

INTRODUCCION

Al montarse por el INSTITUTO SOCIAL DE LA MARINA, Campañas culturales, se pensó por la Delegación Provincial del Organismo en Almería, que sería muy interesante se pusieran al alcance de los trabajadores del mar de la capital y la provincia los amplios conocimientos que sobre temas de pesca, tanto en su aspecto ecológico como en el económico e incluso social que el INSTITUTO DE INVESTIGACIONES PESQUERAS DE BARCELONA ha ido atesorando a lo largo de muchos años de actividad científica y de contacto humano con los pescadores.

Los Doctores ARTE GRATACOS; BAS PEIRET Y LOPEZ GOMEZ, respondieron con todo entusiasmo a la petición que se les hizo de desplazarse a Almería y han dado durante varios años sendas conferencias cuya altura y solera nos ha obligado a confeccionar este volumen para que quede constancia de lo que se ha dicho y pueda llegar a conocimiento de aquellos que no pudieron asistir a las exposiciones orales de los autores.

La gratitud de los hombres del mar de Almería y la del Organismo que ha patrocinado estos ciclos, hacia el DIRECTOR DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES PESQUERAS DE BARCELONA que ha autorizado los desplazamientos y hacia los conferenciantes, es proporcionada al valor de los conocimientos que nos han dado y al sacrificio que ha supuesto para ellos abandonar sus actividades y realizar viajes tan largos.

EL DELEGADO PROVINCIAL DEL I.S.M. EN
ALMERIA

CETÁREAS Y LANGOSTAS

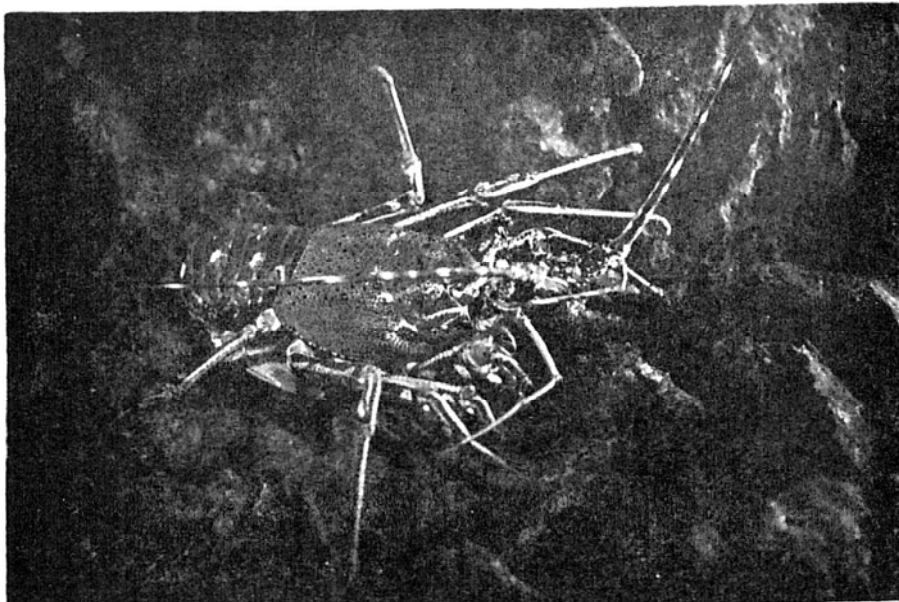
PEDRO ARTÉ GRATACÓS
DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
INVESTIGADOR CIENTÍFICO DEL C. S. I. C.
DIRECTOR DEL ACUARIO DE BARCELONA DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES PESQUERAS

Conferencia pronunciada por el Dr. en Ciencias Biológicas Don, **Pedro Arté Gratacós**, Director del Acuario de Barcelona del Instituto de Investigaciones Pesqueras, en la Casa del Mar de Almería.

Señoras y señores:

Quizás llame a Uds. la atención el que haya escogido para este coloquio un tema tan concreto, lo he hecho a causa de que las cetáceas, comunmente llamadas viveros de langostas, constituyen uno de los problemas que en la actualidad tienen planteado los industriales que se dedican a la manipulación y venta de langostas, bogavantes, centollos y buey, en especial, y para los biólogos ha sido un apasionante tema de investigación, cuyo conocimiento no ha llegado aún al gran público, y al que hemos tenido la satisfacción de aportar algunas soluciones.

Antes de hablar de los viveros y para hacer más comprensible el por qué de algunas de sus características, creo necesario dar un repaso somero a los crustáceos que nos interesan en este momento, desde los puntos de vista de sus exigencias biológicas y ecológicas, dejando aparte, para no cansarles, su morfología y anatomía.



LOS CRUSTACEOS

Los crustáceos constituyen un grupo de animales con raíces muy antiguas, puesto que sus fósiles aparecen ya en los yacimientos devónicos de unos 350 millones de años de antigüedad. En su gran mayoría son marinos aunque también se encuentran en las aguas dulces, no faltando tampoco especies, como la cochinilla de la humedad y algunos cangrejos (cangrejo de los cocoteros) adaptados o casi a la vida terrestre. El número total de especies de crustáceos conocidas sobrepasa las 25.000 y vienen a ser en los mares lo que comparativamente representan los insectos en las tierras. Si bien las especies son unas 25.000, algunas están representadas por tan gran número de individuos que constituyen un eslabón primordial en la cadena alimentaria y en la economía en los mares. Evidentemente al decir esto, nos estamos refiriendo en especial a los crustáceos planctónicos, de entre los cuales los menores constituyen uno de los alimentos básicos para la sardina por ejemplo, y los mayores, como es el «Krill», un alimento básico para las ballenas, en cuyo estómago no es difícil encontrar hasta 2 Tm. de Eufausias.

Pero el seguir por este camino, quizás nos alejaría un poco del tema que nos hemos propuesto. Digamos empero que las peculiares caracterís-

ticas de su ciclo vital, en especial las fases larvarias, sumamente complicadas en algunos casos y el hecho de poseer en su mayoría, y concretamente en los que nos interesan más desde el punto de vista del consumo humano, un caparazón quitinoso fuertemente calcificado, dificulta extraordinariamente nuestra acción de cultivo, pero a cambio facilita su manipulación.

Si tomamos como ejemplo la langosta, nos quedaremos perplejos; costó mucho a los biólogos darse cuenta de que aquel animal al que llamaban «Filosoma», es decir «cuerpo en forma de hoja» fuese nada menos que la larva de la langosta, puesto que no se parecen en nada. Estas larvas, además presentan una alimentación extraordinariamente selectiva y son prácticamente imposibles de mantener en cautividad, un extremo sumamente interesante, que por desgracia convierte la cría, es decir la multiplicación en condiciones artificiales de la langosta en algo, no diré totalmente imposible, puesto que un poco se ha hecho en condiciones de laboratorio, pero si, algo totalmente antieconómico.

Si consideramos al bogavante las cosas varían bastante, los jóvenes bogavantes, aun antes de salir del huevo, sufren ya una serie de transformaciones que motivan que el individuo que aparece después de la eclusión sea sumamente parecido al adulto, (es lo que llamamos una metamorfosis directa o simple), así como la de la langosta es una metamorfosis complicada. Esta es precisamente la razón por la que con el bogavante existen muchas posibilidades de cultivo, al menos hasta un cierto punto, porque dejando aparte el problema del canibalismo que presentan las larvas, lo cual hace que en las estaciones de cultivo deban mantenerse separadas, complicando enormemente el problema de su cuidado y alimentación, aparece el problema de las mudas.

Mudar, significa cambiar, y esto es lo que sucede. Todos los crustáceos para poder crecer, es decir, aumentar de volumen necesitan mudar, desprenderse de su viejo caparazón quitinoso, más o menos calcificado, para dar un poderoso estirón e iniciar rápidamente de nuevo la calcificación para escapar de sus depredadores, porque recién mudados quedan tan blandos y o el engrosamiento de la quitina, para así protegerse adecuadamente del ataque de los débiles que el ataque del más pequeño molusco perforador o cangrejillo es suficiente para causarles la muerte.

He aquí otra circunstancia que en los viveros deberemos tener muy en cuenta para no perder individuos.

Digamos, para terminar esta primera parte o introducción, que así como la langosta no se cultiva en parte alguna, del bogavante se hace ya un cultivo en ciertos países (Noruega, Canadá) por citar algunos, si bien no para conseguir el llegar a una talla comercial sino mejor para proteger a

los jóvenes en su primera edad, la más delicada, arrojándolos luego al mar para que se desarrollen, sin olvidar que de ellos solo uno de cada 20.000 llega a reproducirse de nuevo. Hagamos notar también que, para que se tenga éxito, luego debe ejercerse un riguroso control de las tallas de los ejemplares capturados.

Bajo la denominación común de langostas englobamos un buen número de especies (cerca de docena y media) de crustáceos decápodos que si bien pertenecen todos a la familia Palinúridos, se distribuyen en diferentes géneros, con una nomenclatura con la que no voy a fatigar a Uds. máxime cuando los zoólogos, que también tienen sus rasgos de humor, han denominado a uno **Palinurus** y a otro **Panulirus**, creando un verdadero trabalenguas y no poca confusión a veces.

Haré notar, tan sólo, que las langostas en conjunto son propias de los mares templados y cálidos, faltando en los fríos. Se encuentran entre los 55.º lat. N y los 55.º lat. S y que en realidad sólo tres de los géneros de la familia engloban especies comerciales: **Palinurus**, **Panulirus** y **Jassus**.

Los **Panulirus**, y este es el caso de nuestra langosta de Canarias o langosta verde, se encuentran en todos los mares cálidos con isotermas medias anuales alrededor de los 20.º C. Mientras que **Palinurus** y **Jassus**, son propios de las aguas templadas, estando confinados en la zona de isotermas comprendidas entre 10.º y 20.º C.

Les hago notar esto por la importancia que tiene en la cuestión de los viveros, como veremos más adelante, la perfecta calificación de un género, por cuanto de entrada ya nos orienta sobre las condiciones ecológicas del medio que exige el animal.

Además de la langosta verde, en las aguas españolas se captura la roja, **Palinurus elephas** y la moruna ó rosada, **Palinurus mauritanicus** que es la de aguas profundas y posiblemente la de menos calidad. Todas las demás que se consumen son importadas, y valga decir que en la actualidad se están importando cantidades notables de Irlanda y Portugal (langosta roja) y de Africa del (**Jassus lalandii** o langosta de Sudáfrica).

También se traen, aunque en menor cantidad de Florida e incluso de las costas de Océano Pacífico, concretamente de Guayaquil en la República del Ecuador, pero en especial las primeras llegan cocidas o congeladas.

Existen otras especies de langostas que aún no llegan a España, pero todo se andará, porque los industriales empiezan ya a moverse, puesto que, tengan en cuenta, que España es el segundo consumidor de langosta de Europa, superada solo por Francia, pero en cambio nuestras capturas son muy inferiores a las de los franceses.

Podemos citar la langosta brasileña, **Panulirus laevicauda** de amplia distribución en las costas brasileñas y de la Guayana.

La langosta antillana (**Panulirus argus**) abundante en todo el Caribe.

La langosta californiana (**Panulirus interruptus**), parecida a la antillana y de color verdoso como la canaria.

En las islas Hawaii se encuentra el **Panulirus inflatus**, poco abundante y de un bello color azul indigo.

En Australia y Nueva Zelanda se encuentra el **Jassus verreauxi** que da lugar a importantes pesquerías y de la que se han dado pasos para ver como podría traerse a España.

Para terminar citemos la langosta japonesa (**Panulirus japonicus**) abundante en todo el indopacífico y la langosta malgache (**Panulirus burgeri**) abundante en Madagascar, de las que también se intenta traer a España.

El bogavante pertenece a otra familia, es un Homárido y se caracteriza mayormente por sus enormes pinzas. Así como de langostas acabamos de ver que existen numerosas especies, de bogavantes tan solo tienen importancia dos, ya que el de Africa del Sur (**Honarus capensis**) casi no tiene.

Son de interés el nuestro o europeo (**H. gammarus**) y el americano (**H. americanus**). Así pues vemos que los bogavantes solo se encuentran en aguas templadas (10-20.º C) y además sabemos que su distribución está condicionada además de por la temperatura, por la salinidad de las aguas. Por estas razones no se capturan, por ejemplo en el Mediterráneo oriental (por la temperatura) ni en el Mar Báltico (por la salinidad).

En España la captura de bogavantes representa la décima parte de la de la langosta, en tonelaje, siendo las regiones donde más se pesca el noroeste seguido de la región cantábrica.

En cuanto al centollo es un decápodo braquiuro, de la familia Máyidos, de cuerpo ovalado y cola no comestible, al revés de las langostas y bogavantes que es en ella donde tienen mejor carne. Solo existen una especie: **Maia squinado**, repartida por las costas centro y sudeuropeas y las norteafricanas a ambos lados de Gibraltar.

Antaño muy abundantes, hoy van siendo cada vez más escasos en las aguas españolas, por lo que se están haciendo notables importaciones tanto de Africa como del Mar del Norte. Evidentemente el del Mar del Norte es mejor que el africano.

Existe, quizás por hábito y no por merma de calidad si el procesamiento industrial ha sido bien hecho, la costumbre de aceptar para el consumo,

a los crustáceos menores (gambas, langostinos) muertos, ya sean congelados, (hoy se expenden productos congelados de calidad excelente) o en frasco, pero en cambio para los crustáceos mayores la exigencia del consumidor es mucho mayor, no sólo deben estar frescos, ya que en estas especies, los congelados tienen poca aceptación, sino además vivos. Así como los ejemplares bien vivos, aunque su precio sea elevado, llegan a venderse, los muertos tan solo consiguen ser vendidos a base de rebajar los precios. Ello hace que los industriales, ante la imposibilidad de colocar de golpe toda la producción en vivo, se resignan, ya sea a vender a precios más bajos, o bien se ven obligados a montar cetáceas (o cetáreas) para mantener los animales vivos y así poder vender a los mejores precios.

Si a esto sumamos el hecho, de que la producción nacional no basta para el consumo del país y que los transportes desde países lejanos no pueden hacerse, para que resulten rentables, en cantidades pequeñas, comprenderemos todavía más la necesidad de los viveros.

Planteado de esta manera el problema, los industriales se lanzaron a la construcción de viveros, con mayor o menor intuición y con diferente fortuna.

Hemos indicado algunos de los lugares desde los cuales llegan langostas a España, pero antes de hablar de las cetáceas cabe hacerse una pregunta ¿cómo viajan los crustáceos y en qué condiciones?.

Los crustáceos viajan por tierra, mar y aire, todas las vías de comunicación son adecuadas para su transporte, si bien es necesario proceder en cada caso de la forma adecuada, ya que de acuerdo con el modo de viajar el transporte se hace en agua o en seco. No es difícil darse cuenta de que transportar los crustáceos en agua por una vía aérea y aún por vía terrestre constituiría un enorme engorro y un innecesario aumento de peso, al acarrear agua en la que dadas las dificultades de ventilación de la misma y la forzosa gran densidad de población que albergaría, las bajas serían extraordinariamente altas. Así pues, todo transporte que no sea utilizando la vía marítima se hace en seco. Esta circunstancia, que de entrada llama la atención, se explica fácilmente cuando consideramos que las branquias de los crustáceos están perfectamente protegidas bajo su caparazón duro ocupando una cavidad en la que fácilmente se mantiene un elevado gradiente de humedad, así pues mientras no se deseque la branquia, ésta continuará funcionando mal que bien, permitiendo el paso de oxígeno del aire directamente al torrente sanguíneo, utilizando como vehículo intermedio el moco que recubre la branquia, moco que es fácil observar muchas veces formando una espuma que asoma por la abertura de la cavidad branquial.

De esta manera, el animal continuará respirando y si nosotros cuidamos de mantenerlos en una atmósfera húmeda y a una temperatura más

bien baja (6-8.º C) para que al descender su metabolismo (no olvidemos que son animales de sangre fría), el consumo de oxígeno se reduzca al mínimo, su supervivencia quedará asegurada por períodos que llegan a sorprendernos puesto que pueden durar hasta 24-36 horas, siendo luego capaces de recuperarse perfectamente al llegar a su destino y volver al agua, procediendo también, claro está, de forma adecuada. La supervivencia puede durar mucho más, se citan duraciones de hasta 5 días fuera del agua estando en buenas condiciones, pero lo que sucede es que estos animales luego ya no consiguen recuperarse si se devuelven al agua.

Las condiciones de humedad y temperatura se consiguen fácilmente, las primeras empaquetándolos en cajas, juntamente con algas o simplemente virutas empapadas en agua de mar, y las segundas ya sea utilizando furgones isotérmicos en los transportes por carretera o ferrocarril, o simplemente por el descenso de temperatura que se produce en las bodegas de carga de los aviones comerciales.

Así pues, para viajes más bien cortos se utiliza el camión o el tren isotérmicos, y para viajes largos el avión, procurando siempre que el período de permanencia fuera del agua sea lo más corto posible y buscando el equilibrio entre los costos y las posibles pérdidas como consecuencia de la permanencia fuera del agua.

La utilización de agua en el transporte tan solo es válida para el transporte marítimo y aun con las correspondientes limitaciones.

Para el transporte por vía marítima se utilizan barcos con las bodegas anegadas y un dispositivo tal que permite a lo largo de su singladura una constante renovación del agua.

Quizás las embarcaciones más típicas a este respecto son las «dundee» de los bretones; embarcaciones relativamente pequeñas entre 60 y 80 Tm. de R. B. dotadas de viveros capaces de albergar en buenas condiciones hasta 10.000 ejemplares.

Hemos indicado, no obstante, que el transporte marítimo tiene sus limitaciones, ello se comprende fácilmente porque mientras navegamos por latitudes parecidas, dentro de los límites de las isoterms que hemos indicado, las condiciones de los mares, especialmente por lo que se refiere a la temperatura serán adecuadas, pero cuando las singladuras sean de norte a sur o viceversa, cruzando los trópicos y el ecuador con los correspondientes cambios de temperatura, el éxito quedará altamente comprometido.

Otro problema del transporte por vía marítima es el de la polución al llegar a puerto. Si se cierran las entradas de agua los animales perecerán rápidamente por asfixia y si se dejan abiertas morirán igualmente por efecto de la contaminación de las aguas, así pues los grandes puertos y en nues-

tro Mediterráneo podemos citar como ejemplo Barcelona, Marsella o Nápoles, no se pueden utilizar para la descarga de crustáceos vivos si se desea tener pleno éxito.

Bien, pero volvemos ahora, después de dar este sucinto vistazo a los crustáceos y a sus posibilidades de transporte, al tema de los viveros o cetáreas.

La instalación de un vivero ha de estar basada precisamente en el profundo conocimiento de las exigencias biológicas y ecológicas de los animales así como de su capacidad de reacción, de otra forma el resultado puede verse seriamente comprometido. No olvidemos que un vivero de este tipo será siempre un biotopo artificial en el cual faltando los elementos naturales y dada la gran densidad de población, el desequilibrio de las condiciones indispensables se producirá rápidamente, y con resultados fatales, si nuestra intervención no consigue mantenerlos de forma permanentemente.

Antes considerábamos como cetáreas, y de hecho aún la legislación continúa haciéndolo, los simples cajones o un casco viejo fondeado, donde se amontonaban los crustáceos para mantenerlos vivos. En el concepto actual del biólogo, dichas instalaciones no pueden ser consideradas como cetáreas, porque en ellas no nos cabe la posibilidad de hacer nada, están en todo a merced de los cambios ambientales locales y, hemos de sufrir sus consecuencias. Las tormentas, los recalentamientos del agua en verano, la polución nos afectará profundamente causándonos bajas a veces importantes.

Bien es verdad que así empezamos pero en el momento actual, y por las razones de tipo económico expuestas al principio, no se pueden hacer inversiones cuantiosas para luego dejar los animales dentro de un cajón fondeado y al albur. Era indispensable que los biólogos ideáramos el modo de poder garantizar la supervivencia de los animales, permitiendo no solo una regulación de mercado sino además un abaratamiento de la mercancía.

Así, empujados por la industria empezamos nuestras experiencias que han dado el mejor resultado a tal extremo que, en el momento actual las cetáreas que instalamos están ya totalmente desligadas del mar, son, por así decirlo pequeños mares en miniatura en los que a voluntad cambiamos las condiciones ambientales de acuerdo con la especie o especies que deseamos mantener.

Los primeros intentos, aplicando las técnicas aprendidas en la acuariología fueron con instalaciones en circuito abierto, es decir construcciones junto al mar del cual tomábamos el agua directamente, agua que a su vez pasada por la instalación desechábamos devolviéndola al mar, no obstante,

bien pronto empezamos a darnos cuenta de que estas instalaciones continuaban estando a merced de las variaciones ambientales marinas casi tanto como los famosos cajones fondeados, continuaban afectuándonos los cambios de temperatura del mar o la polución y para evitarlos nos veíamos obligados a tender tuberías submarinas hasta aguas profundas, de costosa instalación y prontamente inutilizados por las incrustaciones de animales y plantas marinas.

Era necesario independizarse del mar porque además, con tales técnicas tan solo era posible instalar viveros en las zonas costeras y España, aún siendo un país con muchas costas, tiene además de la capital ciudades importantes en el interior, por otra parte algunas ciudades costeras, pongamos por caso Barcelona o Bilbao, tienen las aguas cercanas tan polucionadas que son totalmente inútiles para los circuitos abiertos.

Se trataba pues de recurrir a los circuitos cerrados, en los que el agua *tomada evidentemente del mar en zonas solubres, nadie cree en la posibilidad de producir en agua del mar artificial idónea 100 % fuese utilizada una y otra vez.*

De nuevo la acuariología acudió en nuestro auxilio, los circuitos cerrados venían utilizándose de tiempo en los acuarios decorativos, se trataba pues de construir a gran escala acuarios en circuito cerrado. Pero sucedía, que los parámetros aplicables a los acuarios quedaban cortos, no era lo mismo mantener unos pececitos de colores que unas toneladas de langosta, bogavante o centollo que, además, costaban millones de pesetas. Las experiencias se iniciaron a gran escala y pronto los circuitos cerrados fueron una realidad.

Actualmente estamos tan desligados del mar y los circuitos cerrados representan tal ventaja para un perfecto mantenimiento de las condiciones idóneas, que los estamos construyendo no solo en las grandes capitales sino incluso en las poblaciones marineras.

Y supongo que de inmediato, ustedes sentirán curiosidad para saber como funcionan estas instalaciones, pues bien, aunque las experiencias duraron «algo más», lo resumiremos en pocas palabras.

Suponiendo en agua recién traída del mar y en las que se hayan colocado crustáceos, aunque esté en buenas condiciones bien pronto empezaría a perderlas dada por un lado la actividad respiratoria de los animales y por otro su actividad metabólica. El oxígeno disminuiría rápidamente llegando a niveles de asfixia y la concentración de productos de excreción llegaría a niveles de autointoxicación. Es pues necesario proceder a una reposición rápida del oxígeno, tan rápida que en toda la masa de agua nunca esté en cantidad inferior a la de saturación y no queden rincones sin ventilar o

aguas estratificadas. Había que buscar la relación precisa entre superficie del vivero, volumen del agua y kilos de animal vivo por un lado y por otro la velocidad de circulación del agua suficiente para proceder a un lavado de las excretas de forma que su concentración no alcanzase niveles tóxicos.

Todo esto aparecía muy lógico pero surgía otro problema, las aguas contaminadas por excretas al ser el circuito cerrado debían ser utilizadas de nuevo y ello no era posible si antes los contaminantes no habían sido eliminados, aparecía pues la necesidad de un filtro, pero un filtro tal que fuese capaz de eliminar los metabolitos a la velocidad que el volumen de circulación del agua exigía. Había que buscar pues otro equilibrio.

Resueltas la ventilación y la filtración quedaban todavía otros elementos que considerar, y estos peligrosos: las bacterias. Todo aporte de materia orgánica es un medio de cultivo que suscita de inmediato la posibilidad del desarrollo de las bacterias con los peligros correspondientes,

Había pues que proceder a la esterilización del agua sino de una manera total al menos hasta un nivel adecuado. Pero, ¿qué elemento esterilizante utilizaríamos,? ¿Cloro, rayos ultravioleta, ozono.? Había que sopesar muy bien las ventajas e inconvenientes de cada uno, su modo de acción y de aplicación para decidirse; finalmente el ozono fue el elegido. La molécula de ozono (O_3) es en realidad un estado alotrópico del oxígeno y se rompe fácilmente en un átomo de oxígeno (O) y una molécula de oxígeno (O_2). El átomo de oxígeno se combina rápidamente oxidando la materia orgánica y destruyendo por tanto las bacterias y su substrato. La molécula de oxígeno se disuelve en el agua procediendo a su perfecta ventilación. Habíamos pues alcanzado el punto deseado, desde este momento los viveros en circuito cerrado podían ser una realidad. No quedaba más que resolver el problema de la circulación mecánica del agua mediante sistemas de bombeos automáticos y su posterior vuelta a los pasos sucesivos.

Pero la experiencia demostró que el trabajo no estaba terminado, quedaban muchas mejoras que introducir, por ejemplo en la recepción del material y su lavado antes de pasar a la cetárea, la recuperación intensiva de aquellos que llegan en condiciones precarias, la alimentación en caso necesario etc.. En todo ello seguimos trabajando, y ya hemos llegado a algunas soluciones.

Pero no seguiré para no fatigarles más.

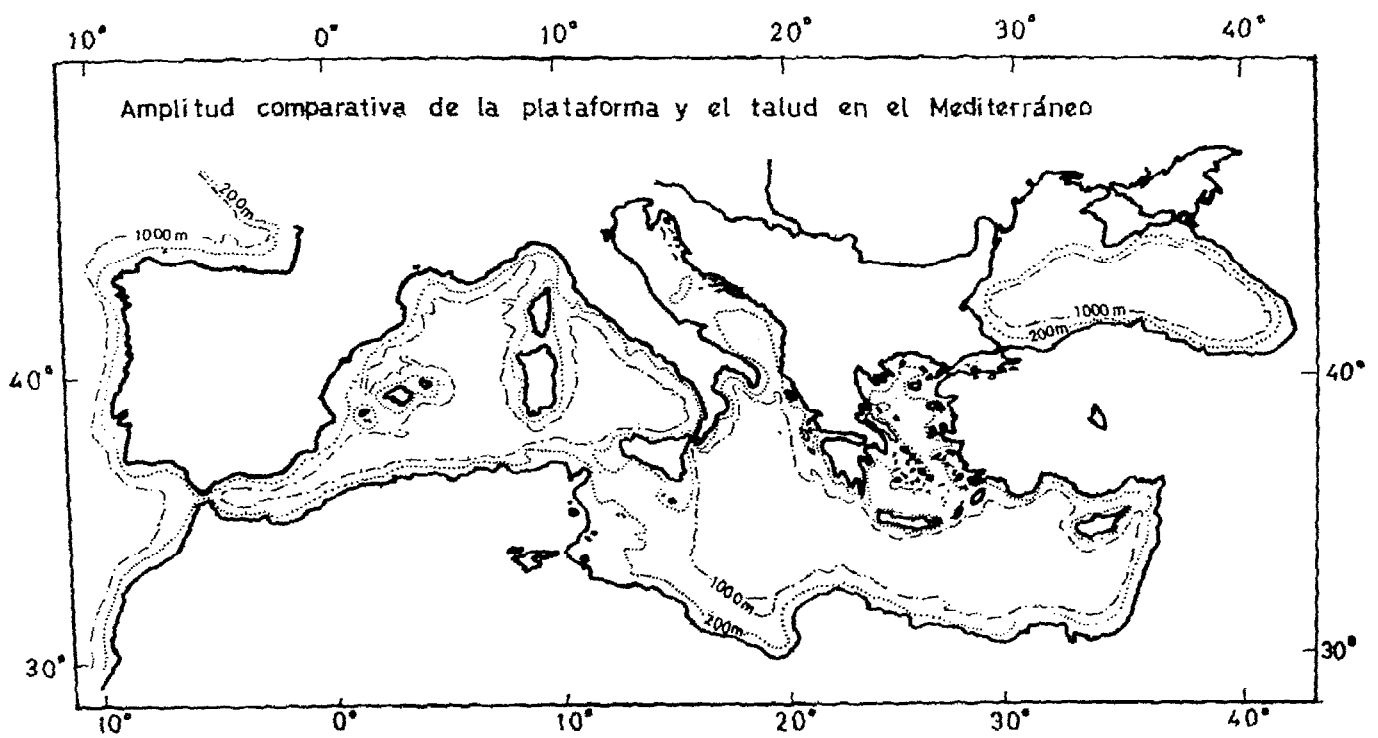
GRACIAS POR SU ATENCION.

EL MEDITERRÁNEO Y SU FUTURO

DR. CARLOS BAS
PROFESOR DE INVESTIGACIÓN

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MEDITERRANEO

El Mediterráneo es un mar cerrado, situado en la zona templada del planeta y geológicamente debe ser considerado como un resíduo del **Mar Tethis** que prácticamente daba la vuelta a la tierra y del que actualmente se consideran un testimonio, el mar Caribe y nuestro Mediterráneo. La circunstancia de encontrarse aislado, sometido a una evaporación más intensa de lo que comportan los aportes fluviales que a él desembocan, ya que ríos como el Danubio, Don, Dnieper, Po, Ródano y Ebro; cuya masa de agua considerable no logra compensar la fuerte evaporación a que está sometido este mar, dan como resultado una salinidad media superior a la del Atlántico. Para compensar este desequilibrio se establece una corriente constante entre el Atlántico y el Mediterráneo a través del Estrecho de Gibraltar, en uno y otro sentido de enorme incidencia en la dinámica marina. La importante masa de agua que entre superficialmente, debido a su menor densidad, fluye por todo el Mediterráneo especialmente por su parte sur y posteriormente se divide en multitud de corrientes secundarias que llegan a todas las distintas zonas. Como corriente compensativa hay que señalar que por la parte más profunda del Estrecho una masa de agua más densa, más caliente y salada, revierte constantemente al Atlántico. Este constante trasiego de agua entre ambos mares es causa de las especiales características de este mar. El agua atlántica es más rica y soporta mejor una elevada producción aun siendo muy inferior en el Mediterráneo que en el Atlántico, 17 veces superior en Vigo que en Castellón. En conjunto puede señalarse que la capacidad de producción de sus aguas «producción primaria» es un aspecto que limita al Mediterráneo desde el punto de vista de la



CARACTERISTICAS BATIMETRICAS DEL MEDITERRANEO

producción pesquera. Esta producción se caracteriza por ser máxima durante el invierno y primavera pasando por un mínimo estival. En realidad parecen observarse más que un máximo continuado una sucesión de máximos o agujas que han dado lugar a la existencia de masas o cardúmenes de zooplancton, los cuales permiten el sostenimiento de estados de peces zooplantófagos que representan un recurso pesquero importante.

PLATAFORMA Y TALUD

Una de las características más importantes, en especial desde el punto de vista pesquero es la extraordinaria estrechez de la plataforma continental en la mayor parte del perímetro costero. Esta gran estrechez condiciona por sí misma la estructura pesquera mediterránea. Observando un plano del Mediterráneo es fácil observar que la isóbata de 200 m. que, de alguna manera delimita la plataforma, pasa muy cerca de la costa en la mayor parte de este mar. Tan sólo a la altura de Castellón, en el Golfo de Gabes, en Túnez, el Alto Adriático, el Golfo de León el mar Egeo y la parte norte del mar Negro, pueden ser consideradas como zonas donde la plataforma se caracteriza por una cierta amplitud. Probablemente haya sido la plataforma la que ha determinado que en este mar la pesca en el talud, a partir de los 200 m. y hasta los 800 m. revista cada vez mayor intensidad. En el mapa batimétrico puede verse, por ejemplo que la parte comprendida entre la costa del Levante español y Baleares, la amplia zona que se extiende entre Túnez y el sur de Italia, zona de Pantelaria, todo el Adriático, Egeo, y parte del mar Negro destacan por su amplitud. La explotación de peces en el talud y especialmente crustáceos, como las gambas de profundidad, las cigalas, etc. tienen gran importancia, pues si por una parte la estrechez de la plataforma ha contribuido a su pobreza pesquera por la existencia de escasos recursos, ello seguramente ha servido para potenciar la explotación del talud que con recursos que, si bien no son extraordinariamente abundantes, si se caracterizan por su elevado precio, ha permitido mantener un elevado grado de rentabilidad de las pesquerías mediterráneas. Así mismo la existencia de grandes apartes de agua dulce en algunas áreas que coinciden con la existencia de plataformas relativamente amplias favoreciendo la existencia de zonas de cría: de sardina como por ejemplo en el caso del Ebro y Ródano, espadín en el Po y sardinelas en el Nilo; fuente de riqueza que caracterizan a determinadas actividades pesqueras en el Mediterráneo.

DISTRIBUCION DE LAS PRINCIPALES PESQUERIAS

En realidad la pesca en el Mediterráneo se caracteriza por su pobreza en recursos disponibles pero no puede enjuiciarse con ligereza la explota-

ción de los mismos. Si se parte de la idea de los recursos mediterráneos se sostiene a partir de una producción primaria —cantidad y capacidad de renovación del fitoplancton— realmente muy pequeña y en especial si se compara con la productividad en las costas atlánticas, será cierto que lo que cabe esperar de la producción en nuestro mar es realmente poco. Ahora bien si lo que se obtiene posee un alto grado de poder económico, el juicio que debemos hacernos sobre la importancia de los recursos varía considerablemente y positivamente. En efecto no se trata en el Mediterráneo, considerado globalmente, de enjuiciar su producción desde el punto de vista de la cantidad total obtenible, sino del valor de esta producción. En el primer caso sería absolutamente lógico dejar el Mediterráneo como una simple explotación intrascendente sin que ello significara un gran esfuerzo de control y regulación, pero dado su valor económico muy considerable, es importante que exista un auténtico programa de regulación y desarrollo de las pesquerías mediterráneas desde tres facetas diferentes: en primer lugar las especies pelágicas y las demersales; en segundo lugar según la profundidad en la que habitualmente viven los cardúmenes y finalmente la distribución espacial en la totalidad del área mediterránea.

a) Especies pelágicas y demersales.

Existe una diferencia muy importante entre las especies cuya vida transcurre entre aguas, cerca de la superficie la mayor parte del año, y aquellas que por su habitat viven principalmente en contacto con el fondo. Entre las primeras se citan como más importantes la sardina y el boquerón, siguiéndoles en interés el jurel y la caballa y ya en el plano de los grandes migradores hay que tener en cuenta los atunes, bonitos melvas, etc.. Especies como el espadín las alachas etc. son de escaso interés en el conjunto de los recursos pelágicos mediterráneos si bien el primero tiene una cierta importancia en el mar Adriático y Negro y la segunda se encuentra, aunque siempre en pequeña cantidad, en diferentes puntos y en especial en las zonas de aguas más calientes. La sardina y el boquerón tienen, por el contrario una gran importancia; en la cubeta occidental se encuentra la sardina ampliamente distribuida aunque se señalan algunas zonas de mayor concentración, generalmente coincidiendo con las áreas de puesta. Cifrándonos al litoral francés y español citamos como zonas de gran importancia sardinera la cercana a la desembocadura del río Ródano, la plataforma de Castellón, otra zona de freza sumamente importante, debido a los aportes dulceacuicolas del río Ebro, la costa alicantina y las cercanías del Estrecho de Gibraltar. En estas áreas se produce una concentración de sardina lo suficientemente importante como para asegurar la supervivencia de importantes flotas pesqueras destinadas a su explotación. El boquerón es sin duda la segunda de las especies importantes, se concentra no sólo en el Mediterráneo occidental sino también de forma muy importante en el Mediterráneo oriental y en particular en el mar Negro donde se obtienen las mayores

concentraciones de esta especie. Es interesante señalar a este respecto el hecho de que en algunas pesquerías consideradas como clásicas en lo que se refiere a la explotación de la sardina, se está procediendo a una auténtica transformación pasando a ser prioritaria la explotación del boquerón. En principio pudiera parecer que se trata simplemente de una respuesta al estímulo económico que representa al mayor precio del boquerón frente al de la sardina, pero el hecho de que en las pesquerías sudafricanas en la costa de Namibia las importantes pesquerías de sardina del Cabo (**Sardinops ocellata**) experimenten una alarmante disminución mientras parecen existir un notable incremento en las capturas del Boquerón del Cabo (**Engraulis capensis**), hacen pensar en un fenómeno biológico quizás relacionado con la fuerte incidencia pesquera sobre la sardina y no únicamente en la consecuencia de una diferencia en el precio. A las especies citadas, a las que hay que añadir como ya se ha indicado, la existencia de importantes cardúmenes de espadín especialmente en el mar Azof y áreas cercanas del mar Negro, y también las alachas aunque éstas siempre en cantidades poco importantes, siguen el jurel (**Trachurus trachurus trachurus**, **Trachurus trachurus mediterraneus**, **Trachurus picturatus** y **Trachurus ponticus**) que con las dos especies y dos variedades se encuentra ampliamente repartido en el Mediterráneo, siendo realmente importantes en el litoral español. La caballa (**Scomber scombrus**) tiene también una distribución amplia con la particularidad de que parece presentar una distribución temporal más bien irregular o bien presenta una secuencia temporal muy acusada de tal forma que a años caracterizados por una gran abundancia siguen otros años en los que las cantidades pescadas son realmente escasas. Otra característica, esta a su vez común a la caballa y al jurel es la ritmicidad anual entre la tendencia a permanecer cerca de la superficie y la que les hace situarse relativamente cerca del fondo. En efecto, durante la primera parte del año suelen encontrarse cerca de la superficie, comiendo vorazmente, formando densos cardúmenes que son pescados con ayuda de las redes de cerco, la segunda mitad del año, mientras se preparan para la freza que tiene lugar durante el invierno, se encuentran cerca del fondo de tal forma que, en general los ejemplares más viejos y por lo mismo de mayor talla, acostumbran a buscar aguas más profundas que los jóvenes.

Finalmente entre los pobladores de las aguas mediterráneas superficiales se encuentran los peces de mayor tamaño del grupo de los túnidos y xífidos; atún rojo (**Thunnus thynnus**), bonito (**Sarda sarda**), melva (**Auxis thazard**), pez espada (**Xiphias gladius**), etc.. Son especialmente importantes el atún rojo que se captura en cierta cantidad en las almadrabas situadas en la costa de Sicilia y Libia; las almadrabas mediterráneas españolas han desaparecido totalmente a causa de su bajo rendimiento. Es importante considerar la existencia de áreas de reproducción de esta

especie en diversos puntos del Mar Mediterráneo, dada la cantidad de ejemplares de pequeño tamaño que se encuentran en ciertos puntos como por ejemplo en el mar Adriático. El pez espada tiene alguna importancia en el sudeste español y también en las aguas cercanas al estrecho de Mesina. Sin duda el bonito es la especie de más interés en esta zona especialmente en la cubeta oriental, mar Egeo y mar de Mármara en el que se detectan migraciones en una y otra dirección. Ello no implica que el bonito esté ausente de la cubeta occidental donde en ocasiones se realizan capturas aunque nunca de larga duración y estabilidad.

b) Peces de fondo.

Peces de fondo o demersales son aquellos que viven junto al fondo; aunque esta definición adolece de graves inconvenientes pues existen gran cantidad de especies que o bien presentan migraciones verticales diurnas o estacionales o bien viven simplemente en aguas cercanas al fondo, como sucede en particular en el caso de los espáridos —brecas, lenguados, dentex, pagros, sargos, etc.—. Sin duda existen unas cuantas especies que tienen una amplia difusión por toda la cuenca mediterránea entre los peces de fondo: cabe citar como los más importantes el salmonete (**Mullus barbatus** y **M. surmuletus**), la merluza (**Merluccius**), la brótola (**Physicis blennioides**), diferentes especies de peces planos y en especial el lenguado (**Solea solea**), los espáridos (**Pagellus sp.** **Dentex sp.** **Sargus sp.**), etc.. Entre los crustáceos debemos destacar la cigala (**Nephrops norvegicus**), la gamba (**Parapenaeus langirostris**) y la gamba roja o de profundidad (**Aristeus antennatus**). Finalmente el pulpo blanco (**Eledone cirrhosa**), la jibia (**Sepia officinalis**) y el calamar (**Loligo vulgaris**), se encuentran entre las especies de cefalópodos de auténtico interés. Hay que destacar junto con las especies anteriormente indicadas algunas más cuya importancia es grande por lo que se refiere a la cantidad con que son pescadas en muchas ocasiones pero cuyo valor económico es en general escaso, al menos por lo que hace referencia a las costas mediterráneas españolas. Hacemos referencia a las xucias, carameles (**Spicara sp.**) y a las bogas (**Boox boops**). Se trata de especies que viven a cierta distancia del fondo, en ocasiones claramente entre aguas y que en muchos casos forman importantes cardúmenes de los cuales pueden obtenerse importantes capturas.

c) Distribución batimétrica de distintas especies.

Otro punto de vista interesante es la consideración de la distribución según la profundidad de las diferentes especies. En primer lugar cabe considerar aquellas especies que viven preferentemente en relación con las lagunas litorales o entre estas y el mar. Son importantes

a este respecto, las lubinas, lisas, lenguados, doradas, etc.. En ocasiones estas especies suministran capturas importantes como resultado de su capacidad de adaptación a aguas de diferente salinidad, consiguiendo importantes crecimientos al aprovechar las aguas ricas en alimentos ubicadas en las zonas litorales, lagunas, bahías más o menos cerradas, etc.. Algunas otras especies, como por ejemplo el langostino (**Penaeus kerathurus**), mantienen durante una parte de su ciclo vital cierta relación con las aguas salubres laculares donde van a parar las larvas para favorecer su crecimiento, emigrando con posterioridad al mar libre. Finalmente los cultivos de mejillones, ostras, etc. son también propios de estas situaciones prelitorales. En las aguas litorales cerca de la costa y a poca profundidad se encuentra una serie de especies de relativo interés. Son objeto de pesca artificial —jábegas, boliches, etc.—. Entre ellos merecen destacarse por su importancia el conjunto de peces constituido por la escorpenas (**Scorpaena sp.**) y las ratas (**Uranoscopus scaber**), así como una cantidad de peces de pequeño tamaño, especialmente el salmonete, que durante la fase juvenil gustan de vivir cerca de la costa emigrando luego a mayores profundidades. En los fondos de la plataforma continental entre los 50 y los 200 m. viven una gran cantidad de especies: los salmonetes, las fánecas (**Trisopterus capellanus**), las pescadillas y pulpos blancos, cintas (**Cepola rubescens**), los espáridos, los trígidos, etc. son los más importantes habitantes junto con los peces planos tales como el lenguado (**Solea solea**) la solleta (**Eucitharus linguatula**) y el gallo (**Lepidorhombus boscii**), ese último en aguas más profundas. Ya en el límite de la plataforma continental y principios del talud se encuentra una cierta variedad de especies según el diferente orden de profundidad: cigala y ciertas especies de gamba (**Parapandalus** y **Parapenaeus**) en profundidades situadas alrededor de los 200 m., sigue la bacaladilla (**Micromessistius poutassou**) y a continuación la gamba rosada o gamba de profundidad (**Aristeus antennatus** y **Aristeonorpha foliacea**). La población de merluza se caracteriza por su amplia distribución batimétrica que abarca desde profundidades del orden de los 50-60 m. donde se encuentran los individuos de las tallas inferiores, alrededor de los 5-10 cm., hasta las mayores profundidades exploradas, cerca de los 800 m., donde se encuentran raros ejemplares de gran talla. La mayor parte del estock se sitúa alrededor de los 200-300 m. donde por otra parte tiene lugar la reproducción. La amplia distribución batimétrica de las especies demersales mediterráneas permite que el fondo marino, tanto la plataforma como el talud, sea objeto de una explotación intensa que ha dado como resultado la degradación de la mayoría de los recursos disponibles hasta un bajo nivel de capturas sólo sostenible, como se dijo en las líneas que anteceden por el elevado valor económico de las capturas.

d) Areas de mayor importancia en la pesca.

Finalmente las pesquerías mediterráneas pueden considerarse desde el punto de vista de su distribución espacial; aunque la mayoría de las especies se caracterizan por su amplia difusión, se observa en ciertas especies la tendencia a presentar mayores densidades en determinadas áreas. Así en el caso del salmonete, mientras el salmonete de fango (**Mullus barbatus**) se encuentra en todo el litoral mediterráneo, la especie de roca (**M. surmuletus**) falta en el mar Negro y en el mar de Azof. Una especie parecida (**Upeneus moluccensis**) sólo se encuentra en la región más oriental del Mediterráneo. Entre los gádidos la merluza se distribuye ampliamente por todo el Mediterráneo faltando sólo en el mar Negro y de Azof mientras en estas costas, en el Egeo y norte del Adriático aparece el merlán (**Merlangius melangus**) más frecuente en el Atlántico norte. Dentro de este mismo grupo, la bacaladilla aunque se encuentra más o menos abundantemente por casi todo el litoral mediterráneo, abunda especialmente en la cubeta occidental donde se la pesca en gran cantidad. Semejante distribución tienen, la brótola y la faneca o capellán. También se distribuye muy ampliamente el lenguado (**Solea vulgaris**) y al igual que la mayoría de los espáridos únicamente faltan en el mar Negro. Entre los crustáceos, la cigala es especialmente abundante en el Mediterráneo occidental disminuyendo progresivamente hacia el este, faltando en absoluto en gran parte del Egeo, Negro, Azof y parte más oriental del Mediterráneo. La gamba de profundidad abunda en casi todo el litoral mediterráneo excepción hecha del mar Negro seguramente debido al hecho de que las aguas profundas donde vive esta especie no son aptas para albergar la vida debido al elevado contenido en ácido sulfídrico. La gamba (**Parapenaeus longirostris**) que vive en aguas menos profundas se encuentra en la totalidad del litoral mediterráneo excepción del mar Negro y Azof y lo mismo cabe decir de una especie mucho menos profunda, el langostino. Finalmente los cefalópodos considerados se encuentran esparcidos por todo el litoral y también en este caso hay que hacer exclusión del mar Negro y Azof.

Antes de dar por terminado el capítulo correspondiente a la distribución de las especies en el Mediterráneo resultará de interés considerar la distribución del rendimiento global de las pesquerías demersales. Según los datos suministrados por F. A. O., los mayores rendimientos se obtienen en el litoral español y golfo de León, alto y medio Adriático y mar de Azof con rendimientos anuales comprendidos entre 35-50 Tm. año por Km. de costa. Por el contrario los más bajos rendimientos, inferiores a las 5 Tm. por Km de costa, se encuentran en el sur de Grecia, Creta, en la costa este de Libia y en la costa Azul francesa. La mayor parte del litoral costero italiano se caracteriza por un rendimiento que se estima comprendido entre las 25 y 35 Tm. anuales por Km de costa, así co-

mo también el litoral norte del mar Negro. El resto del mar Mediterráneo tiene un rendimiento de carácter medio aunque más bien bajo. Sin embargo hay que considerar que esta distribución puede estar en gran parte influenciada por el desarrollo más o menos importante de las diversas flotas operantes. Concretamente en el caso del litoral español las altas capturas obtenidas se deben con gran seguridad a la existencia de una flota numerosa y muy eficiente, lo cual seguramente no sucede en otras costas de este mismo mar. Concretamente la costa norte africana se encuentra en una fase de desarrollo infipiente o de evolución. En contraste con un seguro exceso de flota que es lo característico de España, Francia e Italia. En otros casos parece tratarse ciertamente de la existencia de circunstancias que favorecen la existencia de buenas condiciones para la concentración de peces y otros recursos marinos así como la actividad pesquera, como parece ocurrir en el mar Azof o por el contrario se dan circunstancias sumamente desfavorables tanto para la pesca como para la concentración de especies demersales; tal es posiblemente el caso de la costa Azul francesa.

Posibilidades de la explotación del mar Mediterráneo.

Antes de seguir adelante en este apartado hay que consignar un aspecto importante: Toda explotación de recursos naturales se inician con una producción que va progresivamente en aumento de acuerdo y paralelamente al incremento del esfuerzo que se realiza para extraerlo; **a mayor esfuerzo mayor rendimiento.** En una segunda fase se produce una cierta tendencia al equilibrio en la producción y aunque se vaya aumentando el esfuerzo el rendimiento tiende a mantener casi estabilizado y finalmente, cuando la presión extractiva ha sido muy excesiva, a pesar de incrementarse el esfuerzo la producción sigue disminuyendo. Paralelamente a estas características señaladas para toda evolución pesquera extractiva hay que señalar otros factores de gran importancia en la pesca mediterránea: cuando por diversas circunstancias, ligadas casi siempre con las características ecológicas de las especies explotadas, resulta que los animales cuya talla es inferior a la normalmente explotada, son difícilmente obtenibles, se llega a una situación de agotamiento caracterizada prácticamente por la explotación casi exclusiva de la primera clase anual. Pues bien, según las investigaciones llevadas a cabo en lo que atañe a las características de explotación de la mayoría de las especies mediterráneas, su situación viene definida por la explotación de recursos biológicos constituidos casi **únicamente por cardúmenes de la primera generación.** En tales circunstancias ya se comprende que el rendimiento debe ser forzosamente muy reducido y el aumento del poder total de pesca, el esfuerzo pesquero, se invierte en gran parte, opinamos

que en su mayor parte, en la lucha entre unidades de pesca destinada únicamente a asegurarse la mejor parte en el reparto del escaso recurso disponible. Planteada de esta forma la explotación mediterránea se comprende que ciertos años sean ligeramente mejores que otros como única consecuencia de un mayor éxito en la reproducción de las diferentes especies explotables; circunstancia que, especialmente en el caso de las especies pelágicas, puede incluso prolongarse durante más de un año, observando como consecuencia, la existencia de una generación abundante que se agota con mayor o menor rapidez según las condiciones ecológicas por un lado y la intensidad de la explotación pesquera por otro. En resumen podemos afirmar que para la mayoría de las especies explotadas y en casi totalidad de las zonas sometidas actualmente a explotación pesquera, la pesca ha reducido los stocks de la mayoría de las especies a un mínimo nivel que representa en general la biomasa de la primera generación, lo cual lleva consigo la existencia de fuertes oscilaciones en el rendimiento y una pérdida enorme de energía en la actividad pesquera, reflejada en una intensa competencia entre las diversas unidades que se dedican a esta actividad, situación que sin embargo viene compensada y aun estimulada por el elevado valor económico de la mayoría de las especies explotadas.

Ordenación futura de la pesca en el Mediterráneo

Tres puntos importantes hay que tener en cuenta cuando se intenta de alguna manera proceder a la ordenación de los recursos pesqueros mediterráneos:

- a) Nivel mínimo en la abundancia de los recursos disponibles todos ellos en general de alto valor económico.
- b) Exagerada tendencia a aumentar el esfuerzo pesquero, situación que viene estimulada por la aseveración anterior.
- c) Dificultades de expansión en las zonas explotadas, en primer lugar debido a una tendencia innata de los pescadores a no abandonar las áreas colindantes al puerto base y en el futuro por causas de la probable parcelación del mar Mediterráneo como resultado de la puesta en vigor de la futura «ley del mar».

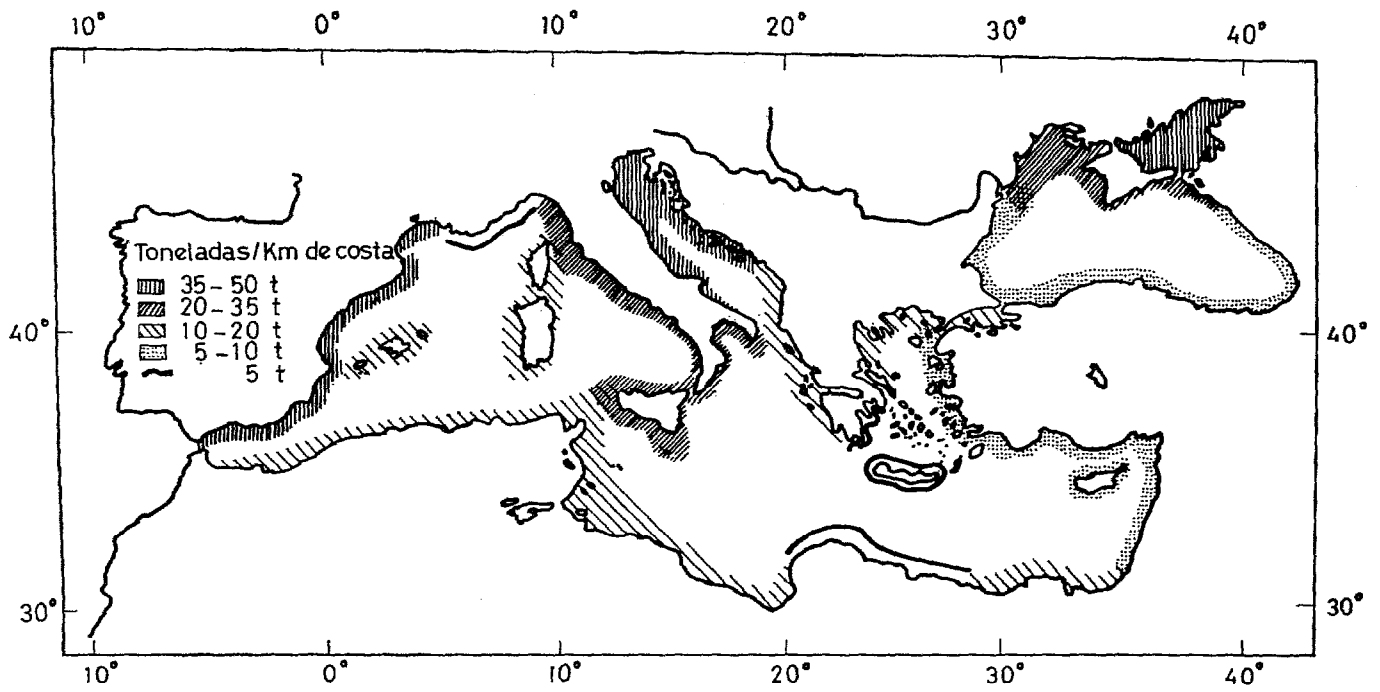
Esta situación obliga a nuestro entender a tomar conciencia de la necesidad de proceder a la plasmación de un modelo de explotación que permitiendo el máximo rendimiento sostenido no esté amenazado de total ruina por excesivo deterioro de los pilares sobre los que se asienta la rentabilidad pesquera:

- 1) UN NIVEL MINIMO EN LOS RECURSOS OBTENIBLES.**
- 2) UN VALOR MAXIMO DE LOS MISMOS.**

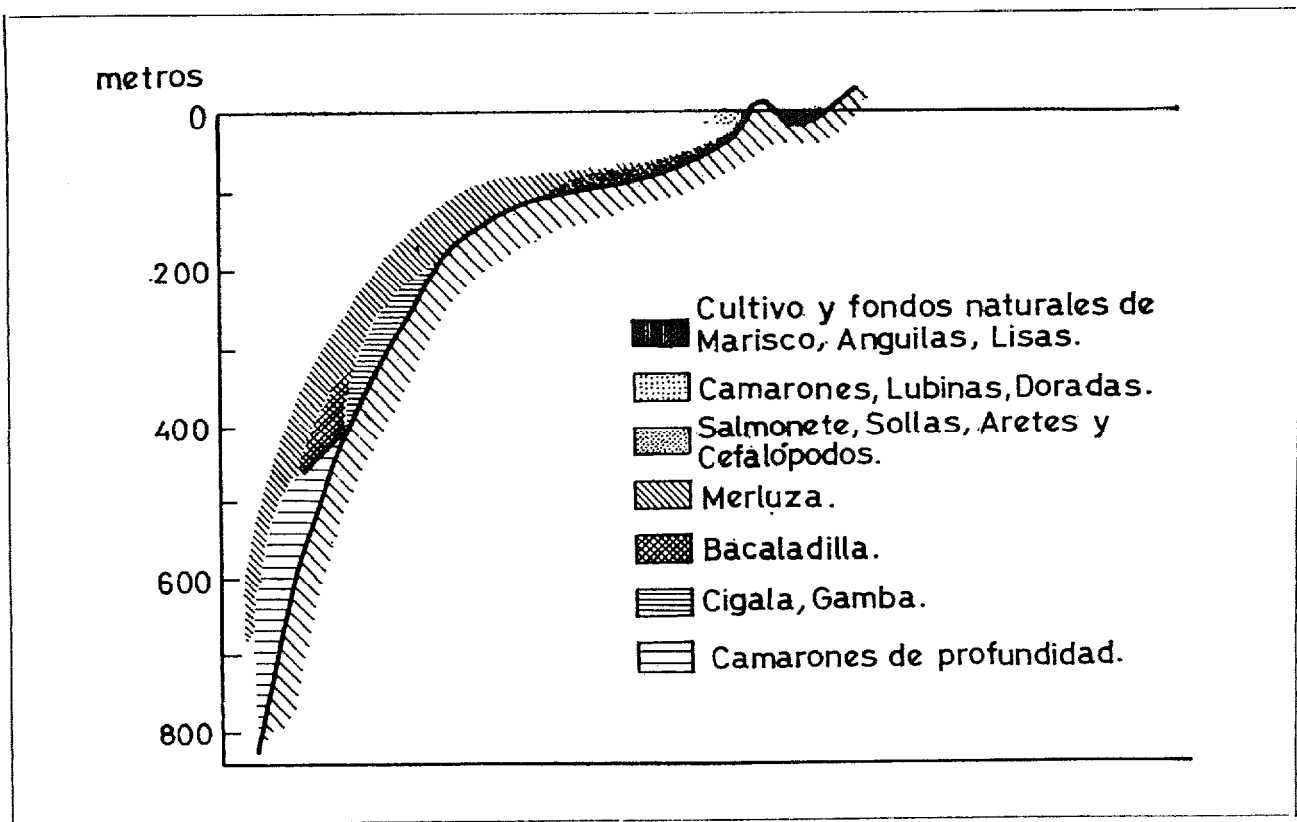
Según estos criterios se precisa como punto de partida el conocimiento real o lo más aproximado posible de los siguientes aspectos:

- a) Valoración real de los recursos disponibles de cada una de las especies de interés pesquero.
- b) Estimación del esfuerzo total y por zonas que se precise para obtener un rendimiento máximo sostenible adecuado.
- c) Estudio del modelo de unidad pesquera que resulte más adecuado en cada una de las principales pesquerías mediterráneas.
- d) Estructura económica de la pesca, lo que significa la dirección primordial de la producción mediterránea hacia la producción de calidad asegurando el necesario nivel proteico para la masa consumidora a partir de otras fuentes —pescado congelado, pescado procedente del Atlántico, etc.—.
- e) Establecimiento de un estudio de los actuales recursos en la totalidad del Mediterráneo que permitan plasmar acuerdos multinacionales de cooperación y explotación ordenada de la totalidad de los recursos existentes.

Establecidos estos puntos básicos es labor de la Administración encauzar de forma adecuada la producción pesquera en el Mediterráneo a tenor de los esquemas obtenidos, modificándolos, en cada caso a tenor de las circunstancias conyunturales. Limitar la explotación a límites adecuados como resultado de los estudios antes mencionados y una estrecha colaboración internacional, son el único camino para que la explotación pesquera mediterránea adquiera y mantenga el nivel que le corresponde.



IMPORTANCIA DE LA PESCA DEMERSAL EN EL MEDITERRANEO



DISTRIBUCION BATIMETRICA DE ALGUNAS ESPECIES DE INTERES COMERCIAL

LA CADENA ALIMENTARIA

EN EL MAR

DR. JUAN J. LOPEZ

Puede decirse que en el agua de mar existen disueltos casi todos los elementos químicos que hay en la tierra, aunque en diferente proporción, variando la composición de unos mares a otros, principalmente por lo que respecta al cloruro de sodio o sal común, que es la disuelta en mayor proporción.

Algunos elementos, como por ejemplo el cobre, el oro o el radio existen en cantidades tan pequeñas que resulta difícil determinarlas, de tal modo que para obtener un gramo de cobre serían necesario 200 m³ de agua de mar, 150.000 m³ para conseguir un gramo de oro y 5 millones para uno de radio, de forma que con las técnicas actuales no son aprovechables.

El conocer la composición química del agua de mar no es fácil, sin embargo, utilizando técnicas especiales se ha llegado a determinarla con bastante precisión, pudiendo decir que está compuesta principalmente por sodio, magnesio, calcio y potasio en forma de cloruros, sulfatos, carbonatos y fosfatos.

Las sustancias minerales, disueltas en el agua de mar, son el primer eslabón de la cadena alimentaria para la vida en el mar, pero los elementos que mayor importancia tienen, además del anhídrido carbónico y el oxígeno, son el nitrógeno y fósforo, que se encuentran en forma de nitratos y fosfatos, constituyendo las llamadas «sales nutritivas».

El oxígeno y el anhídrido carbónico bastan a las plantas, segundo eslabón de la cadena, junto con la luz, para la fotosíntesis, proplamente

dicha, o sea la formación de compuestos orgánicos reducidos a partir de anhídrido carbónico y agua, gracias a la luz, pero para la elaboración de los demás componentes protoplásmicos precisan de otros elementos químicos, sobre todo del nitrógeno y fósforo.

Aunque en el mar existen plantas macroscópicas, normalmente fijas al fondo, de las que se alimentan algunas especies animales, se encuentran restringidas a una estrecha zona litoral y además su masa es reducida en comparación con las plantas microscópicas que constituyen el plancton vegetal.

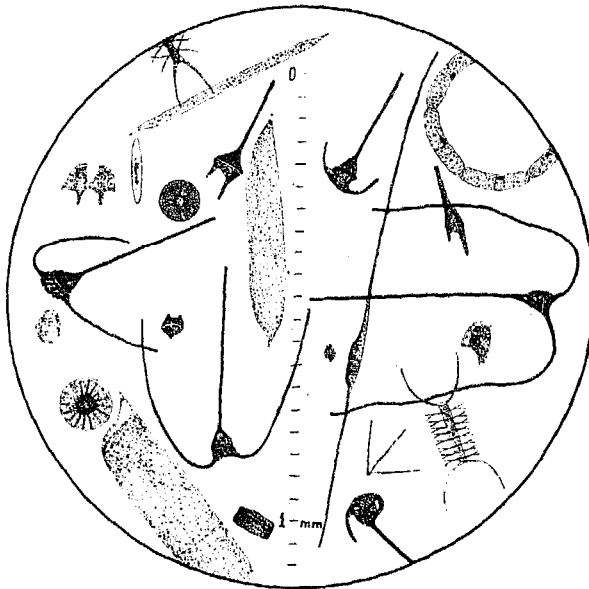


Fig. 1
Fitoplancton en 1 milímetro

El término plancton fue empleado por vez primera por **Hensen** en 1887, se deriva del griego y significa errante, o sea todo aquellos organismos que se dejan llevar en el agua de un lado para otro, es decir, que flotan y están dotados de tan escasos medios de locomoción que no pueden contrarrestar los movimientos del mar.

Hay plancton vegetal o fitoplancton y plancton animal o zooplancton.

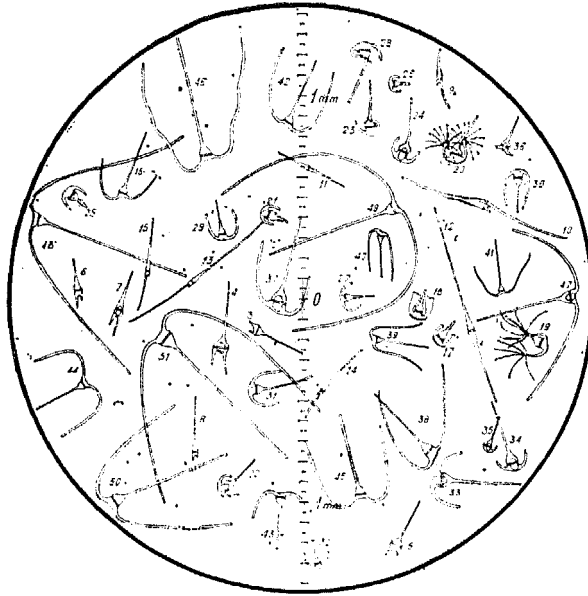


Fig. 2

51 especies de *Ceratium*, uno de los géneros más abundantes del fitoplancton.

Los organismos que forman el fitoplancton, en su mayoría algas microscópicas, como vegetales que son, según decíamos, transforman, mediante la función clorofílica, las sustancias minerales disueltas en el agua del mar y sintetizan materia orgánica, que incorporan, como tal, a su organismo. Para ello necesitan, igual que las demás plantas, la luz del sol y como los rayos luminosos sólo llegan hasta unos 200 metros, por debajo de esta profundidad no pueden vivir. Ya a los 100 metros empieza a escasear, encontrándose con preferencia en la superficie, aunque en los mares tropicales, debido a una mayor luminosidad, el nivel hasta donde viven descende con relación a los mares templados.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital. 2004

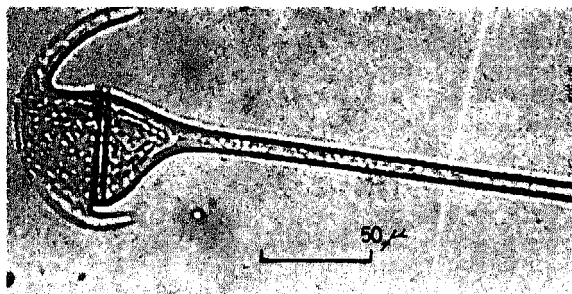


Fig. 3

Microfotografía de *Ceratium tripos pulchellum* (Schröder) López.

Los organismos del fitoplancton han de tener una densidad próxima a la del agua, porque si fueran mucho más pesados que el agua caerían al fondo, de todos modos, y pesar de que la proporción de agua que entra a formar parte de ellos es muy grande y en algunos llega hasta más del 90%, la mayoría son ligeramente más densos que el agua (de 1,02 a 1,06) manteniéndose a flote por lo reducido de su tamaño y aumentar la superficie de su volumen adoptando formas vesiculares, laminares o acintadas y disponer de apéndices y ramificaciones que actúan como superficies estabilizadoras y de equilibrio, tales son los largos flagelos o filamentos que presentan frecuentemente o bien por la presencia de gotas de grasa que les ayuda a flotar, como ocurre en algunas diatomeas que además cumplen la misión de ser elementos de reserva.

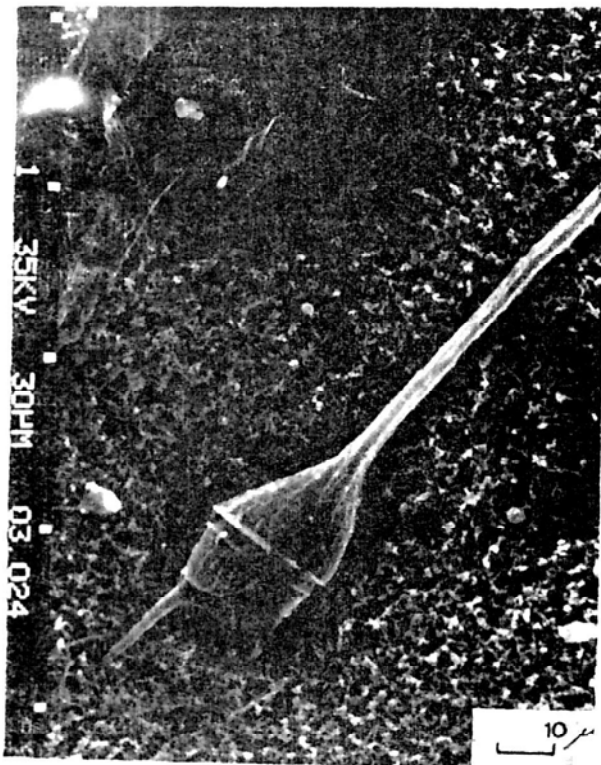


Fig. 4
Ceratium visto con ultra-
microscopio, aumentado
1.000 veces. (Foto Pinar).

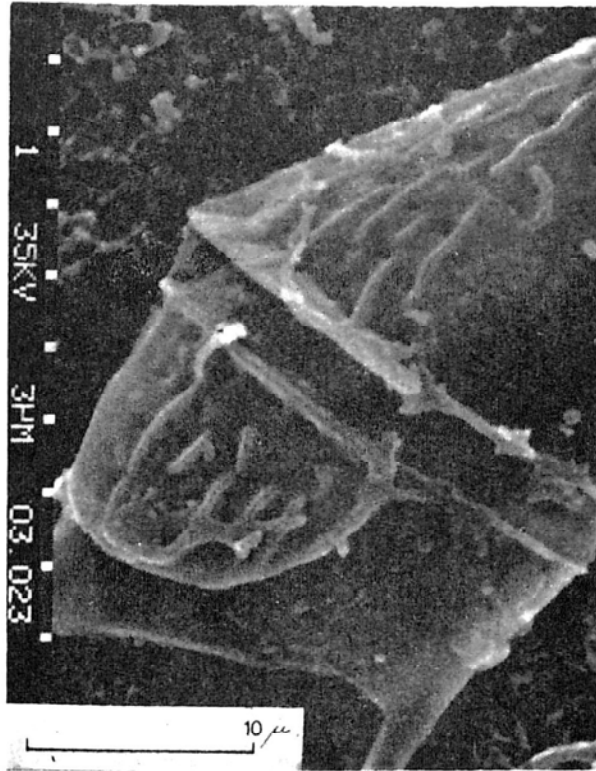


Fig. 5

El mismo *Ceratium* de la figura 4 aumentado 4.600 veces con ultramicroscopio.

Cuando no son casi transparentes, como medio más eficaz de defensa contra sus numerosos enemigos, el color más frecuente de los organismos del fitoplancton es el amarillo o pardo, aunque pueden ser también verdes o rojos.

El fitoplancton o plancton vegetal sirve de alimento a los animales que constituyen el zooplancton y éstos, como dependen sólo relativamente de la luz del sol, en cuanto a que es allí hasta donde llega donde está el fitoplancton de que se nutren, y además gozan de cierta movilidad, **pueden descender** y vivir a mayor profundidad. Algunos transcurren toda su existencia en este estado, pero otros lo son sólo temporalmente, como ocurre con muchas larvas que después, cuando llegan a adultos, se independizan y ya no forman parte del plancton.

La mortalidad de los seres del plancton es muy elevada, pero, como compensación, su prolíferación es extraordinaria, resultando verdaderamente asombrosa su abundancia.

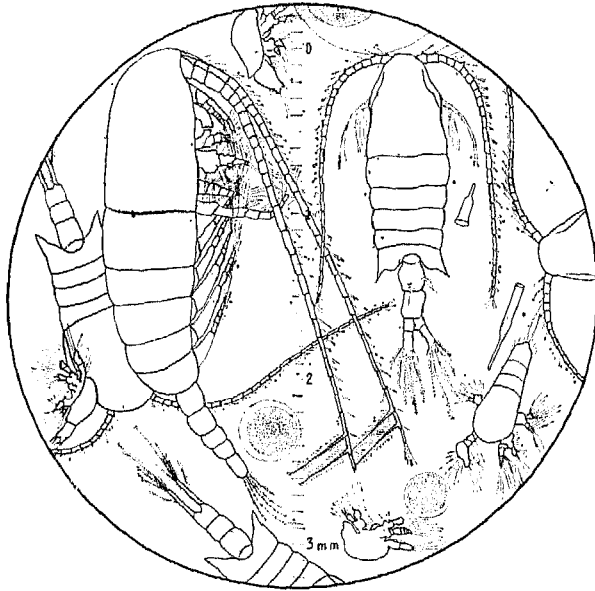


Fig. 6
Zooplankton.

Se puede decir que las diatomeas, uno de los principales componentes del fitoplancton, cubren casi la cuarta parte de la superficie del Atlántico Norte.

A veces es tal su abundancia que llegan a cambiar el color del mar, como es el caso del mar Rojo, aunque no es donde este hecho ocurre con mayor frecuencia, que debe su nombre al color que da al agua trillones de una diatomea microscópica que cubre extensiones de más de 500 kilómetros ofreciendo el agua un aspecto sanguíneo o terroso.

En ocasiones el agua de las rías bajas de Galicia toma un tinte oliváceo-rojizo o «purga de mar» originado por la acumulación de una peridínea que no llega a medir la vigésima parte de un milímetro, formándose grandes manchas irregularmente distribuidas y de diferente intensidad de color o franjas estrechas, desde unos 15 metros, y alargadas dispuestas con cierto paralelismo, que dejan entre sí zonas, igualmente estrechas, de agua más transparente y que suelen desaparecer al cabo de dos o tres días, aunque en casos excepcionales el fenómeno puede persistir durante un período más largo, incluso hasta un mes. O como ocurrió en el Mediterráneo occidental en abril de 1971, en que las aguas se tiñeron de rojo en grandes extensiones debido a la elevadísima concentración de un dinoflagelado fosforescente, casi esférico, que mide entre 4 y 7 décimas de milímetro de diámetro.

Y es que realmente la abundancia de plancton es extraordinaria, así en el Báltico se ha calculado que hay 130 millones de diatomeas, 13 millones de peridíneas y 12 millones de tintínidos por metro cúbico de agua. En un fiordo de Noruega se contó más de un millón y medio de individuos por litro, o sea 1.500 millones por metro cúbico, casi todo diatomeas. En aguas de Islandia hay de 6 a 8 millones de algas microscópicas por litro, siendo lo normal en latitudes medias de unas 14.000 por litro.

Observaciones realizadas en una bahía al sur de Africa, próxima al cabo de Buena Esperanza, demostraron que un tercio aproximadamente de la masa de agua estaba integrada por materia viva, principalmente diatomeas y huevos y larvas de peces, en una extensión de 200 kilómetros cuadrados.

El príncipe Alberto I de Mónaco, durante una de sus campañas oceanográficas, pudo observar, en Vigo, un banco de sardinas que tardó cinco horas en atravesar ocupando una extensión de 150 kilómetros. Estudiado el contenido estomacal de algunas de estas sardinas se encontró alrededor de 20 millones de peridíneas en cada una de ellas, por término medio, lo que representa una cantidad imposible de imaginar de peridíneas.

En ciertos parajes la masa de copépodos (uno de los crustáceos más abundantes del zooplancton) en un kilómetro cuadrado asciende a más de 500 toneladas.

En el Mediterráneo se presenta, a veces, tal cantidad de salpas, animales transparentes del zooplancton que miden más de un centímetro, formando una masa gelatinosa, llamada llepó por los pescadores levantinos, que obstruye las redes y les impide pescar.

El plancton es más abundante en los mares fríos y templados que en la zona ecuatorial. En nuestras aguas el máximo de fitoplancton se presenta al principio de la primavera y en otoño. El Mediterráneo, comparado con otros mares, es bastante pobre en plancton y por lo tanto su rendimiento pesquero menor.

Se ha pensado en la posibilidad de utilizar el plancton para la alimentación humana y en Tailandia y otros países del sudeste asiático se prepara un producto denominado **kapi**, a base de zooplancton, que constituye un artículo de consumo en aquellas regiones, por riqueza en proteínas, calcio y vitaminas. Para pescar el zooplancton emplean un arte de malla muy fina, llamado **pong-pang**, que tiene forma de saco alargado, con el copo de tela de ramio (fibra vegetal del país), que se cala en la desembocadura de los ríos cuando la marea está alta y se pesca durante el reflujó, transportándose el producto de la pesca a las fábricas para su

inmediata preparación. Allí se apartan las medusas y otros animales que darían mal sabor y el resto es tamizado a través de un cesto de bambú metido dentro de un saco de tela de ramio, separándose así los peces, camarones y otros animales grandes que quedan en el tamiz.

Se fabrican dos tipos principales de **kapi**: seco, de color rosado, de aspecto parecido al queso de bola, y semi-líquido, con bastante cantidad de agua, de consistencia pastosa. Para su elaboración se coloca el plancton en cestos de bambú y una vez escurrida el agua se mezcla con sal y a veces se colorea, dejándolo secar al sol más o menos tiempo según el tipo deseado, triturándolo luego al quedar seco, y la pasta obtenida pasa a un recipiente cilíndrico de madera para su fermentación y completa maduración.

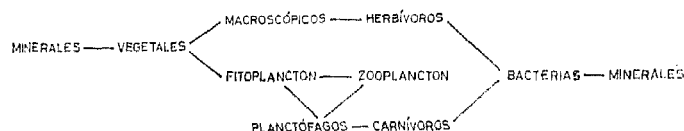


Fig. 7

Esquema de la cadena alimentaria

Siendo el plancton el alimento de muchos animales marinos, entre ellos bastantes peces, como los cipeidos (sardina, arenque, alacha, espadín, etc.) y engraulidos (boquerones), es fácil comprender el papel fundamental que desempeña en la biología del mar. De ahí que su estudio tenga cada día mayor interés y se le preste en la actualidad tanta atención, ya que puede considerarse como la base de la vida en el mar y quizá el eslabón más importante de la cadena alimentaria.

Existiendo los organismos del plancton en tal cantidad, no es de extrañar que a pesar de su pequeñez puedan servir de alimento al más grande de los animales vivientes, como es la ballena, contribuyendo en gran parte al sostenimiento de su enorme masa de más de 100 toneladas. En estado adulto estos mamíferos tienen en el paladar unas láminas córneas, en forma de hoz, llamadas ballenas, en elevado número (hasta 350 ó 400, de tres metros de altura, a cada lado del paladar) colocadas verticalmente, paralelas y muy próximas entre sí, de modo que están separadas, una de otra, sólo un centímetro, con unas barbas muy largas en el borde, como flecos deshilachados, que al entremezclarse actúan como un tamiz o filtro para dejar salir el agua y retener al zooplancton y otros animalitos de los que se alimenta. Para ello la ballena abre la boca y deja entrar una gran cantidad de agua, enseguida la cierra, empujando con la lengua, hacia el gástrico, los animalitos que han quedado atrapados

entre las barbas, luego abre la boca y, también con la lengua, expulsa el agua, precisándose 100 kilos de plancton para que la ballena crezca un kilo, o sea más de 10.000 toneladas de plancton para producir una ballena.

Otro gran animal, el marrajo gigante o peregrino, se alimenta también de plancton. Es uno de los mayores escualos, que mide unos 15 metros de longitud y pesa 8 toneladas, habiéndose encontrado ejemplares de cerca de 30 metros de largo, cuando es joven y mide de 3 a 6 metros penetra en el Mediterráneo. Tiene unos dientes pequeñísimos en relación a las dimensiones del cuerpo, dispuestos en varias hileras, de 5 a 7 filas, y están casi atrofiados, sobresaliendo apenas un par de milímetros. *Sus arcos branquiales tienen gran número de prolongaciones, a modo de largas púas de peine que miden hasta un metro, constituyendo un verdadero tamiz que ha de filtrar enormes masas de agua para retener en cantidad suficiente los diminutos animales del plancton que le sirven de alimento, encontrándose en su estómago hasta una tonelada de una sustancia pastosa, como pasta de anchoa, de color rosado, olor fuerte a pescado y sabor amargo. Por tanto, su cadena alimentaria es de lo más simple:*

fitoplancton-zooplancton

asegurándose así una completa provisión a diferencia de los demás escualos que suelen ser carnívoros.

La sardina animal típicamente planctófago, utiliza el oxígeno del agua, al igual que los demás peces, para respirar, la cual, junto con el plancton que lleva consigo, entra por la boca, cerrándose automáticamente el esófago para que no pase al estómago, baña las branquias y sale por las aberturas branquiales, tapadas por el opérculo, que ahora se separan para que pueda salir el agua, quedando retenido el plancton entre una serie de laminillas, llamadas branquispinas, dispuestas en el borde interno de los arcos branquiales, como las púas de un peine, que actúan como una criba a modo de filtro impidiendo el paso de cualquier partícula. A continuación se abre el esófago y el plancton filtrado pasa al estómago, nutriéndose de una manera casi mecánica al tomar el alimento del agua ingerida, habiéndose calculado que es necesario cerca de un kilo de plancton para producir una sardina.

Otros muchos animales, como los moluscos y entre ellos el mejillón, se alimentan de plancton y restos de animales y vegetales. Estos alimentos son atraídos hacia la boca gracias a una corriente de agua que provoca el mejillón con las pestañas vibrátiles que cubren sus palpos labiales.

Los animales planctófagos sirven de alimento en la cadena a los carnívoros o predadores, que son aquellos capaces de perseguir a sus presas para capturarlas, lo que presupone sean buenos nadadores y, por lo regular, de mayor tamaño, principalmente peces, algunos cetáceos (cachalotes, delfines, etc.) y cefalópodos.

Los escómbridos (atunes, bonitos, etc.) devoran gran cantidad de sardinas y boquerones, pero muchos carnívoros se alimentan, a su vez, de otros carnívoros menores. Algunos de los más típicos, como la mayoría de los escualos, poseen una poderosa dentición, con dientes agudos y cortantes, para poder descuartizar a sus presas. Otros, como los meros, chernas, lubinas, doradas, rapas, etc. disponen también de potentes dentaduras y son muy voraces.

Entre los cefalópodos el pulpo es de los más voraces, alimentándose de pequeños crustáceos, moluscos y algún pececillo pero su manjar preferido son los cangrejos, necesitando un par de docenas al día para alimentarse, que atrapan con sus ocho brazos musculosos, pero no confía solamente en su fuerza, sino que, además, inyecta en la cavidad respiratoria de su víctima un líquido, segregado por las glándulas salivales, que paraliza los movimientos respiratorios de su presa.

El cachalote, con su descomunal cabeza, casi la tercera parte del animal, y su gran boca con más de 20 dientes cónicos de 20 centímetros de longitud, a cada lado de la mandíbula inferior, que encajan con los alvéolos que hay en la superior, se alimenta preferentemente de cefalópodos (pulpos, sepias y calamares) habiéndose encontrado en el estómago de un cachalote de 14 metros un calamar de más de 10 metros de longitud y 185 kilos de peso y en otra ocasión cerca de 100 calamares de alrededor de un metro de longitud, tamaño habitual de sus presas. También devora peces, tiburones y hasta focas, habiéndose hallado en el estómago de un cachalote pescado en las costas de África un tiburón de 3 metros de largo.

Los delfines son grandes devoradores de sardinas y otros peces, así como de cefalópodos y, a su vez, son atacados por tiburones y orcas, las cuales tienen fama de ser los animales más feroces que existen en el mar.

Pero, todos los animales carnívoros, al igual que los demás que no han sido devorados por sus depredadores, tienen un ciclo de vida limitada y mueren, entonces, unos y otros, son desintegrados por las bacterias, transformándose en sustancias minerales que quedan disueltas en el agua del mar para servir nuevamente de sustento al fitoplancton, completándose así la cadena.

Como vemos, las bacterias tienen también una gran importancia en el ciclo de la vida en el mar, ya que los restos de los animales muertos no serían aprovechables si éstas no destruyeran la materia orgánica, liberando los componentes minerales que la integran, pero es que, además, ellas mismas constituyen el alimento de muchos seres planctófagos.

De la superficie del mar desciende hacia el fondo, de una manera continuada, una enorme cantidad de restos y detritos orgánicos, muchos de ellos procedentes de los seres unicelulares del plancton que mueren. Estos detritos se van depositando lentamente en el fondo y son el alimento de diversos animales que, a su vez, sirven de alimento a otros animales que habitan en el fondo, como algunos gusanos, moluscos y equinodermos.

La bacterias, último eslabón de la cadena, son extraordinariamente abundantes, sobre todo en las zonas litorales, desde la superficie hasta el fondo, habiéndose encontrado incluso a 5.000 metros de profundidad y llegando a contar 420 millones de bacterias en un gramo de fango.