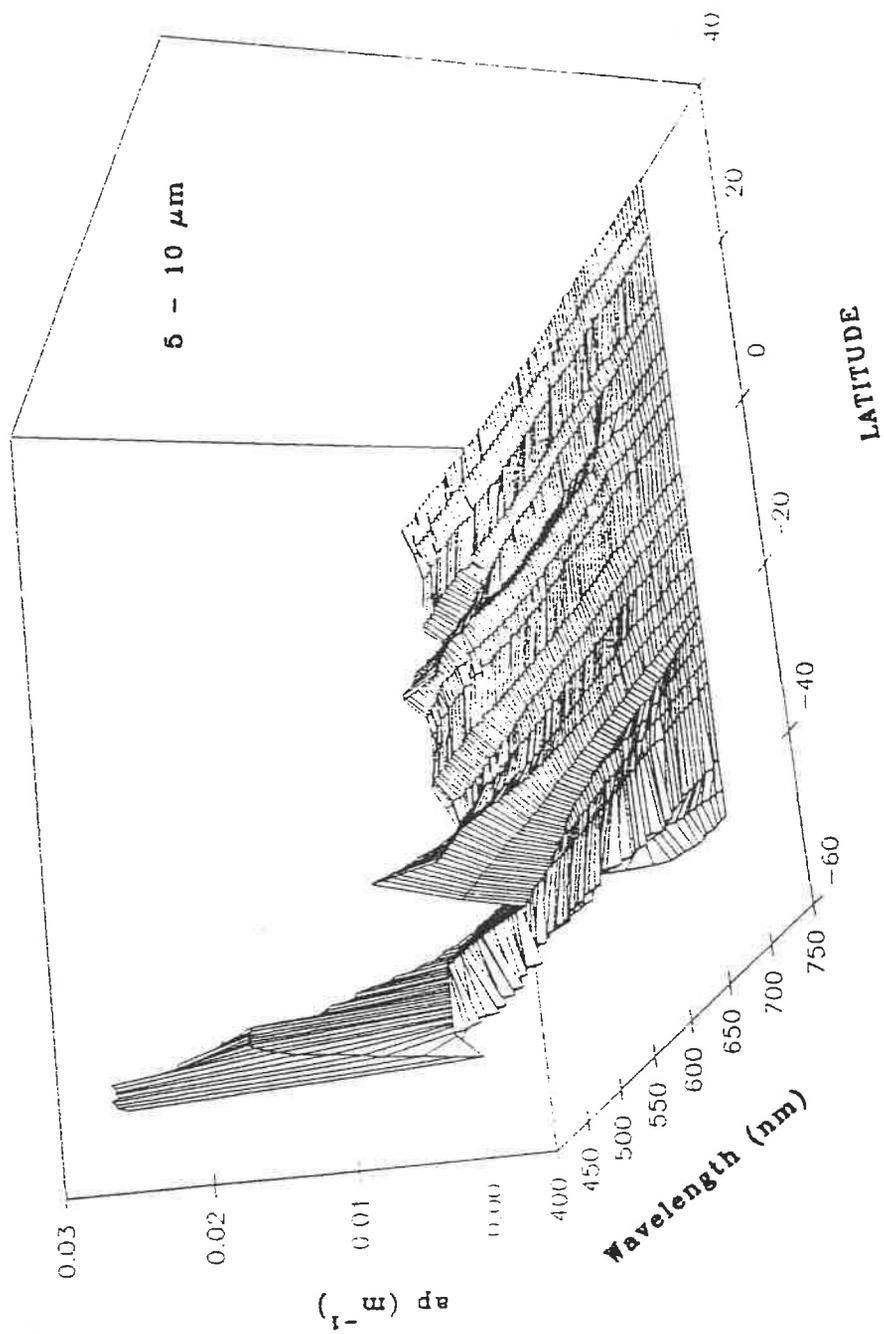
Espectros de absorción de luz de la fracción de tamaño entre 0,6 y 0,8 μm a lo largo del transecto para las muestras de superficie.



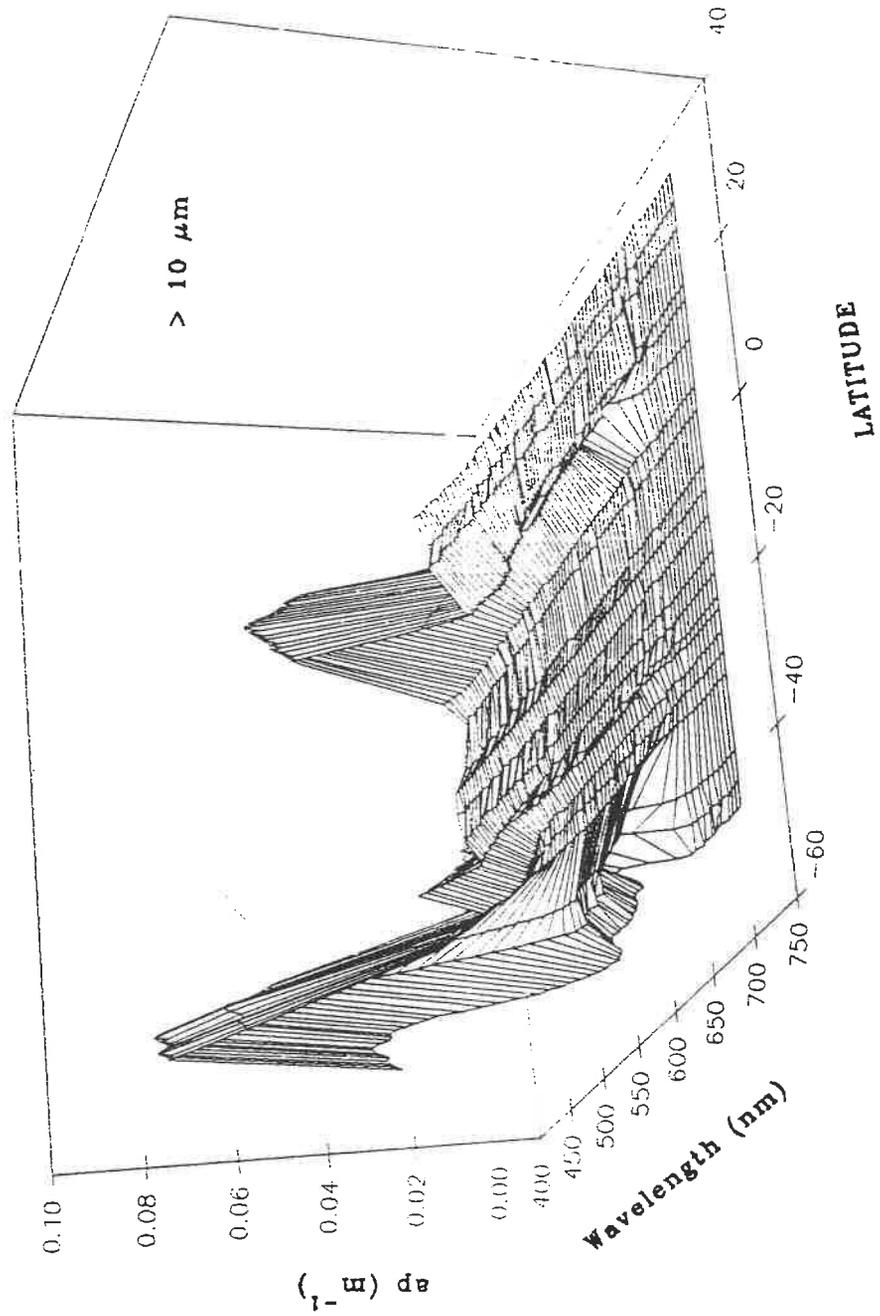
Espectros de absorción de la luz de la fracción entre 0,8 y 3 μm a lo largo del transecto para las muestras de superficie.



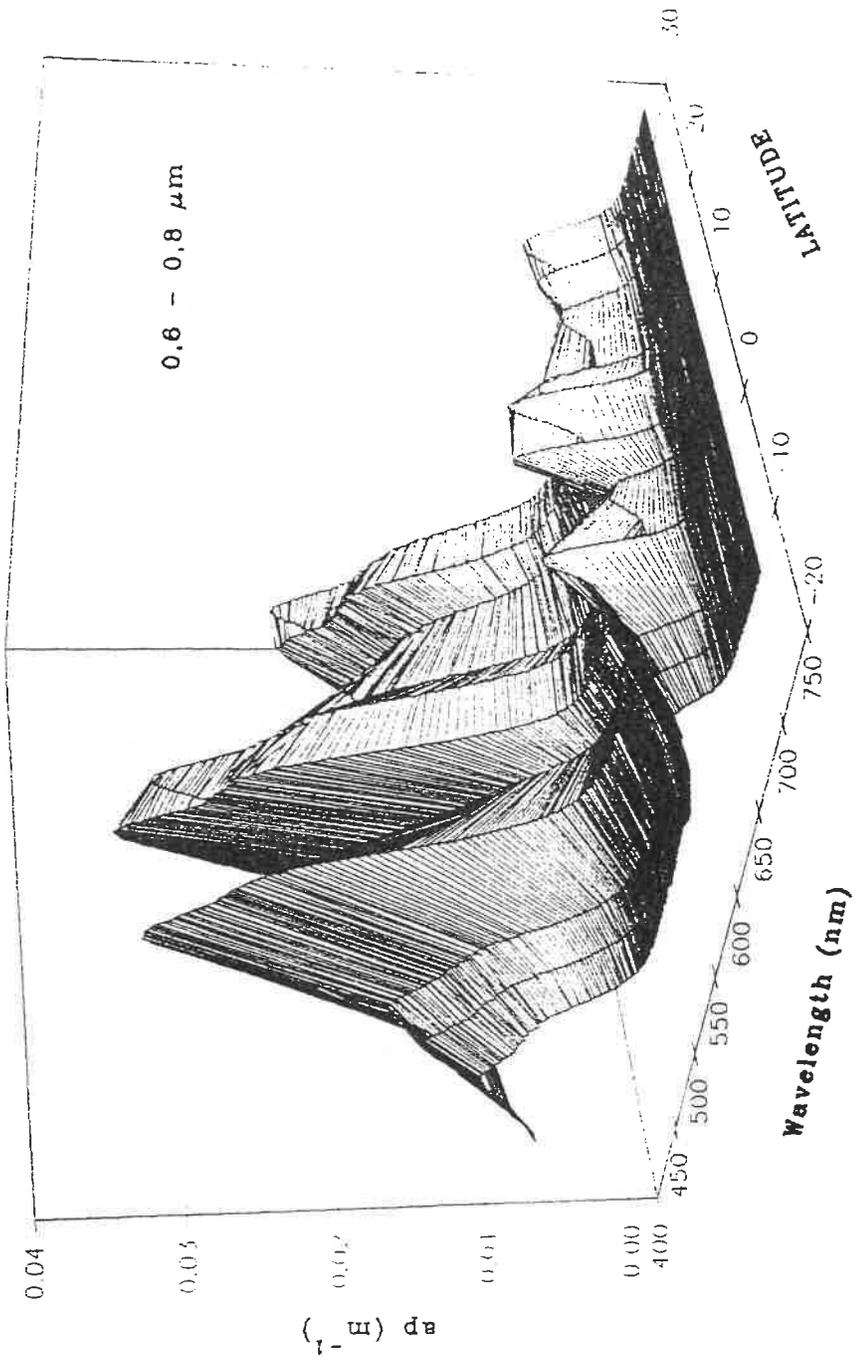
Espectros de absorción de luz de la fracción de tamaño entre 3 y 5 μm a lo largo del transecto para las muestras de superficie.



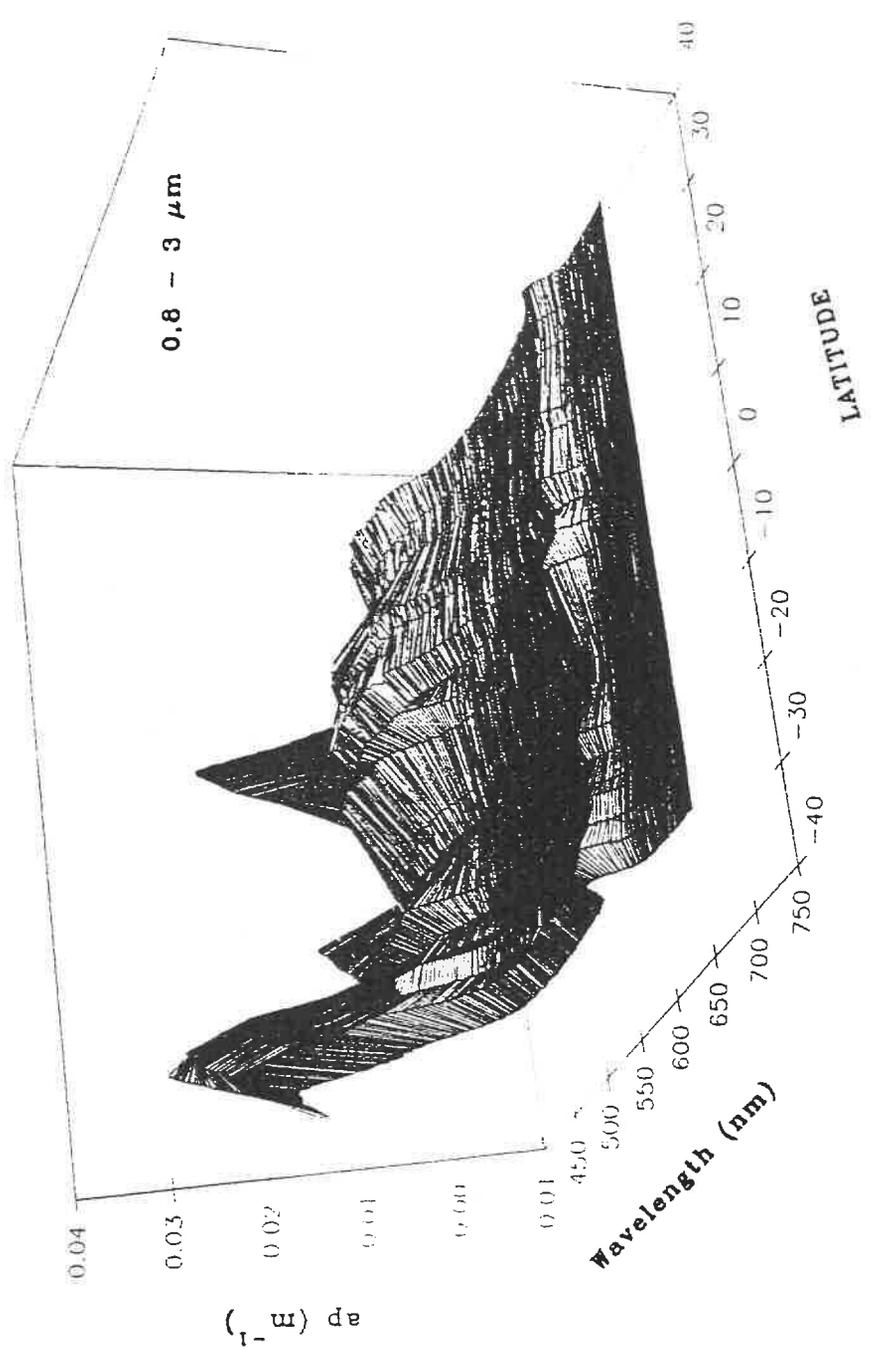
Espectros de absorción de luz de la fracción de tamaño entre 5 y 10 μm a lo largo del transecto para las muestras de superficie.



Espectros de absorción de luz de la fracción de tamaño mayor de 10 μm a lo largo del transecto para las muestras de superficie.

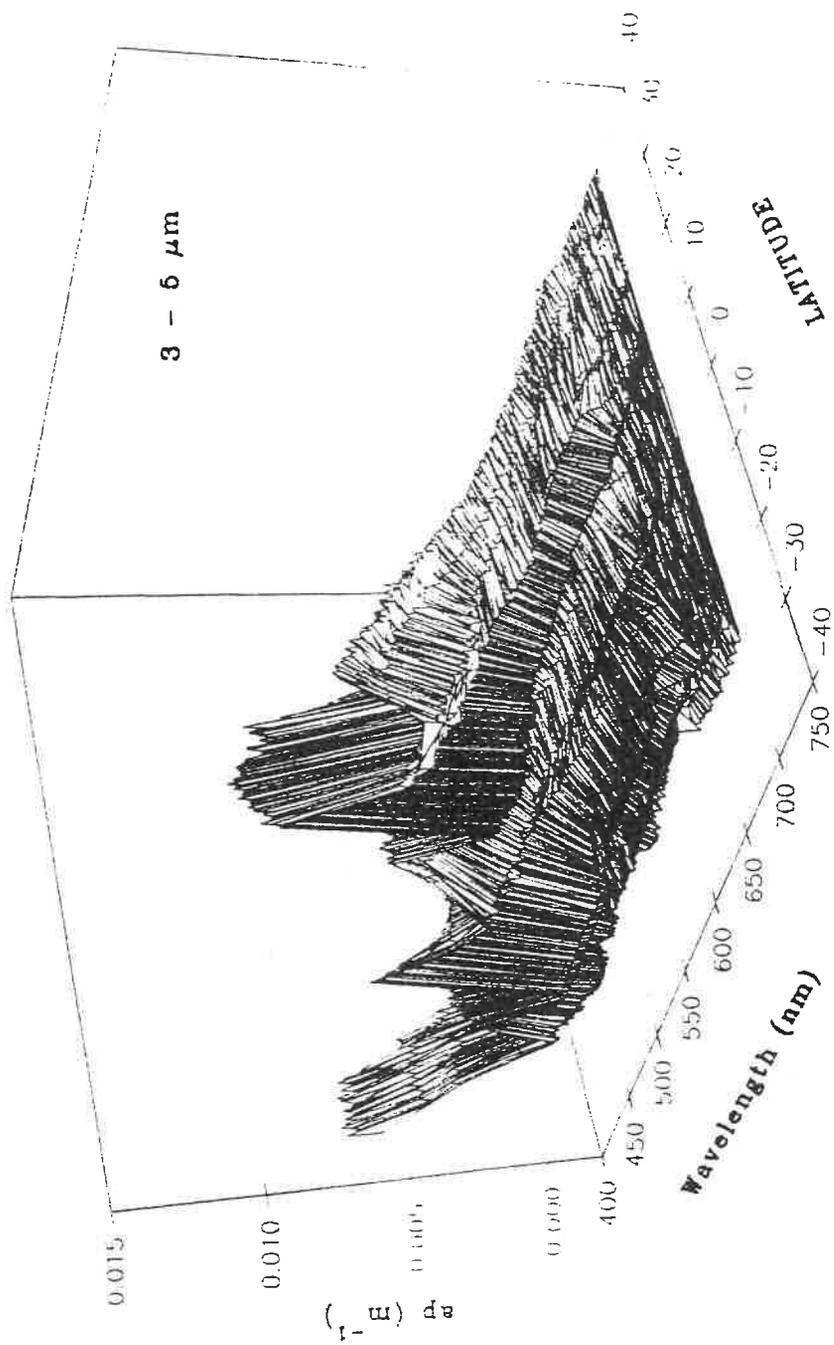


Espectros de absorción de luz de la fracción de tamaño entre 0,6 y 0,8 μm a lo largo del transecto para las muestras del máximo de fluorescencia.

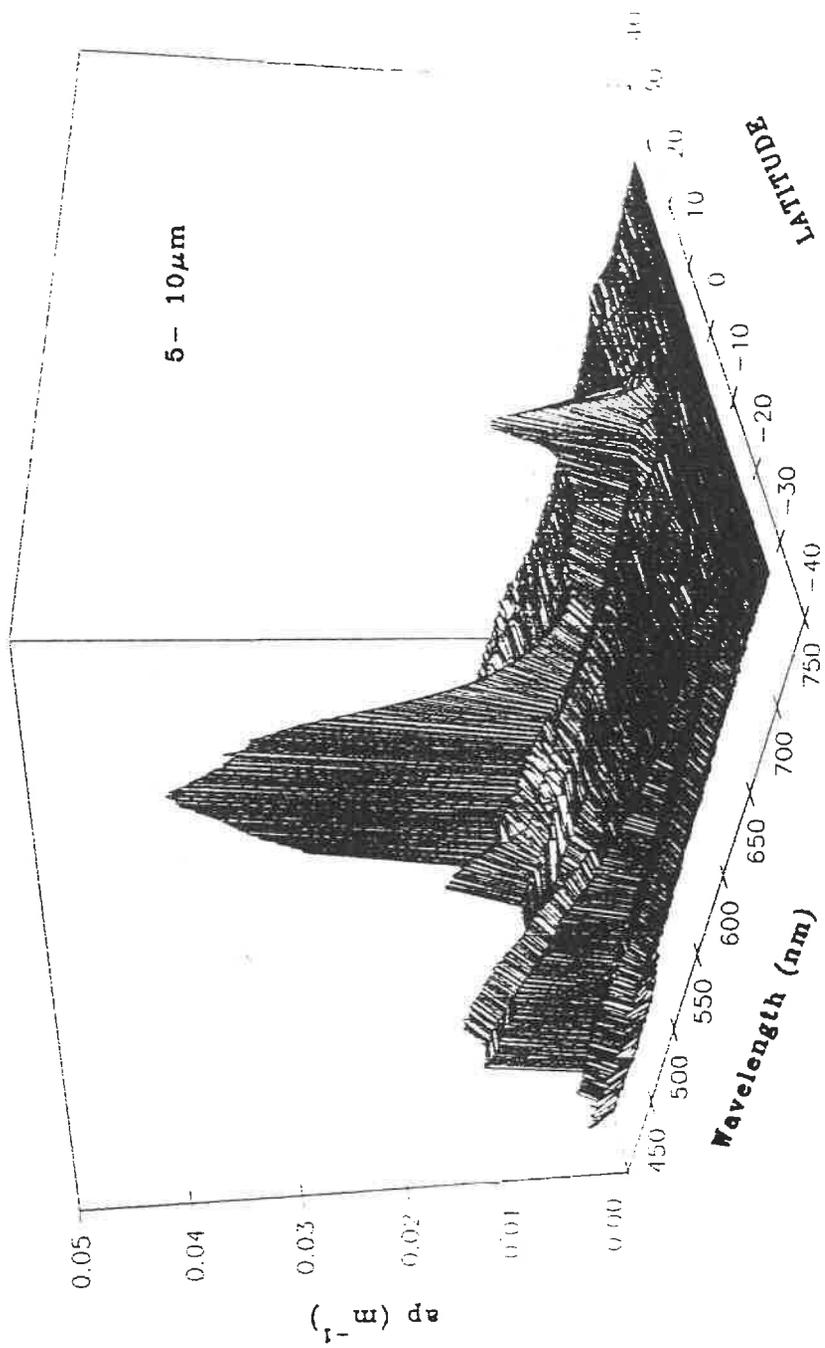


(I_{-u}) de

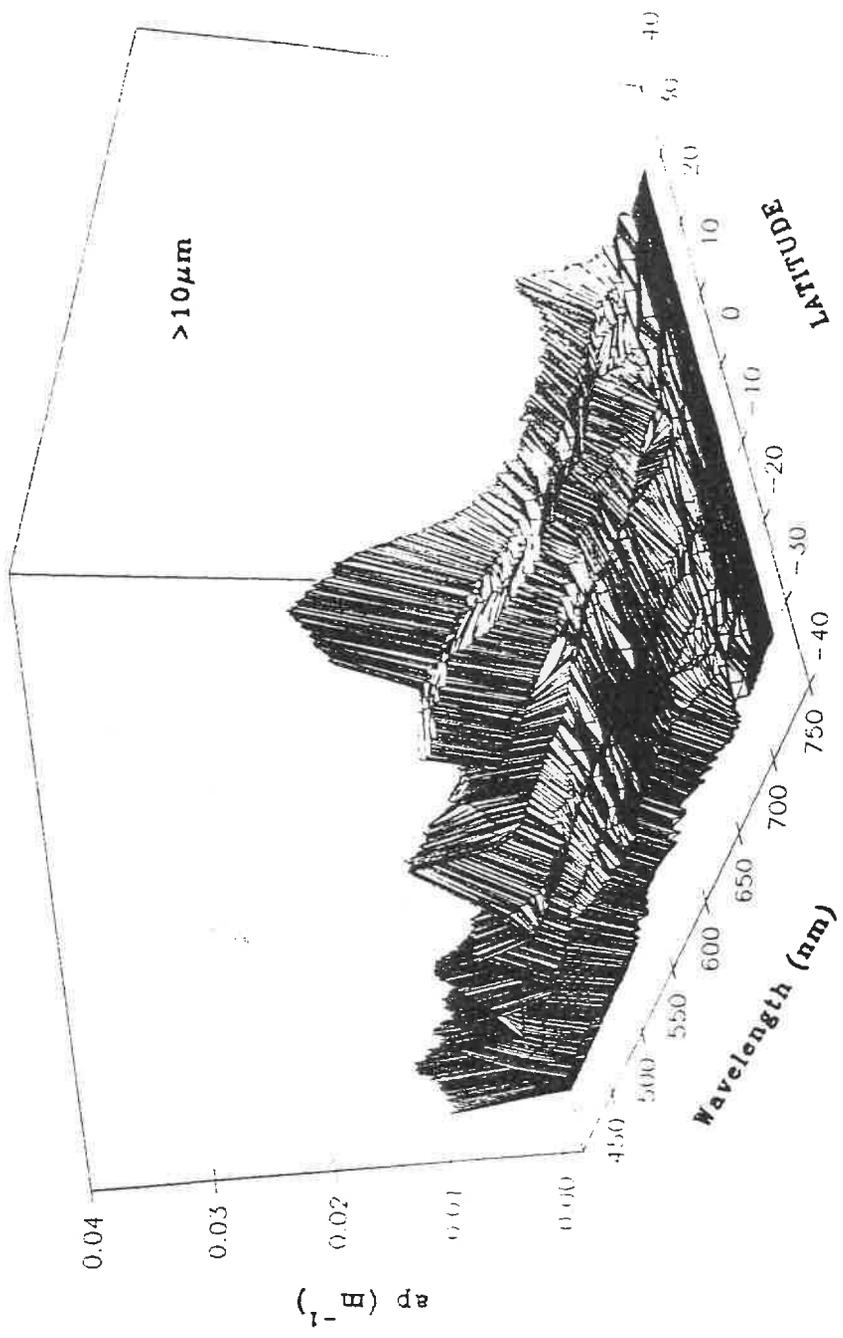
Espectros de absorción de luz de la población de tamaño entre 0,8 y 3 μ m a lo largo del transecto para las muestras del máximo de fluorescencia.



Espectros de absorción de luz de la fracción de tamaño entre 3 y 5 μm a lo largo del transecto para las muestras del máximo de fluorescencia.

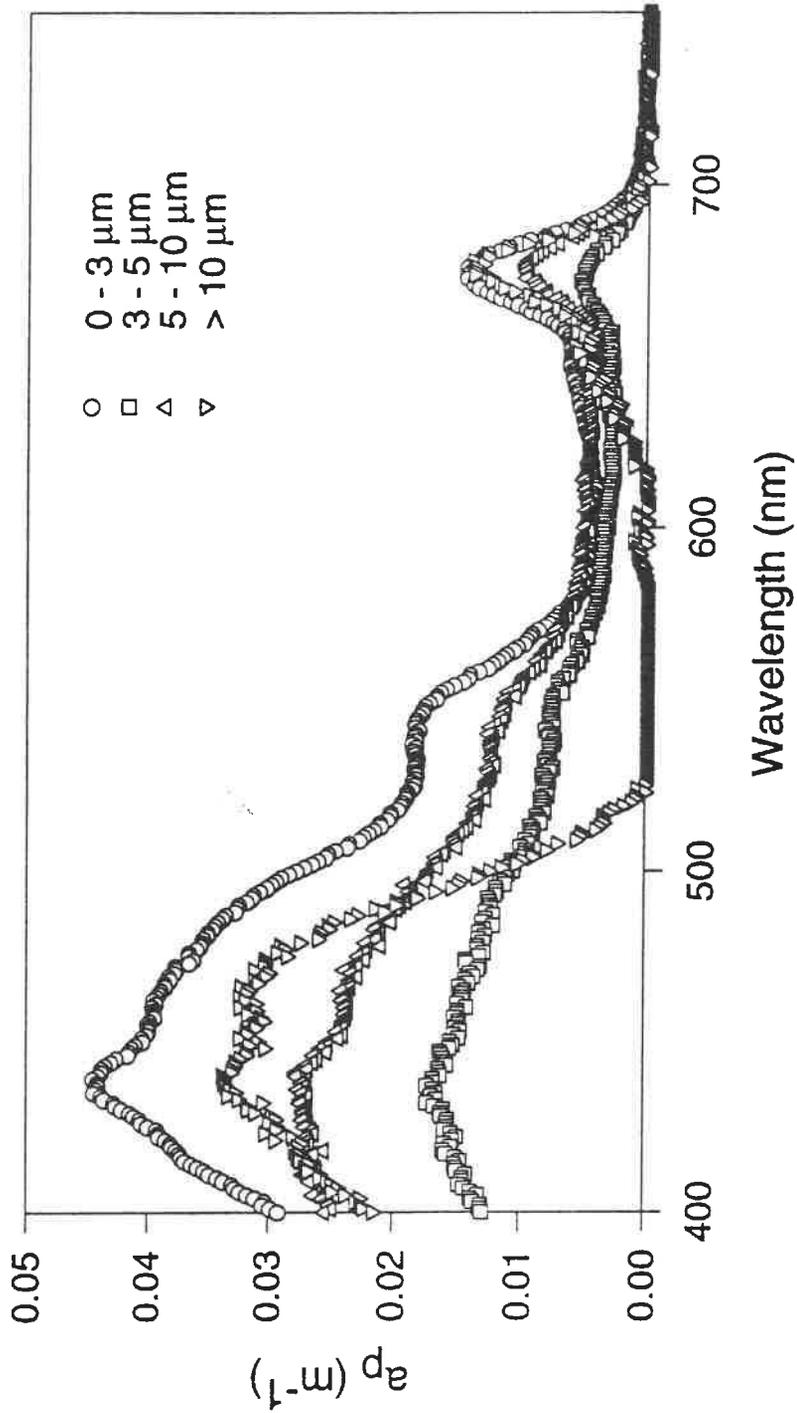


Espectros de absorción de luz de la fracción de tamaño entre 5 y 10 μ m a lo largo del transecto para las muestras del máximo de fluorescencia.



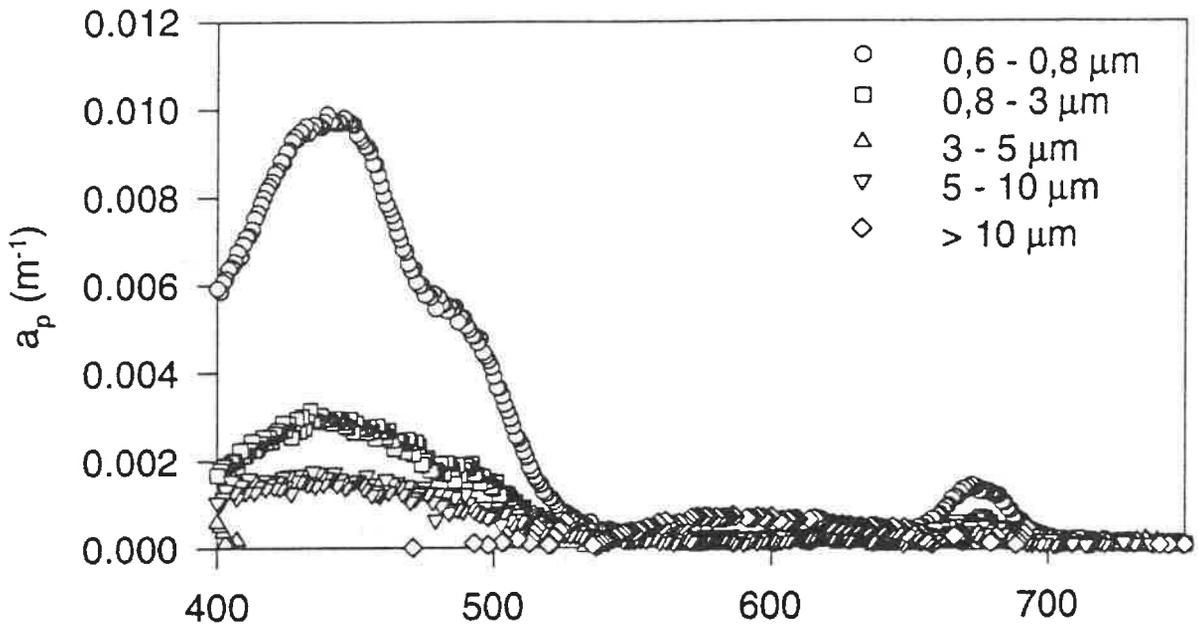
Espectros de absorción de luz de la fracción de tamaño mayor de 10 μm a lo largo del transecto para las muestras del máximo de fluorescencia.

Latitude 49° 59' S (surface)

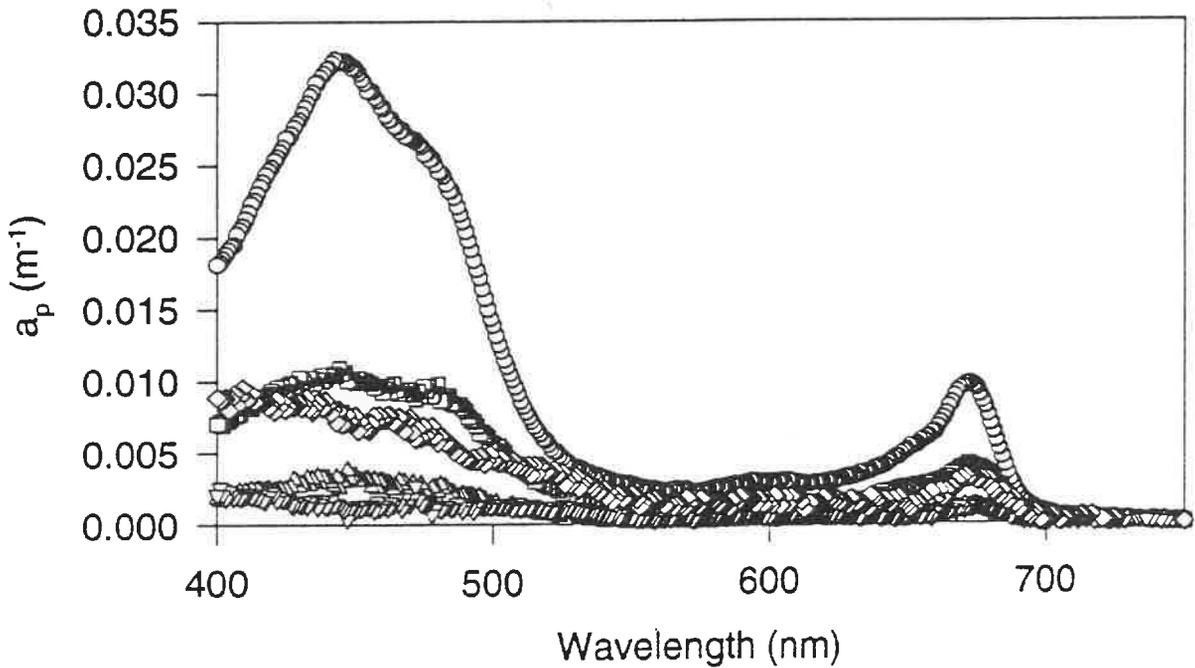


Espectro de absorci3n de cada una de las fracciones de tama1o para la muestra de superficie a 49° 59' de latitud Sur.

Latitude 2° 50' S (surface)

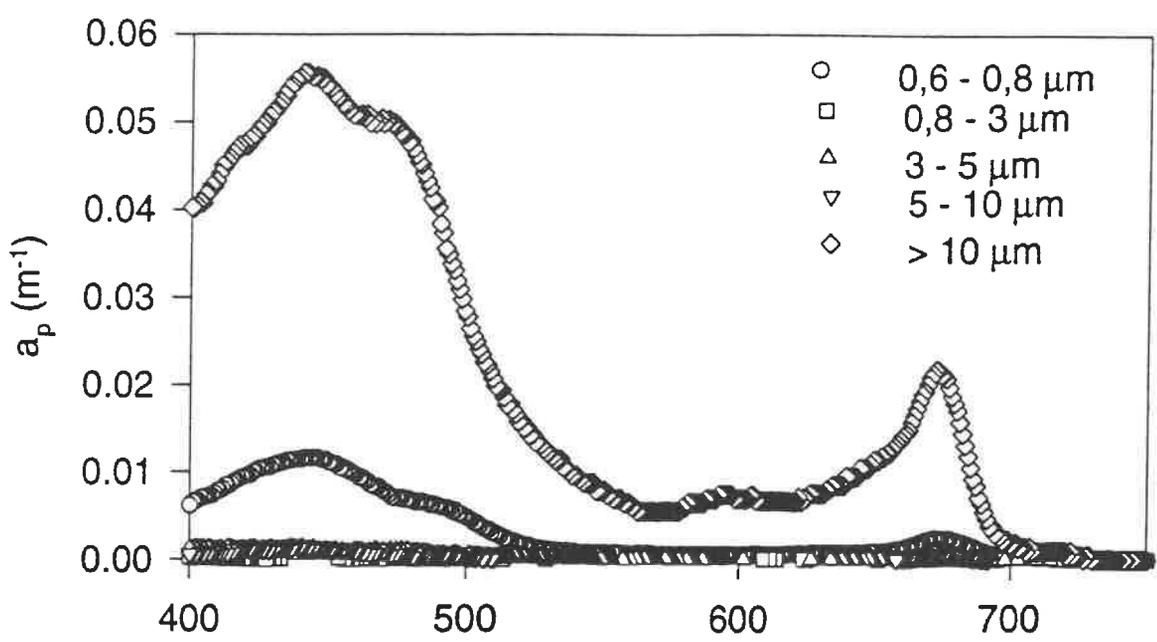


Latitude 2° 50' S (dcm, 70 m from surface)

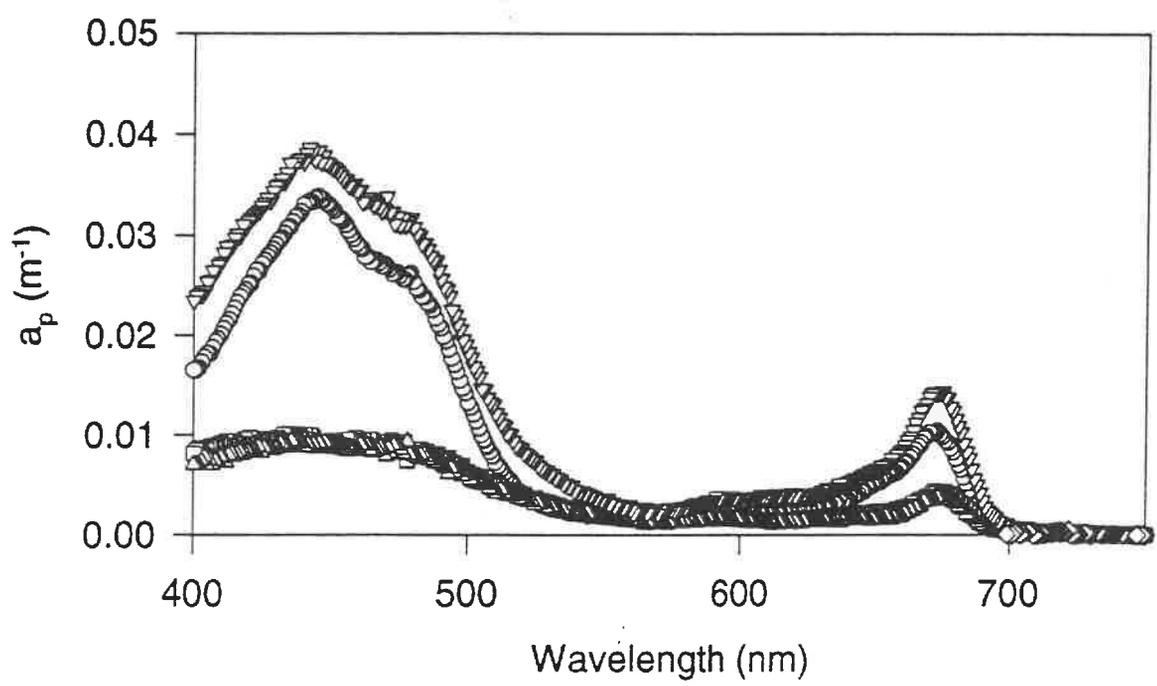


Espectro de absorción de cada una de las fracciones de tamaño para las muestra de superficie y máximo de fluorescencia a 2° 50' de latitud Sur.

Latitude 20° 0' N (surface)



Latitude 20° 0' N (dcm, 94 m from surface)



Espectro de absorción de cada una de las fracciones de tamaño para la muestra de superficie y máximo de fluorescencia a 20° 0' de latitud Norte.

MEDIDAS BIOLÓGICAS: Fitoplancton. Metabolismo del microplankton.

Susana Agustí, Teresa Camara, Gustavo Carreras, Marian Claramunt, Margarita E. Gallegos, Maria Paola Mura, Maria Aime Rodriguez y Maria Paola Satta.

Concentración de clorofila a

Se pretende evaluar la variación de la concentración de clorofila a a lo largo del gradiente latitudinal de este estudio, así como su variación en la columna de agua. La concentración de chl a es utilizada como indicador de la biomasa fitoplanctónica y representa un parametro básico en los estudios oceanográficos. Estudios precedentes han descrito la variación en la distribución de chl a de distintas zonas oceánicas, indicando su disminución desde altas latitudes hasta los trópicos, con una elevación en la zona ecuatorial (Berger 1989).

Métodos

Durante la campaña se muestrearon un total de 108 estaciones, 52 largas y 56 cortas, las muestras se tomaron con la Rossette, recojiendo el agua directamente de las botellas Niskin en botes de plásticos. La concentración de clorofila a se midió en las estaciones largas mediante método espectofotométrico (Parsons et al 1984) y en las estaciones cortas mediante el método fluorimétrico (Parsons et al 1984) en muestras de plancton concentradas en filtros GF/F Whatman. Los filtros se homogeneizaron antes de la extracción de los pigmentos en acetona al 90% , y se mantuvieron refrigerados y en la oscuridad durante aproximativamente 6 h hasta la medida de la fluorescencia en un estectrofotómetro o en el fluorímetro. Para la calibración del fluorímetro se utilizó la lectura espectofotométrica de una muestra muy concentrada de plancton. La determinación de las clorofilas se realizó en todas las profundidades (de 5 a 200 m), se filtraron alícuotas de agua de mar que variaban en relación a la zona muestreada, aumentando en las zonas oligotrófica de 0.5 a 4 L. En las estaciones, 41-0, 62-0 y 76-0 se realizaron también perfiles de clorofila en 24 profundidades.

Resultados preliminares

Se observa una fuerte variación latitudinal de la concentración de clorofila a. Los valores más altos se encuentran en el transecto de Puntas Arenas a Buenos Aires (latitud 52° 15' - 36° 30'), caracterizado por la variación en un amplio rango de valores, $0.02 < \text{chl}$

a $< 3.07 \text{ mg m}^{-3}$, con un valor medio de chl a de 0.9 mg m^{-3} . El máximo de fluorescencia detectado con el sensor del CTD no coincidía con el máximo de chl a, que se detectó en superficie (entre 5 y 20 m) en la mayoría de las estaciones, y no bajando en ningún caso de los 30 metros de profundidad. De los $35^{\circ}45'S$ a los $24^{\circ}30'S$ grados de latitud los valores de la concentración de chl a disminuyen hasta un valor máximo de 0.7 mg m^{-3} , y un valor medio de 0.16 mg m^{-3} , se reduce también el rango de variación de los valores ($0.7 < \text{chl a} < 0.012 \text{ mg m}^{-3}$). Debido a la elevada temperatura del agua superficial el máximo de chl a se hace más profundo, estableciéndose entre los 70 y los 125 metros. Estas características oligotróficas siguen a lo largo del meridiano 29, de los $23^{\circ}00'S$ hasta al ecuador, 0° grados de latitud, y hasta los $28^{\circ}00'$ de latitud norte. El rango de variación de la concentración de chl a para el paralelo 29 Sur se presenta entre 0.005 a 0.84 mg m^{-3} con un valor medio de 0.13 mg m^{-3} , y el máximo profundo de clorofila a se detecta siempre entre los 70 y los 125 metros (fig.4 a, perfil chl a). Los valores de la concentración de chl a que se encuentran en la latitud norte, hasta a los $28^{\circ}00'$, presentan un rango mayor de variación, con valores máximo más altos ($0.002 < \text{chl a} < 0.9 \text{ mg m}^{-3}$), pero el valor medio es muy parecido al de latitud sur, 0.18 mg m^{-3} . El máximo profundo de chl a se detectó entre los primeros 100 metros, y con más frecuencia entre la superficie y los 60 metros de profundidad (fig.4 b). De las gráficas de distribución se nota la gran homogeneidad de este parámetro en las zonas más oligotróficas (fig.3 Meridiano 29) que se encuentran a lo largo de este recorrido latitudinal, y la mayor variación con valores de concentración de chl a superiores a latitudes altas (fig.1 y fig.2).

Bibliografía

- Berger, W.H. 1989. Global maps of ocean productivity. pp 429-455. En Berger, W.H., V.S. Smetacek, y G. Wefer (eds). Productivity of the ocean: Present and past, pp. 85-97. Dahlem Conferences. John Wiley
- Parsons, T.R., Maita, Y., and C.L. Lalli, 1984. A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergamon Press, Oxford.

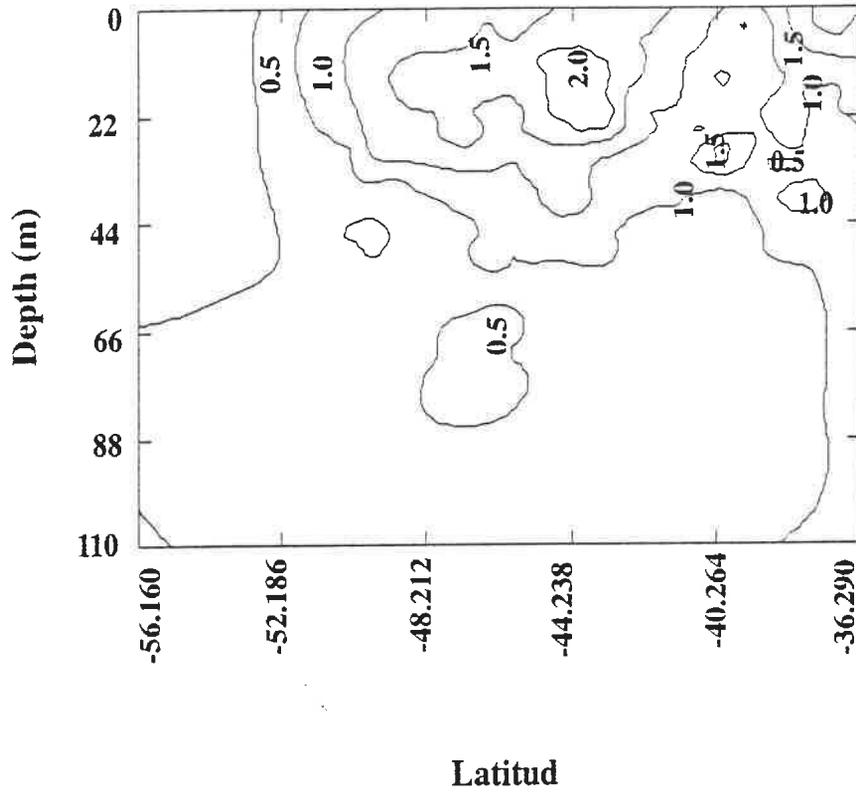


Fig. 1 Distribución vertical de la concentración de chl *a* durante el transito desde Punta Arenas. Los numeros negativos indican la latitud Sur. Esta zona está caracterizada por valores de chl *a* relativamente altos.

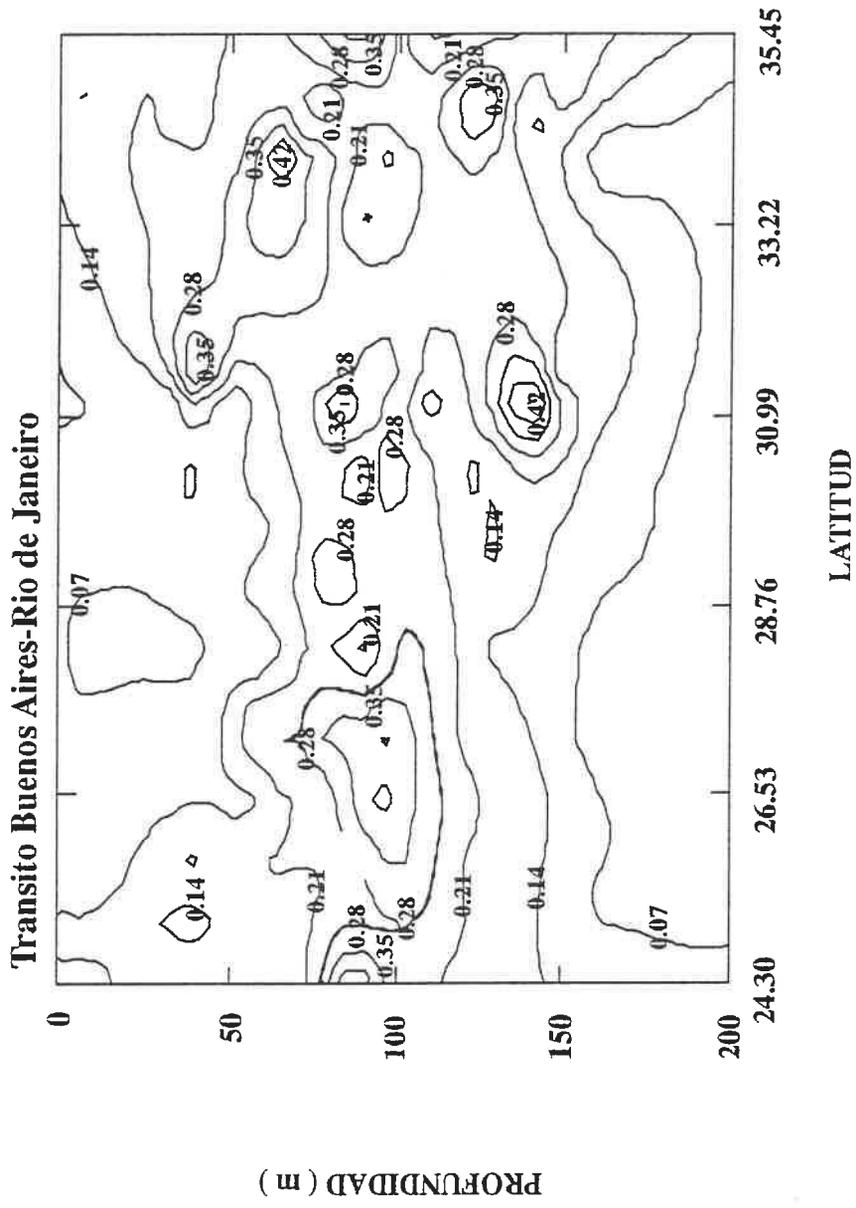


Fig.2 Distribución vertical de la concentración de chl a a lo largo del transecto Buenos Aires-Rio de Janeiro (latitud 35°45' - 24°30'). La disminución de la [chl a] y el aumento del máximo profundo de chl a (70-100 m) caracterizan la llegada a la zona oligotrófica.

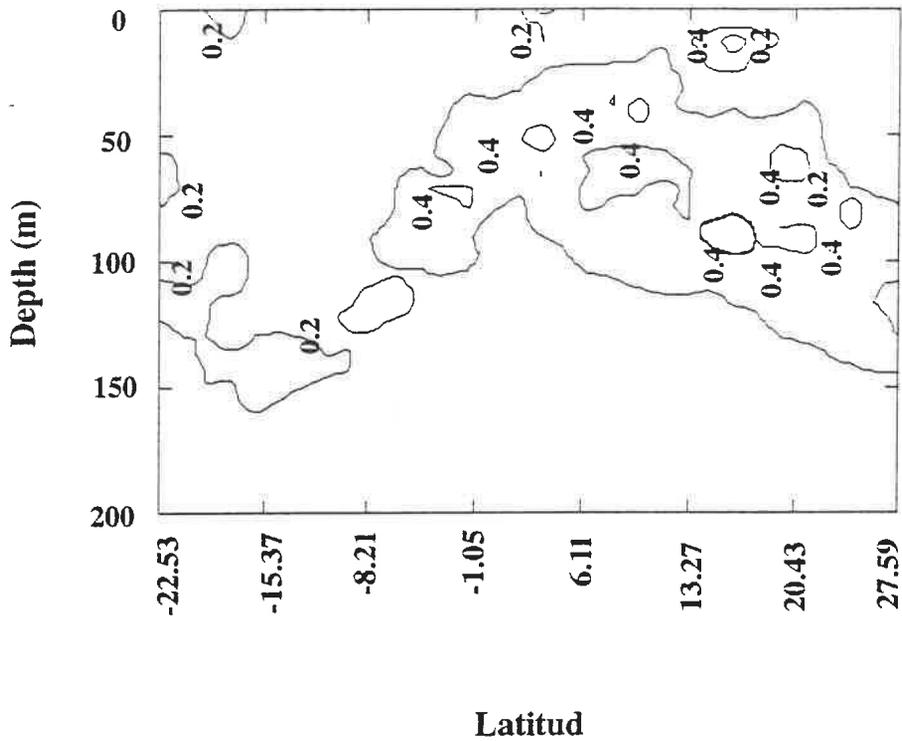


Fig. 3 Distribución vertical de la concentración de chl a en el transecto a lo largo del Meridiano 29. Los numero negativos indican latitud Sur y los positivos latitud Norte. La entrada en la zona oligotrófica resulta aún más evidente, sobretodo en la parte Sur caracterizada por bajos valores que aumentan una vez pasado el ecuador y a latitud norte más altas.

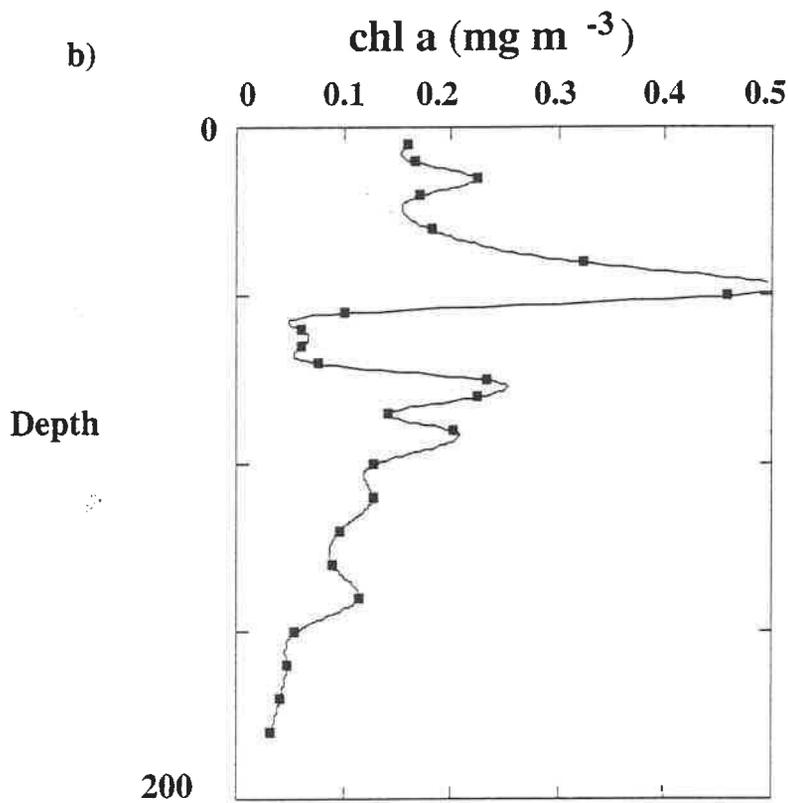
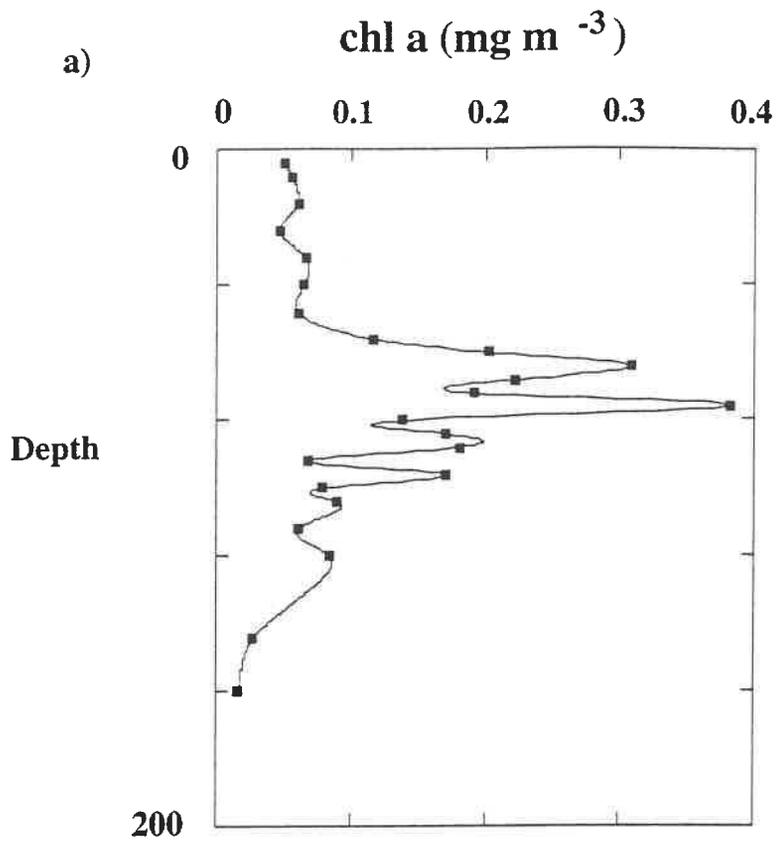


Fig.4 Perfiles de la concentración de chl a (medida en 24 profundidades) en las estaciones 62-0 (a, 5°44' S 29°W) y 76-0 (b, 4°14' N 29°W).

Contenido proteínico del microplankton

Debido a la gran importancia de las proteínas no solamente como costituentes de la materia particulada, sino también en el metabolismo del nitrógeno en los microorganismos marinos, la determinación de la cantidad de estas moléculas a lo largo de un gradiente latitudinal nos permite aclarar diferentes procesos biológicos y tener otra estima de la variación biológica. Las proteínas, siendo moléculas biológicas vitales y esenciales de las células fitoplanctónicas, juegan un papel fundamental en la regulación de los procesos metabólicos, en la estructura de las paredes celulares y en la síntesis de macromoléculas. La variación de la concentración de proteínas comparada con la variación de otros indicadores de la biomasa está influida por la actividad fisiológica de las células planctónicas y por la estructura de la comunidad.

Métodos

Se filtró un volumen variable de agua (0.25-1L) en filtros Whatman GF/F para concentrar el plancton. Los filtros se homogeneizaron con una solución buffer de Triton-100-NaOH 0.5 N. Para la extracción de las proteínas se siguió el método de Lowry et al. (1951) siguiendo las modificaciones de Clayton et al. (1988). Las muestras después de su extracción con diferentes reactivos se centrifugaron durante 20 minutos y se leyó la absorbancia del sobrenadante a 730 nm en un espectrofotómetro. La calibración de la concentración de proteínas se realizó con una solución de concentración conocida de seroalbúmina bovina.

Resultados preliminares

De un análisis preliminar de los valores de la concentración de proteínas, resulta que la variación latitudinal no es tan marcada si nos referimos a los valores medios, que resultan ligeramente más altos entre los 52°16' y los 38°45' grados de latitud ($0.4 \mu\text{g ml}^{-1}$) y van bajando en las siguientes latitudes ($24^{\circ}30' < 0.25 \mu\text{g ml}^{-1} < 34^{\circ}15'$). En correspondencia al Meridiano 29 Sur se detectan esporádicamente concentraciones altas (1 y $1.5 \mu\text{g ml}^{-1}$), pero los valores medios son de $0.31 \mu\text{g ml}^{-1}$, valores que bajan más en el hemisferio Norte alcanzando una media de $0.13 \mu\text{g ml}^{-1}$. Las profundidades a las que aparecen las concentraciones máximas varían en relación a las zonas muestreadas, alternándose entre la superficie (Patagonia) y el máximo de fluorescencia.

Bibliografía

Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.J. 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193: 265-275

Clayton, J.R., Dortch, Q., Thoresen, S.S., and S.I. Ahemed. 1988. Evaluation of methods for the separation and analysis of proteins and free amino-acids in phytoplankton samples. *J.Plankton Res.* 10: 341-358

Biomasa y comunidad de fitoplancton

Estudio de la distribución de la biomasa fitoplanctónica y de la composición de la comunidad a lo largo de un gradiente latitudinal. Un análisis de este tipo permite también un estudio de la distribución de las clases de tamaño de la comunidad fitoplanctónica con la variación latitudinal. La relación existente entre la dinámica fitoplanctónica y las otras variables biológicas nos permite aclarar el funcionamiento de los diferentes sistemas oceánicos que encontramos en el recorrido latitudinal (52°00' Sur-28°00' Norte). La determinación de la biomasa fitoplanctónica así como de las otras variables que describen la biomasa (concentración de chl *a* y proteínas), resulta fundamental en un estudio de la dinámica de un sistema oceánico en el cual se intente desarrollar y convalidar modelos para la predicción de patrones latitudinales de biomasa y de producción.

Métodos

Se recogieron muestra de fitoplancton en las 56 estaciones largas muestreadas. Se tomaron muestras de agua directamente de las botellas Niskin. Alícuotas de 100 ml de muestra se fijaron con glutaraldeido al 25% (concentración final en la muestra de 1%) y se filtraron a baja presión en filtros preteñidos Nucleopore de 0.8 µm de poro. Las muestras se tiñeron con DAPI (10 µg ml⁻¹, Martinussen and Thingstad 1991), los filtros se montaron en portas y se guardaron congelados para la posterior examinación microscópica del fitoplancton en laboratorio.

Resultados preliminares

Las muestras para la determinación de la biomasa fitoplanctónica y su comunidad están siendo analizados actualmente mediante técnicas de microscopía.

Bibliografía

Martinussen, I. and Thingstad, T.F. 1991. A simple double staining technique for simultaneous quantification of auto- and heterotrophic nano- and picoplankton. *Mar. Microbiol. Food Webs* 5 (1): 5-11

Tasas de crecimiento del fitoplancton

Con este estudio se pretende cuantificar las tasas de crecimiento del fitoplancton y sus tasas de pérdidas así como determinar su importancia en la variabilidad de la comunidad fitoplanctónica encontrada. Se pretende evaluar la importancia de los predadores frente a los recursos (luz y nutrientes) en determinar la variación del crecimiento específico del fitoplancton a lo largo de un eje latitudinal, que conlleva importantes variaciones en el grado trófico del océano. A pesar de que existen numerosos estudios sobre producción y distribución del fitoplancton en el océano, se conoce muy poco sobre la variación de las tasas de crecimiento in situ de las comunidades naturales de fitoplancton y de los procesos que afectan la variación de estas tasas.

Métodos

La evaluación de las tasas específicas de crecimiento del fitoplancton y de las tasas de pérdidas se realizó mediante utilización de cultivos de plancton en bolsas de diálisis. Los cultivos en membrana de diálisis permiten mantener las condiciones de temperatura, iluminación y disponibilidad de nutrientes, previniendo la presión de los predadores, lo que permite comparar la evolución de la comunidad planctónica dentro de las bolsas y fuera de ellas (Trainor, 1965; Jensen et al., 1972; Tanaka, 1985). Se realizaron 8 experimentos (estaciones nº 6; 16; 23; 36; 45; 57; 75; 88) para la determinación de la biomasa de la comunidad fitoplanctónica, de sus tasas de crecimiento y su distribución a lo largo de un gradiente latitudinal. Se utilizó un tanque conectado con un circuito continuo al agua de superficie y se pusieron a incubar las muestras de agua de mar encerradas en bolsas de diálisis por un período de tiempo de 24, 48 y 72 h. Se realizaron dos tipos de tratamientos; se prefiltraron las muestras por 200 μ y 20 μ , para fraccionar la población fitoplanctónica a estos tamaños y poder determinar sus tasas de crecimiento a lo largo del tiempo. Se hicieron tres réplicas de cada tratamiento en cada uno de los diferentes tiempos de incubación. Se recolectaron las muestras para la determinación de la clorofila a mediante fluorimetría y se guardaron alícuotas de 100 ml fijadas con glutaraldeído para la posterior observación al microscopio a epifluorescencia.

Resultados preliminares

Los resultados sobre la evolución del crecimiento y la variación de la comunidad fitoplanctónica están siendo analizados actualmente mediante técnicas de microscopía.

Bibliografía

Jensen, A., Rystad, B., and Skoglund, L. 1972. The use of dialysis culture in phytoplankton studies. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 8: 241-248

- Tanaka, N. 1985. An application of dialysis bags: Measurement of in situ growth rate of naturally attached microalgae. Bull.Jpn.Soc.Sci.Fish. 51: 745-748
- Trainor, F.R. 1965. A study of unialgal culture of Scenedesmus incubated in nature in the laboratory. Can.J.Bot. 43: 701-706

Tasas de lisis celular del fitoplancton

En este estudio se pretende cuantificar las tasas de pérdidas por muerte (y consecuente lisis) de las células de fitoplancton en la columna de agua a lo largo de un gradiente latitudinal. Este gradiente que comprende una importante variación en temperatura, estratificación e incluye grandes áreas del Atlántico ultraoligotrófico, puede generar una gran variación en la mortalidad de las células de estos organismos. La muerte y lisis de las células de fitoplancton, dada la considerable dificultad en su cuantificación, es un proceso del que hasta ahora se desconoce su importancia en el océano, a pesar de sus importantes consecuencias en la cadena trófica.

Métodos y resultados preliminares.

Se cuantificaron siguiendo el método descrito por van Boekel et al. (1992), método espectrofluorométrico basado en la medida de la actividad de esterasas (enzimas citoplasmáticas) disueltas en el agua. Estas enzimas se liberan al medio cuando las células se lisan (van Boekel et al. 1992, Brussaard et al. 1995).

La actividad de esterasas disueltas se midió en las estaciones largas en 5-12 profundidades comprendidas entre la superficie y los 400 m de profundidad. 100 ml de agua se tomaban directamente de la rosette, inmediatamente se recogían submuestras que se filtraban por millex 0.45 μm . Tras la adición de Fluoresceína y un buffer, se incubaban por triplicado durante una hora a 20° C. Transcurrido este tiempo, se leía la emisión de fluorescencia de las muestras en un espectrofluorímetro Shimadzu RF-5000PC.

Para el cálculo de las tasas de lisis celular se calcularon las tasas de producción de actividad esterasa a partir de experimentos en los que se monitorizó la pérdida de actividad esterasa con el tiempo. Los experimentos consistieron en la incubación a T^a *in situ* de agua de distintas profundidades, a la que se añadía una concentración de esterasas comerciales (para aumentar su concentración), la actividad esterasa disuelta durante la

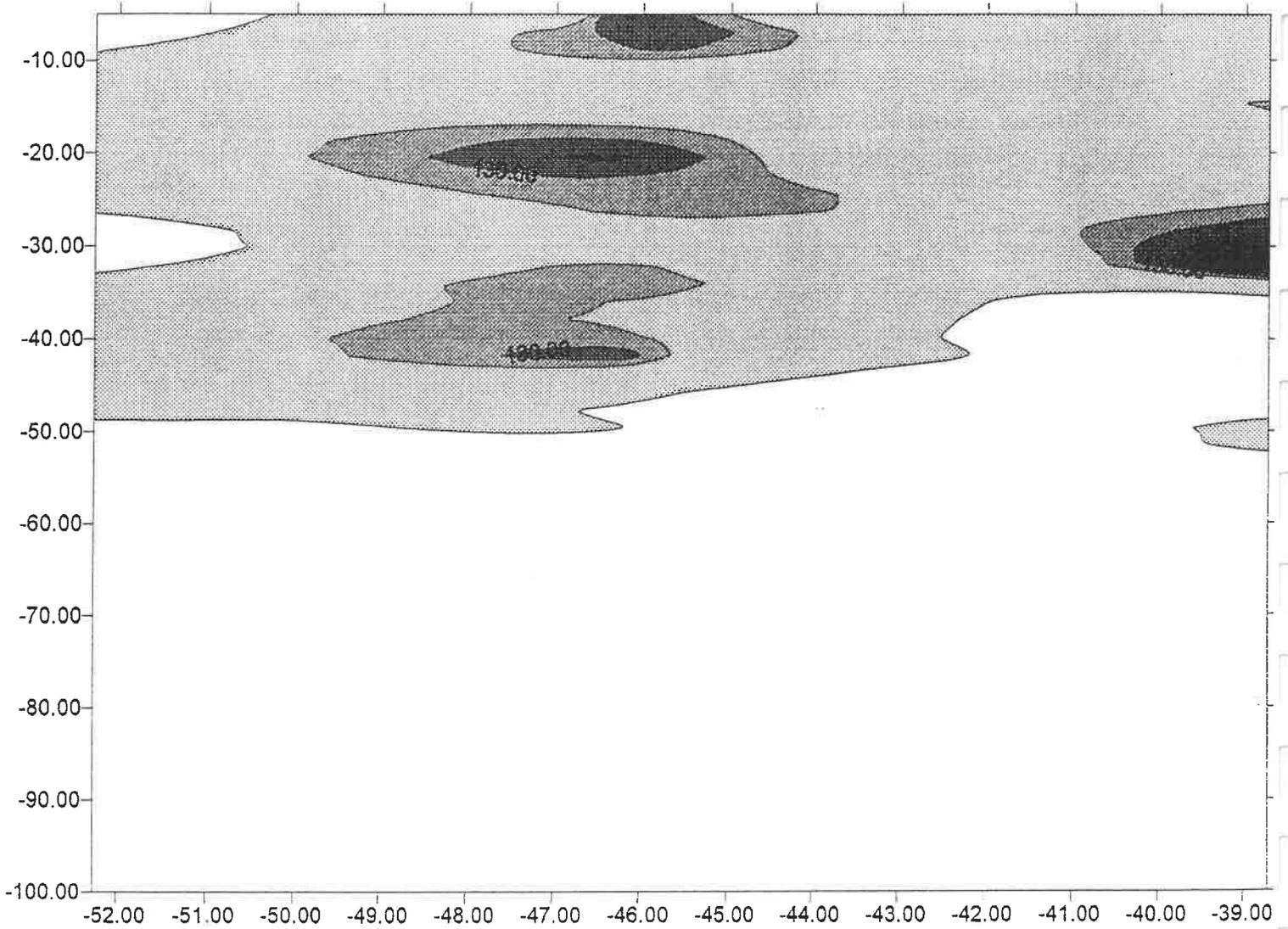
incubación se midió en intervalos crecientes de tiempo: al inicio y cada 3, 6 12, 24 y 36 horas.

Los datos estan todavia siendo procesados y los resultados son todavia provisionales. Las tasas de mortalidad por lisis celular todavia no han sido calculadas. Si se ha analizado la distribucion de la fluorescencia de las muestras que, aunque todavia no ha sido transformada a actividad de la enzima, ya indica los patrones de distribucion de la actividad esterasa disuelta, indicando en que zonas se detecta mayor actividad de la enzima disuelta. La fluorescencia debida a actividad esterasa fue baja en la Patagonia (Fig. 1), mientras que en las areas del oceano estratificado, la fluorescencia de la actividad esterasa muestra valores elevados en la superficie que disminuyen en profundidad. La distribucion de estos valores indica que la mortalidad debe ser elevada en la superficie del oceano oligotrofico.

Referencias.

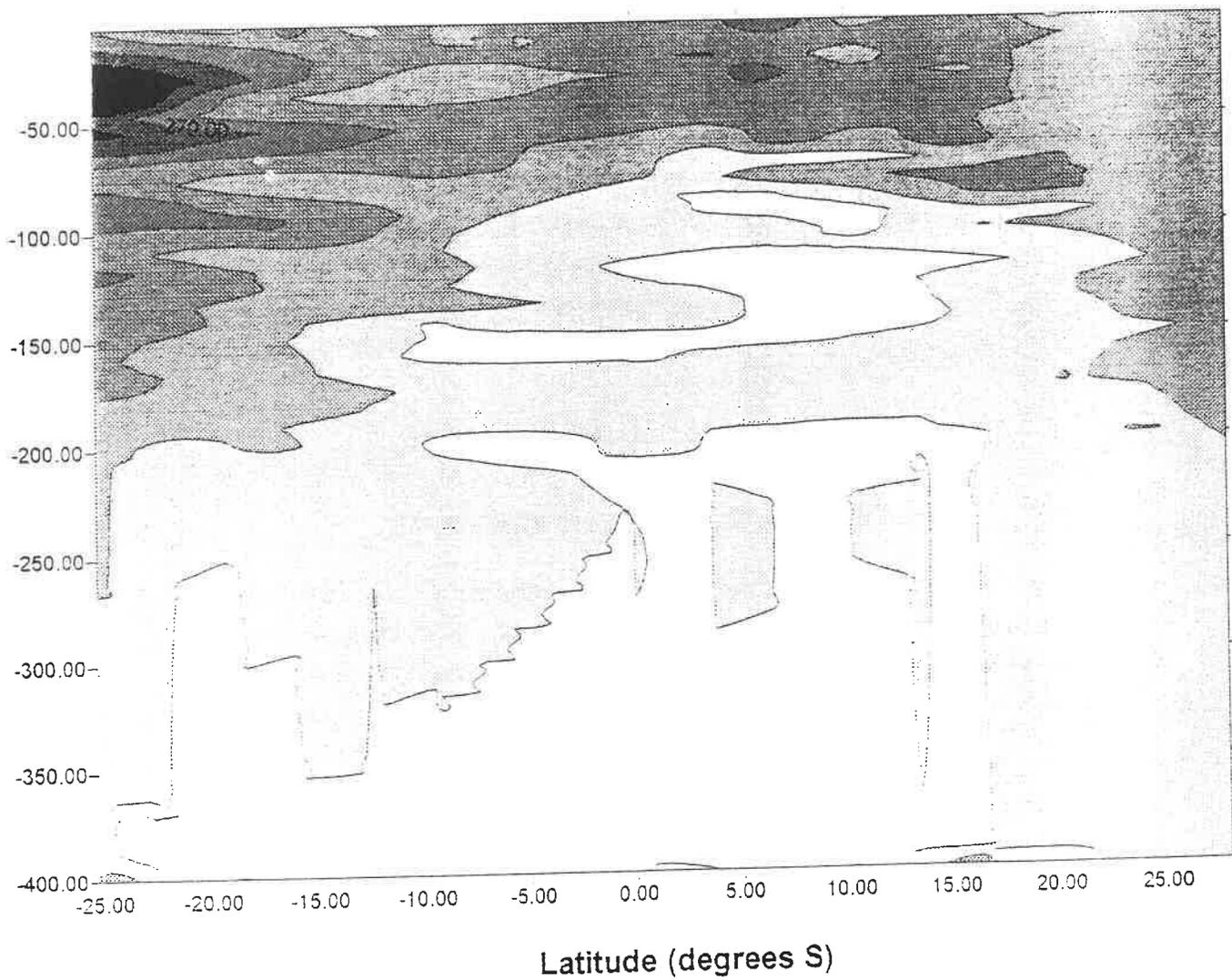
- van Boekel W.H.M., F.C. Hansen, R. Riegman and R.P.M. Bak (1992) Lysis-induced decline of a *Phaeocystis* spring bloom and coupling with the microbial food web. Mar. Ecol. Prog. Ser. 81: 269-276.
- Brussaard C.P.D., R. Riegman, A.A.M. Noordeloos, G.C. Cadée, H. Witte, A.J. Kop, G. Nieuwland, F.C. van Duyl and R.P.M. Bak (1995) Effects of grazing, sedimentation and phytoplankton cell lysis on the structure of a coastal pelagic food web. Mar. Ecol. Prog. Ser. 123: 259-271.

Patagonian shelf: Dissolved Esterases (Fluor. units)



Latitude (- degrees S, + degrees N)

Dissolved esterases (fluor. units)



Metabolismo de la comunidad microplanctónica

Entre los procesos biológicos que regulan los flujos de materia y energía, el balance metabólico de las comunidades microplanctónicas resulta de fundamental importancia, en cuanto estos flujos están determinados no tanto por la producción primaria bruta cuanto por la producción neta de la comunidad de plancton. Así, no solo los organismos fotosintéticos regularían estos flujos a través de la fotosíntesis, sino también los organismos no-fotosintéticos que oxidan el carbono orgánico devolviéndolo así en forma inorgánica. En estudios recientes, algunos autores (Sarmiento et al., 1990; Siegenthaler and Sarmiento 1993; Revelle, 1990; Ducklow, 1989) proponen que una de las mayores "trampas" de carbono atmosférico es probablemente la producción fitoplanctónica del océano. Por otro lado, Smith and Mackenzie (1987; 1991) afirman que el océano es mayoritariamente un sistema heterotrófico neto, es decir, el carbono incorporado en la fotosíntesis es menor que el consumido con la respiración del sistema; para estos autores el océano no sólo no es una "trampa" para el CO₂ atmosférico, sino que es una ulterior fuente de CO₂. Ambas posturas parecen extremas y por esto sería importante conseguir más información relativa al valor efectivo de la producción neta y su variación en las distintas áreas del océano.

Durante la campaña Latitud-95 se realizó un estudio del balance metabólico de las comunidades microplanctónicas. El objetivo principal de este estudio era cuantificar y definir el patrón de variación latitudinal de la producción neta.

Otro objetivo fue el de determinar la concentración del peróxido de hidrógeno en el agua de mar y en las incubaciones de producción y respiración, a fin de ver si existe una relación entre ésta, y errores que ocurren durante la medida de las tasas de producción y respiración, ya que la presencia del peróxido de hidrógeno está relacionada con algunas reacciones (independientes de la reacción fotosintética) que conducen a la producción de oxígeno (Pamatmat, 1988; Palenik y Morel, 1988).

Métodos.

Se realizaron medidas de tasas de producción bruta y neta y de respiración en 98 estaciones, la tasas de producción bruta y neta se determinaron únicamente en superficie, mientras que se realizaron perfiles de respiración en las estaciones largas variando el número de profundidades entre dos y cinco. Las muestras de agua se recolectaban de las botellas Niskin montadas al sistema rosette-CTD.

Las tasas de respiración y producción se determinaron mediante variaciones de oxígeno después de incubar en botellas "light" and "dark". La muestra se filtraba a

través de una malla de 240 micras para eliminar eventuales ejemplares de macrozooplancton y se llenaban botellitas de B.O.D. de 125 ml. Cinco replicados de las botellas claras y oscuras respectivamente se pusieron a incubar en un incubador o en un baño termostático a una T° igual $\pm 1^\circ\text{C}$ de la *in situ*, el tiempo de incubación era de 18 horas, el número de replicados se aumentó a ocho para reducir el error. Se eligió una intensidad luminosa fija de $200 \mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ hasta la latitud 20° , que se elevó a $600 \mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ cuando se entró en aguas fuertemente oligotróficas con bajos coeficientes de extinción de luz.

La tasa de producción bruta se determinó mediante la diferencia en la concentración de oxígeno entre las botellas “claras” y “oscuras”, la tasa de respiración se determinó mediante la diferencia de la concentración inicial y la de las “oscuras”. De la diferencia entre la producción bruta y la respiración se calcula la producción neta.

La determinación de la concentración de oxígeno disuelto se realizó con el método Winkler según modificaciones de Carritt y Carpenter (1966); el punto final de titulación se detectó potenciométricamente (Oudot, Gerard and Morin, 1988) mediante electrodo de Pt de un Titroprocesador Metrohm 682. El coeficiente de variación calculado para el error del instrumento es de 0.1% y el límite de detección por la determinación de las tasas de respiración y producción bruta y neta fue calculado ser 0.00068. Este límite de detección tan grande provocó la pérdida de muchísimos datos en cuanto se alcanzaron las zonas más oligotróficas en las que la tasa de producción bajó de este límite.

Resultados preliminares.

Las tasas de producción bruta variaron notablemente a lo largo del gradiente latitudinal en un rango entre $0.0001 - 0.0590 \text{ mg O}_2 \text{ l}^{-1} \text{ h}^{-1}$ siendo la media de $0.007 \text{ mg O}_2 \text{ l}^{-1} \text{ h}^{-1}$. Los valores más altos se midieron a lo largo de la costa Argentina en latitudes que variaban desde 51°S hasta más o menos 40°S ; una vez a latitudes más bajas se empezó a perder el “signal” de producción y los valores de producción que se pudieron detectar presentaban un valor muy próximo a cero (Fig 1) debido a la baja concentración de biomasa fitoplanctónica, valores ligeramente más altos se registraron a latitudes próximas a lo 0° (ecuador), donde se midieron biomásas mas altas.

La respiración siguió el mismo patrón de la producción bruta aunque, siendo la biomasa microplanctónica total mayor de la fitoplanctónica un mayor número de valores resultó ser detectable (fig. 2). Los valores de respiración en aguas de superficie variaron de 0.0001 a $0.0765 \text{ mg O}_2 \text{ l}^{-1} \text{ h}^{-1}$ con un valor medio de $0.0088 \text{ mg O}_2 \text{ l}^{-1} \text{ h}^{-1}$.

Los valores de producción neta variaron de -0.0804 a $0.0392 \text{ mg O}_2 \text{ l}^{-1} \text{ h}^{-1}$ con un valor medio de $-0.0063 \text{ mg O}_2 \text{ l}^{-1} \text{ h}^{-1}$. El área correspondiente a la costa Argentina

resultó ser en general heterótrofica neta, aunque en unas estaciones se detectó una producción autotrófica neta bastante elevada; a medida que se pasó a latitudes más bajas la producción neta se mantuvo generalmente en valores próximos a cero aunque generalmente heterotrófica (Fig.3). De estos resultados preliminares parece, pues, que el océano Atlántico es mayoritariamente heterotrófico.

De los perfiles de respiración obtenidos, se puede notar cómo el valor máximo de respiración se detecta alrededor de los 20-30 metros y a medida que se aproxima la zona tropical tiende a encontrarse a mayor profundidad aunque siempre encima del DCM, mientras que en la zona ecuatorial se puede detectar valores próximos al máximo en la superficie (fig.4).

Referencias.

Carritt, D.E., J.H. Carpenter- 1966. Comparison and evaluation of currently employed modifications of the Winkler method for determining dissolved oxygen in sea water. A NASCO Report J.Mar. Res. 24: 286-318.

Ducklow, H.W.-1989 Joint Global Ocean Flux Study: The 1989 North Atlantic Bloom Experiment, *Oceanography*, 2:4-7.

Oudot, C., R. Gerard, P. Morin and Gningue-1988. Precise shipboard determination of dissolved oxygen (Winkler procedure) for productivity studies with a commercial system. *Limnol. Oceanogr.*, 33(1): 146-150.

Palenik, B. and F.M.M. Morel.- 1988. Dark production of H₂O₂ in the Sargasso Sea. *Limnol. Oceanogr.*, 33 (6 part 2): 1606-1611.

Pamatmat, M.M., 1988. Catalase activity and the hydrogen peroxide cycle. *Arch. Hydrobiol. Beith. Ergebn. Limnol.* 31: 107-114.

Revelle, R. -1990. Letter in a forum section, *Issues Sci.Technol.*, 7. 2: 21-22.

Sarmiento, J.L., G. Thiede, R.M.Key, and W.S. Moore.-1990 Oxygen and nitrate new production in the North Atlantic subtropical gyre, *J. Geophys. Res.*, 95, 18, 303-315.

Slegenthaler, U., J.L. Sarmiento.-1993. Atmospheric carbon dioxide and the ocean. *Nature*. 365: 119-125.

Smith, S.V. and Mackenzie F.T.-1987. The ocean as a net heterotrophic system: implication from the carbon biogeochemical cycle. *Global biogeochemical cycles*. 1, 3: 187-198.

Smith, S.V. and Mackenzie F.T.-1991. Comments on the role of oceanic biota as a sink for anthropogenic CO₂ emissions. *Global biogeochemical cycles*. 5, 3: 189-190.

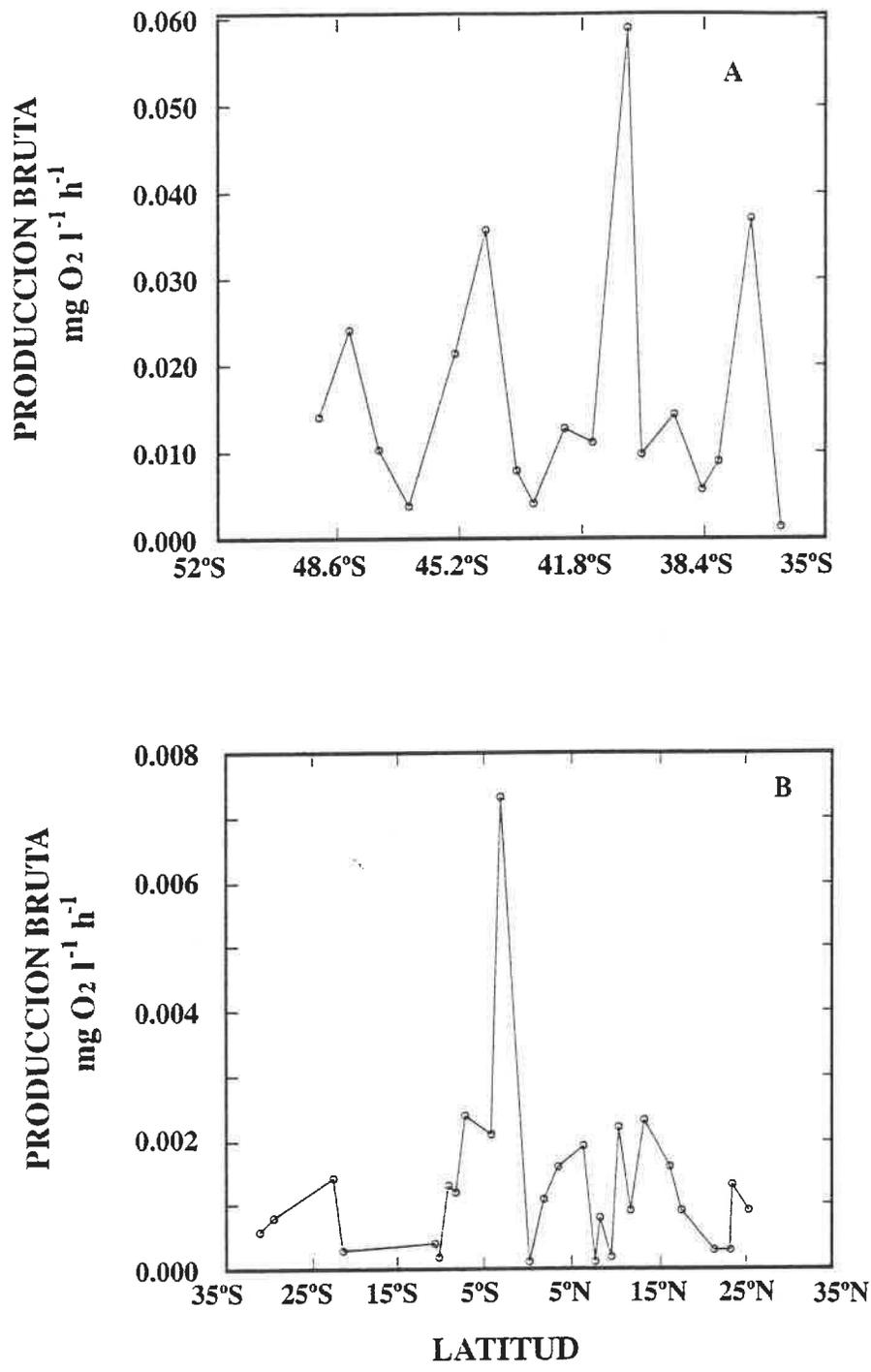


Fig.1 Variación de la producción bruta a lo largo del gradiente latitudinal de Punta Arenas a Buenos Aires (A) y de Buenos Aires a Canarias (B).

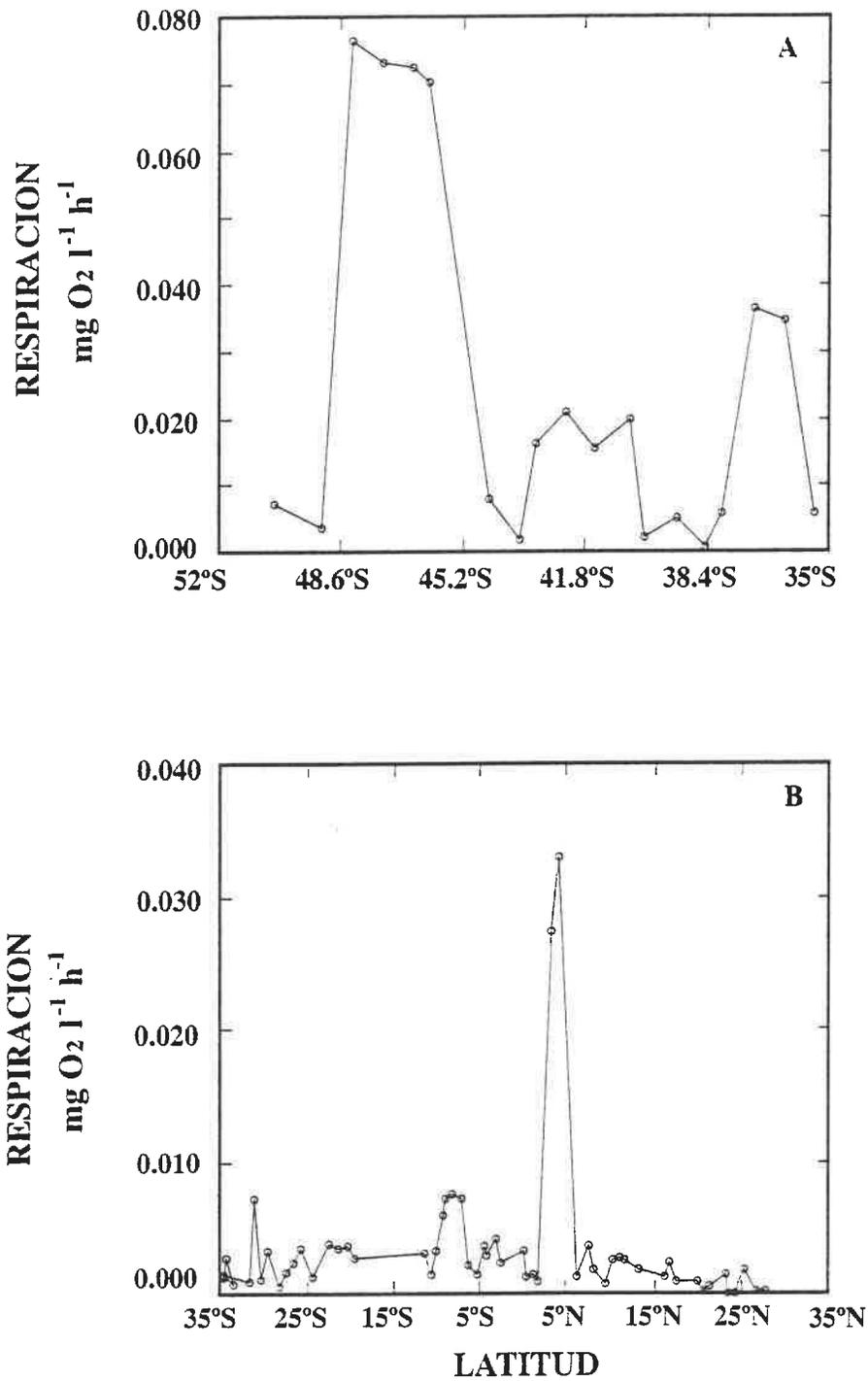


Fig.2 Variación de la tasa de respiración a lo largo del gradiente latitudinal de Punta Arenas a Buenos Aires (A) y de Buenos Aires a Canarias (B).

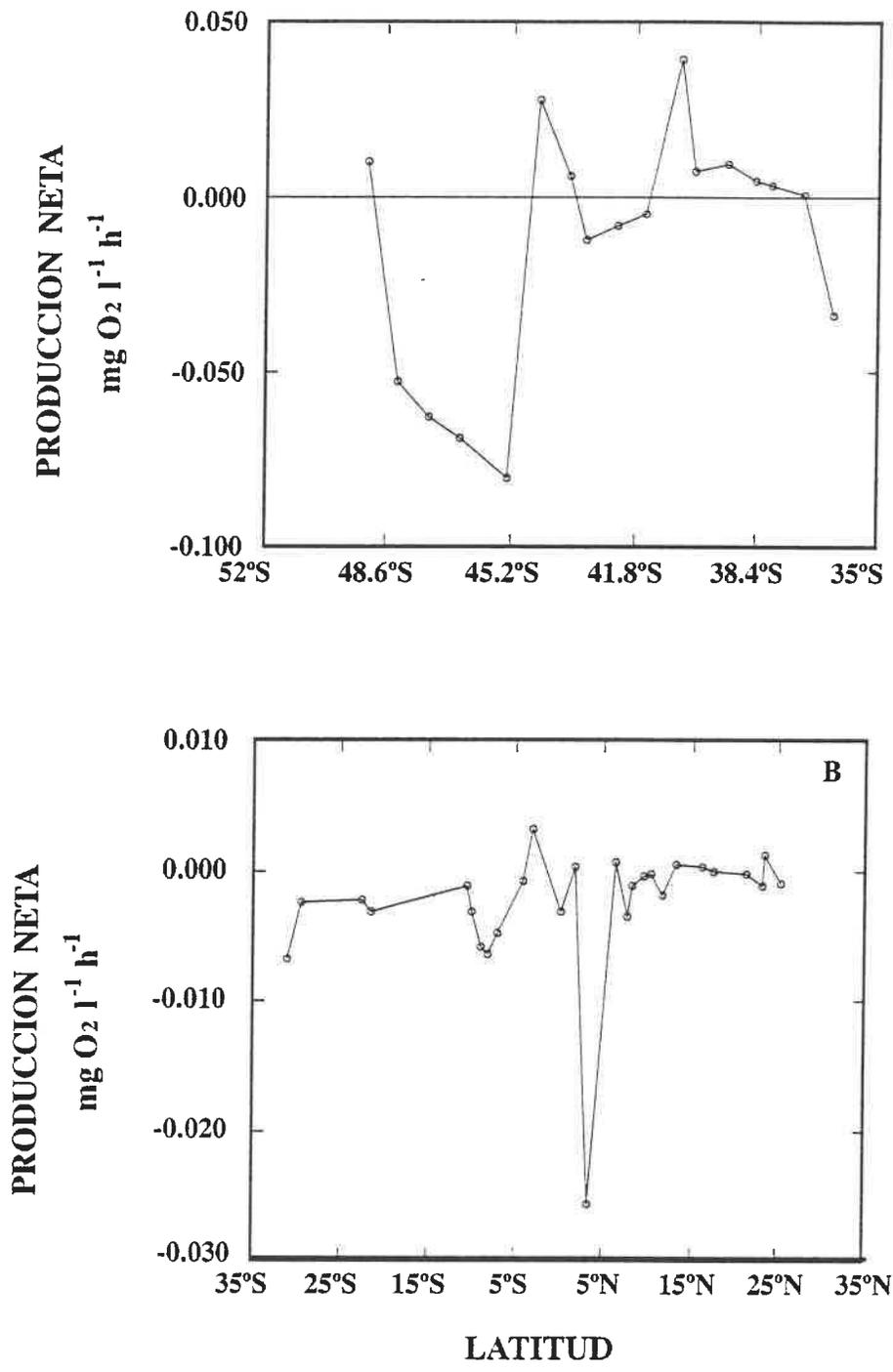


Fig.3 Variación de la producción neta a lo largo del gradiente latitudinal de Punta Arenas a Buenos Aires (A), de Buenos Aires a Canarias (B).

Microheterótrofos

Dolors Vaqué, Josep M. Gasol y colaboración de Evarist Vazquez
Institut de Ciències del Mar, CSIC
Pg. Joan de Borbó s/n
E-08039-Barcelona

Introducción:

El gradiente latitudinal que se estudió desde el punto de vista de los microheterótrofos (bacterias y protistas) nos ofrece un amplio marco donde se puede dilucidar la importancia entre las relaciones hidrográficas y la actividad y biomasa de los organismos, así como las relaciones tróficas existentes entre ellos.

Los objetivos planteados para este estudio se pueden dividir en 2 grupos:

1) los que son responsabilidad única del grupo de microheterótrofos (producción y biomasa bacteriana, biomasa de protistas, depredación de protistas sobre bacterias...) y 2) los que necesitan de la interacción con otros científicos de los otros grupos (tanto a nivel biológico, como a nivel físico y químico).

Objetivos científicos:

1- Objetivos científicos cuya responsabilidad solo atañe al grupo de microheterótrofos

A. Descripción de las regularidades en características estructurales y metabólicas del picoplancton heterótrofico a lo largo del trayecto estudiado, y su correlación con las características tróficas del agua y el régimen térmico (latitud).

B. Una de las características bacterianas que hoy es de candente actualidad es el poder discernir el porcentaje de bacterias activas vs. bacterias inactivas y de las que aun estando inactivas presentan su material genético intacto. Nuestro objetivo en este caso sería el de poder contabilizar que porcentaje de bacterias tienen el material genético intacto y que porcentaje de estas presentan actividad.

C. Modelización de los mecanismos (limitación por nutrientes o limitación por depredación) principales de control de la abundancia y actividad bacteriana en estaciones diversas entre sí y creación de un modelo general.

2- Objetivos en los que se requieran algunas medidas de los otros grupos de investigación que sirvan como referencia a nuestros estudios:

D. Distribución entre la biomasa autótrofica y la heterótrofica y su correlación con las tasas de producción primaria y la relación respiración:producción.

E. Espectros de tamaños del picoplancton y su correspondencia con el del femtoplancton (virus) y nanoplancton. Cambios asociados a variaciones en las características ópticas de la columna de agua y a los espectros de absorción del material detritico.

F. Variaciones en la producción bacteriana (y tasa específica de crecimiento de las bacterias activas y totales) en la superficie y en el máximo profundo de clorofila. Correlación con el tipo de materia orgánica presente, con las tasas de muerte del fitoplancton y con la presión ejercida sobre las comunidades bacterianas por depredadores.

G. Medición del flujo de biomasa bacteriana que puede abandonar la zona fótica al ser concentrada en pelotas fecales de zooplancton.

Material y Métodos

Se muestrearon las 108 estaciones programadas que estaban divididas en estaciones "largas y cortas". En las estaciones largas tomamos muestras de agua a dos profundidades (superficie y máximo profundo de clorofila) para las determinaciones de producción, determinación de bacterias activas vs inactivas y biomasa bacteriana y abundancia de protistas. En las estaciones cortas, se tomaron muestras solo de superficie para determinar la abundancia y producción bacteriana y recuento de nanoflagelados así como toma de muestras para el desarrollo de diversos experimentos de depredación bacteriana realizados en bolsas de diálisis. Además se realizaron 7 perfiles verticales, midiendo todas las características mencionadas en 6 o 7 profundidades en las estaciones: 13, 27, 33, 41, 62, 70 y 97; mas o menos repartidas en las diferentes zonas atravesadas.

Se ha muestreado para la abundancia bacteriana (previa fijación con formaldehído, 1% concentración final, y preparado las muestras para epifluorescencia según Porter y Feig 1980). De estas preparaciones se esta analizando la abundancia del picoplancton heterotrófico y la estructura y tamaños del bacterioplancton. También se esta determinando la abundancia de protistas nanoflagelados heterotróficos y autotróficos así como la de nanociliados. Para nanoflagelados y nanociliados las muestras se fijaron con glutaraldehído al 1% y se preparan de la misma forma que para el bacterioplancton filtrando por filtros de 0.8 μm de tamaño de poro (Porter y Feig 1980). Nanoflagelados autotróficos y heterotróficos son diferenciados por la presencia de autofluorescencia roja. Independientemente se fijaron las muestras con Lugol-acético (1% concentración final) para el recuento e identificación en grandes grupos de ciliados.

La producción bacteriana se ha estimado a partir de las tasas de incorporación de ^3H -leucina según el método de Kirchman et al. (1985), con las modificaciones y adaptaciones de Simon y Azam (1989). Ha sido necesario realizar varias calibraciones de este método para las distintas masas de agua encontradas. Se han realizado varios experimentos de dilución del isótopo, incorporación lineal en el tiempo y de saturación de la incorporación (p.e. Figs 1 y 2) con un total de 7 experimentos de calibración. Aparte de la medición de la producción bacteriana en las estaciones y en los experimentos, en los últimos también se ha medido en algunos casos la producción autotrófica gracias a la colaboración de Dr. Stig, Markager.

El porcentaje de bacterias activas se ha medido con la incorporación de CTC y su transformación en el compuesto fluorescente CTF según Rodriguez et al. (1992). El método se adaptó siguiendo la modificación llevada a cabo por del Giorgio y Scarborough (en prensa) y se adaptó a mar abierto mediante el uso de tiempos de incubación largos y filtros mas pequeños. Varios experimentos de calibración se realizaron también con este método. También en algunas de las muestras donde se determinó el porcentaje de bacterias activas se evaluó el porcentaje de bacterias que tenían material genético siguiendo la técnica de Zweifel y Hagstrom (1995)

Finalmente se dispusieron 7 experimentos en bolsas de diálisis en los cuales se procedía a llenar bolsas de diálisis en duplicados filtrados a través de 0.8 μm , 20 μm y 200 μm (control). Se medía la producción bacteriana y la abundancia de bacterias y protozoos, así como el porcentaje de bacterias activas a las 12, 24 y 48 horas de incubación de las bolsas en los tanques situados en cubierta, alimentados con agua del continuo, y con aproximadamente la misma temperatura y el mismo porcentaje de luz que a 5 metros en la columna de agua. En algunos de los experimentos se midió también la abundancia de virus (colaboración con Roxane Marange) y la abundancia de ciliados, y en otras la cantidad de TOC en cada bolsa. En una ocasión un experimento se repitió con botellas duplicadas y mantenidas unas con luz y otras a oscuras. Además en los experimentos se añadían bacterias marcadas fluorescentemente (minicélulas, Pace et al. 1990) y se seguía su desaparición, función directa de la tasa de pérdida de biomasa bacteriana por depredación. Esta misma técnica se utilizó para medir la incorporación de bacterias en pelotas fecales de zooplancton. Se hicieron 5 experimentos con distintas especies de zooplancton, especies que dominaron las pescas en las distintas estaciones.

La Tabla 1 resume el número de muestras tomadas, así como las profundidades en que fueron

tomadas. Sin embargo las mediciones realizadas en los experimentos (dialisis, zooplancton), debido a su mayor complejidad no se reportan en dicha Tabla 1.

Resultados

Hasta el momento podemos ofrecer unos resultados preliminares consistentes en determinaciones de producción bacteriana y en algunos recuentos del número de bacterias cuyo rango va de 1.5×10^6 cel ml^{-1} a 3×10^6 cel ml^{-1} en superficie y de 3×10^5 cel ml^{-1} a 1.5×10^6 cels ml^{-1} en el máximo profundo de clorofila obtenidos desde la estación 1 a la 13. Estas estaciones comprenden la parte Sur de nuestro recorrido (primer tramo) y en ellas se puede observar un elevado número de bacterias que es de esperar que disminuya después de haber abandonado las estaciones cercanas a Buenos Aires (segundo tramo), tal como sucede como veremos para la producción bacteriana, para después volver a aumentar en el tercer tramo.

Para los resultados de producción bacteriana (mediante la incorporación de leucina tritiada) se puede observar que los valores medidos durante dicha campaña, no son muy distintos a los observados en otros sistemas oceánicos (Tabla 2). Los valores mas bajos ($0.02 \text{ mgC m}^{-3} \text{ d}^{-1}$) estan en los limites de detección posibles actualmente y suponen, asumiendo que la abundancia bacteriana es de 3×10^5 bacterias ml^{-1} y que cada bacteria posee 20 fgC, que la tasa de renovación de esta biomasa seria de 200 dias. En cambio en los lugares mas ricos, observamos producciones del orden de $25 \text{ mgC m}^{-3} \text{ d}^{-1}$, que asumiendo una abundancia bacteriana de 106 cels ml^{-1} , supondria una tasa de renovación de la biomasa bacteriana de ~ 0.9 dias. Aqui por lo tanto sera de vital importancia contrastar estos resultados de producción bacteriana con los de porcentaje de bacterias que estan metabolicamente activas (incorporación de CTC) y en que porcentaje estas comunidades tienen material nucleico presente.

La tasa de producción bacteriana fue muy superior durante el primer tramo (E-1 a E-20, que comprende la plataforma continental de la costa de Argentina). Las estaciones mas proximas al Estuario de la Plata tuvieron valores de producción mas altos que las estaciones intermedias (Fig. 3). Las primeras estaciones cerca del estrecho de Magallanes fueron de las mas productivas. Esto se refleja también en los perfiles verticales de producción (Fig. 4), en los cuales se observa una diferencia de hasta 60 veces mayor de producción entre las estaciones 13 y 27. Destacar también que así como en el primer tramo los valores de producción fueron mas altos en las mediciones a 5 metros que en las mediciones en el máximo profundo de clorofila, la tendencia se invirtió en el segundo tramo, cuando la mayor parte de estaciones tenían un máximo profundo de clorofila bien formado, y la producción en este máximo era igual o superior a la producción en la superficie (Fig. 5).

Finalmente en la Figura. 6 se ilustran los resultados preliminares de producción bacteriana en algunos de los experimentos de diálisis, al inicio y después de 24 horas de incubación. Se ilustran 2 tendencias: de un lado la muestra filtrada por $0.8 \mu\text{m}$ tiene menos producción a tiempo inicial que las filtradas por 20 o $200 \mu\text{m}$, y a tiempo final la muestra filtrada a través de $0.8 \mu\text{m}$ aumenta poco su producción, mientras que la filtrada por $200 \mu\text{m}$ parece doblar o triplicar los valores. En los dos experimentos presentados, la muestra filtrada a través de $20 \mu\text{m}$ se comporta de forma diferente lo cual indica que el mecanismo de control de la producción bacteriana es distinto en cada caso.

Actualmente se estan procesando los recuentos de bacterias, bacterias metabolicamente activas y bacterias con material genetico para las estaciones que faltan, así como el de flagelados y ciliados. También se estan procesando las muestras correspondientes a los experimentos de dialisis y experimentos con copepodos. Los valores de producción bacteriana estan siendo complementados y reanalizados en el laboratorio para tener una mayor fiabilidad de los resultados.

Referencias citadas:

Kirchman, D., K'nees, e., Hodson, R. 1985. Leucine incorporation and its potential as a measure of protein synthesis by bacteria in natural aquatic systems. *Appl. Environ. Microbiol.* 49: 599-607.

Pace, M. L., McManus, G. B., Findlay, S. E. G. 1990. Planktonic community structure determines the fate of bacterial production in a temperate lake. *Limnol. Oceanog.* 35: 795-808.

Porter, K. G., Feig, Y. S. 1980. The use of DAPI for identification and enumeration of bacteria and blue-green algae. *Limnol and Oceanog.* 25: 943-948.

Rodriguez, G. G., Phipps, D., Ishiguro, K., Ridway, H. F. 1992.. Use of a fluorescent redox probe for direct visualization of actively respiring bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.* 58: 1801-1808.

Simon, M., Azam, F. 1989. Protein content and protein synthesis rates of planktonic marine bacteria. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 51: 201: 201-213.

Zweifel, U. L., Hagstrom, Å. 1995. Total counts of marine bacteria include a large fraction of non-nucleotid-containing bacteria (Ghosts).

Pies de Figura:

Figura 1: Incorporación de leucina tritiada con el tiempo, este caso para la estación 2.

Figura. 2: Curva de saturación para la incorporación de la leucina tritiada.

Figura 3: Valores de producción bacteriana en los dos primeros tramos de la Campaña. Se muestran todas las replicas y con distintos tipos de escalas.

Figura 4: Algunos perfiles verticales de producción bacteriana. Se muestra la media y el rango de las estimas obtenido.

Figura 5: Valores de la producción bacteriana en superficie (5 m, simbolo abierto) y en el máximo profundo de clorofila (DCM, simbolo lleno) en las dos primeras partes de la campaña para aquellas estaciones en las que se midio simultaneamente en las dos profundidades. Se muestran la media y el rango de estimas obtenido.

Figura 6: Producción bacteriana en los dos primeros experimentos de dialisis efectuados, al iniciarlos y después de 24 horas de incubación. Se muestran los valores de las dos réplicas.

Tabla 1: Relación de muestras tomadas por estación y profundidad. S: estación corta. L: estación larga. L-VP: estación larga con perfil vertical. BT: preparación para bacterias. HNF: Preparación para nanoprotistas. Cil: Muestra fijada con Lugol. BP: Medición de la incorporación de leucina tritiada (tasa de síntesis de proteína). CTC: Medición del número de bacterias activas.

Estación #	Tipo	Prof.	BT	HNF	Cil	BP	CTC
1	S	5	X	X	X		
1	S	30	X	X	X		
2	L	5	X	X	X	X	
2	L	50	X	X	X	X	
3	L	5	X	X	X	X	X
3	L	48	X	X	X	X	
4	S	5	X	X		X	
5	S	5	X	X		X	
6	S	5	X	X		X	
7	L	5	X	X	X	X	
7	L	30	X	X	X	X	
8	L	5	X	X	X	X	X
8	L	33	X	X	X	X	
9	L	5	X	X	X	X	X
9	L	42	X	X	X	X	
10	S	5	X	X		X	
11	S	5	X	X		X	
12	L	5	X	X	X	X	X
12	L	11	X	X	X	X	
13	L-VP	5	X	X	X	X	X
13	L-VP	20	X	X		X	X
13	L-VP	31	X	X		X	X
13	L-VP	42	X	X	X	X	X
13	L-VP	50	X	X		X	X
13	L-VP	70	X	X		X	X
14	L	5	X	X	X	X	X
14	L	20	X	X	X	X	
15	S	5	X	X		X	
16	S	5	X	X		X	
17	L	5	X	X	X	X	X
17	L	25	X	X	X	X	
18	L	5	X	X	X	X	X
18	L	26	X	X	X	X	
19	S	5	X	X		X	
20	S	5	X	X		X	
21	S	5	X	X		X	
RP-1	Ex	Surf	X	X		X	
RP-2	Ex	Surf	X	X		X	
RP-3	Ex	Surf	X	X			
22	S	5	X	X		X	
23	S	5	X	X		X	
24	L	5	X	X	X	X	X
24	L	64	X	X	X	X	
25	L	5	X	X	X	X	X
25	L	68	X	X	X	X	
26	S	5	X	X		X	
27	L-VP	5	X	X	X	X	X
27	L-VP	40	X	X	X	X	X
27	L-VP	100	X	X	X	X	X
27	L-VP	110	X	X	X	X	X

(continua)

(continua)

27	L-VP	150	X	X	X	X	X
27	L-VP	200	X	X	X	X	X
28	L	5	X	X	X	X	
28	L	83	X	X	X	X	X
29	S	5	X	X		X	
30	S	5	X	X		X	
31	L	5	X	X	X	X	
31	L	108	X	X	X	X	X
32	L	5	X	X	X	X	X
32	L	103	X	X	X	X	
33	L-VP	5	X	X		X	X
33	L-VP	40	X	X	X	X	X
33	L-VP	85	X	X		X	X
33	L-VP	103	X	X		X	X
33	L-VP	120	X	X		X	X
33	L-VP	160	X	X		X	X
34	S	5	X	X		X	
35	L	5	X	X	X	X	
35	L	100	X	X	X	X	X
36	L	5	X	X	X	X	X
36	L	93	X	X	X	X	
37	L	5	X	X		X	
37	L	87	X	X	X	X	X
38	S	5	X	X		X	
40	L	5	X	X	X	X	X
40	L	108	X	X		X	X
41	L-VP	5	X	X		X	X
41	L-VP	35	X	X		X	X
41	L-VP	55	X	X		X	X
41	L-VP	75	X	X	X	X	X
41	L-VP	110	X	X		X	X
41	L-VP	160	X	X		X	X
43	L	5	X	X	X	X	X
43	L	112	X	X		X	
44	S	5	X	X		X	
45	L	5	X	X	X	X	
45	L	130	X	X	X	X	X
46	L	5	X	X		X	
46	L	160	X	X	X	X	X
47	S	5	X	X		X	
49	L	5	X	X	X	X	X
49	L	160	X	X		X	
50	L	5	X	X		X	
50	L	132	X	X	X	X	X
51	S	5	X	X		X	
53	L	5	X	X	X	X	X
53	L	140	X	X	X	X	
54	L	5	X	X		X	
54	L	130	X	X		X	
55	S	5	X	X		X	
57	L	5	X	X	X		X
57	L	130	X	X	X		
58	L	5	X	X		X	
58	L	133	X	X	X	X	X
59	S	5	X	X			
61	L	5	X	X	X	X	
61	L	115	X	X	X	X	
62	L-VP	5	X	X	X	X	X
62	L-VP	30	X	X		X	X

(continua)

(continua)

62	L-VP	60	X	X	X	X	X
62	L-VP	90	X	X		X	X
62	L-VP	110	X	X		X	X
62	L-VP	150	X	X		X	X
63	S	5	X	X			
65	S	5	X	X			
66	L	5	X	X	X	X	
66	L	70	X	X	X	X	
67	S	5	X	X		X	
68	S	5	X	X			X
70	L-VP	5	X	X	X		X
70	L-VP	30	X	X			X
70	L-VP	60	X	X	X		X
70	L-VP	110	X	X			X
70	L-VP	200	X	X			X
71	L	5	X	X	X		X
71	L	47	X	X			
72	S	5	X	X		X	
73	S	5	X	X			
75	L	5	X	X	X	X	
75	L	50	X	X	X	X	X
76	L	5	X	X	X	X	X
76	L	55	X	X		X	
77	L	5	X	X			
79	L	5	X	X	X	X	
79	L	72	X	X	X	X	X
80	L	5	X	X		X	
80	L	73	X	X	X	X	X
81	S	5	X	X			
83	L	5	X	X	X	X	X
83	L	70	X	X	X	X	
84	L	5	X	X		X	X
84	L	39	X	X		X	
85	S	5	X	X			
86	S	5	X	X			
88	L	5	X	X	X	X	
88	L	68	X	X	X	X	
89	L	5	X	X	X	X	X
89	L	80	X	X		X	
90	S	5	X	X			
92	L	5	X	X	X	X	X
92	L	90	X	X	X	X	
93	L	7	X	X	X	X	X
93	L	88	X	X		X	
94	S	5	X	X			
95	S	5	X	X			
97	L-VP	5	X	X	X	X	X
97	L-VP	30	X	X		X	
97	L-VP	60	X	X		X	
97	L-VP	94	X	X	X	X	X
97	L-VP	120	X	X		X	
97	L-VP	200	X	X		X	
98	L	5	X	X		X	
98	L	91	X	X	X	X	X
99	S	5	X	X			
102	L	5	X	X	X	X	X
102	L	105	X	X	X	X	
103	L	5	X	X		X	
103	L	127	X	X	X	X	X
104	S	5	X	X			

(continua)

(continua)

106	S	103	X			X	
107	L	5	X	X	X	X	X
107	L	115	X	X	X	X	
108	L	5	X	X	X	X	
108	L	114	X	X	X	X	X
Total =			174	173	91	148	78

Tabla 2: Comparación entre los valores de producción bacteria y las tasas de incorporación de leucina encontrados en esta campaña y los valores que se encuentran en una selección de la literatura.

		B.Prod		Leu Uptake	
		$\mu\text{gC l}^{-1} \text{d}^{-1}$		$\text{pmols l}^{-1} \text{h}^{-1}$	
		Low	High	Low	High
Heinänen et al. 1995	Gulf of Finland	3	5	78	282
Turley & Mackie 1994	NE Atlantic	-	-	1.1	2.5
Turley & Mackie 1994	NE Atlantic	0.1	0.5	2	80
van Looij & Riemann 1993	Roskilde fjord	4.8	360	-	-
Andersson et al. 1994	Baltic Sea	0.5	9	-	-
Simon & Azam 1989	Southern Cal. Bight	0.2	4.8	-	-
Kirchman et al. 1986	Sapelo Island	-	-	2000	10000
Kirchman et al. 1986	Ocean around Sapelo Is.	-	-	16	180
Pomeroy et al. 1994	Georgia Coast	-	-	15	80
Pomeroy et al. 1994	Off Georgia	-	-	2	10
Pomeroy et al. 1994	Yucatan Strait	-	-	0.2	0.3
Pomeroy et al. 1994	500 m isobath	-	-	0.2	0.4
Kirchman 1990	Subarctic Pacific			0.4	7
Kirchman 1992	Subarctic Pacific	0.38	2.5	4	47
Chin-Leo & Kirchman 1988	Chesapeake Bay			12	856
Daneri et al. 1994	Aarhus Bay	0.84	23.3		
Heinänen & Kuparinen 1992	Baltic Sea			80	100
Kirchman & Hoch 1988	Delaware Bay			119	256
Ducklow & Carlson 1992	Review Open Sea	4	11		
Campanya Latitud'95	South Atlantic	0.02	25	0.1	313

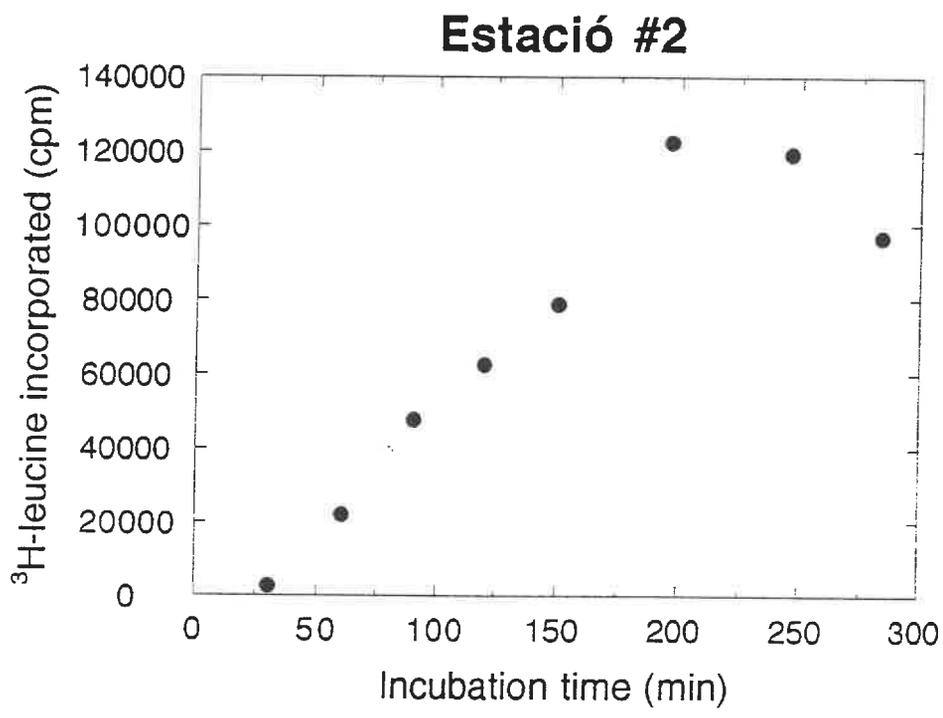
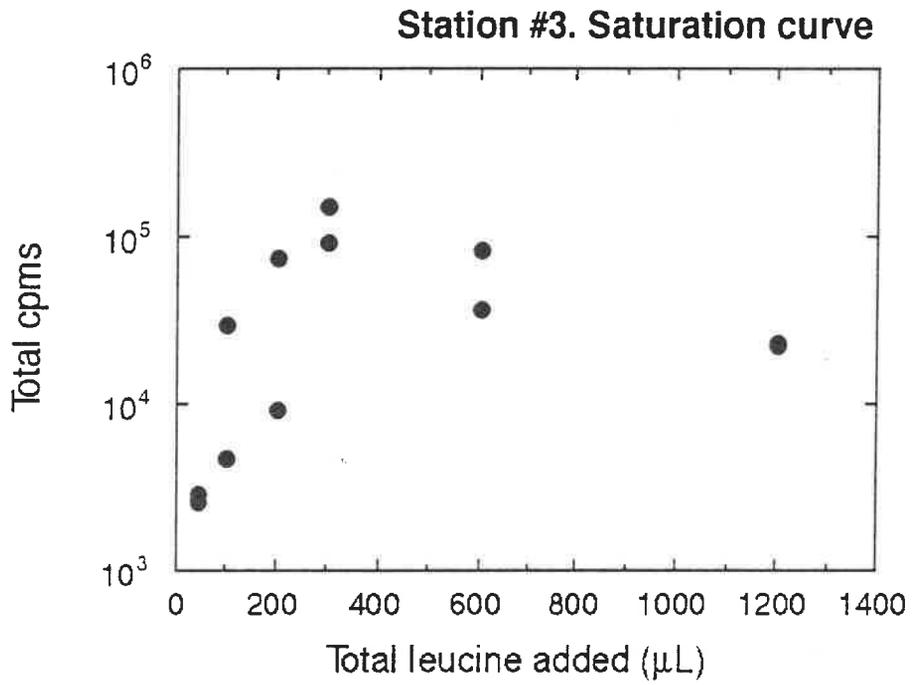
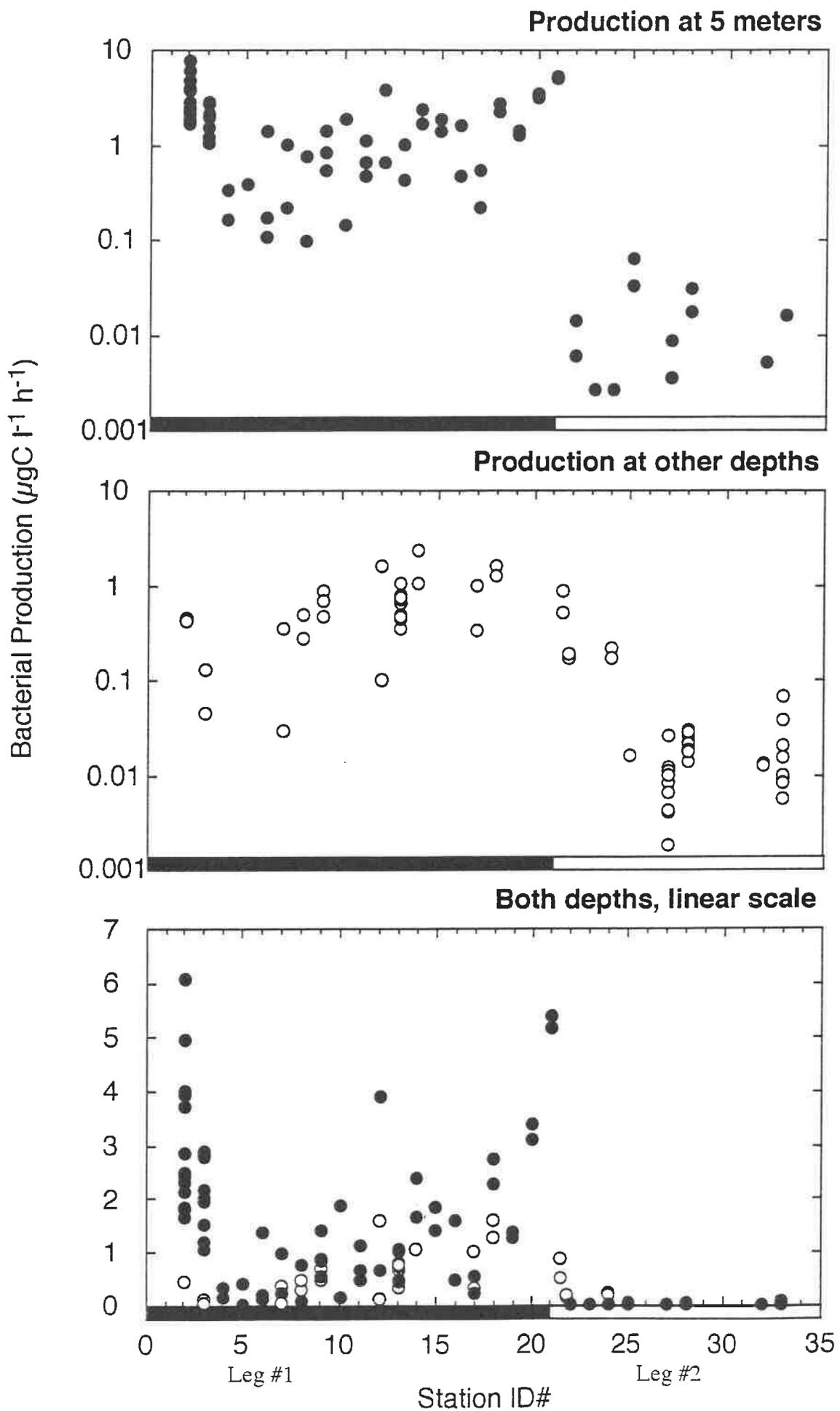
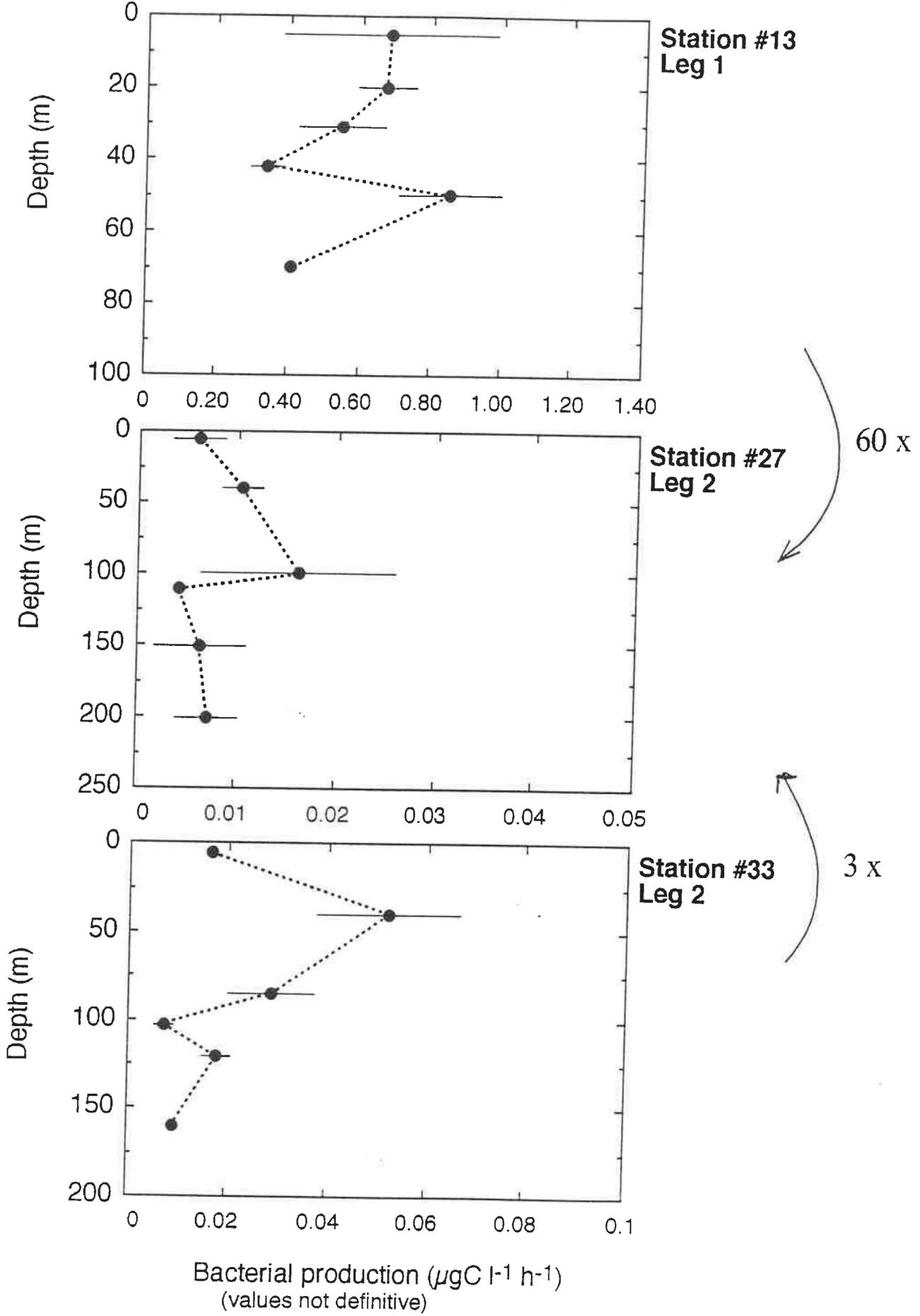


Fig 2

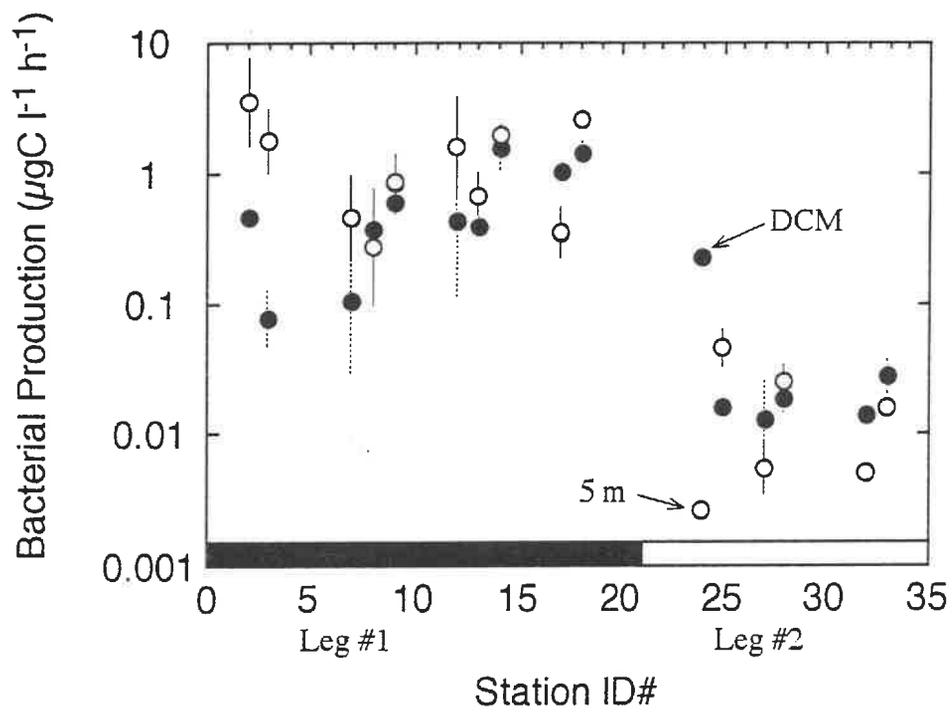




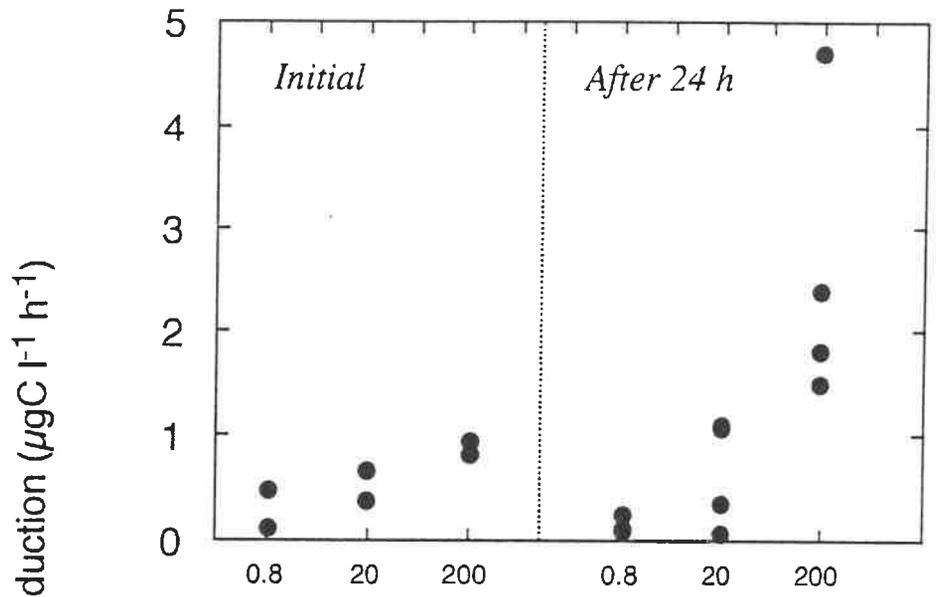
Some profiles of bacterial production
(note difference in scale !)



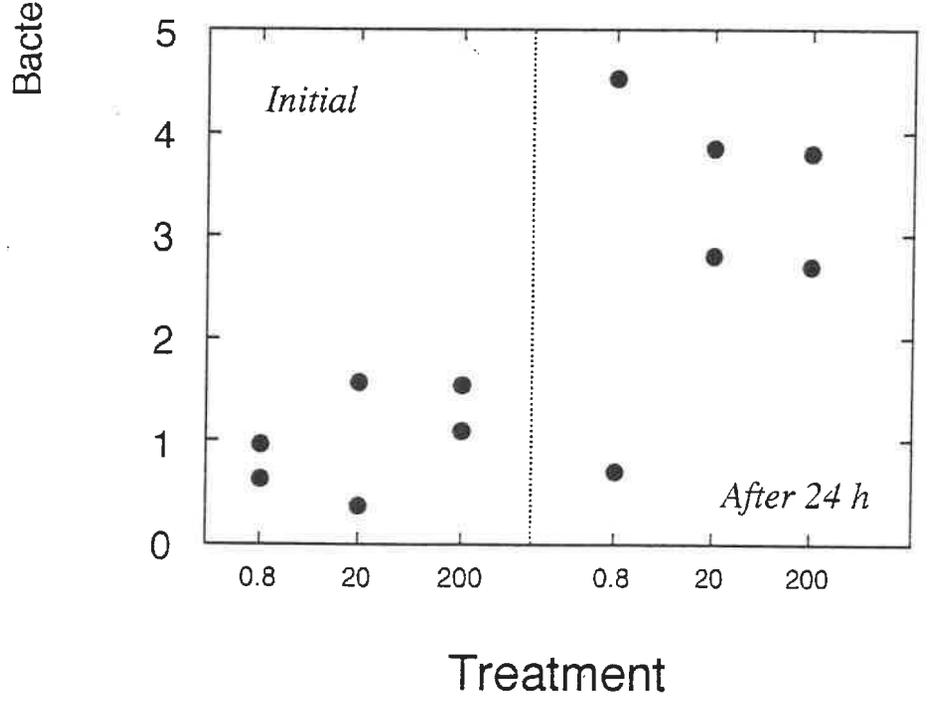
Comparison between production at 5 meters and production in the DCM



Dialysis experiment #1
Station #6

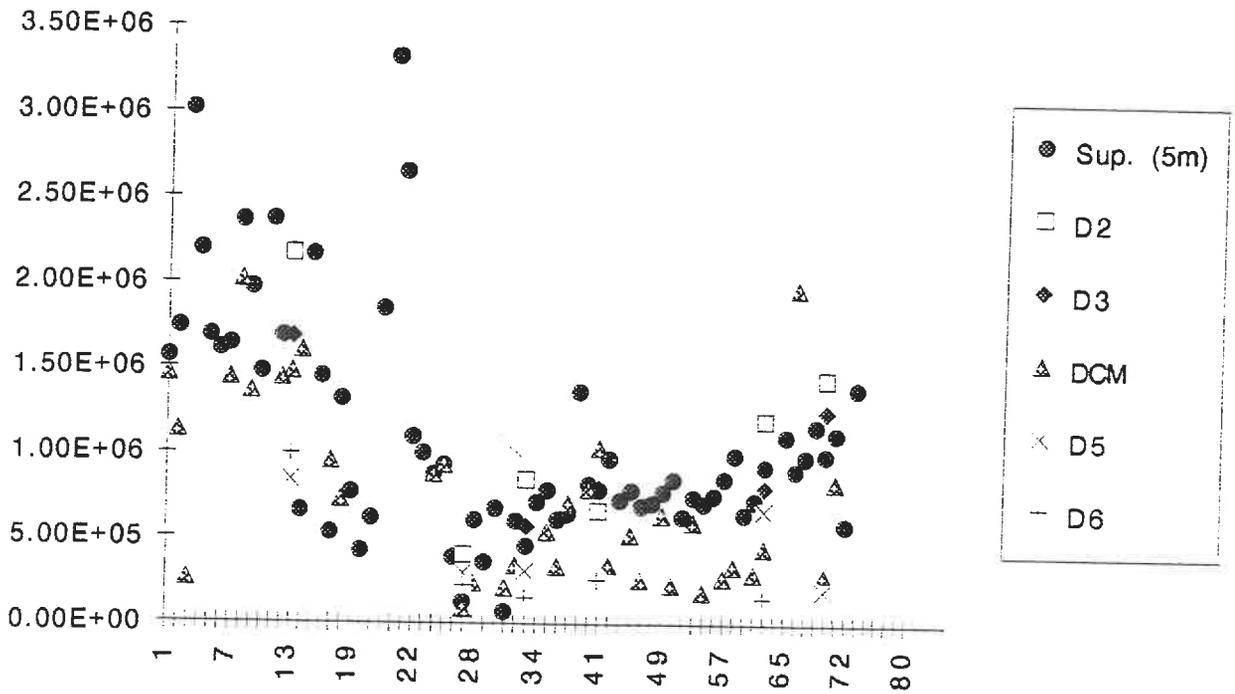


Dialysis Experiment #2
Station #16

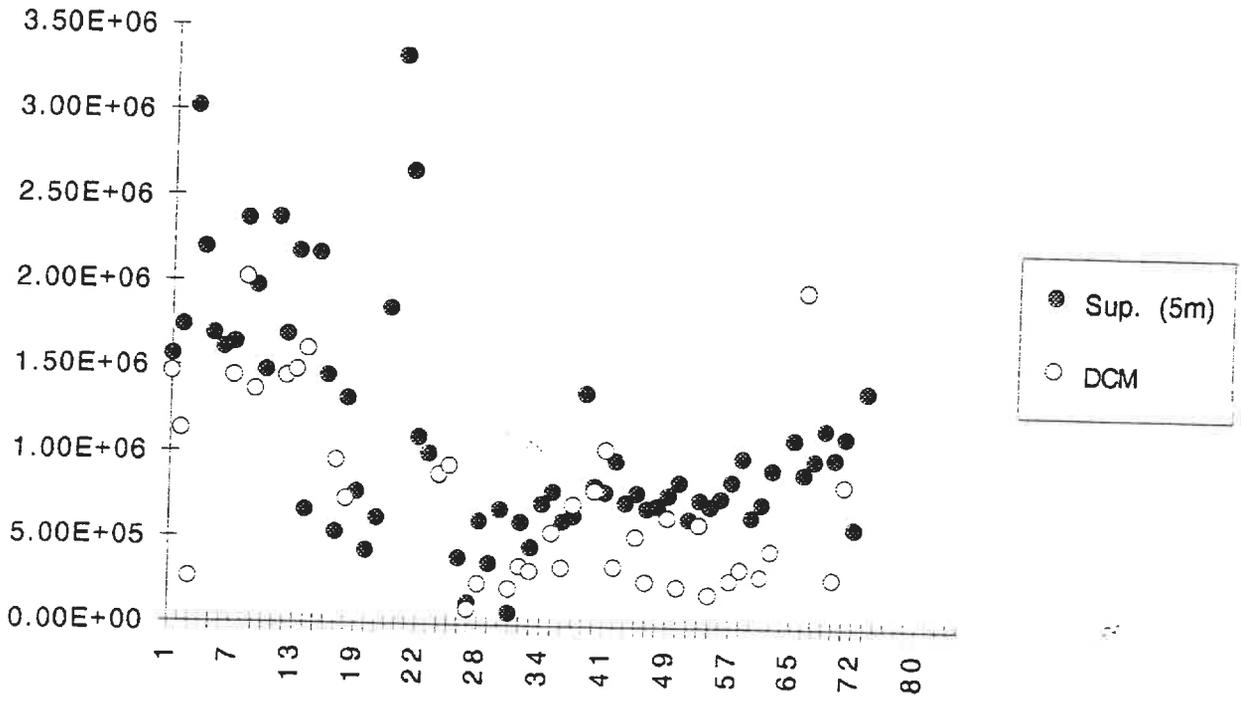


Treatment

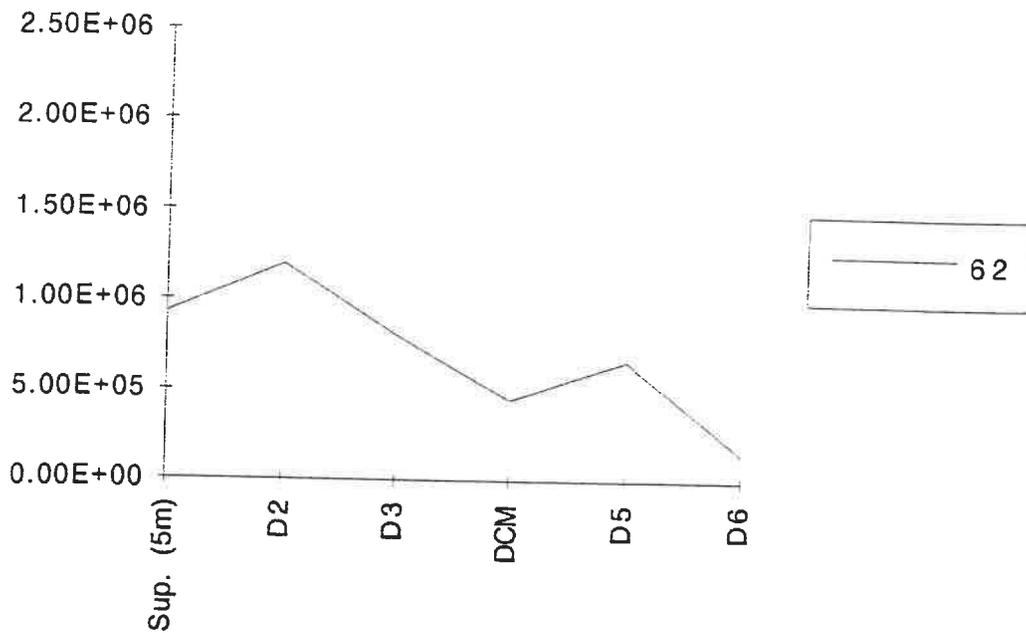
BT Estacions Chart 8



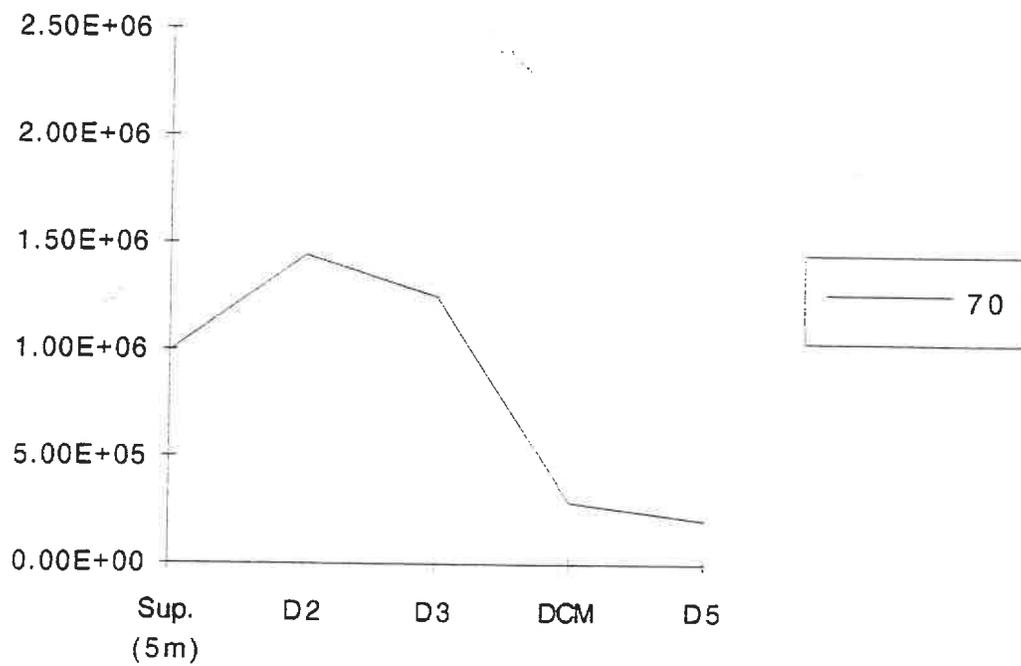
BT Estacions Chart 9



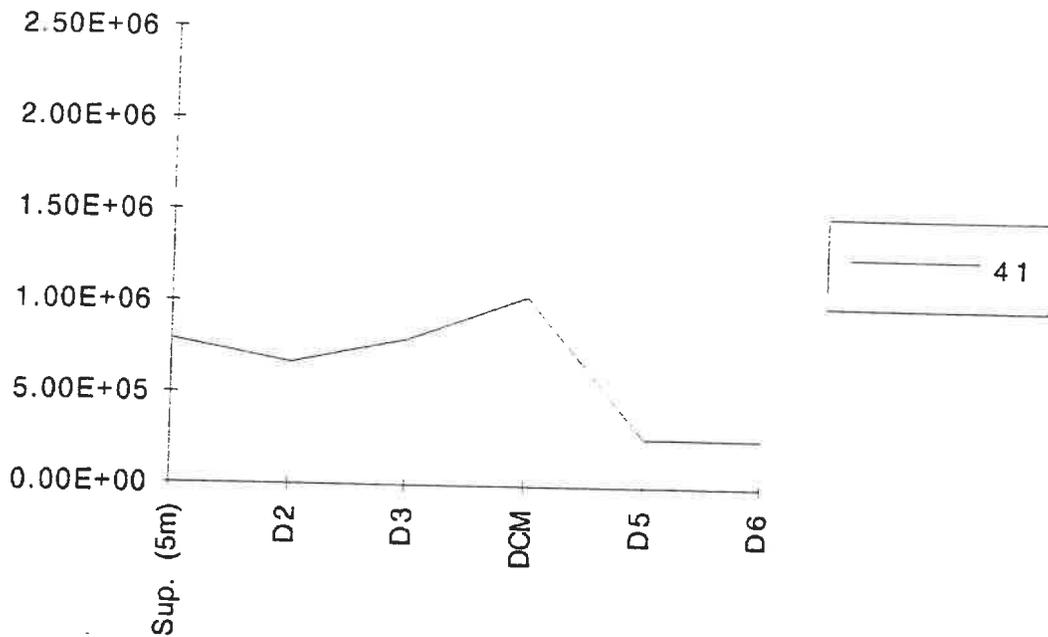
62



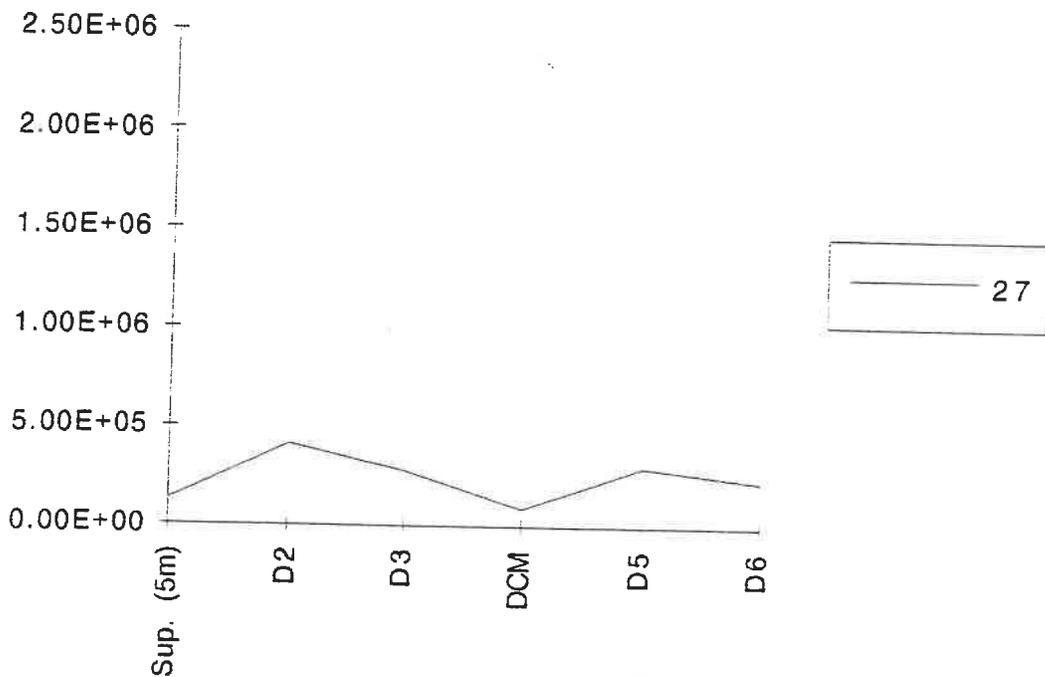
70



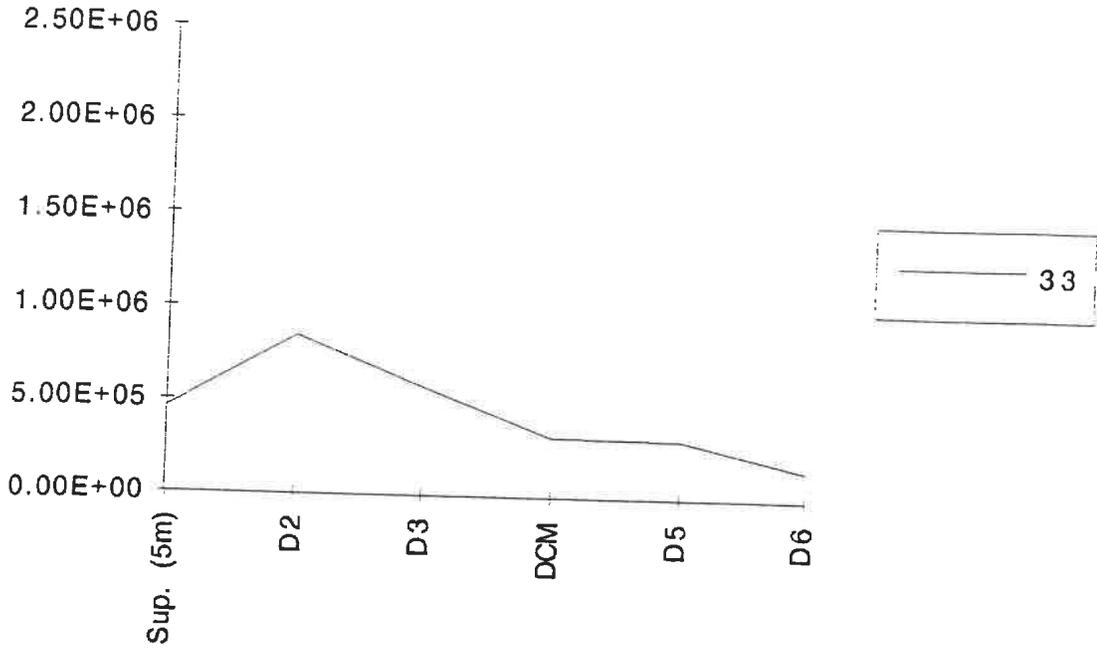
41



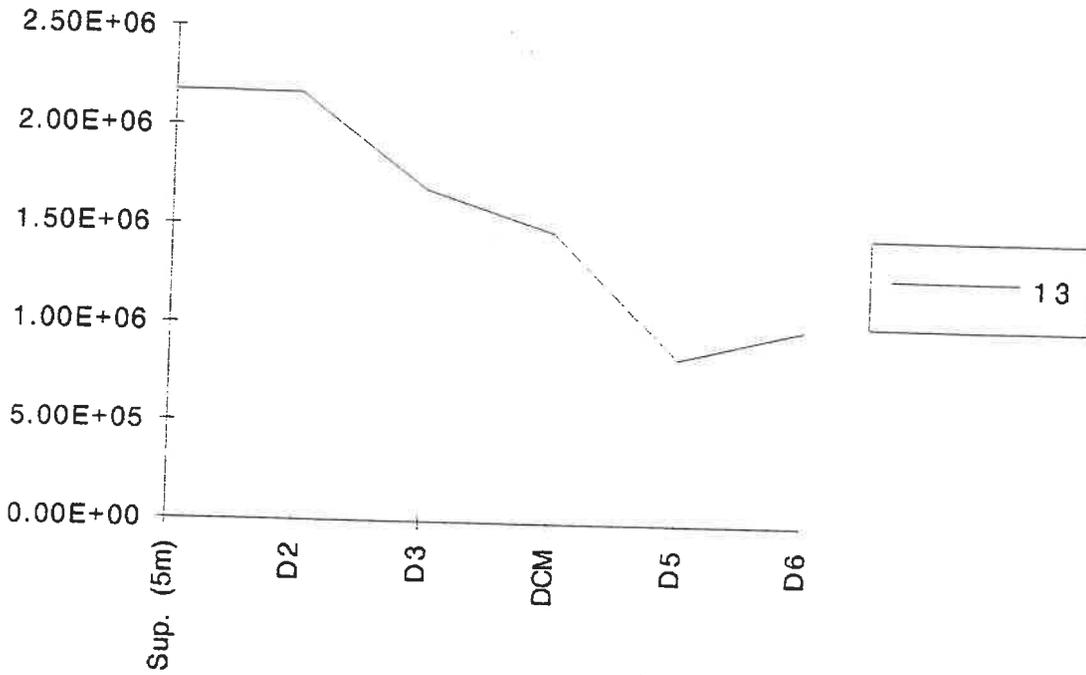
27



33



13



Primary production - Light

- Goals:** 1) To measure the area primary production as a function of latitude in the ocean. 2) To analyse the quantitative effect of the different parameters there are controlling the area primary production in the ocean. 3) To investigate different methodological aspects of the ^{14}C -method, particularly the time course of the ^{14}C -uptake, the mechanisms controlling the dark uptake of ^{14}C and effects of the bottle size used in the incubations.
- Methods:** The uptake of ^{14}C was measured in a laboratory incubator at 10 irradiances from c. $800 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ to 0 with a light source there had an approximately flat spectrum in the PAR-region. A short incubation time (1.5 h) was applied in order to get a rate measurement as close as possible to the *in situ* rate. The uptake of ^{14}C in a normal dark control and in a dark bottles poisoned with HgCl_2 was also measured. In addition the time-course of the ^{14}C -uptake at 4 different irradiances and in the dark, and the effect of bottle-size on the uptake rate, were measured at selected stations.
- The normal ^{14}C -uptake measurements were performed on 37 station with samples from the surface and the deep chlorophyll maximum (DCM). Together with the methodological experiments, these added up to a total of 3400 vials. Half of them was counted on board and half was brought back to Hillerød, Denmark. These vials have arrived safely and about 80% have been counted at the moment. The main data analysis still have to be performed but preliminary results showed that the method worked very well. Below is shown some preliminary data from the first 2 transect including stations 1-21 and 22-35, respectively.
- Results:** The first transect was characterized by a high photosynthetic activity per unit volume and a deeply mixed water-column. Maximum photosynthetic capacity (P_m) varied between 134 and 906 $\text{nmol C m}^{-3} \text{h}^{-1}$ (mean 503) and the difference between surface and DCM was small (Fig. 1). The same pattern was found for the light utilization efficiency (α), which varied between 0.25 and 2.3 $\text{nmol C mol}^{-1} \text{photons m}^{-1}$ with a mean values of 1.32 $\text{nmol C mol}^{-1} \text{photons m}^{-1}$ (Fig. 2). The light saturation point (P_m/α) was slightly lower in the DCM showing some acclimatization to low light conditions (Fig. 3). The second transect had a much lower phytoplankton biomass and a more stratified water column. Maximum photosynthetic capacity dropped 20-fold compared to transect 1, and showed mean P_m -values of 26 and 20 $\text{nmol C m}^{-2} \text{h}^{-1}$ for surface and DCM samples, respectively (Fig. 1). The α -values were also lower than for transect 1, but the decrease was smaller (10-fold) for the DCM samples compared the 20-fold decrease for the surface sample (Fig. 2). This was also reflected in I_k , which was significantly lower for the DCM samples than for the surface samples in transect 2 (Fig. 3), probably reflecting that the water column was stable enough to allow the DCM population to

acclimatize to low light conditions. This is also indicated by the increase in photoinhibition for the DCM-samples after the start of transect 2 (Fig. 4).

The basic calculations for the P-I curves have only been performed for some of the stations in transect 3. These results show the same pattern as for transect 2, but with even lower values for photosynthetic activity, e.g. was P_m about $5 \text{ nmol C m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ at station 75 to 80.

The dark bottles data have been partly analyzed, and shows some interesting results. The dark uptake rates were low, from 2-5% of the maximum uptake in light (P_{max}), which is much lower than previously reported from these areas where dark uptake rates of 50% of the P_{max} have been reported. The uptake in the bottles with HgCl showed an uptake of 50-90% of the uptake in the normal dark control. This indicated that most of the dark uptake in these oligotrophic water is due to physical processes, presumably adsorption to the filter or the surface of particles. These findings can contribute to our knowledge about the use of ^{14}C for measuring primary production in the oceans.

The experiments with different bottle-sizes showed no effect of bottle size between 65 ml and 2500 ml. The time-course experiments showed a strong time-dependency in the ^{14}C -uptake at high and medium irradiance. The significance of this result have still to be analyzed.

FIGURE LEGENDS

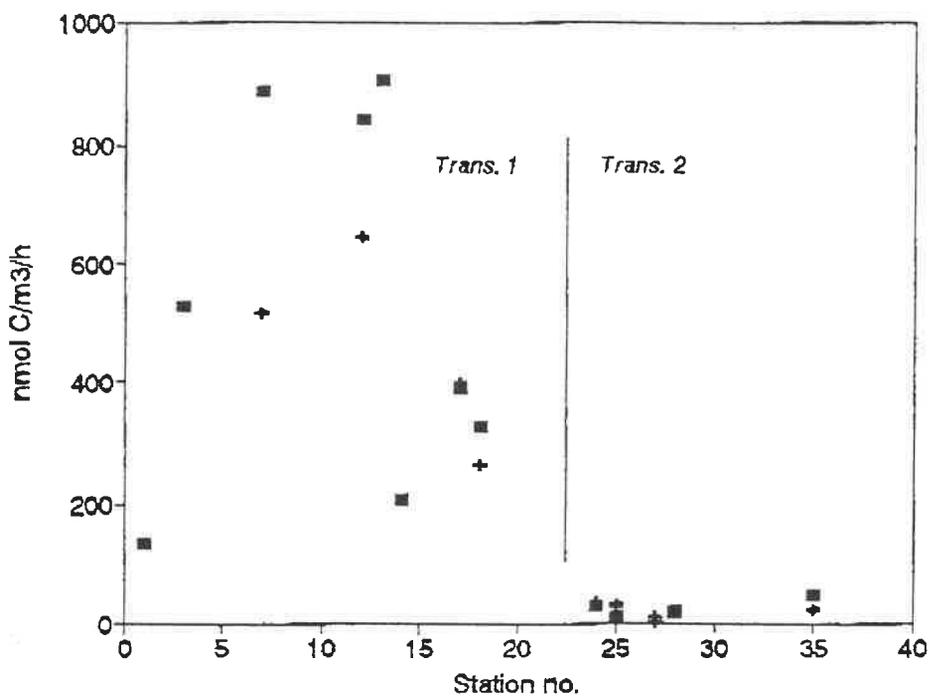
Fig. 1. Maximum photosynthetic capacity (P_m) for surface (■) and deep chlorophyll maximum (+) samples from transect 1 and 2.

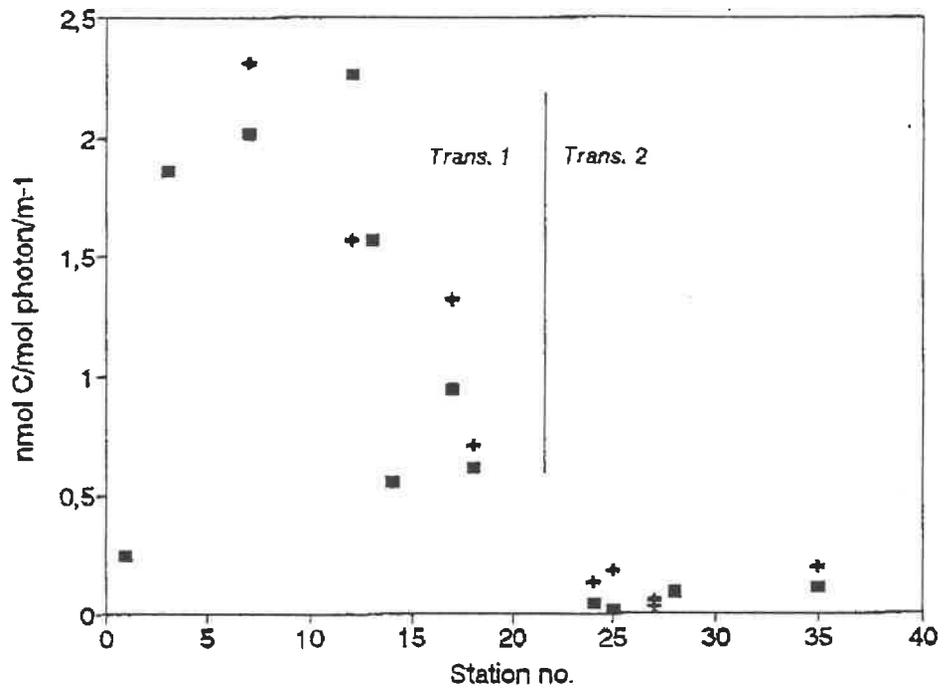
Fig. 2. Light utilization efficiency (α) for surface (■) and deep chlorophyll maximum (+) samples from transect 1 and 2.

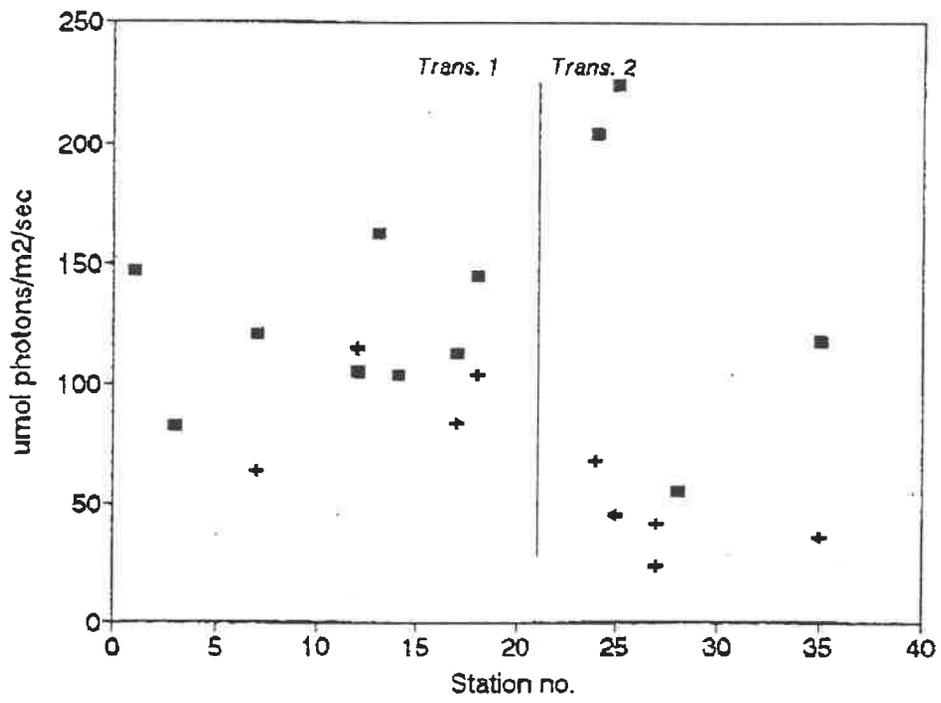
Fig. 3. Light saturation values (I_k) calculated from P_m/α for surface (■) and deep chlorophyll maximum (+) samples from transect 1 and 2.

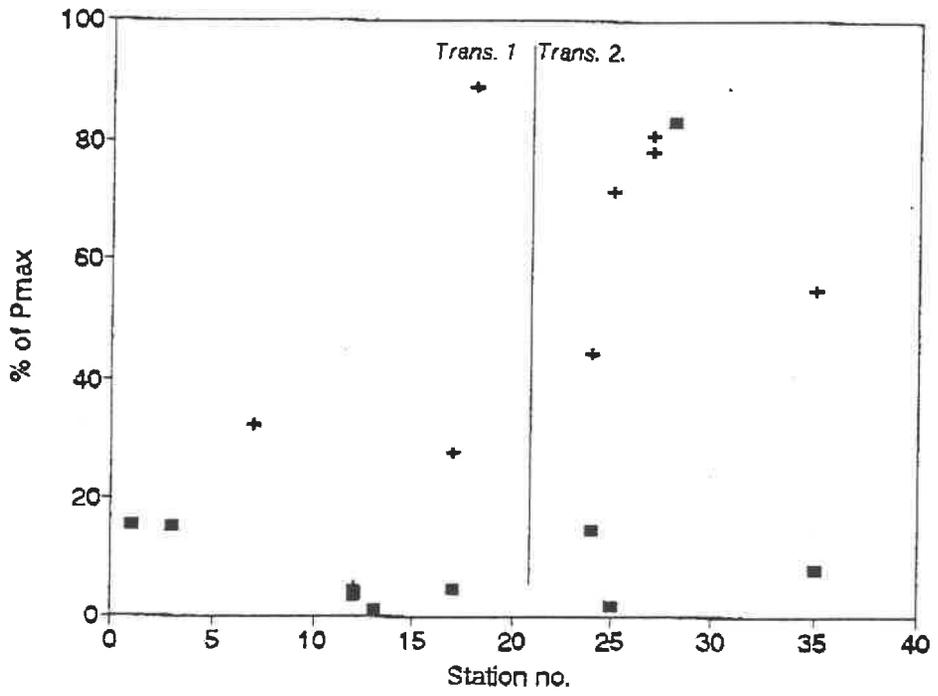
Fig. 4. Photoinhibition in 1.5 hours incubations at c. $800 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ expressed as the percent of the maximum photosynthetic capacity for surface (■) and deep chlorophyll maximum (+) samples from transect 1 and 2.

100









Dissolved organic carbon (DOC)

- Goals:** To describe the concentration of DOC in the upper part of the ocean, and to relate to concentration to different biological parameters which are likely to influence the concentration of DOC.
- Methods:** Samples of pre-screened seawater (150 μm) were taken in triplicates and preserved with HCl on board. In the laboratory the total organic carbon content will be measured with a high-temperature carbon analyzer. DOC-values will be obtained by subtracting a POC-value estimated from chlorophyll data. Calculations show that this correction only constitute a few percent of the TOC-value.
- Results:** Samples were taken at 103 station at all depth (856 sites) in duplicates or triplicates giving at total of 2345 samples. The samples have arrived safely at the Freshwater Biological Laboratory in Hillerød, Denmark but they are not analyzed yet. Hence, no results can be presented at the moment.

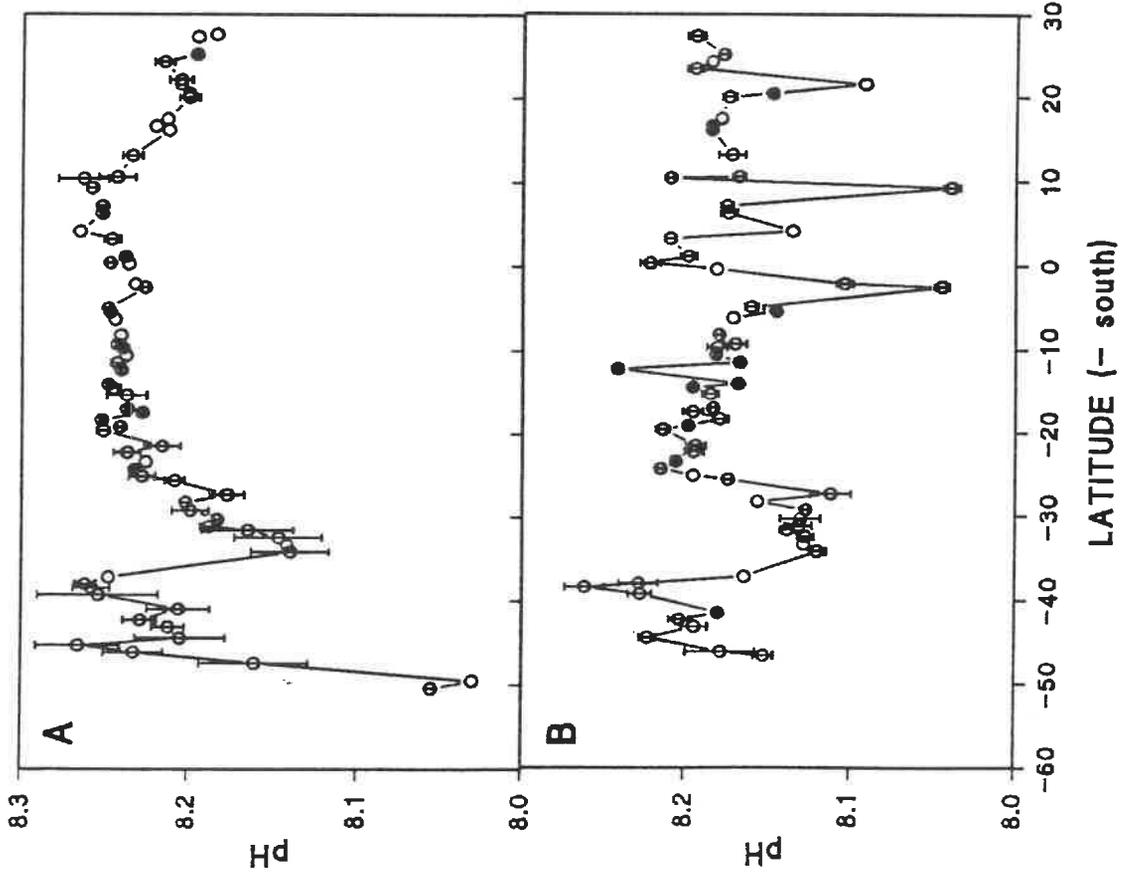
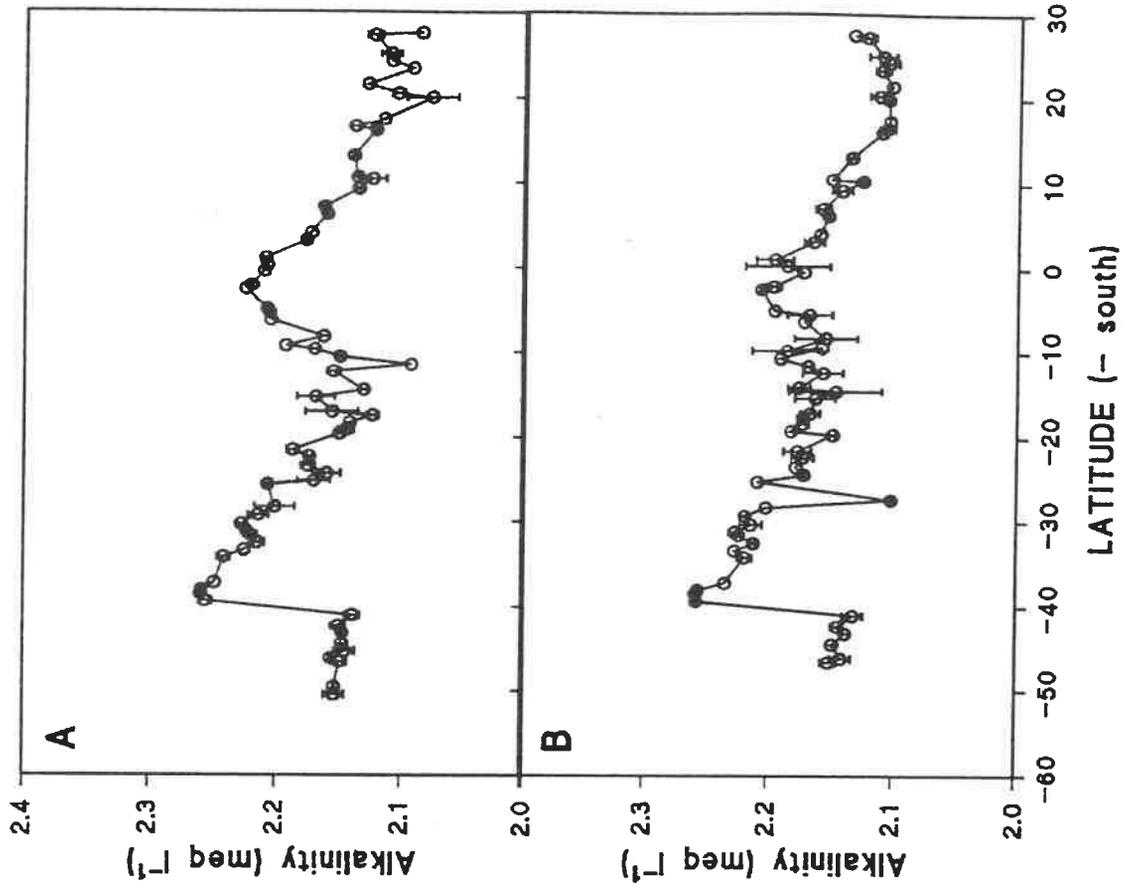
Inorganic carbon dynamics

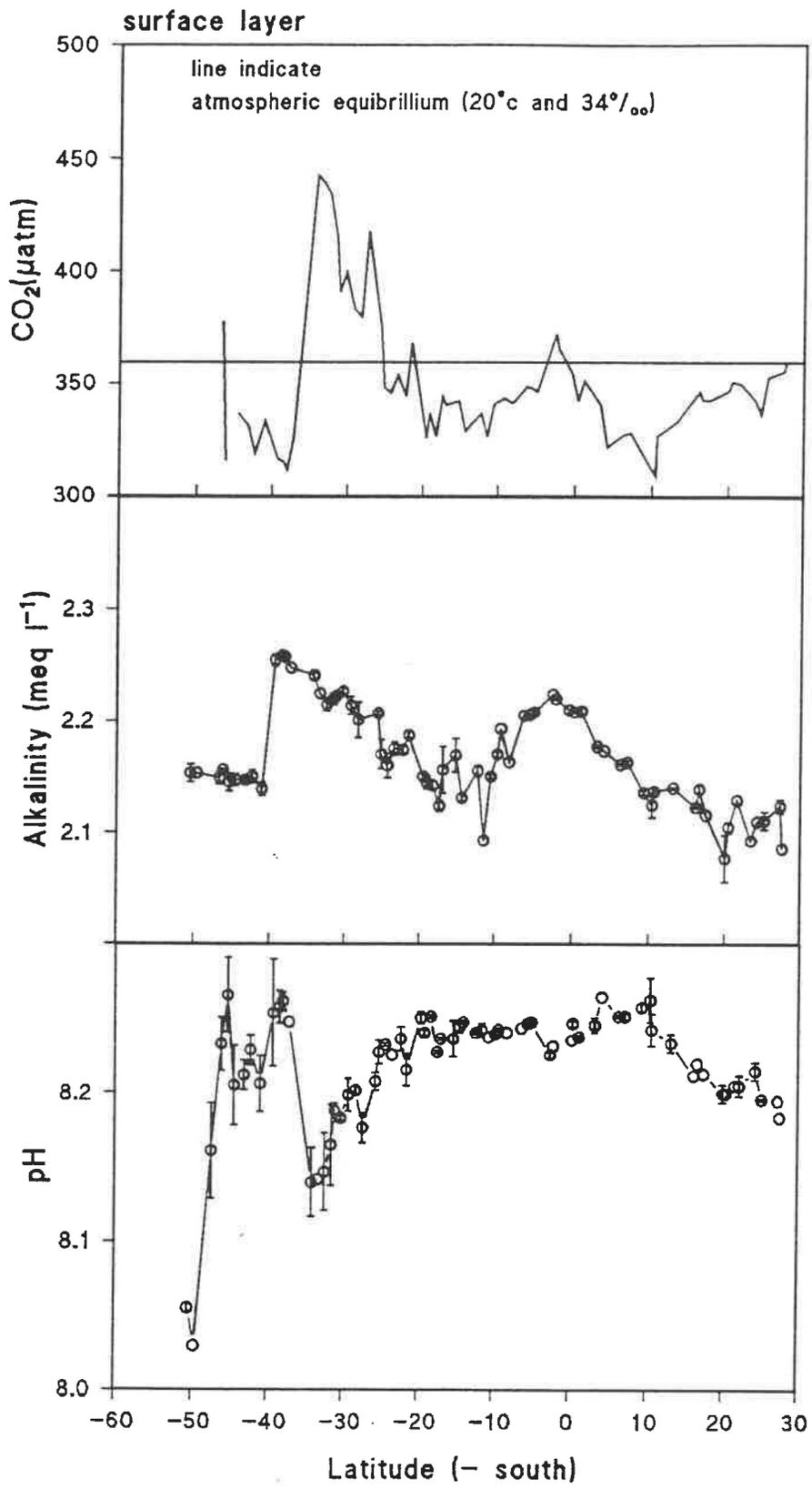
The inorganic carbon experiments had two main purposes on the latitude cruise 1. One is to examine the influence of CO₂ on the phytoplankton production, one is to estimate the in/out flux of CO₂ in the Atlantic surface water.

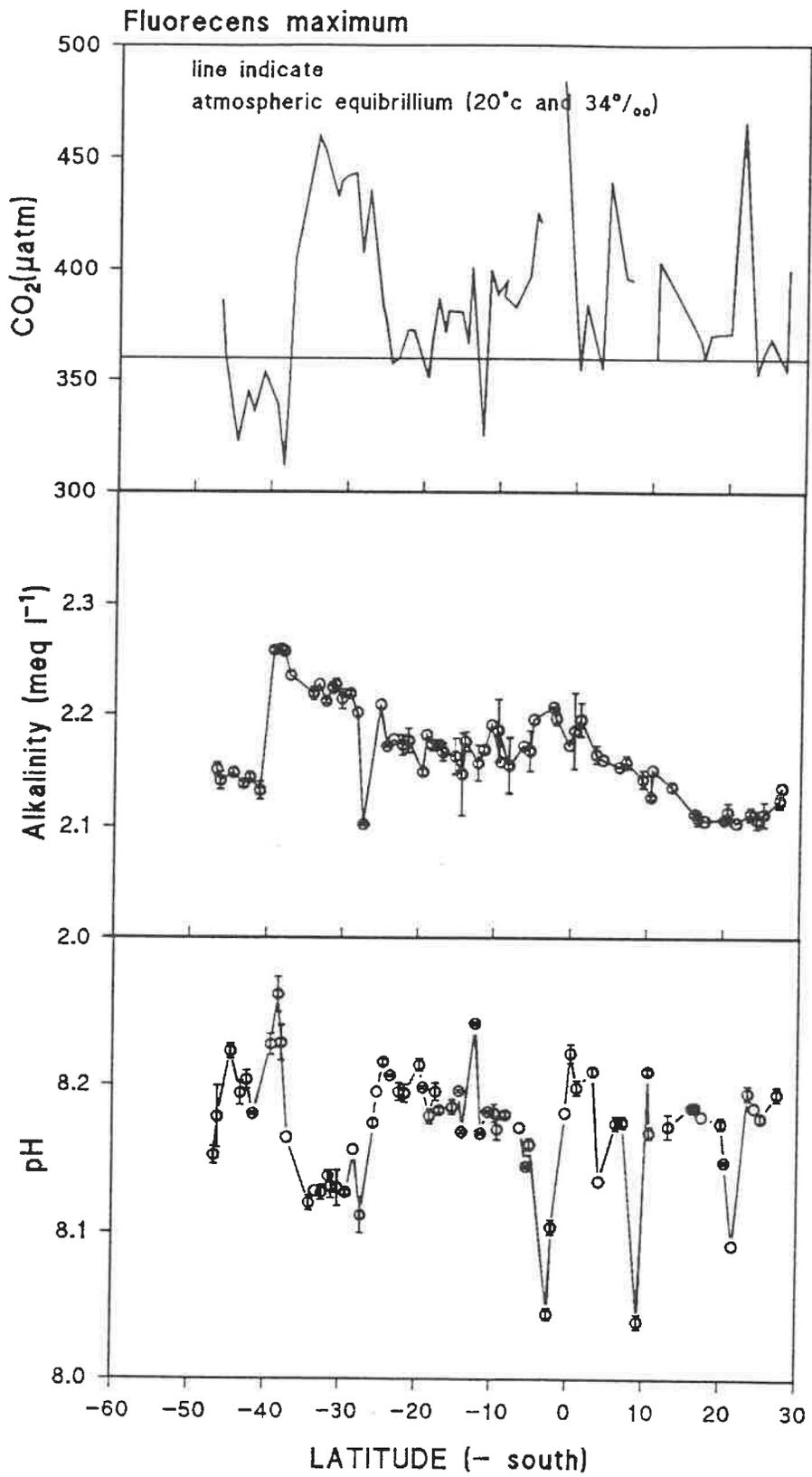
Part 1: The phytoplankton production was measured by ¹⁴C incorporation into organic material. These production measurements were performed with manipulated water samples from the surface layer and from the deep chlorophyll maximum. The manipulation consisted of adding either HCl or NaOH to change the pH of the sample. In that way I am able to displace the equilibrium of the inorganic carbon species (CO₂, HCO₃⁻ and CO₃²⁻) and thereby control the concentration of the carbon species available for phytoplankton photosynthesis. Subsequently the samples were added ¹⁴C, incubated for 2 hours in a incubator adjusted to the ambient temperature and with saturating light.

Part 2: The in/out flux of CO₂ will be estimated from measurements of pH and alkalinity likewise measured in the surface water and the deep chlorophyll maximum. In addition two more complete profiles have been measured. I can from these measurements calculate the partial pressure of CO₂ and estimate the direction and the magnitude of the CO₂ flux.

The preliminary results obtained so far is the pH and the alkalinity measurements. These are showed in Fig. 1. Panel A is the surface water and panel B is the deep chlorophyll maximum. Error bars indicate the standard deviation.







Roxane Maranger's Contribution to "Latitud '95"

For a quick reference, listed are the stations and depths of the parameters I measured. Please note that when I refer to a profile, I refer to the six shallowest depths:

Profiles:

Hydrogen Peroxides: 012, 013, 017, 018, 019, 024, 025, 026 (only 4 depths), 028, 029, 031, 032, 033, 035, 037, 038, 040, 041, 043, 044, 045, 046, 050, 053, 054, 055, 057, 058, 059, 061, 063, 065, 066, 067, 070, 071, 072, 074, 075, 079, 080, 083, 084, 085, 088, 093, 094, 097, 098, 099, 103, 104, 106, 107, 108.

Plus 24 depths at stations: 410, 760, (620-problems with shallower depths).

Plus bucket casts (a.k.a. Bernie casts): 063, 066, 070, 075, 079, 088, 093.

Viral abundance: 008, 009, 012, 013, 015, 018, 025, 026, 031, 033, 041, 057, 059, 062, 070, 071, 083, 085, 097, 099.

Bacterial abundance (flow cytometry): 008, 009, 012, 013, 015, 018, 025, 026, 031, 033, 041, 057, 059, 062, 070, 071, 083, 085, 097, 099.

ATP: 008, 009, 012, 013, 015, 018, 025, 026, 031, 033, 041, 057, 059, 062, 070, 071, 083, 085, 097, 099.

Bacterial production (leucine incorporation): 008, 009, 012, 013, 015, 018, 025, 026, 031, 033, 057, 059, 070, 071, 083, 085, 097, 099.

% active bacteria (CTC): 008, 009, 012, 015, 025, 026, 031, 033, 057, 059, 083, 085, 097, 099.

Bacterial abundance (DAPI): 008, 009, 012, 015, 025, 026, 031, 033, 057, 059, 083, 085, 097, 099.

Cyanobacteria: 008, 009, 012, 015, 025, 026, 031, 033, 057, 059, 083, 085, 097, 099.

Stations where only the surface and DCM were sampled:

Viral and bacterial (flow cytometry) abundances: 002, 003, 007, 014, 017, 024, 027, 028, 032, 035, 036, 038, 040, 043, 044, 046, 049, 050, 051, 053, 054, 058, 061, 063, 065, 066, 074, 075, 076, 079, 080, 084, 086, 089, 093, 098, 103, 106, 107 108.

Only surface sampled:

Viral and bacterial (flow cytometry) abundances: 001, 004, 005, 010, 011, 016, 019, 020, 021, 022, 023, 029, 030, 034, 037, 048, 055, 067, 072, 077, 081, 090, 094, 104.

Factors controlling viral distribution in the South Atlantic

Vertical patterns of viral and bacterial dynamics

Vertical profiles of 20 stations were sampled for the following parameters:

- a) Viral abundance
- b) Bacterial abundance
- c) Bacterial production
- d) % respiring bacteria
- e) ATP concentration
- f) H₂O₂ concentration

The main objectives to this component:

A) To identify if there are any consistent vertical trends between the measured parameters and/or how these trends may differ latitudinally and between coastal regions and the open ocean.

B) To determine if viral abundance is related to ATP concentration and bacterial production in the ocean along a trophic gradient. ATP may be the ideal parameter to model changes in viral abundance, since it is a measure of total active microbial biomass and no methods exist at this time to distinguish between algal and bacterial viruses.

C) Is viral abundance and infection rate is more closely related to percent active bacteria rather than total biomass.

D) To try to observe any differences in bacterial production during profiles sampled during the day and at night. Is UV inhibiting bacterial production by day?

H₂O₂ concentration on a latitudinal gradient

Hydrogen peroxide is formed by a photochemical reaction between DOM and light. According to (Weller and Shrems 1993), peroxide is distributed on a latitudinal gradient. I would like to verify this gradient, and also look at the different parameters that may influence peroxide concentrations, such as ambient levels of UV and DOM. Peroxides may also be toxic to microorganisms and have negative influence on bacterial production.

Effects of H₂O₂ on bacterial production, and viral disintegration

UV light has been demonstrated to have a negative effect on bacterial production in the surface water of the ocean. Very little work however has been done to compare the direct effect of UV-light on microorganisms and the indirect effects, such as the formation of toxic chemicals such as peroxides.

Experiments will be set up for short term incubation, allowing the passage of light from the entire light spectra (PAR, UV; ordinary sandwich bags allow 95 % of Uv light to pass through), one which cuts UV (shielded with plexiglass), and a dark bottle which cuts light completely.

EXP't #1: Surface water samples will be placed in bottles and sampled for changes in H₂O₂ concentration every two hours during a 16 hour period during the day. Objective: to see if peroxide concentrations will change depending on light spectra and to isolate which spectra has the greatest impact. Hypothesis: H₂O₂ concentrations will increase most in the bottle where the entire light spectra is allowed to penetrate (PAR+UV), and little to no H₂O₂ will be observed in the dark bottle.

EXP't #2: Surface water will be placed in bottles and sampled for changes in H₂O₂ concentration, bacterial and viral abundance, bacterial production, and viral infection rates every four hours to six hours for these different parameters. Objective: to observe how daily increases of *in situ* concentrations of peroxides affects different microbial processes. Hypothesis: daily increases of peroxides stress bacteria, reducing bacterial production when H₂O₂ concentrations are at their peak. This might induce the lytic cycle of infected bacteria (and at this point the observed infection rates should be at their highest). However the potential peak of viruses would be shortly lived since H₂O₂ may cause the disintegration of viruses for viruses do not have catalase activity as a defense again H₂O₂.

Joint spatial study of micro-heterotrophic processes

This part of the will be done in collaboration with Dolors (Vaqué) and Josep. The main objective will be to search for patterns in bacterial characteristics along a latitudinal and trophic gradient. The parameters we will be measuring in order to have a better understanding of spatial patterns of the micro-heterotrophic processes of the South Atlantic are the following:

- a) Bacterial abundance
- b) Bacterial production (leucine incorporation)
- c) Bacterial size distribution
- d) % respiring bacteria
- e) Flagellate and ciliate abundance
- f) Grazing pressure
- g) Viral abundance

The above mentioned parameters will be measured from the surface waters of almost all 108 stations, and from the deep chlorophyll maximum (DCM) of the long stations. I will be responsible for viral enumeration. Time permitting, virus infection rates will also be determined for these samples.

Bacterial budget experiments

These experiments will also be done in collaboration with Dolors, Pep, and Paola. Ocean water will be prefiltered to remove grazers. Filtered and non-filtered sea water will be placed in dialysis bags for short term experiments. The advantage of the dialysis bags is that they allow nutrients to enter into the bag, and therefore avoid creating nutrient-limiting conditions. We will be measuring the following variables during timed incubations:

- a) Bacterial abundance
- b) Bacterial production
- c) Bacterial size distribution
- d) % respiring bacteria
- e) Flagellate and ciliate abundance
- f) Grazing pressure
- g) Viral infection rates
- h) Chlorophyll

The objective will be to quantify bacterial loss due to grazing and that due to viral lysis, and to distinguish the relative importance of these loss mechanisms in areas of differing trophic status. I will be responsible for viral counts and infection rates.

Protocolo y resultados preliminares de la investigación realizada por Dolores Planas durante la campaña latitudinal de marzo-abril 1995

Titulo: VARIABILIDAD LATITUDINAL DE LAS TASA DE ABSORCION DEL NITROGENO Y DEL "f- RATIO" EN EL ATLANTICO SUR

OBJETIVO

El objetivo principal de esta parte del proyecto es la medida indirecta del flujo de carbono orgánico, en el Atlantico Sur à través de un gradiente latitudinal.

La producción primaria oceánica puede ser medida en relación al origen y al estado de oxidación del nitrógeno utilizado por las algas planctónicas. El origen del nitrógeno (N) que se encuentra en la zona fótica oceánica puede ser aloctóno, principalmente los nitratos (NO_3), ou autóctono, principalmente ion amonio (NH_4), urea y aminoacidos (estas dos fuentes de N orgánico solo pueden ser importantes en las aguas contaminadas, Antia et al., 1991). Si la fuente de N en la zona fótica es el flujo vertical de NO_3 su asimilación por el fitoplancton corresponde a lo que se llama producción nueva (P_n); si el N asimilado es el NH_4 se habla de producción regenerada (P_r) (Dugdale y Goering, 1967). Tal que sugerido por Harrison et al., (1987) en condiciones de equilibrio la P_n puede igualarse a la exportación de la materia orgánica de la zona eufótica, principalmente por las partículas en sedimentación. Esto es la producción nueva representa el transporte del CO_2 de la atmósfera a las aguas profundas (Sathyendranath et al., 1988; Platt et al., 1989)

La dependencia de la producción fitoplanctónica del N aloctono (P_n) se mide con la relación f (f-ratio), esto es la relación de la tasa de absorción específica del NO_3 y la tasa de absorción específica de todas las formas de nitrógeno. Para la mayoría de las aguas oceánicas el f-ratio es considerado como una medida del flujo de carbono orgánico asimilado por el fitoplancton (Eppley, 1989).

La necesidad de determinar el flujo biogénico de carbono en los oceanos ha llevado a la creación de modelos y algoritmos para estimar el f-ratio a partir de parámetros facilmente medibles. El f-ratio depende del aporte local de NO_3 y de los cambios en la estructura y dinámica de la red trófica; además pueden influir la temperatura, la luz y el estado fisiológico de las algas (Dugdale & Wilkerson, 1989; Harrison et al., 1990; Vezina, 1994).

Actualmente existe una controversia sobre la relación entre el f-ratio y la concentración de NO_3 en las aguas oceánicas . Harrison et al., (1990), a partir de una compilación de datos procedentes de aguas costeras y oceánicas avanzan la hipótesis que en la zona eufótica se deben considerar dos capas, una superficial, bien iluminada y pobre en nutrientes donde predomina la P_r , encambio la producción nueva es más importante en las capas profundas a las que llega poca luz pero donde el aporte de NO_3 es elevado. Dugdale et Wilkerson (1989) no encuentra ninguna relacion entre el f-ratio y

la concentración de NO_3 , ellos atribuyen esta falta de relación a variaciones fisiológicas de las algas durante los "upwelling events". El modelo fisiológico desarrollado por Dugdale et al., (1990) supone que la absorción de NO_3 sera inferior a bajas intensidades luminosas independientemente de la concentración de nitrato.

El transporte de nutrientes, de las capas profundas oceánicas a la zona eufótica, ocurre a través de fenómenos físicos como corrientes de convección y difusión turbulenta. Estos procesos físicos estan distribuidos heterogeneamente en los océanos (Platt et al., 1989). A latitudes altas la mezcla por convección favorece el flujo de NO_3 y por tanto una P_n más alta. A bajas latitudes altas producciones pueden ser encontradas en zonas de divergencia como las que ocurren a lo largo del Ecuador. Entre estas dos zonas se encuentran aguas pobres en nutrientes, ultraoligotróficas.

Nuestra hipótesis es partida que el f-ratio es función del aporte del nitrógeno. Esto es, en altas latitudes y en las regiones ecuatoriales el f-ratio sera más elevado en las capas profundas de la zona eufótica. Encambio en las gyras oceánicas el f-ratio va a ser muy bajo en toda la zona eufótica debido a la difusión lenta de los nutrientes. Esto es, en estas zonas la producción va a depender del nitrógeno regenerado por el zooplancton o el bucle microbiano.

A fin de verificar esta hipótesis se midió en la zona eufótica la producción total, tal que medida por la asimilación del nitrógeno, asi como el f-ratio. Estas medidas se hicieron a dos profundidades, superficie a 5 m y en el pico máximo de fluorescencia (DCM). Como que la temperatura y quizás la luz pueden afectar el f-ratio, las incubaciones de las muestras provenientes de estas dos profundidades se hicieron a una misma temperatura y en un gradiente luminoso: 50, 10, 1 % de la irradiación a la superficie (I_0). Para las muestras de superficie, a fin de verificar el efecto de la fotoinhibición sobre la producción se añadió una incubación al 100% de I_0 . Una incubación al 6% de I_0 se añadió a las muestras provenientes de DCM, a fin de aumentar el gradiente de medidas de producción a bajas intensidades luminosas.

Simultaneamente a la toma de muestras para la verificación de la hipótesis antes mencionada, se tomaron muestras de agua para analizar el $\delta^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ del material en suspensión y disuelto. Con estos análisis se quiere ver si las variaciones en el $\delta^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ puede utilizarse como indicador de la via energética, autotrófica / heterotrófica, más importante a través del gradiente latitudinal.

MÉTODOS

La producción nueva y regenerada fué medida según el método de Dugdale & Goering (1967). Como en aguas no contaminadas, la urea y los aminoácidos representan una fracción insignificante del N autóctono (Antia et al., 1991) para medir la P_r solo se utilizó el NH_4 marcado.

A fin de que los resultados de las medidas de producción fueran comparables a lo largo de la campaña las muestras se tomaron en la primera estación larga del día. El número de estaciones muestreadas fué de 21 (07, 12, 17, 24, 27, 35, 36, 42, 45, 53, 57, 61, 66, 75, 79, 88, 102, 107) entre el paralelo 43°N y el 28°S. Las profundidades de muestreo, en 19 de las 21 estaciones, fueron a los 5m y en el DCM.

Todo el material utilizado para los muestreos, submuestreos y las medidas de producción fué lavado, antes del primer muestreo y entre estaciones en las cuales se preveía un cambio de las concentraciones de N inorgánico, según el método sugerido por Fitzwater et al., (1982). Esto es, se utilizó detergente Micro, el HCl redestilado y todos los enjuagues se hicieron con agua destilada desionizada. Antes de utilizar las botellas de muestreo e incubaciones, y entre incubaciones de estaciones con concentraciones de nitrógeno parecidas, estas se lavaron intensivamente con agua desionizadas y se dejaron en agua de mar un mínimo de 12 h. Antes de cada muestreo las botellas eran enjuagadas 3 x con el agua de mar de la estación correspondiente.

Para cada profundidad de muestreo se llenaron, a partir de la roseta, 2 x 25 L bidones opacos de policarbonato con agua previamente filtrada con una red de malla de 250 μm . De cada profundidad, 2 x 2 L el agua eran inmediatamente filtrados con filtros Gelman TCLP (equivalentes a Whatman GF/F) previamente horneados a 460 °C durante 4 h (PCG) Los filtros para la determinación del carbono y nitrógeno particulado inicial (POC, PON) y

para el $\delta^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ se guardaron congelados a -20°C. El agua para los análisis de $\delta^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ disuelto fueron preservados con una solución saturada de HgCl. El agua para los análisis de las concentraciones de NO_3 y NH_4 disueltos eran analizados inmediatamente o dentro de las 24h. En este último caso se mantenían refrigerados a 4°C.

No más tarde que 1 h después del muestreo se inoculó el resto de agua de cada bidón con una cantidad conocida del isótopo estable (99 atoms%, MSD Isotopes Canada) correspondiente: K^{15}NO_3 , para la medida de la P_n y $(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, para la medida de la P_r . Las adiciones de ^{15}N no excedieron el 10% de la concentración inicial del nutriente en el medio. Si las concentraciones de NO_3 o NH_4 eran no detectables, o si no se conocían en el momento de la inoculación, se añadía una concentración ligeramente superior al límite de detección del método de análisis del nutriente. Controles al tiempo 0 se hicieron regularmente para verificar la absorción del isótopo en el filtro. Para estos controles entre 1.8 y 4 L (en función de la abundancia de fitoplancton) eran filtrados con filtros PCG lavados previamente con una solución de NaCl al 3%; los filtros eran congelados a -20°C.

Inmediatamente después de inocular las muestras de agua se repartió en botellas de policarbonato de 2.3 L de capacidad, recubiertas con mallas metálicas de distinto tamaño de poro ("neutral density screens," Stork Veco Int.). Las incubaciones de la producción primaria se hicieron a bordo del barco, en incubadores con circulación continua de agua de mar, y expuestos a

la luz natural. Las muestras de superficie eran expuestas a un gradiente luminoso de 100, 50, 10, 1 et 0% de I_0 y a 50, 10, 6, 1 y 0% de I_0 para las muestras del DCM. Para evitar el error de cálculo de la tasa de absorción del nitrógeno asociado a la dilución isotópica, el tiempo de incubación fué siempre inferior a las 5 h, normalmente entre las 11 y las 15 h (hora local). Después de la incubación, entre 1.5 y 4 L de agua eran filtrados segun el método descrito para los controles de tiempo 0.

Después del secado de los filtros a 50°C, hasta peso constante, estos eran oxidados según el método de Dumas. La concentración de PON y POC se hicieron simultaneamente a las del $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ (Slawyk et al., 1988). Los análisis de isótopos estables se hicieron con un espectrómetro de masa (Prisma II, VG Isotech.).

Se utilizaron las ecuaciones de Dugdale & Wilkerson (1986) para los calculos de la tasa de transporte (ecuación 3); para la tasa de absorción específica se utilizó el promedio de las ecuaciones 2 y 4 (que tienden respectivamente a subestimarla y sobrestimarla). De los análisis realizados hasta ahora, las diferencias entre las ecuaciones 2 y 4 son insignificantes.

RESULTADOS

Debido a problemas con el espectrofotómetro de masas de momento solo disponemos de datos de estaciones entre la latitud 43° y 31° S.

El nitrógeno orgánico particulado (PON) de las muestras iniciales de las estaciones analizadas varia entre 0.65 ± 0.05 y 2.60 ± 0.37 μM y estas concentraciones no difieren significativamente de las medidas en las muestras finales, entre 0.58 ± 0.3 y 2.8 ± 0.51 μM indicando que tanto durante la incubación para la P_r como de la P_n no ha habido problemas de dilución isotópica. Las concetraciones más elevadas de PON corresponden a las estaciones de superficie muestreadas en las altas latitudes del hemisferio sur, los más bajos a las del fondo. Los valores de PON más altos, medidos en nuestras muestras, se hallan en el rango de los valores publicados para aguas oligotróficas (MacIsaac & Dugdale, 1972; Slawyk et al., 1990).

Los valores máximos de la tasa de absorción específica analizados hasta el día de hoy varian entre 0.001 y 0.006 $V_{\text{NH}_4} \text{ h}^{-1}$ y 0.0001 y 0.002 $V_{\text{NO}_3} \text{ h}^{-1}$ para la P_r y P_n respectivamente.

Las tasas específicas de absorción son más elevadas en las muestras de superficie que en las de fondo. En función de la intensidad luminosa que reciben las muestras durante la incubación, la tasa de absorción específica del NO_3 corresponde al 5 y 34% de la del NH_4 en las muestras de superficie y entre 12 y 21 % en las de fondo.

La tasa de absorción específicas del NO_3 y del NH_4 en las muestras de superficie es máxima en las submuestras incubadas a una intensidad luminosa correspondiente al 50% de I_0 . Para las muestras de profundidad (DCM) el máximo de absorción se halla entre el 6 y el 1% I_0 . Tanto para $V_{\text{NO}_3} \text{ h}^{-1}$ como $V_{\text{NH}_4} \text{ h}^{-1}$, a 100% o a 50% de I_0 , la tasa es entre 25 y 50% más baja que la maximal para 5m y DCM

respectivamente. Esta disminución en la V_c a las altas intensidades luminosas a las que se incubaron las muestras de cada profundidad puede indicar una fotoinhibición de la P_n y P_r . Por debajo la intensidad luminosa donde ocurre el máximo de V_c , la absorción tanto del NO_3 como del NH_4 sigue el modelo de Michaelis-Menten. La V_c del NO_3 decrece más rápidamente que la del NH_4 .

Los valores mínimo y máximo varía de 0.37 a 0.06. Estos se hallan en el rango de valores encontrados en aguas oligotróficas del Atlántico (Lewis et al., 1986). De las muestras analizadas hasta hoy el f-ratio es superior en las muestras a altas latitudes y más elevado en las muestras de superficie que en las de fondo.

La tasa de transporte del nitrógeno $T_{(t)}$, calculada multiplicando la tasa de absorción específica por la concentración final de PON en el máximo de V_c , varía entre 0.0006 y 0.09 $\mu\text{M NH}_4 \text{ h}^{-1}$ y entre 0.00007 y 0.003 $\mu\text{M NO}_3 \text{ h}^{-1}$. La tasa de transporte es un orden de magnitud inferior en las muestras procedentes de DCM que en las de superficie. La tasa medida en estas últimas se sitúa entre los valores bajos encontrados en aguas oceánicas oligotróficas.

Debido a los pocos datos, de esta campaña, disponibles hasta hoy nos parece prematuro desarrollar relaciones o modelos entre el f-ratio y las variables de control, así como de tirar alguna conclusión.

REFERENCIAS

- Antia, N.J. et al. 1991. *Phycologia* 30: 1-89.
- Dugdale, R.C., & J.J. Goering. 1967. *Limnol. Ocean.* 12:196-206.
- Dugdale, R.C., F.P. Wilkerson, 1986. *Limnol. Ocean.* 31: 673-689.
- Dugdale, R.C. & F.P. Wilkerson. 1989. Regional perspectives in global new production, pag. 287-308. In M.M. Denis (ed) *Océanologie-actualité et perspective*. Centre Oceanol. Marseille.
- Dugdale, R.C. et al. 1990. *Limnol. Oceanogr.* 35: 822-829.
- Eppley, R.W. et al. 1989. p.85-97. In W.H. Berger et al., (eds). *Productivity in the Oceans: Past, and Present*. Wiley.
- Fitzwater et al. 1982. *Limnol. Oceanogr.* 27: 544-551.
- Harrison, W.G. 1990. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 60: 85-90.
- Harrison, W.G. et al. 1987. *J. Plankton Res.* 9:235-248.
- Lewis, M.R. et al. 1986. *Science* 234: 870-873.
- MacIsaac, J.J. & R.C. Dugdale. 1972. *Deep Sea Res.* 19:209 -232.
- Platt, T. et al., 1989. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 52: 77-88.

INFORME DE LA CAMPAÑA LATITUD (EQUIPO DE ZOOPLANCTON)

POR

Albert Calbet y Just Cebrián

1. Objetivos y justificación

1. Evaluación de la biomasa y composición taxonómica de los grupos de zooplancton más abundantes encontrados durante el transecto. Esto permitirá estudiar los cambios en abundancia y diversidad de la comunidad zooplanctónica a lo largo del amplio gradiente hidrológico muestreado. De la misma manera, el conocimiento de la abundancia y diversidad de esta comunidad proveerá la base necesaria para realizar estudios ecológicos con dicha comunidad.

2. Valoración del impacto del consumo por herbívoros sobre la producción primaria fitoplanctónica. La evaluación de la intensidad de herbivorismo sobre el crecimiento fitoplanctónico, además del amplio rango de factores hidrológicos que pueden controlar la producción fitoplanctónica, contribuirá a dilucidar bajo que condiciones el herbivorismo es un factor relevante de pérdida de producción fitoplanctónica, y por lo tanto, el alcance del control de esta producción por herbívoros a lo largo del Océano Atlántico.

3. Cuantificación de las tasas de producción de huevos de las especies más importantes de copepodos. La tasa de producción de huevos es un buen estimador de la tasa de crecimiento de los copepodos adultos y quizás también de los copepodos juveniles. Así, la estimación de la producción de huevos de la comunidad de copepodos a lo largo del transecto permitirá estimar la producción secundaria de la comunidad de copépodos y examinar la relación entre esta producción y las variables biológicas e hidrográficas registradas a lo largo de la campaña.

2. Material y métodos

Las estaciones muestreadas se representan en la siguiente tabla:

Estación	Biomasa (profundidad pesca)	Producción de huevos	Contenido estomacal en pigmentos y tasa de evacuación
1	X(100 m)		X
2	X(150)	X	
7	X(100)	X	X
9	X(100)	X	
13	X(90)	X	X
14	X(75)	X	X
18	X(75)	X	

19	X(75)	X	X
24	X(200)	X	X
25	X(200)	X	X
28	X(250)	X	X
29	X(250)	X	X
32	X(250)	X	X
33	X(250)	X	X
35	X(250)	X	X
37	X(250)	X	X
38	X(250)	X	X
41	X(250)	X	X
43	X(250)	X	X
44	X(250)	X	X
45	X(250)	X	X
46	X(250)	X	X
50	X(250)	X	X
51	X(250)	X	X
53	X(250)	X	X
55	X(250)	X	X
57	X(250)	X	X
61	X(250)	X	X
66	X(250)	X	X
70	X(250)	X	X
71	X(250)	X	X
75	X(250)	X	X
79	X(250)	X	X
83	X(250)	X	X
88	X(250)	X	X
92	X(250)	X	X
97	X(250)	X	X
102	X(250)	X	X
106	X(250)	X	X

El muestreo consistió en:

1. Pescas verticales para la determinación de la abundancia y biomasa del mesozooplankton (desde 250 m hasta la superficie, 200 μ c de diametro de malla).

2. Pescas verticales para la recolección de zooplankton vivo. Dos tipos de experimentos se realizaron con el zooplankton vivo:

2.1 Analisis del contenido estomacal en pigmentos fotosintéticos y de las tasas de evacuación de estos pigmentos.

2.2 Determinación de las tasas de producción de huevos de las especies dominantes de la comunidad de copépodos.

2.1 Analisis del contenido estomacal y tasas de evacuación de pigmentos fotosintéticos.

Usamos la técnica basada en la determinación del contenido en pigmentos fotosintéticos en el intestino de los organismos zooplanctónicos y a tasa a la que estos pigmentos son evacuados para estimar las tasas de ingestión de fitoplancton por parte del zooplancton. Suponiendo que durante la noche el zooplancton se alimenta del fitoplancton a su máxima capacidad (y por lo tanto mantiene el intestino lleno) a una tasa aproximadamente constante, podemos afirmar:

Δ Contenido de pigmentos en el intestino = Tasa de ingestión - Tasa de evacuación
donde (Δ Contenido de pigmentos en el intestino) es el incremento temporal en contenido intestinal en pigmentos, y a partir de las asunciones hechas, concluimos:

$$\text{Tasa de ingestión} = \text{Tasa de evacuación}$$

Para determinar la cantidad de pigmentos en el intestino, se tomaron tres réplicas de un litro inmediatamente después de realizar la pesca de zooplancton vivo. Estas réplicas se filtraron respectivamente por tres mallas de 200 μc de diámetro. Las mallas se introdujeron en tubos de centrifuga donde fueron homogeneizadas, y tras añadir 10 ml de acetona al 90%, se dejaron a extraer en oscuridad a 4°C durante 8 horas. Posteriormente la concentración en pigmentos en la solución acetónica se leyó con un fluorómetro y se escaló a la biomasa zooplanctónica de la réplica.

Para estimar las tasas de evacuación, una o dos pescas de zooplancton vivo, en función de la abundancia capturada, se guardaron en un tuvo de 12 litros con agua de mar filtrada a través de 2 μc , de tal manera que el zooplancton capturado no podía seguir alimentándose. Luego, alicuotas sucesivas de un litro se tomaron del cubo a intervalos temporales de 2', 4', 6', 8', 10', 12', 14', 30', 60' y 120' y se filtraron por mallas de 200 μc de diámetro. La concentración en pigmentos de estas alicuotas se determinó tal como se describe en el párrafo anterior, después de corregir en las lecturas la degradación de pigmento en el intestino del zooplancton mientras se estaba llevando a cabo el experimento.

Nuestro objetivo era estimar la ingestión de fitoplancton por parte de toda la comunidad herbívora zooplanctónica. De este modo, los experimentos descritos se llevaron a cabo con alicuotas directamente extraídas de las pescas, sin una selección previa de las especies herbívoras bajo la lupa, lo cual habría sido demasiado tedioso y habría vaciado los intestinos de los organismos zooplanctónicos. La biomasa zooplanctónica de cada alicuota se cuantificó y los resultados pueden ser traducidos a una base volumétrica (m^3) a partir de la determinación de la biomasa de la comunidad "in situ".

2.1 Determinación de las tasa de producción de huevos de copépodos

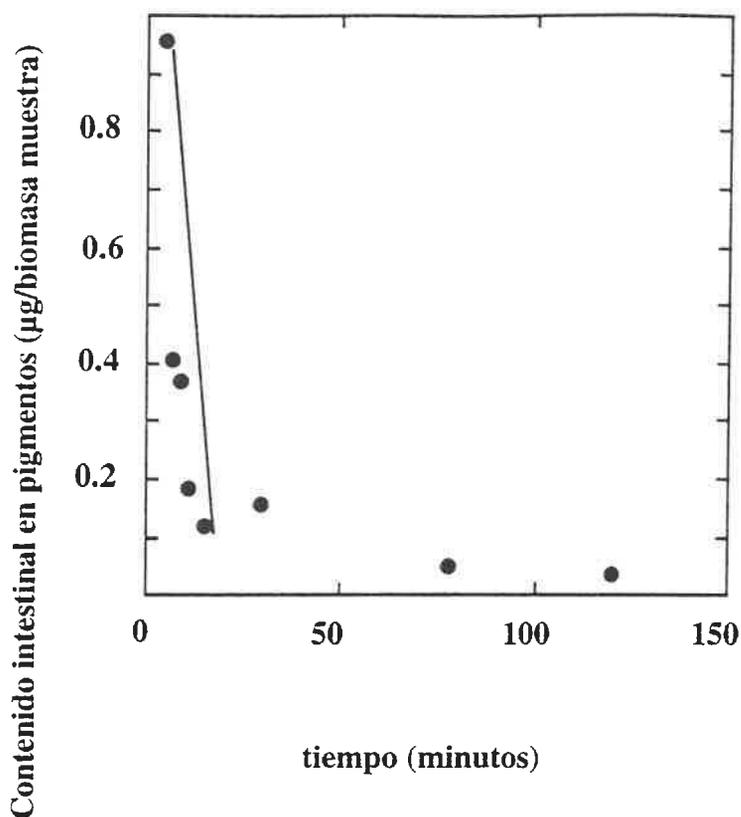
Determinamos las tasas de producción de huevos de las principales especies de copepodos encontradas durante el transecto. Los organismos zooplanctónicos fueron inspeccionados bajo la lupa. Las especies dominantes resultaron ser Clausocalanus sp., Acartia sp., Calanus sp., Centropages sp., Oithona sp y Paracalanus sp . Se seleccionaron grupos de cuatro o cinco hembras adultas (diez en el caso de Oithona sp) y se incubaron en botellas de 700 ml con agua del máximo de clorofila (previamente filtrada por malla de 60 μ c). Cuando fue posible, se preparon cuatro réplicas por estación y por especie. Las incubaciones se realizaron en una sala de temperatura controlada, y equiparada a la encontrada in situ. Las botellas se agitaron durante la incubación para evitar deposición de las de las algas. Después de 24 horas el contenido de las botellas se filtró por malla de 20 μ c, se comprobó el estado de las hembras, y éstas junto con los huevos puestos se preservaron para posterior conteaje en el laboratorio.

3. Resultados preliminares

La transformación de las medidas en laboratorio a una base volumétrica correspondiente a las condiciones in situ (esto es, gramos de peso seco de fitoplancton consumido por día o número de huevos producidos por día y por metro cúbico) recae en la cuantificación de la biomasa en las estaciones muestreadas. Esto aún no ha sido completado, y por lo tanto sólo tenemos disponibles resultados preliminares. La interpretación de éstos y su utilización para análisis posteriores debe esperar hasta que sean convertidos a una base volumétrica.

3.1 Contenido intestinal en pigmentos fotosintéticos y tasas de evacuación

La pauta de evacuación de pigmentos de la comunidad herbívora zooplanctónica se ajusta bien a una ecuación exponencial negativa, según se muestra en la siguiente figura:



La tasa de evacuación de pigmentos corresponde a la pendiente inicial de la curva exponencial (representada como una línea recta en la figura anterior), y las unidades son μg pimento por unidad de biomasa de la muestra por minuto. Las estimas de contenido intestinal y tasa de evacuación de pigmentos de la comunidad zooplanctónica en las estaciones muestreadas se recogen en la siguiente tabla. Estas estimas aún no reflejan el impacto real de los herbívoros sobre la producción fitoplanctónica, ya que han de ser trasladadas a la biomasa zooplanctónica encontrada in situ. Sin embargo, representan una base para valorar la presión potencial de los herbívoros sobre la producción fitoplanctónica.

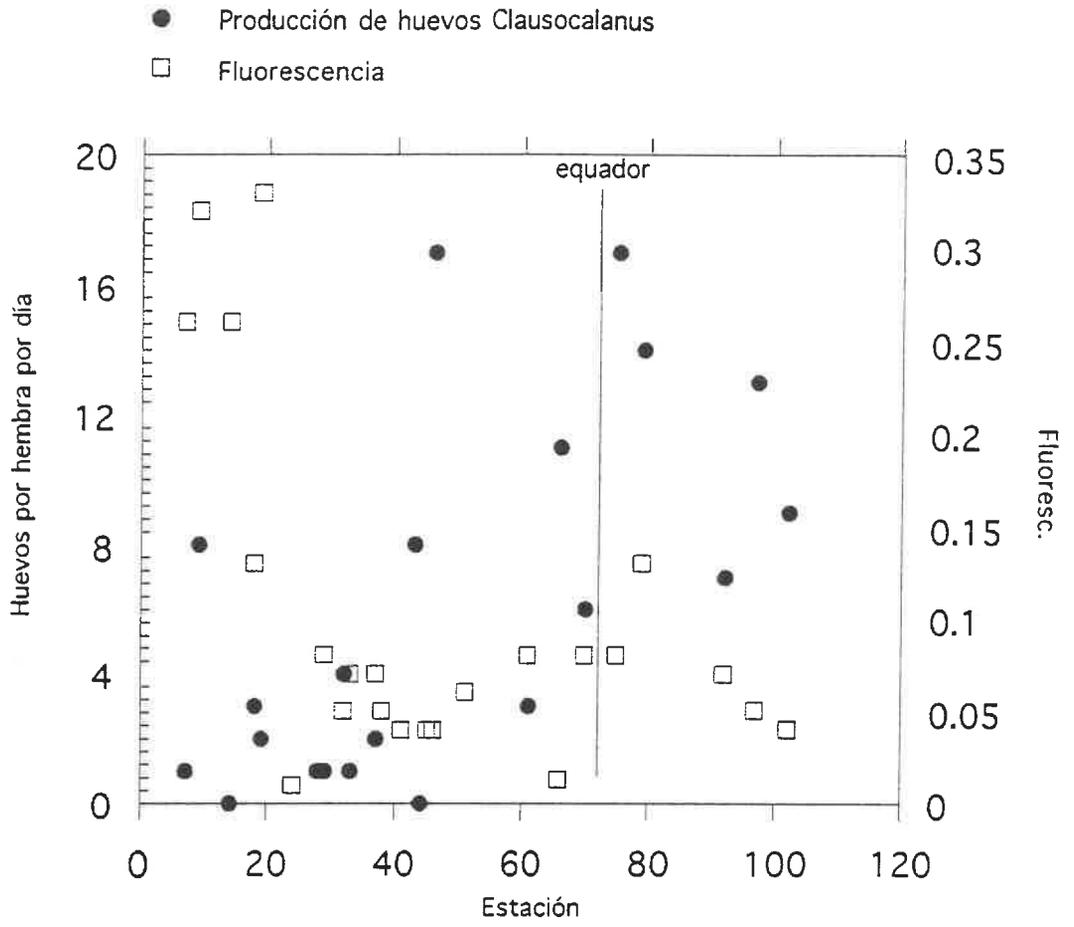
Estación	Contenido en pigmentos (μg pigmento /biomasa muestra)	tasa de evacuación (μg pigment /aliquot biomass *tiempo)
1	0.047	-0.00077 (n.s.)
3	0.028	-0.00084 (n.s.)
9	0.095	-0.0021 *
14	0.029	-0.0024*
19	1.33	-0.0209 (n.s.)
24	0.351	-0.0123*
25	0.059	-0.00088 (n.s.)
28	0.225	-0.0199 (n.s.)
29	2.351	-0.0994*
32	2.460	-0.1144*
33	0.765	-0.0383*
35	0.245	-0.0068*

37	0.491	-0.0112(n.s.)
38	6.594	-0.0877(n.s.)
41	0.640	-0.0127**
43	0.331	-0.0076*
44	0.265	-0.0109*
45	0.347	-0.0133 (n.s.)
46	0.201	-0.0071**
50	0.549	-0.0193*
51	0.247	-0.00064(n.s.)
53	0.585	-0.0738**
54	0.302	-0.0075*
57	0.149	-0.0153*
61	0.106	-0.0053(n.s.)
66	0.411	-0.0103*
70	0.402	-0.0166(n.s.)
71	0.237	-0.0078(n.s.)
75	1.740	-0.0442*
79	4.213	-0.0393(n.s.)
83	1.831	-0.0182**
88	0.695	-0.0274(n.s.)
97	0.659	-0.0224*
102	1.318	-0.0247*

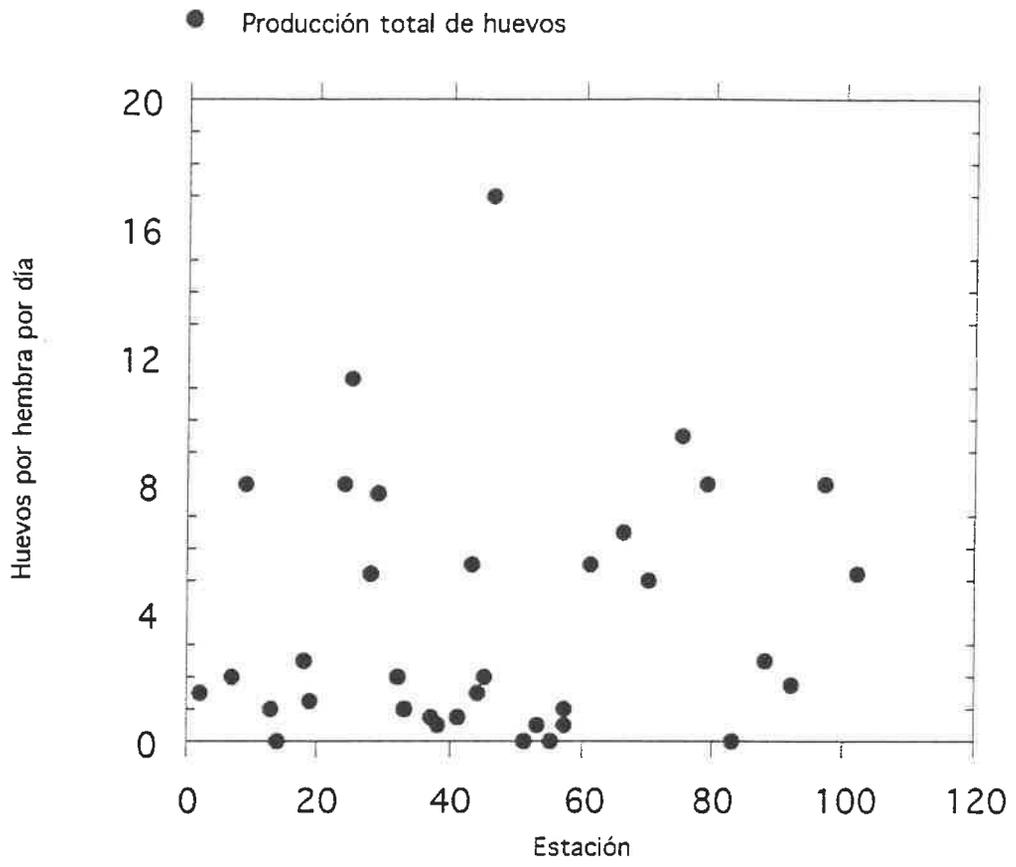
3.1 Producción de huevos por copépodos

La cuantificación de la tasa de producción de huevos se realizó para varias especies de copépodos encontradas a lo largo del transecto, per sólo una de ellas (*Clausocalanus* sp.) apareció en la mayoría de las estaciones muestreadas.

Los resultados aún no se pueden expresar como contenido en carbono, pero si representamos conjuntamente la tasa de producción de huevos (huevos producidos por hembra y por día) y la fluorescencia leída por el CTD en el máximo de clorofila, parece ser que muestran una pauta de distribución contraria:



Esto se podría atribuirse a un control mayor de la biomasa fitoplanctónica por los herbívoros en los ambientes oligotróficos que resultaría en una mayor producción de huevos. Por otra parte, la producción de huevos promediada para el total de las especies de copepódos no muestra ninguna pauta clara a lo largo del transecto:



ESTIMA DE LA BIOMASA DE DETRITUS PARTICULADOS EN SUSPENSION

1. Objetivos

La materia detrítica representa la mayor reserva marina de materia orgánica. Intentamos estimar la masa del material detrítico particulado en la columna de agua y examinar su relación con los parámetros biológicos (producción primaria, producción bacteriana, tasa de mortalidad del fitoplancton, etc) e hidrológicos (advección del agua, penetración de la luz) registrados durante el transecto latitudinal. La dilucidación de estos objetivos contribuirá a la comprensión de los factores que regulan la capacidad del océano de almacenar materia orgánica particulada.

2. Methods

La determinación de la abundancia de las partículas detríticas en la columna de agua se basa en la tinción de la muestra con Proflavina y observación con el microscopio de fluorescencia. 250 µl de Proflavina al 0.033% se añaden a 50 ml de muestra de agua. Después de dos minutos, se añaden 5ml de glutaraldehído al 10% y después de dos minutos más, filtramos el agua a través de un filtro nucleoporo 0.8 µm a una presión de vacío muy baja para evitar la rotura de las partículas, enjuagando con agua de mar filtrada al final de la filtración. La muestra se observa después con el microscopio de epifluorescencia. Con este procedimiento las partículas detríticas fluorescen de color rosa. Así se puede estimar la abundancia y distribución de tamaños de estas partículas, lo que se puede referir a unidades de carbono a partir del contenido en carbono de dichas partículas.

3. Resultados preliminares

Se han muestreado todas las estaciones largas, a nivel de superficie y del máximo de clorofila, para la determinación de la abundancia de las partículas detríticas. Hasta el momento, sólo disponemos de algunos contajes, recopilados en la siguiente tabla:

Estación	28	31	35	35	37	37	40	40	41	43	43
	(DCM)	(DCM)	(DCM)	(Sup.)	(Sup.)	(DCM)	(DCM)	(Sup.)	(DCM)	(Sup.)	(DCM)
Abundancia (part/ml)	102.6	100.8	46.5	62.8	76	77.5	45.8	52	55.8	102.8	93.8

Summary of work undertaken onboard B/O Hesperides, during "Latitud" cruise March 1995

*Mark Dowell
Marine Environment Unit
Institute for Remote Sensing Applications
Joint Research Centre
Commission of the EU*

Objectives proposed:

Before the beginning of the campaign several principal objectives had been outlined in discussing my participation. These involved a broad investigation of the geographical and vertical distribution of Coloured Dissolved Organic Matter (CDOM) in oceanic waters. With particular emphasis being placed on the distribution and sources of CDOM in the Euphotic zone. This investigation was to be made using spectrofluorometry and spectrophotometry the two main techniques used in CDOM investigations.

Objectives achieved:

On the cruise the main objectives proposed were satisfied in their geographical and vertical coverage. A certain percentage of the optical measurements were also made on the vessel and where this was not possible the samples taken were fixed according to standard procedures, and will be measured within a 20 day period of the end of the campaign.

The sampling was carried out on a constant basis. More precisely: at long stations 3 to 5 depths were sampled (and in some cases more). Of the two daily long stations a surface sample was taken at the morning one with a bucket, this was done as a large variation in the CDOM spectra (as well as in other measured parameters), between the surface and the first rosette depth which was 5m, was noticed. On top of measurements at all of the long stations, samples were also taken at the short station to provide a more accurate and detailed geographic coverage for at least one depth. At these short stations a sample for 5m was taken and in some cases two supplementary samples at the Deep Fluorescence Maxima (DFM) and at one intermediary depth. In total 85% of the stations were covered for which the vertical distribution of samples varies as described above.

The samples were preserved according to standard protocols, and some of the analysis was carried out on board the vessel. More precisely 85% of the fluorescence emission and the synchronous fluorescence spectra were completed. Additionally some examples of EEMs (Emission Excitation Matrices) were also made but this procedure is very time consuming and after a more detailed analysis has been made of the synchronous fluorescence spectra then specific examples will be selected and the EEMs computed from the preserved sample. Approximately 40% of the absorption spectra were made but the quality of the spectra is not deemed acceptable for any

further investigation into this parameter without a complimentary dataset carried out on land. Therefore on return to the laboratory, absorption spectra of CDOM will be measured for all of the samples made, a clearer explanation for the reasons of this incomplete dataset are given in “Problems encountered”.

Methodology:

Sampling was made from a 24 bottle rosette (each of the bottles being a 10l. Niskin flask) for all depths apart from the surface samples which were taken by a bucket grab and several 5m samples that were taken from a continuous pump at 5m depth (this pump has its source at the bottom of the boat and the flushing time is very short). The samples were immediately filtered through 0.22 micron Millipore filters, and 0.5 ml. of Sodium Azide was added to fix the sample. The samples were then analysed as described below and were then refrigerated at 4°C in glass amber bottles

Absorption measurements: A Perkin Elmer Lambda 12 dual beam spectrophotometer was used to retrieve the absorption spectra for the samples. Correction for the difference in the beam efficiency was performed automatically. A 10 cm quartz cell was used to analyse the sample, with MilliQ water as the blank. In this case the range considered to allow direct comparison with the particulate fractions measured for absorption was 300nm to 750 nm, with a spectral resolution of 0.5 nm. Optical density is converted into absorption coefficient (1/m) using the expression:

$$a_{CDOM}(\lambda) = 2.3 A(\lambda) / L$$

where $A(\lambda)$ is the optical density and L is the pathlength in metres.

Fluorescence measurements: The fluorescence spectra was measured with a Perkin Elmer LS 50. The instrument has a xenon pulsed lamp and the excitation band is automatically corrected with a reference photomultiplier supplied with a rhodamine dye correction curve. The spectra made were of three types simple Emission spectra, Synchronous spectra and EEMs. The emission spectra measured have an excitation wavelength of 355nm (this will enable comparison with historical data in literature and is also the suitable band corresponding to high pulse powered UV laser line available both for shipboard and airborne laser fluorescence spectroscopy) the emission range measured was 375 to 650 nm. The Synchronous spectra or more precisely the Emission Excitation Synchronous spectra is measured in the range 250 to 600 nm with an offset of 25 nm. The third type of spectra measured were EEMs. These spectra are relatively new in this field of study but will supply even more qualitative information than the synchronous spectra once they are fully implemented. The matrix consists of 20 emission spectra all with the same wavelength range (350-600 nm) with incremented excitations at 10 nm apart. The eventual product is a three dimensional surface showing a full excitation and emission distribution.

Problems encountered:

The main problems encountered were of a practical, instrumental nature. Namely the sensitivity of both the fluorimeter and the spectrophotometer to vibrations and therefore noise when measuring the values encountered in the open sea. This problem was manifested in a different ways for each of the instruments. With the spectrophotometer there was a difficulty in maintaining the baseline once the autozero had been performed, in many cases the oscillation from the baseline was negative and therefore the spectra of no use, additionally the oscillation wasn't constant so no correction could be made. The spectrofluorometer was far more consistent in its use. Except for periods of severe movement of the vessel where samples could only be measured at stations when the boat was stopped.

The use of this type of instrument in the open sea needs a certain amount consideration. In order to obtain a higher degree of instrumental consistency and accuracy for these type of optical measurements either purpose built optical platforms needs to used to minimise the vibration effect of the vessel, or alternatively a mobile laboratory needs to be fitted with the equipment and to be calibrated under various conditions of stability.

Positive results:

At this stage very little analysis of the data has been carried out, the results observed during the measurement of the spectra are the only source of information available for comment at this time. The most significant observation made is the huge potential of the of the synchronous fluorescence spectra. Both because of their variation in diverse geographical areas as well as in its vertical distribution. Another point noted is in support of the conservativity of CDOM in the coastal region, there was a marked change in the synchronous spectra usually associated with river inputs in the approach to the Rio de la Plata estuary and this change was apparent much longer before there were any marked changes in salinity or any of the other parameters.