

# LA CAMPAÑA OCEANOGRÁFICA EN LAS COSTAS GALLEGAS



Publicado en la revista ARBOR, núm. 388.—Abril 1978

# La campaña oceanográfica en las costas gallegas

por *Fernando Fraga*

Con el título general de «Galicia» se han realizado en el barco oceanográfico Cornide de Saavedra cuatro campañas en la costa de Galicia, desde la desembocadura del río Miño hasta un poco más al este de Vivero, abarcando en alguna de ellas una zona hasta 90 millas de la costa. La campaña «Galicia I», del 2 al 28 de septiembre de 1974, fue oceanograficopesquera, en la que el campo oceanográfico cubrió únicamente la parte de oceanografía química. Las campañas «Galicia II» y «Galicia III», del 14 de agosto al 9 de septiembre de 1975 y del 3 al 25 de junio de 1976, respectivamente, fueron eminentemente pesqueras, pero también se obtuvieron los datos básicos en oceanografía: temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH.

La presente campaña (7-28 de octubre de 1977) fue de enfoque oceanológico y muy amplio, abarcando oceanografía física, química, contaminantes, fitoplancton, zooplancton, ictioplancton, bacteriología y seston.

Aparte de los objetivos generales que son conocer con mayor profundidad el medio marino que rodea esta región en todos sus aspectos, así como las relaciones entre las condiciones ambientales y las poblaciones de seres vivos y sus influencias mutuas, se tenían también algunos objetivos más concretos. Entre ellos, el estudio de la evolución final del afloramiento costero, causa de la gran riqueza de las rías, que, según los datos de las campañas anteriores, es más complejo que los esquemas dados para otros afloramientos de este tipo. Otro de los objetivos es conocer el avance de los niveles de contaminación en el espacio marino con el tiempo. También se ha dedicado atención al desplazamiento estacional de los límites entre el cuerpo de agua del golfo de Vizcaya y agua típicamente noratlántica y su influencia en la distribución del plancton, en especial del zooplancton.

## DESARROLLO DE LA CAMPAÑA

El 7 de octubre se partió del puerto de Vigo hacia la estación 1, situada frente a La Guardia. A causa de la fuerte marejada, una vez terminada la primera estación, hubo que refugiarse en la ría de Vigo, fondeando frente a la playa de Barra con un fondo de 19 metros. En este

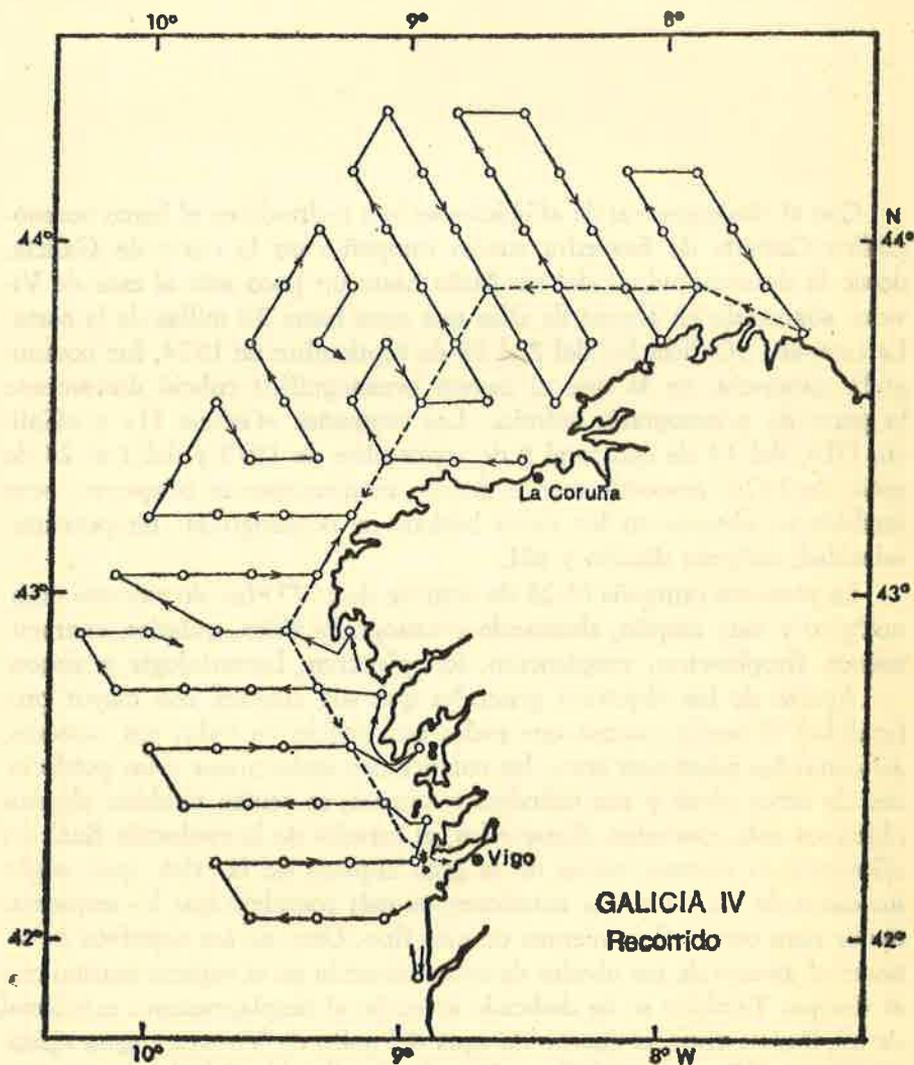


FIG. 1

punto se tomaron muestras desde la superficie hasta el fondo haciendo análisis completos cada tres horas y diez minutos durante un día hasta cubrir un ciclo entero de mareas.

Al día siguiente se fue hasta la ría de Pontevedra y se regresó al puerto de Vigo en espera de mejoría de tiempo y para meter a bordo un cable hidrográfico de 2.000 metros.

El día 10 se salió de nuevo de Vigo hacia la estación 5, realizándose todas las estaciones con normalidad hasta la 30, en total 24 estaciones, siguiendo el itinerario de la figura 1. A consecuencia del mal tiempo hubo que regresar de nuevo al puerto más próximo, entrando en Muros el día 15 por la noche.

Se partió de Muros el día 17 a mediodía hacia la estación 27, situada en la ensenada de Corcubión. A partir de aquí hubo que reducir el número de pescas verticales de zooplancton a causa del retraso acumulado en la realización del programa. Se cubrieron 21 estaciones hasta llegar a la 48, donde a causa del mal tiempo se decidió adelantar en un día la entrada prevista en el puerto de La Coruña para el día 22.

Se salió de La Coruña el día 23, y después de realizar durante unas horas pruebas con los ecosondadores por personal del Instituto Español de Oceanografía, se continuó con el trabajo en las estaciones oceanográficas. En esta parte del recorrido el buen tiempo permitió recuperar el retraso que se tenía en la realización del programa, de forma que el día 28 se llegó a la estación 80, última del recorrido, quedando completado el programa propuesto.

El regreso a Vigo se hizo registrando en continuo la salinidad y temperatura del agua superficial, siguiendo un itinerario que pasaba por las estaciones ya realizadas anteriormente (línea de puntos en la figura 1) con objeto de conocer las variaciones durante el intervalo de tiempo que duró la campaña. Se llegó a Vigo el mismo día a medianoche.

#### TRABAJO REALIZADO A BORDO Y PRIMEROS RESULTADOS

##### *Metereología*

Se tomaron datos a las 0 horas, 6, 12 y 17 (horas correspondientes al huso cero) sobre dirección y velocidad del viento, corregida la velocidad del barco, presión atmosférica, temperatura y humedad del aire, intensidad de luz y estado del mar.

### *Hidrografía*

En todas las estaciones se tomaron muestras a las profundidades estándar hasta los 1.400 metros; en las estaciones profundas y en las otras hasta el fondo. Los niveles muestreados fueron 0, 10, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 1.000, 1.200 y 1.400 metros.

Se hizo también en cada estación un perfil vertical continuo de temperatura hasta 275 metros.

En las muestras tomadas se determinó la salinidad y el oxígeno y se midió el pH. En algunas estaciones se hizo también la valoración del yodo.

Las sales nutrientes se determinaron en autoanalizadores «Technicon» por los métodos usuales, excepto en el nitrato, que se sustituyó el reactivo cloruro amónico por un tampón de citrato para hacer compatible esta determinación con el análisis de amoníaco en el agua de mar. Los nutrientes determinados fueron: amoníaco, nitritos, nitratos, fosfatos y silicatos.

En los niveles de 0, 10, 20, 30 y 50 metros se tomaron muestras adicionales de nueve litros, que se filtraron por filtro de vidrio Whatman GF/G para análisis posterior de carbono, nitrógeno, aminoácidos e hidratos de carbono.

Con objeto de situar esta campaña dentro del año «climático» se hicieron observaciones oceanográficas quincenalmente en la boca sur de la Ría de Vigo durante todo el año, encontrándose que las condiciones «climáticas del medio marino» se encontraban en esta fecha con un retraso de cerca de mes y medio respecto a un año normal. Por este motivo, la estructura que se encontró en el agua subsuperficial en la parte sur era todavía la de una zona de afloramiento con una fuerte pendiente de las isopícnas, pero a consecuencia de las fuertes lluvias caídas en los primeros días de la campaña, una capa de agua costera de baja salinidad cubría todo el sistema, no obstante, en las estaciones costeras, ya a 20 metros de profundidad se encontraban valores todavía muy altos de nutrientes. Al norte de Finisterre, la estructura cambia totalmente, la zona costera presenta una gruesa capa de fuerte mezcla y ligero hundimiento con valores muy bajos de nutrientes. Esto establece una clara diferencia entre los dos cuerpos de agua costera. Aguas afuera se observó un agua superficial de características oceánicas con una temperatura y salinidad ligeramente superior, muy pobre en nutrientes y una termoclina muy neta. En la parte norte se interpenetra con el agua cantábrica. La isoterma superficial de 16° puede tomarse como límite (figura 2).

Biológicamente también es diferente a la costera, en la parte sur limita la expansión de los doliólidos y en la norte la de las salpas.

La diferencia más notable se ha encontrado en la masa de agua central, que en su parte sur coincide con los esquemas establecidos para el agua noratlántica, pero en cuya zona norte falta la parte superior de esta masa de agua, que es sustituida por agua de origen más profundo.

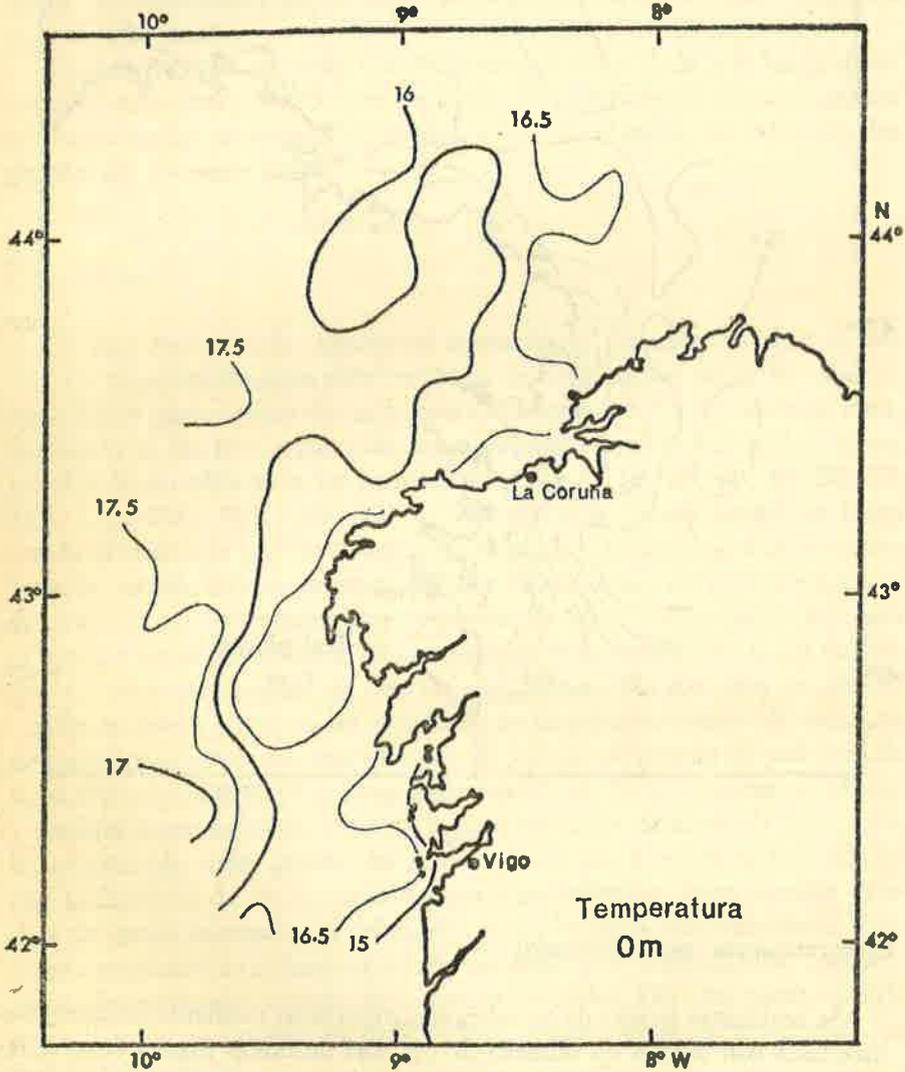


FIG. 2

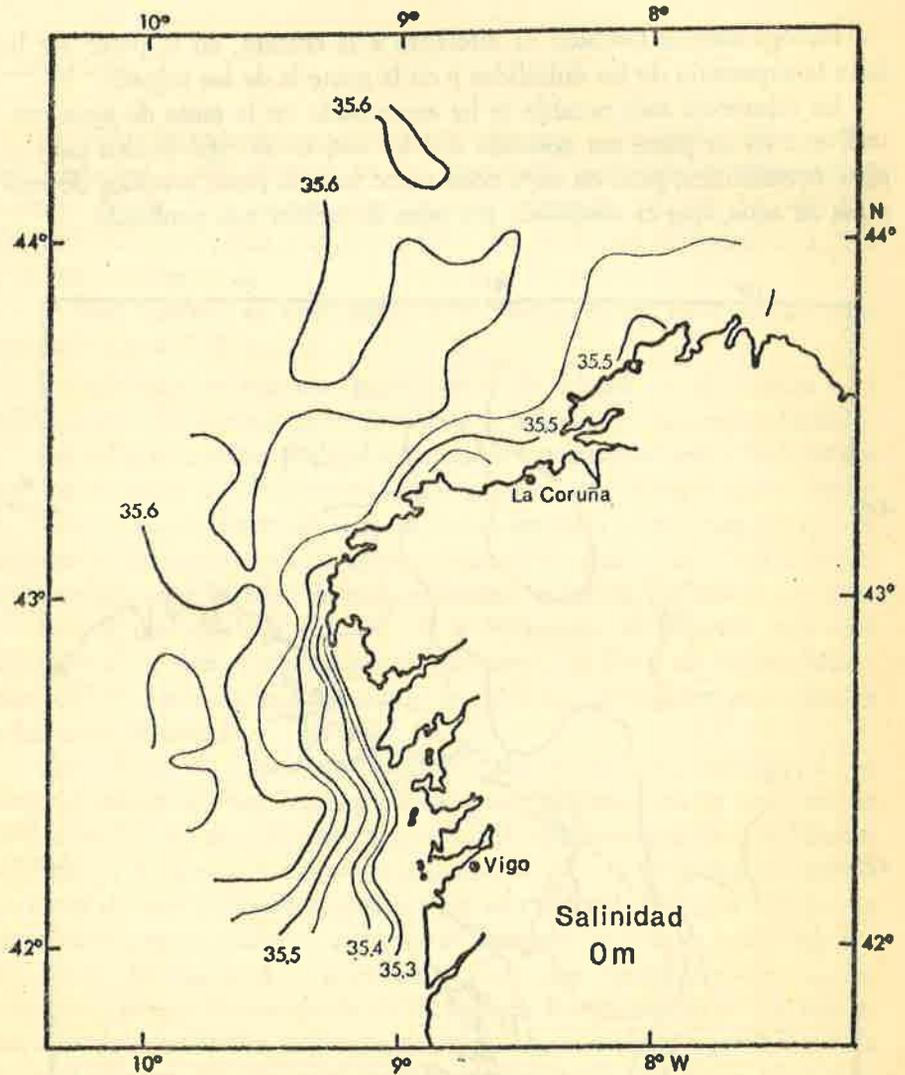


FIG. 3

### *Contaminantes organoclorados*

Se realizaron pescas de zooplancton superficial mediante arrastres horizontales con manga en número de 36. Las muestras fueron congeladas en viales de vidrio al objeto de conservarlas en condiciones adecuadas para las siguientes manipulaciones y posteriores análisis.

Las muestras son liofilizadas, efectuando posteriormente dos tipos de extracciones: 1.ª Con cloroformo:metanol (2:1) para determinar porcentajes de grasas, fósforo lipídico, ácidos grasos y, si es posible, esteroides de la fracción insaponificable, esta última determinación depende del tamaño de muestra que es el factor limitante. 2.ª Extracción con éter de petróleo:acetona (1:1) para determinar PCBs, DDT y derivados, así como ver la posibilidad de seguimiento y distribución de un pico con gran afinidad electrónica que parece tener su origen en la Ría de Vigo y que no está determinado.

La importancia de estas determinaciones viene dada por las posibles correlaciones entre las concentraciones de compuestos organoclorados presentes en las muestras, los lípidos y las abundancias de determinados grupos de zooplanctones.

### *Fitoplancton*

Se han realizado las siguientes operaciones. En cada estación se han tomado muestras de agua para recuento de fitoplancton de las botellas hidrográficas procedentes de las profundidades entre 0 y 75 metros. Paralelamente se llevaron a cabo determinaciones fluorimétricas de la concentración de clorofila para las profundidades de 0, 10, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 600 y 1.000 metros (desde superficie hasta donde permitía la profundidad de la estación). El método fluorimétrico tiene la ventaja de que permite obtener estimaciones de la concentración de clorofila con cantidades muy pequeñas de agua, por lo que es útil para el estudio de la distribución de los pigmentos fotosintéticos o sus derivados en capas profundas, en que las concentraciones son muy pequeñas.

En la mayor parte de las estaciones se tomaron muestras de cada uno de los cinco niveles más superficiales, de los que se extraía un volumen de agua más elevado para los programas especiales, para recuento de células y análisis espectrofotométrico de la concentración de clorofila. En parte, la información sobre pigmentos fotosintéticos así obtenida es redundante con la derivada de las determinaciones fluorimétricas, pero permite estudiar de modo adecuado las relaciones entre biomasa fitoplanctónica y los demás parámetros (carbono y nitrógeno orgánicos, aminoácidos, polisacáridos) determinados a partir de muestras paralelas. Por otra parte, cuando su utilización es posible, es preferible el método espectrofotométrico, ya que es más preciso.

Se realizaron experimentos de asimilación de  $C^{14}$  en las estaciones diurnas.

nas de la serie de veinticuatro horas realizada a la entrada de la ría de Vigo y en las estaciones 11, 13, y 49. En las estaciones 18 y 22 se determinó la actividad de las reductasas de nitrato. De estos experimentos aislados se espera obtener información preliminar que pueda ser utilizada a la hora de planear futuras campañas.

No pueden hacerse aún evaluaciones de los resultados, aunque puede adelantarse que, como era de esperar, hay un fuerte gradiente de biomasa fitoplanctónica en dirección perpendicular a la costa con valores muy elevados en las zonas más próximas a tierra (especialmente cerca de la desembocadura de las rías bajas) y mucho más abajo en las estaciones oceánicas.

### *Zooplankton*

Se han llevado a cabo pescas horizontales y verticales para el estudio del zooplankton. A tal efecto se ha utilizado la red internacional WP-2, cilíndrica, con boca de 57 centímetros de diámetro y cono filtrante con mallas de 250 micras para las pescas verticales y de 200 micras para las horizontales y los estudios de biomasa.

En total se han realizado 95 pescas, cuya distribución es la siguiente: 38 pescas horizontales en superficie; 57 pescas verticales, que se desglosan en 19 entre niveles de 50-0 metros, 7 entre niveles de 100-0 metros, 8 entre niveles de 200-50 metros, 6 entre los niveles de 500-200 metros y 6 entre los niveles de 1.000-500 metros, y para las estimaciones de la biomasa se han efectuado 3 entre los niveles de 100-0 metros y 8 entre los niveles de 200-0 metros.

Aunque no disponemos de datos anteriores con los que comparar estos primeros resultados, podemos indicar que, en un sentido amplio, las poblaciones de zooplankton observadas durante el mes de octubre se han caracterizado por una gran dominancia de elementos gelatinosos (medusas, ctenóforos, salpas y doliólidos) dentro de una población de crustáceos más bien pobre y entre los que, como era de esperar, el grupo de los copépodos domina sobre el resto de planctones.

En un aspecto general podemos distinguir dos poblaciones principales: las correspondientes a las zonas pelágicas, alejadas de la costa, y las neríticas, típicamente costeras de plataforma y situadas frente a las rías.

*Zooplankton pelágico.*—Debido al mal tiempo habido durante la campaña, las pescas realizadas entre los niveles de 500 y 1.000 metros no han dado los resultados esperados (las redes no han pescado).

Entre los 200 y 500 metros, las pescas han sido notablemente pobres.

Cualitativamente hablando, sobre un fondo de copépodos de tallas medias (2-3 milímetros) (pertenecientes a los géneros *Metridia*, *Pleuromamma*, *Undeuchaeta* y *Chirundina*, típicos de aguas intermedias) hallamos algunos radiolarios (en especial a *Aulosphaera trigonopa*), unos pocos sergéstidos (decápodos macruros) e individuos aislados de eufasiáceos y ostrácidos.

Esta es precisamente la composición de las poblaciones del noroeste de La Coruña (estaciones 49, 58, 60), pues en aguas más al sur (a la altura de Finisterre) observamos notables poblaciones de grandes eufausiáceos (*Meganyctiphanes norvegica*), y en las áreas más meridionales (frente a las rías de Vigo y Pontevedra), a estas profundidades (200-500 metros), se encuentran ya medusas y ctenóforos.

Los estratos situados entre 50 y 200 metros muestran una mayor proporción de copépodos pequeños con presencia de algunas formas medianas (*Pleuromamma*, *Metridia*, *Rbincalanus*, etc.), propios de aguas más profundas. En las áreas del noroeste aparecen en estos estratos individuos aislados de *Salpa fusiformis* (forma oozoide), continuando asimismo los radiolarios en pequeño número.

En las aguas centrales se observa algún eufausiáceo de gran talla (*Meganyctiphanes*), y en la zona sur se hallan, aunque en pequeña cantidad, individuos de *Doliioletta gegenbauri*.

Finalmente, entre los 50 metros y la superficie encontramos un notable predominio de copépodos de pequeñas tallas (1-2 milímetros) pertenecientes a los géneros *Paracalanus*, *Clausocalanus*, *Arcartia*, *Centropages*, *Temora*, etc., entremezclados con individuos aislados de *Calanoides carinatus* y *Calanus helgolandicus*. En la zona del noroeste de La Coruña no hemos hallado salpas al oeste del meridiano 9° (estación 60), pero ya al este del mismo (estación 58) aparecen en cantidades importantes. Esta población forma una gran mancha en las aguas situadas al norte de la provincia de La Coruña (véase figura 4), en cambio, a medida que avanzamos hacia el oeste y suroeste hallamos un predominio de medusas (géneros *Liriope* y *Phialidium*), acompañadas por ctenóforos, mucho menos abundantes. También hallamos en la estación 49 algunos doliólidos (género *Doliioletta*), que prácticamente desaparecen en las aguas situadas frente a Finisterre, para mostrar poblaciones muy concentradas en las aguas de la zona sur, frente a las rías de Arosa, Pontevedra y Vigo. En estas áreas también hallamos notables concentraciones de medusas (géneros *Liriope* y *Obelia*).

O sea, que las aguas superficiales (50-0 metros) son las que presentan

una mayor proporción de elementos gelatinosos o plancton *no productivo* (correspondiente a los grupos de medusas, ctenóforos, salpas y doliólidos) en detrimento del *plancton productivo* (formado principalmente por crustáceos), que aparece con abundancias relativamente bajas.

*Zooplankton nerítico*.—Corresponde al hallado frente a las bocas de

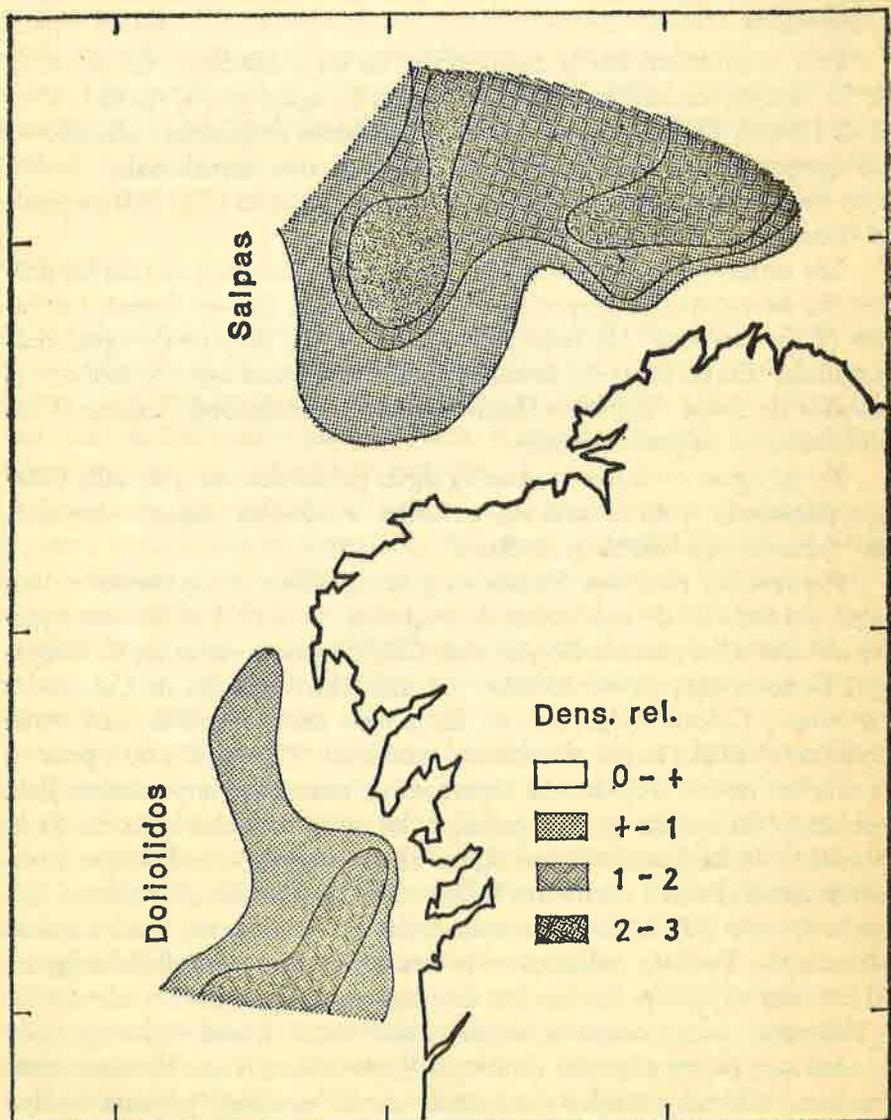


FIG. 4

las rías y en aguas típicamente costeras en profundidades que no sobrepasan los 200 metros.

Característica de estas poblaciones es la presencia de meroplancton, especialmente de larvas de lamelibranquios y gasterópodos.

Las cantidades de zooplancton son en conjunto relativamente más ricas en plancton productivo que las halladas en la zona pelágica.

Los copépodos pequeños (géneros *Paracalanus*, *Clausocalanus*, *Temora*, *Acartia Oncaea*, etc.) constituyen un elevado tanto por ciento de la totalidad de la muestra. Entremezclados y en pequeñas cantidades hallamos algunas formas de tamaños medios, como son *Calanus helgolandicus* y *Calanoides carinatus*.

Las poblaciones de doliólidos que hemos observado en la zona meridional se extienden por la plataforma costera hasta la altura de la ría de Muros y Noya, donde son poco abundantes. Estas poblaciones van acompañadas de pequeñas medusas (*Obelia* y *Phialidium*) que a veces son abundantísimas, como hemos observado frente a la boca de la ría de Pontevedra.

Aparecen pequeñas poblaciones de cladóceros (géneros *Evadne* y *Podona*), especialmente en superficies, acompañadas por grandes concentraciones de sifonóforos (*Muggiaea*). Entre los grupos restantes podemos citar como relativamente abundantes a los eufasiáceos, representados por larvas e individuos jóvenes, y las *Sagitta*, a veces muy abundantes. Entre el meroplancton, las larvas de crustáceos decápodos y las de lamelibranquios y gasterópodos constituyen los elementos más característicos del zooplancton costero. Los grupos más raros y pobremente representados son los misidáceos y anfípodos.

En superficie (1-2 metros), y si la muestra es diurna, se halla un plancton muy uniforme, poco diversificado; tal sucede, por ejemplo, en la ría de Muros y Noya, en que una pesca realizada a las 14,35 está constituida prácticamente por sólo dos especies de copépodos: *Acartia clausi* y *Paracalanus parvus*; si, por el contrario, y como era de esperar, ésta se efectúa de noche o a las primeras horas de la mañana, se observa una mayor heterogeneidad específica, abundando los sifonóforos, sagittas y estando bien representados otros grupos tales como los eufasiáceos (formas jóvenes y larvas), los cladóceros y larvas correspondientes a diversos grupos zoológicos.

*Ictioplancton*.—Se llevó a cabo por primera vez un muestreo encaminado a estudiar el ictioplancton de esta zona, básicamente en lo que hace referencia a las especies de interés pesquero.

Se utilizaron indistintamente dos modelos de la red Bongo, la más

adecuada para este tipo de estudios: el primero, de polivinilo, con un diámetro de las bocas de 40 centímetros y provisto de sendas redes de 505 micras de abertura de malla; el segundo, de acero inoxidable, de 60 centímetros de diámetro y provisto de una red de 333 micras y otra de 505 micras. En ambos casos se colocó un medidor de flujo T.S.K. en la entrada de las redes y se siguieron procedimientos de pesca idénticos.

Las pescas se efectuaban oblicuamente, desde cerca del fondo hasta la superficie o desde los 200 metros hasta la superficie en las estaciones que superaban esta profundidad.

En conjunto se hicieron 41 pescas, que se desglosan en 16 pescas con el «Bongo» de 40 centímetros en la zona sur y 25 pescas con el «Bongo» de 60 centímetros en la zona norte.

Aunque en el aspecto que nos ocupa esta campaña es principalmente de carácter prospectivo, por los conocimientos que se tienen sobre las especies de interés pesquero que se encuentran en esta zona cabe esperar que, teniendo en cuenta la época en que se ha llevado a cabo la campaña, pueda obtenerse información sobre la puesta de las siguientes especies principalmente: clupeidos (espadín y sardina), boquerón, merluza, gádidos (faneta, bertorella), caballa y peces planos, además de otros grupos de menor importancia económica, algunos de ellos muy interesantes en otros aspectos (mictófidios, gonostomátidos).

### *Bacteriología*

Se ha procedido al recuento de colonias bacterianas crecidas sobre distintos medios de cultivo (medio muy rico en materia orgánica, medios minerales con fuente única de carbono y distintas fuentes de nitrógeno—amonio, nitratos y  $N_2$ — y también medio orgánico con menor concentración orgánica) en aproximadamente cuarenta estaciones (primera parte de la campaña hasta la llegada a La Coruña) y hasta 12 niveles en las estaciones profundas. En la última fase de la campaña se procedió a seleccionar unas 2.000 cepas procedentes de niveles que *a priori* cabe conceputar como pertenecientes a masas distintas de agua. Se inició asimismo la resiembra de estas cepas en 30 medios con fuentes distintas de carbono en vistas a determinar su distinta capacidad metabólica frente a los sustratos ensayados. La premura con la que se anunció e inició la campaña impidió disponer de más material para completar el recuento de colonias en todas las estaciones. Un defecto en la botella de helio impidió realizar una serie de experiencias para el estudio de la actividad bacteriana me-

diante técnicas cromatográficas, método que ya se había puesto a punto en anteriores campañas.

En el laboratorio se procede a completar el trabajo con respecto a la distinta capacidad de metabolización de las cepas aisladas, con lo que se espera completar con un número mayor de cepas otros trabajos anteriores.

Pueden ya consignarse una serie de resultados a través de los trabajos realizados en el buque.

Con respecto al número de colonias, se observan marcadas diferencias de acuerdo con los niveles de procedencia de la muestra, encontrándose números muy bajos entre 100 y 200 metros y, en cambio, a niveles profundos los valores son altos. Estas diferencias deben relacionarse con los distintos tipos de agua y se hará tan pronto como se disponga de los datos hidrográficos.

Los valores más abundantes de bacterias en las radiales que ya se han calculado se apartan de las proximidades de la costa, como ya sucedía en Africa.

Se han aislado unas 30 cepas agarolíticas, cuyo estudio se emprenderá de inmediato debido al interés que presentan estas bacterias. Curiosamente, su aparición es siempre a niveles profundos (1.000 metros).

Prácticamente no se han localizado cepas capaces de utilizar los  $\text{NO}_3$  como fuente única de nitrógeno. Son mucho más abundantes las cepas que utilizan el  $\text{NH}_4$  (representan aproximadamente el 10 por 100 de las cepas que crecen en un medio muy rico en materia orgánica).

En las cepas que pudieron ensayarse a bordo (unas 200), la media de fuentes únicas de carbono utilizadas es más elevada en las cepas procedentes de niveles profundos que en las aisladas en zonas superficiales.

### *Seston*

1. En la zona de las Rías Bajas (entre las estaciones 1 y 30) se analizaron muestras de todos los niveles en una de cada tres estaciones (por término medio) con vistas al posible uso de los espectros de partículas en la identificación de masas de agua de distinta procedencia.

2. En todas las estaciones donde fue posible (en casi todas) se analizaron las muestras de 0, 10, 20, 30 y 50 metros obtenidas con la botella Niskin de 30 litros. Dichos datos permitirán completar aún más los estudios, iniciados ya en la campaña *Atlor V* y continuados en la *Mediterráneo I*, sobre la relación del volumen y composición por tamaños del seston

con los demás parámetros biológicos y químicos (clorofila, productividad, carbono y nitrógeno particulados, aminoácidos).

3. En varias estaciones se tomaron muestras paralelas de las distintas botellas usadas en el muestreo (Niskin de 5 litros y de 30 litros) en botellas de plástico y de vidrio de distintas profundidades con vistas a realizar un análisis de la variación para ver el efecto del muestreo sobre los espectros de partículas medidos con el contador Coulter.

4. Se realizaron también algunos experimentos exploratorios con el fin de determinar si la agitación mecánica (con posterior reposo) de las muestras de agua tenía efectos importantes sobre el espectro de las partículas.

#### AGRADECIMIENTO

Nos es grato expresar nuestro agradecimiento al primer oficial don Miguel Mosquera, que mandó el barco hasta el puerto de La Coruña, y al capitán don Raúl García, hasta el final de la campaña, por su gran colaboración y ayuda en la realización del programa de trabajo, así como a la oficialidad y personal del barco.

Quiero hacer constar de una manera especial la voluntad y enorme entusiasmo de todo el personal científico que participó en esta campaña. Su perfecta coordinación y capacidad de trabajo permitió llevar a cabo en un tiempo mínimo el programa previsto.